

第1章 総則

第1節 目的

この基準は、林道規程（昭和48年4月1日付け48林野道第107号林野庁長官通知）第4条に規定する林道の種類のうち、自動車道（以下単に「林道」という。）の計画、調査、設計、施工等を実施するために必要な技術上の基本事項を示し、林道に係る技術水準の向上を図るとともに、事業の合理化に資することを目的とする。

【解説】

この解説は、林道技術基準の必要な技術上の細部事項を示し、現地への円滑な適用を図るものである。

このため、林道技術基準における基本事項を基に、計画、調査・測量・設計、土工、のり面保護工、基礎工、排水施設、擁壁、橋梁、トンネル、舗装、交通安全施設及び林業作業用施設に区分して、運用に当たっての技術上の解説を示す。

第2節 適用及び運用

- 1 この基準は、民有林国庫補助林道及び国有林林道に適用する。ただし、関係法令に別途定めがある場合には、これら関係諸法令による。
- 2 この基準を適用できない特別な事情がある場合には、この基準で示される技術的水準を損なわない範囲において、この基準によらないことができる。

【解説】

- 1 第1項に規定する林道に該当しない道であっても、木材等の運搬や森林施業等の実施のため、森林内に普通自動車等を通行させる目的で設ける道については、林道技術基準を適用することが望ましい。
- 2 社会的、経済的、自然的条件などの理由によって、林道技術基準の適用が困難又は不適当な場合については、その理由を明らかにし、林道技術基準に定める技術水準を損なわない範囲において、林道技術基準によらないことができる。
- 3 林道の計画、調査・測量・設計、施工等に当たり関係する法律、政令、省令等に別の定めがある場合は、これらの関係諸法令による。
- 4 道路、林道、治山、砂防、河川等の公共事業を対象に定めた基準、指針、示方書等のうち、林道事業と共通する技術的事項で、この基準に定めのない事項は、これら類似事業の諸基準等を参考に適用することができる。

第3節 林道の目的と設計の基本理念

3-1 林道の目的

林道は、多面的機能を有する森林の適正な整備及び保全を図り、効率的かつ安定的な森林経営を確立することを目的に構築する施設である。

【解説】

林道を構築する目的は、森林経営の効率化、林業・木材産業等の産業を育成するとともに、適正な森林の整備、維持・管理等を促進し、森林の多面的機能の持続的かつ高度発揮を図ることである。

また、必要に応じて、前記に併せ山村地域の交通路として地域住民の通行や物資の運搬、都市住民等の森林へのアクセス確保など、山村地域の振興や生活環境の改善等を図ることである。

3-2 計画及び設計の基本理念

- 1 林道開設等の計画に当たっては、森林経営や森林の整備、維持・管理等の対象とする範囲、木材等の生産の効率性、木材産業との関連、山村地域の生活環境、都市住民等の森林の利用状況等を踏まえ、林道規程第3条に規定する幹線、支線、分線と森林作業道との組合せを十分に考慮して、個々の林道に求める機能・性能が、十分に発揮されるようにしなければならない。
- 2 林道の設計は、個々の林道に求める機能・性能との適合性、構造物の安全性及び耐久性、施工品質の確保、維持管理の容易さ、環境との調和並びに経済性を考慮して、理論的な妥当性を有する手法、実験等による検証がなされた手法等に基づいて行わなければならない。

【解説】

- 1 林道全体に求められる機能・性能を満たすため、林道を計画・設計する上で常に留意しなければならない基本的な事項を計画・設計の基本理念として示したものである。
 - (1) 森林経営や森林の整備、維持・管理等の対象とする範囲とは、森林施業団地の分布状況、森林レクリエーションに利用される森林の位置等を踏まえ、木材等の生産や森林レクリエーション等の場として利用する森林の範囲（利用区域）をいい、木材生産等の関連から林道網の構築又は個々の林道の開設に係る計画（全体計画）に先だち決定する。
 - (2) 個々の林道に求める機能・性能との適合性とは、木材等の運搬、森林施業の実施、地域住民等の通行等に応じた幹線、支線、分線としての役割、木材の運搬等に利用する規格の車両の安全かつ円滑な通行の確保等、個々の林道に求め

る機能・性能を満足させることをいう。

- (3) 構造物の安全性とは、構造物など林道施設に作用する外力（载荷重、土圧、慣性力等）に対して、適切な安全性を有していることである。
 - (4) 耐久性とは、林道に経年的な劣化が生じたとしても、個々の林道に求める機能・性能との適合性や構造物の安全性が大きく低下することなく確保できることである。
 - (5) 施工品質の確保とは、安全かつ円滑に施工が行われ、個々の林道に求める機能・性能との適合性や構造物の安全性を有する工事成果品を確実に得ることである。
 - (6) 維持管理の容易さとは、供用中の点検や調査、補修等が容易に行えることであり、耐久性や経済性に関連するものである。
 - (7) 環境との調和とは、林道開設地域周辺の社会環境や自然環境に及ぼす影響を軽減あるいは調和させること、及び周辺環境にふさわしい景観を有すること等である。
 - (8) 経済性に関しては、個々の林道に求める機能・性能との適合性、構造物の安全性、耐久性、施工品質、環境との調和を確保したうえで、林道開設等の費用と維持管理の費用を合わせたトータルコストが最小となるようにする。
- 2 林道の設計に当たっては、必要な調査を実施のうえ、個々の林道に求める機能・性能を満たすように工種・工法等を選定するとともに、その求める機能・性能を満たしていることを検証又は照査する。

（参考）

- 1 性能の検証
設計の成果が求める性能を満たすことについて、複数の工種・工法の比較等により検証する。
- 2 性能の照査
照査は、現場条件、基本事項の決定、構造細目等の妥当性及び技術計算等の結果について行う。
なお、林道施設の設計に当たっては、必要に応じて、従来の実績から求める性能を満たすと見なすことができる仕様等を用いることができる（適合見なし規定）。

第4節 安全の確保

林道の調査・測量・設計、施工等においては、労働安全の確保に資するよう努めなければならない。

【解説】

- 1 林道の調査・測量・設計、施工等においては、労働災害の未然防止を図るため、安全関係諸法令を遵守しなければならない。
- 2 林道の各種調査等に当たっては、安全確保に必要な事項についての確に把握する。また、その調査結果に基づき、労働安全衛生規則等関係諸法令の定めるところにより、必要な安全施設を計画・設計するなど安全対策を適切に講じる。

第5節 工事の管理

この基準の適用に当たっては、適正な工事の管理等を行うことを前提とする。

【解説】

この解説に示す技術的事項は、適正な工程管理、品質管理、出来形管理等が有効適切に実施されることを前提としたものである。

第2章 全体計画

第1節 通則

全体計画は、効率的な森林経営、林業・木材産業の成長産業化、森林の多面的機能の持続的発揮の推進等に必要な個々の林道の適切な配置と整備の円滑な実施を目的として策定する。

【解説】

林道の全体計画は、森林・林業基本計画、全国森林計画、地域森林計画、市町村森林整備計画、国有林の地域別の森林計画のほか、森林総合監理士（フォレストー）、森林所有者、林業・木材産業関係者等の意見等を踏まえつつ、既存の資料等を活用しながら必要な調査を行って策定する。

第2節 計画策定の基本方針

全体計画は、木材生産や森林計画等を踏まえるとともに路網配置を十分に考慮し、計画路線と各路線間の調和が図られた最も効果的な路線で、効率的かつ経済的な開設が可能となるよう策定する。

【解説】

- 1 個々の林道の路線配置に当たっては、森林の多面的機能の持続的発揮の観点から森林の適正な整備及び保全を図り、効率的かつ安定的な林業経営の確立、山村の生活環境の整備及び地域産業の振興等の目的を達成するよう、幹線、支線、分線、森林作業道の路網配置等必要な諸条件を十分に検討して適切に路線を選定する。
- 2 自然環境との調和の観点から、野生動植物等生息状況や地形、地質、気象等自然条件を十分に考慮し、次のような箇所はできるだけ避けることとするが、通過することが必要な場合には、その対策を十分に検討する。
 - (1) 貴重な動植物の生息地及びその周辺
 - (2) 景観上配慮が必要な地域
 - (3) 崖錐、扇状地、断層、破碎帯及び段丘
 - (4) 地すべり地形地及び跡地
 - (5) 落石危険地及び崩壊地
 - (6) なだれ発生地
 - (7) 流水に近接する箇所
 - (8) 軟弱地盤及び湧水地帯
- 3 木材等の生産及び森林施業の効率化の観点から、次の点を十分に把握して路線計画を検討する。
 - (1) 森林施業団地の分布状況
 - (2) 木材生産の作業システム（以下、「作業システム」という。）と森林作業道の配置状況及び配置計画
 - (3) 通行車両の規格
 - (4) 計画路線を取り付ける道路や林道の状況
 - (5) 計画路線から分岐する林道や森林作業道の取付けの難易
- 4 地域路網との調整の観点からは、林道の利用区域又は関連する林道整備地域内における他の既設道路及び計画道路等地域路網との調整を図るため、次の点について十分に検討する。
 - (1) 森林施業における路網等との計画的な連係を図り、適正な路網配置を行う
 - (2) 森林施業地、農山村集落、林産物流通市場等との円滑な連絡を図る
 - (3) 既設路網等の活用を図るまた、公道と連絡することにより森林と山村及び都市とを結ぶ等路網整備の骨格となる林道については、移動時間の短縮や相当量の一般車両の通行に見合った規格構造とする。
- 5 適切な規格構造の適用の観点からは、林道規程等の林道に係る諸基準に適合したものとするほか、特に次の点について十分に検討する。
 - (1) 縦断勾配は、地形に沿い、上り勾配、下り勾配を組み合わせた波形勾配とする
 - (2) トンネル、橋梁等の重要構造物の設置は、必要最小限度にとどめる
 - (3) 各線形は、当該地域の地形、地質、地物等に適合させる
 - (4) 各路線間においては、それぞれを調和させる
 - (5) 鉄道、国道等との交差はできるだけ避ける
- 6 事業コストの観点からは、計画から施工にわたる各段階において、求める機能・性能を確保したうえで維持管理も含めて最も経済的なものとなるように次の点について十分に検討する。
 - (1) 切土、盛土、残土処理等の土工量の縮減
 - (2) 現地発生材の活用による、切土、盛土等の土工量の均衡
 - (3) 適切な残土処理

- (4) 間伐材等木材の利用
- (5) 環境負荷の軽減
- 7 林道施設については、必要な技術的水準を確保するとともに、次の点について十分に検討して計画する。
 - (1) 路体、切土のり面、構造物等の安全性及び安定性の確保
 - (2) 自然環境の保全
 - (3) 間伐材等木材利用の推進
 - (4) 維持管理の合理性
 - (5) 事業効果の早期発現
 - (6) 開設、維持管理等に係るトータルコスト

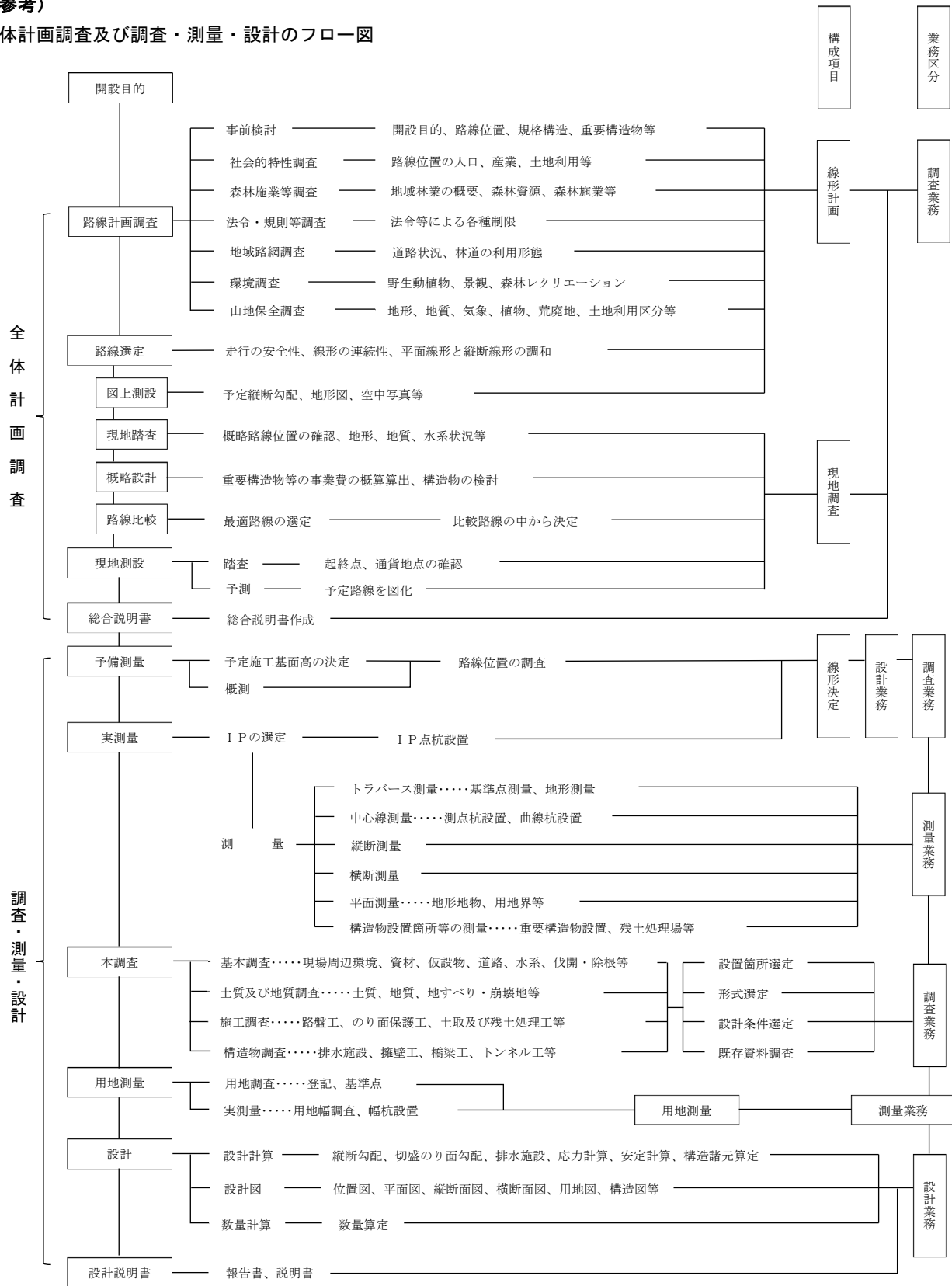
第3節 全体計画調査

全体計画調査は、次の手順で行う。

- 1 路線計画
- 2 路線選定
- 3 現地測設
- 4 取りまとめ

(参考)

全体計画調査及び調査・測量・設計のフロー図



第4節 路線計画調査

4-1 一般

路線計画調査は、路線計画の概要、路線選定上の留意事項を把握することを目的とする。

【解説】

林道の路線計画調査は、森林計画等のほか、森林総合監理士（フォレストー）、森林所有者、林業・木材産業関係者等の意見等を踏まえ、森林資源の分布、森林施業の内容、地域路網等、路線計画の策定に必要な事項を把握するための調査を行う。

4-2 事前検討

事前検討は、路線選定の実施に先立ち必要事項を検討することを目的とする。

【解説】

事前検討は、計画路線を含めた林道によって形成する路網（以下「林道網」という。）の構成及びその林道網における計画路線の役割を明確にし、計画路線の規格・構造及び線形について検討する。

- 1 路線計画の策定に当たっては、地域林業の概要、森林資源及び森林施業団地の分布状況、作業システム、森林作業道の配置計画その他社会状況等を踏まえ、林道網の構成及び林道網における計画路線の役割を明確にする。
- 2 計画路線の規格・構造は、木材生産量とその将来的見通し、森林施業の状況等から計画路線に求める役割に応じて決定する。
- 3 平面図については、森林施業団地の分布状況、作業システム、森林作業道の配置計画等がわかる縮尺の地形図に、林道網を構成する林道の起点、終点及び主要な通過点を図示するとともに、計画路線については等高線間隔によって縦断勾配を検討して概略の線形を図面に記入する。

さらに、林道網を構成する林道についてUAV（Unmanned Aerial Vehicle:無人航空機）による写真測量や簡易測量法により空中写真に移写し、これらを基礎資料とする。

なお、計画路線については、複数の比較路線について併せて検討する。

- 4 林道網を構成する林道の配置については、森林施業団地の分布状況、作業システム等のほか、橋梁やトンネル等の重要構造物設置の要否を踏まえて検討する。

4-3 社会的特性調査

社会的特性調査は、関連市町村の実態等その概要を把握することを目的とする。

【解説】

社会的特性調査は、計画路線の路網整備地域を含む市町村の人口、産業、土地利用等について市町村要覧、産業統計、管内図等の既往の資料を利用して調査する。

4-4 森林施業等調査

森林施業等調査は、森林資源の実態、森林施業の計画等を把握することを目的とする。

【解説】

- 1 計画路線の路網整備地域を含む市町村の林業の概要については、地域森林計画書、市町村森林整備計画書、世界農林業センサス等既往の資料を利用して調査する。
- 2 計画路線の利用区域内における森林施業に関する情報は、地域森林計画書、市町村森林整備計画書、森林簿、林地台帳等により、森林施業団地の分布、作業システム、森林作業道の配置計画、木材生産量とその将来的見通し、間伐、主伐後の再造林等の状況を把握する。

4-5 法令・規制等調査

法令・規制等調査は、計画路線及びその周辺における法令指定・規制に係わる状況等を把握することを目的とする。

【解説】

森林によっては、法令等による開発行為の制限があることから、林道の開設等に当たって事業地及びその周辺の各種法令規制等を把握する。なお、関係する主な法令等には次のものがある。

- 1 森林法
- 2 地すべり等防止法
- 3 漁業法

- 4 水産資源保護法
- 5 自然公園法
- 6 自然環境保全法
- 7 絶滅のおそれのある野生動植物の種の保存に関する法律
- 8 鳥獣保護及び狩猟に関する法律
- 9 文化財保護法
- 10 河川法
- 11 砂防法
- 12 海岸法
- 13 急傾斜地の崩壊による災害の防止に関する法律
- 14 土砂災害警戒区域等における土砂災害防止対策の推進に関する法律
- 15 環境影響評価法
- 16 土壌汚染対策法
- 17 その他（関連自治体の条例、保護林等）

4－6 地域路網調査

地域路網調査は、計画路線周辺の地域路網を把握することを目的とする。

【解説】

林道の開設を計画する地域の国道、都道府県道、市町村道、農道、林道等の既設道路及び計画道路の地域路網を既往の資料によって調査する。

- 1 林道の開設を計画する地域の道路を空中写真、管内図、道路図等既往の資料によって調査し、計画路線の林内路網としての機能や地域交通網の中での位置付けを明らかにする。
- 2 計画路線は、国道・都道府県道等（以下「公道等」という。）との連絡又は集落と集落の連絡、木材等の運搬や森林施業への利用、一般車両の通行見込量等から、幹線、支線、分線としての役割、通行車両の規格に応じた林道の種類と級別の区分を明らかにし、地域路網との有機的な連携を行うための基礎情報を得よう調査する。

4－7 環境調査

環境調査は、計画路線及びその周辺の環境を把握することを目的とする。

【解説】

- 1 環境調査は、林道と環境との調和を図る観点から野生動植物、景観、森林レクリエーション等の項目を必要に応じて行うものとし、その範囲は、林道工事によって影響が予想される範囲とする。
- 2 野生動植物の調査は、計画路線及びその周辺における希少野生動植物の生息・生育及びその可能性を事前に把握した場合で、林道の開設等が当該野生動植物の生息・生育に大きな影響を及ぼすと判断される場合に必要に応じて行う。
また、景観等の調査は、林道の開設等が地域の特徴的な景観に大きな影響を与えるおそれのある場合に必要に応じて行う。

さらに、森林レクリエーションの調査は、林道の開設等が森林レクリエーションに大きな影響を与えるおそれがある場合に必要に応じて行う。

- (1) 植物を対象とした調査を行う場合は、文献及び聞き取りにより、植物相、植生分布、希少種、希少群落等を把握するとともに、事業対象地域及びその周辺に特に保護を要する群落や植物種が分布する場合は、その学術的価値や事業実施による影響、保護を要する場合の対策等について調査、予測し、必要に応じて学識経験者等の意見を参考にしながら詳細な調査を行う。
- (2) 動物を対象とした調査は、文献及び聞き取りにより、生息種、その分布状況、希少種の生息状況等を把握するとともに、事業対象地域及びその周辺に特に保護を要する動物種が生息する場合は、その学術的価値や事業実施における影響、保護を要する場合の対策等について調査、予測し、必要に応じて学識経験者等の意見を参考にしながら詳細な調査を行う。
- (3) 景観の調査は、文献又は資料により、事業対象地域及びその周辺の主要景勝地からの景観の概要、主要眺望点からの眺望を把握する。ただし、特殊な景観(文化財等)が分布する場合は、その学術的価値や事業実施における影響、保全を要する場合の対策等について調査、予測するものとし、必要に応じて学識経験者等の意見を参考にしながら詳細な調査を行う。
① 主要景勝地とは、主として国立公園、国定公園及び都道府県立公園等自然公園法に基づいた地域、文化財保護法により、天然記念物に指定された地域、その他特徴的風景を有する地域である。

- ② 主要眺望点とは、不特定多数の人々によって景観を鑑賞する展望点として位置付けられている公共の場所であつて、一般には道路、公園等における展望台や展望地、峠、観光道路等である。
- ③ 眺望の状況に含まれる主たる内容は、次のものである。
- ア 景観を構成する要素(山岳、溪流、森林、構造物等)の形態及び組み合わせのまとまりと変化
 - イ 色彩の多様性の程度(空の青、山の緑、水の青、林道の白、集落の色等)
 - ウ 主要な眺めの視野において占める程度及び可視の程度
 - エ 景観を取り巻く雰囲気(静的、動的、穏やかさ等)
 - オ 利用状況
 - カ 景観の価値
 - キ 対象の大小等
- (4) 森林レクリエーションの調査は、文献又は資料により、事業対象地域及びその周辺の不特定多数の者が利用可能な森林レクリエーション地の概要と分布を把握する。
- 主要な調査項目については、森林レクリエーション地の位置、利用状況及び事業実施による影響等とする。

4-8 山地保全調査

山地保全調査は、計画路線及びその周辺における山地保全上留意すべき箇所、内容等を把握し、問題点を明らかにして、その対策をたてることを目的とする。

【解説】

山地保全調査は、計画路線の利用区域を範囲として、山地保全上留意すべき事項、箇所を明らかにし、その対策をたてる。

調査内容は、地形、地質、気象、植物、荒廃地、土地利用区分、水系利用の調査により、崩壊地、土石流箇所、地すべり地、露岩地、急傾斜地、断層、地質の不安定箇所等の位置及び範囲を明らかにし、山地保全に関連する事項を抽出して山地保全図を作成する。さらに、崩壊地及び溪流荒廃地等の分布と、地形、地質、植生等との関係を調査し、相関が認められた場合は、関連の深い因子を求め、留意度の軽重によってランク分けを行う。

これらの山地保全図をもとに、路線の開設に当たって留意すべき事項及び路線選定上の問題点を明らかにして、その対策をたてる。

第5節 路線選定

5-1 一般

路線選定は、個々の林道に求める機能・性能を適切に発揮させる路線を選定することを目的とする。

【解説】

路線選定に当たっては、幹線、支線、分線としての役割や通行車両の規格などを考慮し、個々の林道に求める機能・性能を適切に発揮させるとともに、開設及び維持管理に要するコストについても考慮することが必要である。

そのため、路線選定は、異常な天然現象の影響、自動車運転手の安心感、自動車走行の安全性、トータルコストの観点から、次の点に留意して行う。

1 共通事項

(1) 河川水等による被災の抑制

- ① 豪雨に伴う河川水の増水等による林道の被災を防止するため、林道の取付箇所及び路線の全体が河川や溪流等の流水による影響を受けにくい位置に配置する。
- ② 林道を河川や溪流等に近接する位置に取り付ける必要がある場合には、取付部以降の線形計画において、速やかに河川や溪流等の流水による影響を受けにくい位置に配置する。

(2) 複合曲線設定の抑制

- ① 自動車走行の安全性は、視距の確保が絶対条件であるため、半径の小さな複合曲線の設定はできるだけ避ける。
- ② 複合曲線を設定する場合には、隣接する曲線の半径が大きく異ならないようにする。

(3) 線形の連続性の確保

線形は連続性を持たせることが重要なため、例えば、半径の小さい曲線と半径の大きい曲線を組み合わせた複合曲線の設定、滑らかな平面線形が長い区間にわたって連続した先における半径の小さな曲線部の設定等、線形の急激な変化は避け、徐々に線形を変化させる。

(4) 平面線形と縦断線形との調和

- ① 運転者は、自己の視覚によって選択走行するため、視覚的に自然に誘導できる線形とする。
- ② 急傾斜地等の地形条件の厳しい箇所では、一方の線形を良くすることに囚われ、もう一方の線形が悪くなること

ないよう、双方の線形を比較して線形のバランスを良好に保つようにする。

- ③ 路面水の滞水が生じない線形とするため、例えば、凹型又は緩い縦断線形に背向曲線を設けるような場合は路面水を停滞させやすいことなどに十分に注意する。
- ④ 運転者の操作ミスを防止するため、縦断曲線の頂部又は底部における背向曲線や半径の小さい曲線の設定、同方向に屈曲する曲線間における短い直線の設定、曲線内における縦断勾配変移点の設定は避ける。

(5) コストの抑制

- ① 林道の開設の経費は、土工に要する部分が大半を占めることから、切土量及び盛土量の抑制及び均衡が図られる平面線形、縦断線形、横断形とする。
- ② のり面保護工の抑制は、切土量の抑制と合わせて検討する。
- ③ 現地発生土は、路体の構築や構造物の埋戻しのほか林業作業用施設の設置などに利用し、その結果生じた残土は、基本的に路線内において分散処理する。
- ④ 林道の維持管理の観点から、路外からの流入水による切土のり面の侵食、路面水による路面の侵食が発生しにくい線形とする。

2 幹線、支線、分線に応じた機能の確保

幹線、支線、分線に応じた機能を発揮するため、以下により路線選定を行う。

(1) 幹線

幹線は、公道等と連絡させ、木材等の運搬や森林施業に必要なトラック等の車両や一般車両の通行を想定し、走行性を確保しつつ、林道網の根幹としての機能を発揮させるため、次の事項に留意して通過点を検討し、路線選定を行う。

- ① 森林施業団地の分布状況
- ② 分岐する支線の配置計画、既設林道や公道等の位置
- ③ 木材等林産物市場の位置
- ④ 集落の位置及び集落内の主要な施設の位置
- ⑤ 森林レクリエーション利用が行われている森林等の位置

(2) 支線、分線

効率的な森林施業や森林の管理を行うため、「支線」は、分線を配するなどにより林道網の中核として、「分線」は、林道網の末端部において森林作業道が形成する路網の中核として、それぞれ機能を発揮させるため、次の事項に留意して通過点を検討し、路線選定を行う。

ただし、幹線と公道を連絡するなど幹線に相当する役割を担う支線、分線の路線選定に当たっては、幹線の留意点も考慮する。

- ① 森林施業団地の分布状況
- ② 森林施業団地ごとの作業システム
- ③ 森林作業道の配置状況及び配置計画
- ④ 森林作業道や土場等の林業作業用施設取付けの難易

5-2 図上測設

図上測設は、計画調査資料を基に、路線の位置を地形図等に設定するものとする。

【解説】

図上測設は、事前調査による路線及び周辺区域に関する資料を基に、できるだけ大縮尺の地形図等を用いて、比較路線を含め3路線程度の位置を図上に設定し、主として平面線形及び縦断線形を検討する。

- 1 図上測設に当たっては、計画策定の基本方針を考慮して、路線の起終点、主な通過地等の概略位置を設定する。
 - 2 図上測設において比較線の選定が困難な場合は、各比較線の対比因子を基にして、次の現地踏査によって選定する。
 - 3 図上測設では、空中写真、地質図等を併用して、地形図で判断できない地質、等高線間の地形等を補正する。地形図等は、なるべく縮尺が1/5,000以上で、等高線間隔の小さいものとする。
 - 4 補正した地形図等の等高線間隔から、次により等高線間の予定延長を求め、各等高線を結んで路線を設定する。
- (1) 等高線間の予定延長は、次式により求める。

$$L = \frac{H}{S} \times q \times 100$$

ここに L : 等高線間の予定延長(m)

S : 予定縦断勾配(%)

H : 等高線間の高低差(m)

q : 林道迂回係数

- (2) 予定縦断勾配は、適用する最急縦断勾配の範囲で、地形、地質等の現地条件のほか、地形図の縮尺、等高線間隔、林道の規格構造等を考慮して決定する。なお、予定縦断勾配は、主要通過地又は現地条件の異なる区間毎に設定することが望ましい。
- (3) 林道の迂回係数は、地域の諸条件を考慮して決定するものとするが、類似路線の実態等を基に次式によって求めることができる。

$$q = \frac{b'}{b}$$

ここに q : 林道の迂回係数

b' : 実長(m)

b : 図上長(m)

- 5 曲線部は、折線を原則とするが、曲線部の半径の検討を必要とする等の場合は、図化によって確認する。

5-3 現地踏査

現地踏査は、図上測設された路線を基に、現地を調査・確認する。

【解説】

現地踏査は、図上測設された路線を基に、事前調査の各調査項目、図上測設の検討事項等について現地で確認するとともに、通過地の設定、比較線の選択等を行う。

- 1 現地調査によって概略の路線位置を決定し難い場合には、路線通過予定線を現地において簡単な計測器具を使い、概略的に縦断勾配を測りながら、路線が現地に適合しているかどうかを判断する。
- 2 現地確認は、事前調査を行った路線周辺の地域について、できるだけ広い範囲にわたって行うものとし、地形、地質等の自然条件、林況、森林作業道の配置状況及び配置計画箇所の状況、保全施設等の施設計画、計画路線周辺の土地の利用状況、水系の状況等を確認する。

5-4 概略設計

概略設計は、重要構造物等に関して、概略的な設計を行い、工種・工法等を決定するものとする。

【解説】

- 1 橋梁やトンネル等の重要構造物は、設計の内容が工事費や工期等に与える影響が大きく、設計変更等にも膨大な時間と労力を要することから、概略設計段階で十分な調査検討が必要である。次のような場合には、必要に応じ現地踏査を行いながら構造物ごとに概略設計を行う。
 - (1) トンネル及び橋梁
 - (2) 現地の状況等により特殊な工種・工法が予想される場合
 - (3) 地すべりの発生が予想される場合

5-5 路線比較

路線比較は、経済的かつ効果的な計画路線を選定するため、必要に応じて複数路線を比較検討する。

【解説】

- 1 路線選定は、個々の林道に求める機能・性能の確保や開設費に最も大きく影響するため、複数の路線について、個々の林道に求める機能・性能を確保しつつ、開設から維持管理まで含めたコストも考慮して総合的に比較検討を行い、最も適切な路線を選定する。
- 2 路線の比較は、計画策定の基本方針、延長、概略設計により、林道に求める機能・性能、経済性、施工性の難易等を対比して総合的に行う。

第6節 現地測設

6-1 一般

現地測設は、計画路線について概略的な測量を行い、通過位置を現地に設定することを目的とする。

【解説】

現地測設は、現地に設定した概略の路線位置を対象として、現地の踏査及び路線の予測を実施し、路線位置を調整する。

なお、作業道等の既存の道型の全線又は一部区間を計画路線に活用する場合においても、概略的な測量を実施する。

6-2 踏査

踏査は、予定路線について現地での照合・確認を行うとともに、路線の通過する概略の位置を現地に設定する。

6-3 予測

予測は、概略の路線位置を対象に概略的な測量を実施する。

【解説】

予測は、計画路線について簡易な計測器具を用いて距離、縦断勾配、測角、検討を要する曲線等について中心線測量を行い、現地に概ね40mごとの中心線杭を設置する。

なお、予測結果に応じて図上で中心線を検討して路線位置を調整する。

第7節 取りまとめ

全体計画調査の取りまとめに当たっては、路線計画調査、路線選定及び現地測設等の結果を総合的に検討し、総合説明書を作成する。

【解説】

- 1 総合説明書には、次の事項を取りまとめて記載する。
 - (1) 地域の林業及び木材産業並びに社会的特性の概要
 - (2) 森林施業団地ごとの森林資源の状況、木材生産量とその将来的見通し、作業システム、森林施業の状況
 - (3) 林道網の構成及びその林道網における計画路線の役割
 - (4) 計画路線の規格及び構造の決定根拠
- 2 全体計画調査のとりまとめに当たっては、総合説明書に加え、おおよその森林作業道の配置状況又は計画が分かる縮尺の地形図に、林道網を形成するすべての林道及び計画路線について起点、終点及び主要な通過点を図示するとともに、計画路線については、等高線間隔によって縦断勾配を検討して概略の線形を記入した図面のほか次の概略設計図書を作成する。
 - (1) 平面図
 - (2) 縦断面図
 - (3) 横断面図
 - (4) 構造図
 - (5) 概略計算書

第3章 調査・測量・設計

第1節 通則

林道の施工に当たっては、各種森林計画、全体計画等に適合した調査・測量・設計を行わなければならない。ただし、その目的、方法、規模、施工方法等によっては、その一部又は全体を行わないことができる。

【解説】

1 林道の施工に当たっては、各種森林計画、全体計画等に適合した調査・測量・設計を行い、必要とする設計図、数量計算書、設計書等を作成する。

調査・測量・設計は、現地その他の諸条件に応じて選択又は組合わせて行う。

2 測量は、一般測量と詳細測量があり、求める精度により使い分ける。

（参考）

調査・測量・設計を行う場合には、全体計画等を踏まえつつ、次の諸条件を十分に調査検討して適切な路線とする。

1 国土保全、水源の涵養、自然環境の保全等の森林の持つ多面的機能を保持するため、次の点に配慮する。

- (1) 切土、盛土等の土量が少ないこと
- (2) 切土、盛土間の土量が均衡すること
- (3) 適切な残土処理が可能なこと
- (4) のり面、斜面が安定すること
- (5) 土取りを必要としないこと
- (6) ヘアピン線形の隣接した重複を避けること
- (7) 法令に基づく制限地等を通ずる場合は、各種制限の主旨を損なわないこと

2 林道の規格構造の適用に当たっては、林道の開設目的に適合したものであるほか、特に次の点に配慮する。

- (1) 分岐する林道又は作業道等の取付けが容易なこと
- (2) トンネル、橋梁等の重要構造物の設置は、必要最小限にとどめる
- (3) 各線形は、当該地域の地形、地質、地物等に適合させる
- (4) 各線形間においては、それぞれを調和させる
- (5) 鉄道、国道等との交差はできるだけ避ける

3 地形、地質、気象その他自然条件を十分に考慮し、次のような箇所ではできるだけ避けることとするが、通過する必要がある場合は、その対策を十分に検討する。

- (1) 地すべり地形及び跡地
- (2) 落石危険地及び崩壊地
- (3) 崖錐、扇状地、断層、破碎帯及び段丘面
- (4) なだれの発生が予測できる地形
- (5) 流水に近接する箇所
- (6) 軟弱地盤及び湧水地帯
- (7) 自然環境保全上、特に留意する箇所

第2節 予備測量

予備測量は、全体計画等で設定した路線の位置を現地に設定することを目的とする。

【解説】

予備測量は、「第2章全体計画調査、第6節現地測設」で現地に設定された概略の路線位置を対象として、計画施工基面高の設定等の概測を行う。

なお、施工基面とは、路面とする面をいい、施工基面高とは、中心線における施工基面の高さをいう。

1 一般測量

一般測量は、一車線林道に適用し、次の手順により行う。

(1) 計画施工基面高の設定

概略の路線位置は、全体計画等を踏まえ、踏査により設定する。当該路線の計画施工基面高は、図上測設及び踏査により決定した区間毎の計画縦断勾配を基に、ハンドレベルとポールを併用する等により、勾配杭又は見通し杭を設定する。勾配杭等には、赤の布のテープ等を結び、前後の位置関係が明確になるように設置する。なお、勾配杭等、設置する際、併せて杭間の水平距離を測距しておき、計画縦断勾配の修正の参考にする。また、路線選定時と現地条件等が変化し概略の路線位置が決定し難い等の場合は、折線による中心線を基に、簡易な計測器具によって距離、縦断勾配、横断勾配、検討を要する曲線等を概測した上で図化し、必要に応じて図上で中心線を検討して路線位置を調整する。

(2) 概測

踏査により概略の路線位置が決定し難い等の場合は、折線による中心線を基に、簡易な計測器具によって距離、縦断勾配、横断勾配、検討を要する曲線等を概測した上で図化し、必要に応じて図上で中心線を検討して路線位置を調整する。

2 詳細測量

詳細測量は、二車線林道及び一般測量のみでは中心線の決定が困難な第1種自動車道に適用し、一般測量に加えて次の手順により行う。

(1) 仮測点の設置

計画施工基面高に沿って、トラバース点を設置する。

(2) トラバース測量及び座標値計算

基準点測量（結合多角方式）に基づき、トラバース測量を行い、それぞれの測点の座標値を計算する。

(3) 地形測量

地形測量は、平板測量により、谷や尾根、その他急激な地形の変化のある地域を対象に実施する。さらに、路線通過予定地の概略地形を把握するために、仮測点の横断測量を実施し、これらの結果を踏まえて1,000分の1の概略地形図を作成する。

(4) 各種構造物の限界高の調査

土構造物としての限界切土高及び限界盛土高を現地調査により把握する。

(5) 平面線形の計画

概略地形図へトラバース点を座標値により挿入し、トラバース点の横断測量の成果により地形図を補正する。次に、路線全体の線形及び各種構造物との関連、「3-2 I.Pの選定」（参考）1のI.Pの選点条件等を勘案しながら、I.Pを選点して、曲線半径及びパラメーターを検討し、クロソイド曲線と円曲線を組合わせた曲線を図上に設置する。さらに、起点側から20m毎の測点を図示するとともに、クロソイド始点、クロソイド終点等の必要点を図示する。これら図上に設置した各点は、いずれも座標値計算をする。ただし、一車線の場合クロソイド曲線の設置は行わない。

なお、平面線形の測量設計は通常二車線の中央線で行い、拡幅量は一車線分の2倍、片勾配は二車線を直線形で結ぶ方法とする。

第3節 実測量

3-1 一般

実測量は、全体計画等を基に現地に路線を設定することを目的とする。

【解説】

実測量は、全体計画等を基として、現地実測による。

ただし、高精度の大縮尺地形図の作成又は入手が可能な場合は、図上測設及び実測量の方法に準じて図上設計を行い、その成果を用いて現地に路線を設定することができる。

1 測線区分

測線は、本測線、比較線、改測線等とし、それぞれが混同しないように区分する。

2 破鎖

測線に接続する他の測線及び測線中に不連続な距離又は高低差を生じた場合は、直近測点間で調整し、その破鎖の値を明示する。

3 測量機器

一般測量のI.P測量及び詳細測量のトラバース測量は、4級基準点測量を基本とするので、相応のトランシット、トータルステーション、GNSS（Global Navigation Satellite System: 全球測位衛星システム）測量機等を使用する。ただし、地形の状況その他の事由により必要と判断される場合においては、最小読定値30分以内のポケットコンパスを使用することができる。また、縦断測量は、レベル及び標尺を使用する。

さらに詳細測量の横断測量は、レベル、トランシット、トータルステーション、GNSS測量機、標尺等を使用し、一般測量の場合は、水準装置又は勾配定規付ボールとし、直角器を併用する。

なお、重要構造物の位置決定等の場合は、レベル、トランシット、トータルステーション、GNSS測量機、標尺等を使用する。

4 測量杭

測量杭は、測点杭、プラス杭、交点杭、曲線杭、引照点杭等とし、必要事項を表示する。

5 関連測量

法令等に基づき、協議又は許認可等のために実測する測量の種類と適用は、それぞれ法令等の定めるところによる。

(参考)

測量技術の変化により、三次元測量が普及しつつある。三次元測量とは、地形や構造物等の計測対象物の寸法情報を、三次元的に計測する測量手法であり、UAV等を用いた空中写真測量やレーザ測距装置を利用したレーザ測量に大別される。

3-2 I.Pの選定

平面線形の基準となるI.Pは、予備測量の成果を基に、曲線、施工基面等を十分に考慮して選定する。

【解説】

予備測量で設定した施工基面高を示す勾配杭を指標として、次に示す手順によりI.Pの選定を行い、縦断、横断等必要な実測量を行う。

また、詳細測量の場合は、予備測量で図上測設したI.Pを現地へ設置し、縦断、横断等必要な実測量を行う。

(参考)

1 選点条件

I.Pの選定は、施工基面高の選定条件のほか、次の条件を十分に検討して決定する。

- (1) I.P予定点の前後における交点が、最も適切な位置となるようにする。
- (2) 土工量の近距離の流用又は残土処理を考慮した位置とする。
- (3) 地形が急な箇所においても、できるだけ拡幅を必要としない位置とする。
- (4) 平面及び縦断線形の急激な変化をできるだけ避けた位置とする。
- (5) 他の道路、林道、森林作業道と接続する位置を避ける。
- (6) トンネル区間内には、設定しない。
- (7) 橋梁区間内に設定する必要がある場合は、橋長の中間点又は橋脚付近とする。

2 I.P間の距離

I.P間の距離は、切土量及び盛土量、構造物の設置数等の工事数量、自動車の走行性等に大きく影響するため、幹線、支線・分線の別、林道の種類や級別の区分、地形や地物等を踏まえて設定する必要がある。

林道における一般的なI.P間距離は、30～50mを目安とする。

なお、路線又は区間におけるI.P間平均距離が目安とされるI.P間距離よりも長い場合は、設置したI.Pについて現地検討等により検証し、必要な場合には再測を行うこととする。

3 I.P杭の設置

選点によって決定された交点位置には交点杭を設置し、移動や紛失のおそれのある場合は、引照点杭を設置する。

なお、詳細測量の場合は、予備測量で図上測設したI.Pを座標値から現地へ設置する。座標値だけでI.Pの設置が困難な場合は、4級基準点測量として測設している近隣のトラバース点を基準点として、放射法等によりI.Pを設置する。

3-3 中心線測量

中心線測量は、所定の線形要素に適合する直線及び曲線の中心線を設定し、平面線形を明らかにする。

【解説】

中心線測量は、林道規程に定める車線に関する平面、縦断及び横断線形の各要素に適合する直線及び曲線の中心線を設置し、平面線形を明らかにする。

(参考)

1 測点杭の設置

直線又は曲線の中心線には、次により測点杭を設置する。

- (1) 測点杭は、20m単位の番号杭又は追加距離杭とする。
- (2) プラス杭は、縦断及び横断方向の地形並びに土質区分の変化する点、切土又は盛土が相互に変化する零断面の箇所、構造物を設置する箇所等に設置する。

なお、曲線杭はプラス杭を兼ねることができる。

- (3) 起点及び終点の測点杭は、起点杭及び終点杭を兼ねることができる。
- (4) 二車線林道の中心線測量は、一般的に、二車線の中央線で行われるが、直線及び曲線の中心線には、再計算した座標値を基に、I.P又は近隣のトラバース点からプラス杭、クロソイド始点杭、クロソイド終点杭(B.C又はE.Cと重複)曲線中点杭等の主要点を設置して測距する。

- (5) 上記で設置した主要点間に番号杭又は追加距離杭、プラス杭等を設置して測距する。
- (6) 地形が単純な場合または、I. P間距離が短い場合はI. Pの位置の設置と併せて各主要点を設置することができる。
- (7) 詳細測量の場合、中心線の各種測点杭を設置した後、各測点の横断方向を計算し、それぞれの方向杭を設置する。

2 曲線杭の設置

- (1) 曲線設置に当たっては、交点(I. P)杭を基準とし、曲線始点(B. C)杭、曲線終点(E. C)杭、曲線中心(M. C)杭等の曲線杭を設置する。
- (2) クロソイド曲線の設置は、一般的に主接線からの直角座標法又は極角動径法等により中間点を設置するが、さらに正確な中間点を必要とする場合は、2方法以上を併用することとする。
 - ① 主接線からの直角座標法は、クロソイド始点K Aを座標原点として主接線をX軸とし、これに直角にYの値をとって中間点を設置していく方法である。なお、この手法の欠点は、主接線を現地に落とせない地形では利用できないこと、Yの値は普通30m以下に限って有効としていることに注意する。
 - ② 極角動径法は、クロソイド始点K Aを原点とし、主接線からの極角 σ と動径 S_0 により中間点を設置していく方法である。
 - ③ 2/8法による中間点の設置は、中間点をさらに密にするため用いられる。

3 距離

測定する距離は、起点又は終点と隣接するI. P 間、測点間、曲線設置に要する距離等とする。

4 測角

I. Pの測角は、直角法とするが、機械が据付けられない等の場合は、できるだけ精度の高い間接測角法によることができる。また、真北又は磁北方向を測定し、路線の方位を明らかにする。

5 単曲線の選定条件

曲線半径等の選定は、適用した選点条件のほか、次の曲線選定条件による。

- (1) 交角(I. A)が15度以下の箇所にあつては、曲線を設置しないことができる。
- (2) 現地の地形条件に適した曲線半径を採用する。
- (3) 隣接する各曲線間の半径は、それぞれが調和した平面線形を構成するよう選定する。
- (4) 隣接する曲線間にあつては、両曲線の緩和区間長が確保できる曲線半径を選定する。
- (5) 地形の状況その他の理由により両曲線間の緩和区間長が確保できない場合は、複合曲線又は背向曲線とすることができる。
- (6) 地形的条件等によって、折り返し線形を必要とする場合は、ヘアピン曲線とすることができる。

6 単曲線の設置

交点の屈曲部の曲線設置は、円曲線によるものとし、単曲線、複合曲線、背向曲線及びヘアピン曲線に区分する。

- (1) 単曲線を設置する場合は、I. A 及び曲線半径を基に、次式によりB. C、E. C及びM. Cを定め、各曲線及び測点杭を設置する。

$$T. L = R \cdot \tan \frac{I}{2}$$

$$C. L = R \cdot \frac{I}{\gamma}$$

$$S. L = R \cdot \left(\sec \frac{I}{2} - 1 \right)$$

ここに T. L: 接線長(m)

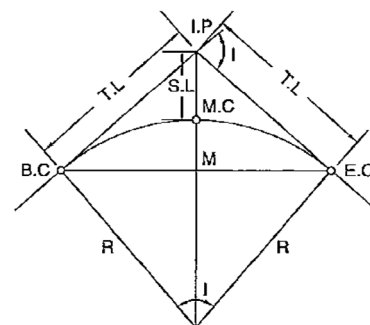
C. L: 曲線長(m)

S. L: 外線長(m)

R : 曲線半径(m)

I : I. A(度)

γ : 弧度(ラジアン) = $180/\pi$ (度)



- (2) 複合曲線を設置する場合は、両単曲線のI. P 及び複心曲線接点(P. C. C)を設置して、I. A (I_1 、 I_2)及びT. L ($T. L_1$ 、 $T. L_2$)を求め、次式によって両曲線半径(R_1 、 R_2)を算定し、それぞれ単曲線として設置する等の方法により、各曲線杭及び測点杭を設置する。

$$R_1 = T \cdot L_1 \cdot \cot \frac{I_1}{2}$$

$$R_2 = T \cdot L_2 \cdot \cot \frac{I_2}{2}$$

ここに R_1 : 一方の曲線半径 (m)

R_2 : 他方の曲線半径 (m)

$T \cdot L_1$: 一方の T.L (m)

$T \cdot L_2$: 他方の T.L (m)

I_1 : 一方の複合曲線の I.A

I_2 : 他方の複合曲線の I.A

- (3) 2つの円曲線が反方向曲線接点 (P. R. C) で共通接線を有し、それぞれの円心が共通接線の反対側にある背向曲線は、複合曲線に準じて設置する。

- (4) 同心複合曲線と背向する2曲線を組合せたヘアピン曲線は、同心複合曲線の円心を基準点 (O) とし、補助測線 (L_1 、 L_2) 及びこれと3曲線との角度 (a_1 、 a_2 、 a_3) 並びに同心複合曲線の半径 (R_3) を決定し、次式により曲線諸値を求める等、単曲線に準じて各曲線杭及び測点杭を設置する。

$$\sin \theta_1 = \frac{R_3}{L_1}$$

$$\sin \theta_2 = \frac{R_3}{L_2}$$

$$I_L = R \cdot \cot \theta_1$$

$$I_R = R \cdot \cot \theta_2$$

$$A_1 = a_1 - \theta_1$$

$$A_2 = a_2 - \theta_2$$

$$A_3 = a_3 + \theta_1 + \theta_2 - 180$$

$$C \cdot L = \frac{R_3 \cdot A_3}{\gamma}$$

ここに θ_1 : 0、 I_1 、 E_1 のなす角度 (度)

θ_2 : 0、 I_2 、 E_3 のなす角度 (度)

I_L : I_1 、 B_3 の距離 (m)

I_R : I_2 、 E_3 の距離 (m)

a_1 : B_1 、 I_1 、O のなす角度 (度)

a_2 : 0、 I_2 、 E_2 のなす角度 (度)

a_3 : B_3 、C、 E_3 のなす角度 (度)

$C \cdot L$: 同心複合曲線の曲線長

γ : 弧度 (ラジアン) = $180/\pi$ (度)

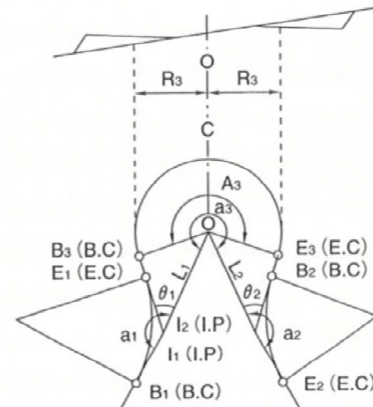
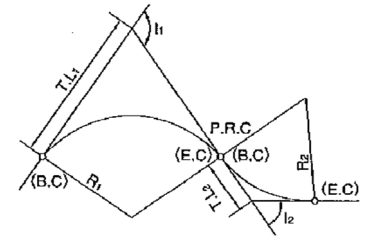
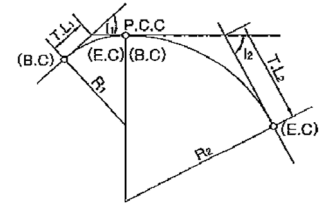
- (5) 曲線中に測点杭を設置するには、接線からのオフセットによる測設法とするが、大きな曲線半径又は重要な箇所においては、偏角法によることができる。
- (6) 曲線の起終点又は I.P を曲線設置の基準にできない場合は、曲線の中点、任意点の接線又は両接線間を結ぶ見通し線を曲線設置の基準線とする等の方法によることができる。
- (7) 間接測角法により I.A を求める場合は、両接線を結ぶ補助測線の延長とその角度から I.A を求める方法、または、トラバースを設ける等の方法によることができる。
- (8) トンネル内等の狭い箇所における測点杭の設置は、接線偏倚距や弦偏倚距法等によることができる。

7 クロソイド曲線の設置

一般的には、主接線からの直角座標法又は極角動径法等により中間点を設置するが、更に正確な中間点を必要とする場合は、2方法以上を併用する。

- (1) 主接線からの直角座標法はクロソイド始点 K A を座標原点として主接線を X 軸とし、これら直角に Y の値をとって中間点を設置していく方法である。なお、この手法の欠点は、主接線を現地に落とせない地形では利用できないこと、Y の値は普通 30m 以下に限って有効としていることに注意する。
- (2) 極角動径法は、クロソイド始点 K A を原点とし、主接線からの極角 σ と動径 S_0 により中間点を設置していく方法である。
- (3) 2/8 法による中間点の設置は、中間点をさらに密にするために用いられる。

8 クロソイド曲線区間における拡幅



- (1) 一般的に活用されている方法は、クロソイド曲線区間の全長にわたって、クロソイド長に比例して拡幅していく方法である。この場合、林道の内縁線は、クロソイド曲線にはならない。この方法を活用する場合は、クロソイド始点及び終点において内縁線が折れ曲がって見えることが多いので、実践ではなめらかにすりつけるようにする必要がある。
- (2) 林道の内縁線のパラメーターを中心線より大きくしてクロソイド曲線ですりつける方法については、林道内縁線のクロソイド曲線が、中心線のクロソイド曲線より早く始まり、おそく終るように設置することが重要である。

9 緩和区間

- (1) 緩和区間の線形は、緩和接線によるものとする。
- (2) 緩和接線は、曲線のB.C又はE.Cを基準として所定の接線長を設定する。
- (3) 緩和接線のすり付けが著しく不連続になるなどの場合は、その接線長を次式によって曲線内に延長して設定することができる。

$$\tan \alpha = \frac{R_i \cdot L - l (R_i - w)}{l \cdot L + R_i (R_i - w)}$$

$$l_0 = L \cdot \cos \alpha \frac{L \{ l \cdot L + R_i (R_i - w) \}}{L^2 + (R_i - w)^2}$$

$$e = l_0 \cdot \tan \alpha$$

$$\Delta_i = \Delta - 2\alpha$$

$$X = Y \cdot \tan \alpha = Y \cdot \frac{e}{l_0}$$

ここに l : 曲線のB.C又はE.Cを基準とした場合の所定の接線長(m)

w : 拡幅量(m)

R_i : 曲線部の拡幅前の内縁曲線半径(m)

L : 緩和接線長(m)

α : ABとADのなす角度(度)

l_0 : 緩和区間の拡幅前の接線長(m)

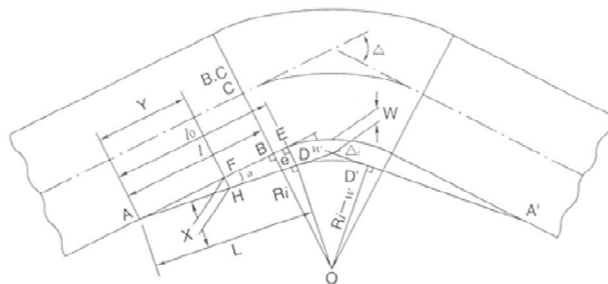
e : ED間の長さ(m)

Δ : 中心線のI.A(度)

Δ_i : 緩和接線のI.A(度)

X : 接線長 l_0 上の任意点における横距(m)

Y : 接線長 l_0 上の任意点における縦距(m)



10 測定単位

距離及び角度の測定単位は、次の手法を標準とする。

- (1) 距離は水平距離によるものとし、その単位は、使用機器の最小読定値以内とする。
- (2) 角度は水平角によるものとし、その単位は、使用機器の最小読定値以内とする。

11 測定誤差

- (1) 距離は、簡易トランシットでは2cm以内、ポケットコンパスでは10cm以内とする。

ただし、これによりがたい場合は、I.P間の距離測定の誤差は20cm以内、距離が40mを超える場合にあっては、当該距離の1/200以内とする。

- (2) 角度は、簡易トランシットで30分 $\sqrt{n}$ 以内とする。ただし、 n は測点数とする。
- (3) 閉合誤差は、簡易トランシットで図上距離の総和1/200以内、ポケットコンパスで図上距離の総和の1/100以内とする。
- (4) 詳細測量の場合は、距離の測定誤差は、光波測距儀の場合、測定距離が2km以上可能なものは $\pm(10\text{mm} + D \div 10\text{万})$ 、2km未満のものは $\pm 30\text{mm}$ 以内とする。

ただし、Dは測定距離でkm単位とする。

これによらない場合は、I.P間で当該距離の1/1,000以内とし、測点間においては、当該距離の1/100以内とする。

- (5) 詳細測量の測角誤差は、トランシット及びトータルステーションで $1.5\sqrt{n}$ とする。ただし、nは測点数とする。
- (6) 詳細測量の閉合誤差は、距離の総和の1/1,000以内とする。

3-4 縦断測量

縦断測量は、中心線測量によって決定した各測点を基に、水準基標を基準として地盤高を測定するものとする。

【解説】

縦断測量は、器高式によって各測点の高低差を観測して地盤高を求め、縦断線形の地盤線を設定する。

1 地盤高の測定

地盤高の測定は、各測点の地盤における高さについて行うものとする。また、地形急峻等のため直接測量が困難な場合は、直近する測点の地盤高を基準とし、間接測量によることができる。なお、地盤高の測定は、水準基標を基準とした往復測定とし、その誤差を確認する。

2 水準基標

縦断測量に当たっては、次により水準基標(B.M)を設置する。

- (1) B.Mの位置は、起終点付近、起終点間500m程度の間隔の箇所、重要構造物付近等とする。
- (2) B.Mは、測点に近接し、かつ保全に支障のない堅固な箇所に設けるものとして、番号、基準高、施工機関名等を表示する。
- (3) B.Mの基準高は、既設林道その他の既知点によるものとするが、これらの値が明らかでない場合は、地形図等の標高から求めることができる。

3 測定単位

地盤高測定の単位は、m以下2位とし、B.M及び移器点(T.P)にあつては、m以下3位とする。

4 測定誤差

B.Mを基準とした往復測定の誤差は、B.M間の距離500mについて10cm以下とする。

3-5 横断測量

横断測量は、各測点を基に、中心線と直角方向に地形、地物等の変化点の位置、形状、地盤高等を測定するものとする。

【解説】

横断測量は、各測点の中心線から左右に対して直角方向に設定し、その横断線上の地形の変化点及び道路、施設、水面等について、位置、形状、地盤高等を測定する。

1 測定範囲

横断測量の測定範囲は、予測に用いた勾配杭等を基準とし、のり尻、のり頭、構造物の位置等を推定して決定する。

2 地盤高等の測定

横断測量は、測点を基準として、横断線上の各地盤高及び水平距離又は斜長及び勾配を測定する。

3 測定単位

水平距離、斜長及び地盤高の測定単位は、一般測量の場合はm以下1位とし、詳細測量の場合はm以下2位として、勾配にあつては1:0.05単位とする。

3-6 平面測量

平面測量は、中心線及び各測点を基に、周辺の地形、地物、地域等の位置関係を測定するものとする。

【解説】

平面測量は、横断測量の範囲以上の区域について行う。一般測量の場合は、特別の場合を除き中心線から両側へそれぞれ20m程度以上とし、詳細測量の場合は、中心線から両側へそれぞれ50m程度以上とする。

1 測量の対象

平面測量は、次のような地形、地物、地域等を対象とする。

- (1) 河川、沢、谷、崩壊地、露岩等の地形及び地質構造
- (2) 人家、学校、道路等の公共施設、その他の構造物、B.M等
- (3) 法令に基づく制限地等の名称、地域等
- (4) 行政区界及び林地、果樹園、草地、田畑、住宅地等の土地利用区分
- (5) 林地にあつては、所有者界、林班界、林小班界等

2 位置の測定

位置測定のための測量は、オフセット法等によるものとし、用地、地物等の確定を要する場合は、用地測量に準じて測定する。

3-7 構造物設置箇所等の測量

構造物設置箇所等の測量は、必要に応じて本測線に関連させて調査測線を設け、実測量の中心線測量、縦断測量、横断測量等に準じて実測するものとする。

【解説】

構造物設置箇所等の測量は、トンネル・橋梁等の重要構造物設置箇所、残土処理場、林業作業用施設等を対象として、必要に応じて「第4節 本調査」と併せて行う。

第4節 本調査

4-1 一般

本調査は、実測量に基づく各線形構造を保持する上で必要な設計条件及び工事実施に必要な情報を得ることを目的とする。

本調査は、実測量に基づく平面、縦断及び横断の基本線形を基に、各線形構成上必要とする各種調査及び基本調査を行うものとする。

【解説】

本調査は、実測量によって得られた平面線形、縦断線形及び横断線形を基準として、これら各線形構造を保持する上で必要とする土構造物、一般構造物等の各種調査及び工事施工上必要な基本調査を行う。

4-2 基本調査

基礎調査は、工事施工上必要な資材、仮設物、道路、現場環境、障害物、水系、伐開除根等の調査を行う。

【解説】

1 資材調査

資材調査は、工事施工に必要な資材で、搬入材料、現地採取材料、特殊材料等について、その品質、形状、寸法、単価、使用量、調達場所、運搬系統、輸送条件等を調査する。

2 仮設物調査

仮設物調査は、構造物の設置に必要な型枠、足場、コンクリートのポンプ打設に係る配管等に関する数量のほか、工事施工に必要な次のような仮設工等について、その規模、構造、寸法、数量等を調査し、必要に応じ実測する。

- (1) 土構造物基礎等の一時的な仮排水工等
- (2) 資材、機械等の搬入出のために必要とする仮橋及び仮道、簡易索道、作業構台等
- (3) 水中施工箇所の瀬替工、締切工及び水替工、沈砂池等
- (4) 転落、飛来、爆破等のために特に必要とする防護施設
- (5) 交通及び作業のための特に必要とする安全施設
- (6) 橋梁等の製作、加工、組立及び架設のために必要とする作業ヤード及び足場
- (7) 工事用資材、機械等の仮置場所
- (8) 工事用資材の仮置場所から施工箇所までの現場内小運搬距離又は簡易索道等の荷下ろし場所から施工箇所までの現場内小運搬に係る加重平均距離

3 道路調査

道路調査は、現場へ資材、機械等を搬入出するための道路系統を調査するものであり、現場から最寄駅、市町村役場等に至る道路の種類、名称、延長、最小幅員、資材等の最大搬入長等の実態を調査する。

4 現場環境調査

現場環境調査は、現場環境の現況及び変化に対応するため、必要により次のような調査を行い、対策工等の設計に必要な因子を明らかにする。

- (1) 水質汚濁等が流域下方に及ぼす影響
- (2) 岩石のき裂、走向等が崩壊を招く可能性とその影響、また、岩石の飛散が樹木等に及ぼす影響
- (3) 地下水の変化が周辺地域及び工事施工に及ぼす影響
- (4) 降雨、降雪、気温、凍結等の気象条件が工事施工に及ぼす影響
- (5) 軟弱地盤、湧水、流水等が工事施工に及ぼす影響
- (6) 騒音、震動等が周辺地域に及ぼす影響

- (7) 工事の施工が漁業権、水利権、鉱業権等の各種権益に及ぼす影響
- (8) 工事の施工が文化財、墓地、用水等に及ぼす影響
- (9) 工事の施工が法令に基づく制限地等に及ぼす影響
- (10) 工事の施工が希少野生動植物に及ぼす影響

5 障害物調査

障害物調査は、工事施工に障害となる次のような施設等の名称、位置、数量、所有者等とその支障部分を調査し、その対策を講ずるものとする。

- (1) 家屋及び関連施設
- (2) 電柱、電線、電話線等
- (3) 他の道路、鉄道、水路等
- (4) その他の構造物等

6 水系調査

水系調査は、調査路線付近における地形等から、関連する集水区域内の地表水及び湧水等の情報から地下水の動向を調査する。

- (1) 水系調査は測線を基準として、図上測設に用いた地形図等に確定した測線を記入し、集水区域内の河川、沢、谷及び大きな凹地形ごとに、それぞれの集水区域を区分して、水系調査図を作成する。
- (2) 水系調査図には、各集水区域の、流出係数及び安全率等の因子となる地表面の状態、地表の傾斜、流域の勾配、常水量等を調査して記入する。
- (3) 土石流等による土砂等の流出が発生するおそれのある溪流を林道が横断する場合は、その危険度を検討するために、溪流の荒廃状況等を調査する。

7 伐開・除根調査

- (1) 伐開・除根調査は、工事施工区域内の地表を被覆し、工事施工上又は維持管理上支障となる草木根等について行い、必要に応じ伐開、除根に区分して、積算工種別の数量を調査する。なお、測定範囲は、横断測量の測定幅程度とする。
 - ① 伐開調査は、サンプリング調査により行う。
 - ② 除根調査は、除根を要する工事施工区域内について調査し、路床仕上面での覆土が0.5m以上（アスファルト舗装の場合は1.0m以上）となる区間を除く。ただし、伐開区域内の林況がほぼ均一とみなされる場合は、測線を基準とした帯状サンプリング調査とし、除根区分ごとの単位面積当たり蓄積をサンプリング量とする。
- (2) 根株等は、林地還元処理又は工事用資材として再利用することとし、その処理方法や再利用の方法について調査する。

4-3 土質及び地質調査

土質及び地質調査は、土質区分、地質及び基礎地盤を明らかにすることを目的とし、外見的判断、サウンディング、ボーリング調査等を行う。

【解説】

土質及び地質調査は、土質区分調査、地質調査、基礎地盤調査に区分し、測線を基準として工事施工区域の地表面から施工基面又は基礎地盤までの土質及び地質について調査する。

1 土質区分調査

土質区分調査は、切土、床掘、その他土質区分を必要とする箇所及び盛土不適土について調査する。

2 地質調査

地質調査は、各種構造物の設計地盤面又は支持層、切土のり面の保護工実施箇所等に対して設計に必要な地質、地層の走向傾斜、基岩の種類及び節理状況、風化の進捗等について調査する。

3 基礎地盤調査

基礎地盤調査は、盛土の基礎地盤及び各種構造物の設計地盤面又は支持層等に対して、設計に必要な地盤の諸定数を調査する。

4 調査方法

- (1) 土質調査は、外見的判断、過去の実績資料等により調査する。
- (2) 地質調査は、表層地質図等の既存資料、選定路線周辺に露頭している地層や溪岸等の状況による外見的判断又は過去の実績資料等により調査する。
- (3) 外見的判断が困難な箇所については、手堀りによる掘削、オーガ等により調査する。
- (4) 直接基礎工、木杭基礎工以外の基礎工又は重要な構造物等の基礎地盤調査は、サウンディング等を実施するものとし、必要に応じてボーリング等を併用して調査する。

4-4 地すべり・崩壊地調査

地すべり・崩壊地調査は、地すべり・崩壊地の位置を確認し、安定度の検討に必要な規模、形態等を調査する。

【解説】

地すべり・崩壊地調査は、当該地域及びその周辺をやむを得ず通過する場合において、その安定度を検討するために行い、地すべり又は崩壊地の規模、形態、土質等を調査する。

1 調査測線の設定

調査測線は、主測線及び副測線とし、地すべり又は崩壊地の運動ブロック及びその原因と考えられる周辺部を一体とし、運動方向のほぼ中心部に主測線を設ける。また、運動ブロックの幅が 100m 以上にわたる広域の場合は、主測線の両側に 50m 程度以内の間隔で副測線を設定することが望ましいが、運動ブロックの幅が更に大きい場合には、当該運動ブロックの幅を勘案して測線間隔を決定する。なお、主測線及び副測線は、計画路線の中心線との位置関係を明らかにする。

2 規模及び形態

- (1) 査測線を基準とし、実測量に準じて中心線測量、縦断測量、横断測量及び平面測量を実施し、関係設計図等を作成する。
- (2) 平面測量においては、冠頂部、滑落崖、脚部、先端、側面、湧水箇所及び露出すべり面又は崩壊面等の位置を明らかにする。
- (3) すべり面又は崩壊面の位置は、その中央部、頭部及び末端部付近でそれぞれ 1 箇所以上調査することが望ましい。
- (4) 湧水や湿地帯、陥没地形が認められる場合は、すべり面又は崩壊面の範囲を調査する。

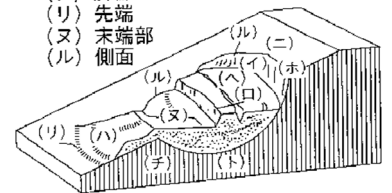
3 土質調査

すべり面又は崩壊面までの土質を、外見的判断又はサウンディング等で調査する。

4 その他の調査

大規模な対策工を必要とする場合は、別に地質調査、地下水調査、計測調査等を行う。

- (イ) 滑落崖（主き裂）
- (ロ) 2次き裂（二次滑落崖）
- (ハ) 舌部
- (ニ) 冠頂部
- (ホ) 頂天
- (ヘ) 頭部
- (ト) すべり面
- (チ) 脚部
- (リ) 先端
- (ヌ) 末端部
- (ル) 側面



地すべり各部の名称

4-5 路盤工調査

路盤工調査は、所要の路盤厚を求めることを目的として、路床土の強度特性又は既往の実績等について調査するものとする。

【解説】

路盤工調査は、路床土調査及び実績調査に区分し、路床土の強度特性又は既往の実績等について調査する。

1 路床土調査

- (1) 路床土調査は、簡易コーン貫入試験又は路床土の種類等を調査して、強度特性を求める。

（参考）

路 床 土 の 種 類	C B R (%)
シルト、粘土分が多く、含水比の高い土 (含水比の高い火山灰質粘性土、粘土等)	3 以下
シルト、粘土分が多く、含水比の比較的低い土 (含水比のあまり高くない火山灰質粘性土、粘土等)	3 ～ 5
砂質土、粘性土等	3 ～ 7
含水比の低い砂質土、粘質土等	7 ～ 15
礫、礫質土等	7 ～ 15
粒度分布のよい砂等	10 ～ 30

注 C B R の上限値は切土、下限値は盛土を標準とする。

【解説】

- (2) 調査は、切土及び盛土箇所別に、土質がほぼ均一とみられる区間ごとに行うものとし、路床土が未定の場合の切土箇所

所は現地の地山、盛土箇所は既設道等の類似土質の路肩付近について行う。

2 実績調査

実績調査は、路床土調査により求めた路盤厚が不適当な場合に行い、土質条件等が類似する既設道の路盤厚を調査する。

4-6 のり面保護工調査

のり面保護工調査は、のり面保護工を必要とする箇所、区間、工法の種類等を決定することを目的として、関係調査資料、現地の状況等を基に調査する。

【解説】

のり面保護工調査は、土質調査、現場環境調査等の資料とともに、のり面の現状、のり面造成後の性状等を判断して、のり面保護工を必要とする箇所、区間、工法の種類等を調査する。

なお、のり面保護工の設置条件及び工法の選定に係る詳細については、「第5章 のり面保護工」による。

1 資料調査

資料調査は、土質調査及び現場環境調査のうち、のり面と関係する事項について調査する。

2 地表調査

(1) 地表調査は、地表における観察、測定又は過去の実績資料等によって、次の項目について分布している面的な範囲、深度等を調査する。地表における判断が困難な箇所については、手掘りによる掘削等により調査する。

- ① 土の種類
- ② 土壌硬度
- ③ 土のpH
- ④ 地質、地層の走向傾斜、節理及び風化進度
- ⑤ 岩石の種類及び風化の状況

(2) 落石のおそれのある箇所においては、予想される落石の平均重量、最大重量、落下速度、落下方向、路肩までの地形等を調査する。

(3) 地層が流れ盤の箇所は、傾斜角度及び層理面付近の固結度等を調査する。

(4) 湧水又は流水等のある箇所は、位置、水量、水源等を調査する。

3 実態調査

(1) 実態調査は、現地条件の類似する周辺既設道等の、のり面保護工の種類、経年別の植生工等の経過状況、安定度、周辺斜面からの侵入植生の種類、優劣度等の実態を調査する。また、寒冷地にあつては、凍結深度とこれによる崩壊層の厚さ等も調査する。

(2) のり面保護工を設ける箇所の自然植生の種類、密度、成育度等の実態を調査する。

4 のり面調査

のり面調査は、のり面保護工を必要とする箇所の位置、延長、のり長、工法等について調査し、必要に応じて本測線と関連させた調査測線を設けて、実測量の横断測量、平面測量等に準じて実測する。

4-7 舗装工調査

舗装工調査は、舗装厚と舗装構成を決定することを目的として路床土等の強度特性、既設道の構造現況等を調査する。

【解説】

舗装工調査は、路床土調査及び現況調査に区分し、路床土等の強度特性、既設道の構造、規格等の現況を調査する。

1 路床土調査

路床土調査は、試験箇所の選定、資料の採取及び試験とし、次により行う。

(1) 舗装工の強度特性を一定とする区間の延長は、おおよそ200m程度以上とし、区間内の強度特性が小さいと認められる1地点以上を選定して試験箇所とする。

(2) アスファルト舗装の路床土の強度特性は、CBR試験による。ただし、密実な在来砂利層を利用する場合は、ベンケルマンビームによるたわみ量試験又は現場CBR試験によることができる。

(3) コンクリート舗装の路床土の強度特性は、直径30cmの載荷板を用いる道路の平板載荷試験又はCBR試験による。

(4) CBR試験のための試料採取は、次により行う。

- ① 雨期又は凍結融解の時期を避け、路床面より下方約30cm以上深い位置から1地点当たり2個の供試体に必要な乱した状態の路床土10～15kgを試料として採取する。
- ② 乱した状態の路床土では極端にCBR値が小さく、かつ乱すことなく施工できる場合の試験に用いる試料は、乱さ

ない状態で採取したものとするができる。

2 現況調査

既設道、在来砂利層等を利用する場合は、現況調査を行う。

- (1) 現況調査は、実測量の中心線測量、縦断測量、横断測量及び関連調査とし、関係設計図等を作成する。
- (2) 関連調査は、舗装止め、側溝の種類及び断面、他の構造物等との関連等について調査する。なお、在来砂利層等の品質については、路盤材料の品質に関する規定項目に従って修正CBR試験、粒度試験等を行う。

4-8 土取場及び残土処理場調査

土取場及び残土処理場調査は、現地の地形・地質、水系、周辺環境等について十分に調査し、土取土及び残土の予定量、それぞれの運搬距離等を基に設置箇所、方法等を決定する。

【解説】

土取場及び残土処理場調査は、計画路線沿線における地形・地質、水系、周辺環境等を十分に調査して土取場又は残土処理場に適した箇所を把握するとともに、実測量の成果に基づく区間ごとの切土量及び盛土量から算出される土量の過不足、土取土又は残土の運搬距離等を基に設置箇所、規模、構造等について調査する。

なお、残土は、その性状からできるだけ盛土に適した土砂と盛土に適さない土砂に区分して処理する。

また、土取場及び残土処理場は、1か所当たりの処理量が大きくならないよう、分散させて設置する。

1 設置箇所の選定

土取場及び残土処理場の設置箇所は、調査路線内を基本とし、人家、学校その他公共施設等に隣接しない箇所であって、不足土又は残土が発生した箇所からの運搬距離及び処理時間が最小となるよう、次により選定する。

(1) 土取場

- ① 「第4章 土工」の「3-2 盛土の安定」の「2 盛土材料」に定める材料の土取りが可能な箇所
- ② 「第2章 全体計画」の「第2節 計画策定の基本方針」の2に該当しない箇所
- ③ 土取後に雨水等が集中して流入しない箇所

(2) 残土処理場

- ① 「第2章 全体計画」の「第2節 計画策定の基本方針」の2に該当しない箇所
- ② 基礎地盤の傾斜ができるだけ緩い箇所
- ③ 雨水の集中流入や渓流水の影響を受けない箇所
- ④ 周辺の林地等の環境を著しく阻害しない箇所

2 規模調査

規模調査は、設置箇所ごとに中心線に関連する調査測線を設けて実測量に準じた縦断測量、横断測量及び平面測量を行い、その範囲、形状及び処理可能量を明確にする。

3 防護施設調査

のり面、のり尻等に防護施設を必要とする場合は、本章の「4-6 のり面保護工調査」、「4-10 排水施設調査」、「4-11 擁壁工調査」等に準じて調査する。

4-9 建設副産物調査

建設副産物調査は、林道工事に伴い発生が予想される建設副産物について、有効利用を図ることを目的として種類、数量、利用方法等を調査する。

【解説】

林道工事により、建設副産物の発生が予想される場合は、次の事項を調査する。

- 1 再生資源として利用できる建設発生土は利用方法毎(現地での盛土材料としての再利用等)の種類、数量等
- 2 原材料として利用できるものは、種類、数量、利用方法等
- 3 廃棄物処理を必要とするものの種類、数量、運搬方法等

4-10 排水施設調査

排水施設調査は、水系調査を基に、林道に流入する地表水及び地下水並びに林道が横断する溪流等の流水に対して行い、排水施設の設置を必要とする箇所、区間、排水施設の種類、構築材料、構造、通水断面等を決定するためを行う。

【解説】

- 1 排水施設調査は、水系調査資料を基にして、地表排水施設、地下排水施設、のり面排水施設、集水桝及び流末処理に区分して調査する。なお、各排水施設の区分及び区分ごとの排水工は次のとおりとする。

(1) 地表排水施設

① 溝きょ

ア 開きょ

イ 暗きょ

ウ 洗越工

エ 附帯施設

(ア) 呑口工

i 集水工 ii 流木除け工 iii 土砂止工 iv 落差工

(イ) 吐口工

② 側溝

③ 横断溝

④ 横断排水工

(2) 地下排水施設

① 切土部地下排水工

② 盛土部地下排水工

③ 切盛境地下排水工

④ 路床内排水工

(3) のり面排水施設

① のり頭排水工

② 小段排水工

③ 縦排水工

(4) 集水枡及び流末処理

① 集水枡

② 流末処理

ア 水路工

イ 水叩工

2 設置箇所等の決定

排水施設の設置箇所等については、「第7章 排水施設」において、排水施設の区分ごとに定める事項に基づき決定する。

3 通水断面の決定

排水施設の通水断面は、雨水流出量のほか土砂流出の状況等に基づいて決定する。土砂流出の状況等については、溪流等における洪水痕跡や流出している土石の径及び量から把握する。

4 地表排水施設調査

地表排水施設調査は、林道に流入する地表水の位置、流量、土砂流出の状況等を調査し、地表排水施設の種類、規格・構造等を決定するために行う。

5 地下排水施設調査

地下排水施設調査は、地下水の湧出位置、湧出量等を調査し、地下排水施設の種類、排水方法等を決定するために行う。

6 のり面排水施設調査

のり面排水施設調査は、のり面に流入する地表水の位置、流量、のり面保護工の有無等を調査し、のり面排水施設の種類、排水方法等を決定するために行う。

7 集水枡調査及び流末処理調査

集水枡調査は、排水施設等の接続箇所における流下水の跳水あるいは飛散の有無、流下水と土砂や落葉等の分離の要否、排水施設等の敷設勾配の調整等について調査し、集水枡設置の要否、規格・構造等を決定するために行う。

流末処理調査は、排水の流量、流末処理箇所にあたる地山や溪床等の侵食に対する耐性等を調査し、流末保護工の設置等を含めた流末処理の方法を決定するために行う。

4-11 擁壁工調査

擁壁工調査は、設置箇所及び形式を選定し、構造上必要な現地諸条件等を明らかにすることを目的に調査するものとする。

【解説】

擁壁工調査は、実測量等の成果を基に、「第8章 擁壁」に定める「1-1一般」の「2設置条件」及び「3形式の選定」によって、設置箇所及び形式を選定し、これらの構造上必要な現地諸条件等を調査する。

1 背面土調査

背面土調査は、擁壁背面に作用する土の種類を、「第8章 擁壁」の「2-1設計条件」の「1現地条件」に定める背面土の種類別に、外見的判断によって調査する。

2 地山調査

地山調査は、擁壁背面に安定した地山が接近している場合の地山接近調査と擁壁背面の地山に湧水等がある場合の湧水調査に区分して行う。

- (1) 地山接近調査は、擁壁背面の地山の傾斜角が、60度程度より急な斜面を対象とし、地山の緊結度等を考慮し、背面土調査にならって地山の内部摩擦角を調査する。
- (2) 湧水調査は、擁壁背面の地山に湧水、浸透水等のある場合又はおそれのある場合に、位置、水量、排水工法等を調査する。

3 基礎地盤調査

基礎地盤調査は、「第8章 擁壁」に定める「3-1基礎」によって設計地盤面を定め、床掘りの土質区分及び許容支持力度を調査する。なお、基礎工を設ける場合は、「第6章 基礎工」の定めるところにより、必要な調査を行う。

4 位置調査

位置調査は、擁壁の設置箇所の位置、延長、水位等を調査する。また、必要に応じてその延長方向に本測線と関連する調査測線を設け、実測量の中心線測量、縦断測量、横断測量等に準じて実測する。

5 盛土材調査

補強土擁壁を計画している場合は、現地の土質が補強土擁壁の盛土材として適正かどうかの土質の調査を行う。

4-12 橋梁工調査

橋梁工調査は、設計条件、基礎地盤等の構造上必要な現地諸条件等を明らかにすることを目的とする。橋梁工調査は、橋梁を設置する箇所の地形、地質、河相等について、調査する。

【解説】

橋梁工調査は、実測量により設定された橋梁設置箇所について、河川管理調査、河相等調査、位置調査、設計条件調査及び基礎地盤調査を行い、構造上必要な現地諸条件を明らかにする。

1 河川管理調査

河川管理調査は、河川法の適用を受ける河川に橋梁を設置する場合に、河川管理者が必要とする次のような事項について調査する。

- (1) 河川改修計画の概要
- (2) 河川の横断及び縦断形状、寸法、低水位等の現況
- (3) 流下方向、計画断面寸法、計画高水流量、計画高水位及び河床勾配
- (4) 河川管理者に提供する設計図書の種類及びその作成要領
- (5) 河川管理者と協議する次のような事項
 - ① 径間長
 - ② 橋台及び橋脚の位置、形状、高さ及び根入れ深さ
 - ③ 橋下余裕高さ
 - ④ 護岸工
 - ⑤ その他河川管理者が必要とする事項

2 河相等調査

河相等調査は、橋梁と交差する河川、道路その他の地物と当該橋梁との関連を明らかにするために行うものとし、交差するそれらのほぼ中央付近に本測線と関連する調査測線を設け、実測量に準じた中心線測量、縦断測量、横断測量、平面測量、土質調査等を実施するとともに、必要に応じて次の事項について調査する。

- (1) 既往の流跡等から高水位及び高水敷を調査し、計画又は計算流量を照査する。
- (2) 流達時間前後の水位現況及び流跡等から低水位を求め、その場合の低水敷及び流心を調査する。
- (3) 計画高水流量が明らかな場合は、流量計算等に必要な流出係数、水面勾配、粗度係数等を調査する。
- (4) 河川の上流部における地すべり、崩壊、森林被害、溪流内堆積物等に起因して流下物となり得るものの現状と今後の推移を基に、河床及び水位の変化を調査する。
- (5) 調査測線の各横断面形状及び橋梁前後の線形から、位置の選定に必要な箇所及び橋梁の線形を調査する。
- (6) 現場環境調査資料を基に、橋梁施工に関連する事項を具体的に調査する。

- (7) 橋下が交通路又は構造物等の場合は、その最大外縁の幅及び高さ等の寸法並びに将来の変動等を予定した余裕量を調査する。
- (8) 橋下が大きな凹み又は低地等の場合は、その地形を調査する。
- (9) 橋下が地すべり又は崩壊地等の場合は、地すべり・崩壊地調査に準じて、規模、形態、影響範囲等を調査する。

3 位置調査

位置調査は、橋台又は橋脚を設置する位置の周辺において、次により調査する。

- (1) 橋台、橋脚、護岸等の設置位置については、必要に応じて本測線と関連する調査測線を設け、実測量に準じた中心線測量、縦断測量及び横断測量を行う。
- (2) 調査測線の設定に当たって、橋台又は橋脚の形式及び形状の選定を必要とする場合は、「第9章 橋梁」に定める「3-1 構造」の「1 形式の選定」及び「2 形状の選定」による。

4 設計条件調査

設計条件調査は、橋梁の設計に当たって必要な現地諸条件等を、河相等調査資料により調査するほか、次の事項について調査する。

- (1) 橋面上の最大積雪量及びその単位重量の実態を調査する。
- (2) 必要に応じ、最大風速及び最高最低気温を調査する。
- (3) 橋台の背面を埋戻す土の種類は、「第8章 擁壁」の「2-1 設計条件」の「1 現地条件」に定める背面土の種類別に、外見的判断によって調査する。
- (4) 橋台背面の地山に湧水、浸透水等のある場合又はおそれのある場合は、位置、水量、排水工法等を調査する。
- (5) 上部構造資材、架設用機材等の最大搬入長は、道路調査により決定する。
- (6) 仮設物等調査資料を基に、橋梁施工に関連する属所的事項を具体的に調査する。

5 基礎地盤調査

基礎地盤調査は、「第9章 橋梁」に定める「3-2 設計計算」の「14基礎の設計」により設計地盤面を定め、床掘りの土質区分及び許容支持力度等を調査する。なお、基礎工を設ける場合は「第6章 基礎工」の定めるところにより、必要な調査を行う。

4-13 トンネル工調査

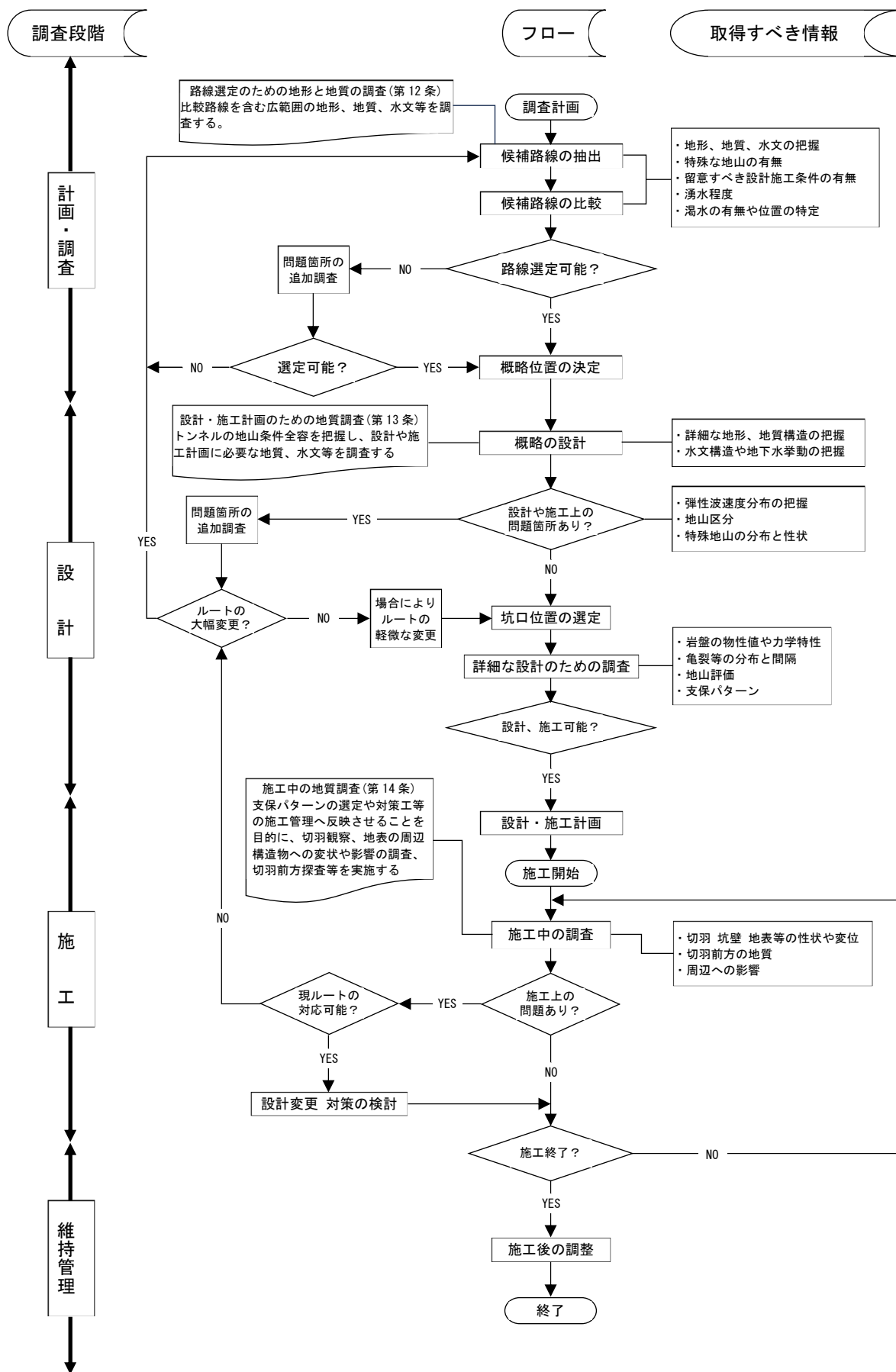
トンネル工調査は、トンネル位置の選定等のために必要な現地諸条件等を明らかにすることを目的とし、トンネルを設置する箇所の地形、地質、地下水等について調査するものとする。

【解説】

トンネル工調査は、実測量に当たって必要な「第10章 トンネル」に定める「2-3 トンネル位置の選定」によって必要とする調査及び実測量の成果を基に実施する調査とする。

なお、地山条件の調査手順及び主な調査・試験の項目は、次図による。

地山条件の調査の流れ



(出典) トンネル標準示方書 山岳工法・同解説 土木学会 H18

地山条件、調査項目と調査法の関係

一般的地山条件	硬岩および中硬岩		○	○			○	○	○	○	○		○	○		○	○						△	△		△	
	軟岩		○	○		○	○	○	○	○		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	△	△	△	△	
	土砂		○	○	○	○	△	○				○	○	○	○		○	○	○								
	坑口周辺や谷部で地すべりや崩壊の可能性のある地山		○	○	○	○		○			○	○		○		○	○	○		○							
特殊な地山条件等	小さな土被りの地山				○	○		○			○	○	○	○	○		○	○	○		○						
	断層破砕帯、褶曲じょう乱帯		○			○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		△	△		
	未固結地山				○	○		○				○	○	○	○		○	○	○								
	膨張性地山		○	○	○	○	○	○	○	○	○					○	○	○	○	○	○	○			△		
	山はねが予想される地山				○			○	○	○						○	○	○									
	高い地熱、温度、有毒ガス、地下資源などがある地山				△	○	○	○	○	△		○	○			△	○	△	△	△			△	○	○	○	△
	高い水圧や大量水に発生が予想される地山					○	○	○	○	△	○	○	○	○	○												
地山条件 <																											

表中の記号：(地山条件)

(調査法)

○把握すべき

○有効

△場合によって把握すべき

△場合によって有効

(出典) トンネル標準示方書 山岳工法・同解説 土木学会 H18

1 調査の方法

- (1) 実測量に当たって必要な調査は、既存資料調査及び現地調査とする。
- (2) 現地調査により路線の選定及び設計施工上必要な精密調査を行う。

2 既存資料調査

既存資料調査は、「図上測設」の地形図、地質図、空中写真等の資料のほか、次の資料についても収集及び分析を行い、路線付近の地形、地質、地下水等の概要を把握する。

- (1) 周辺の災害記録における地質区分
- (2) 当該地域を含む周辺の地形及び地質に関する学术论文又は調査記録における分析等

3 現地調査

現地調査は、既存資料調査の結果に基づき、予定路線周辺の地質条件等を把握するため、次の項目について調査する。

- (1) しゅう曲、断層、破碎帯、崖錐、段丘面、扇状地、地すべり地、崩壊地等の不安定地形及び土石流、落石、なだれ等の既往発生地又はおそれのある箇所の位置とその態様。
- (2) 表土、風化土、堆積土、火山噴出物等の表層堆積物について、各種類別の分布範囲、厚さ、固結程度、含水状態、透水性、匍行性等の概要。
- (3) 岩石名と層序、変質及び風化の程度並びに地層、節理、劈開、片理等の走向及び傾斜。
- (4) 隣接する流域の流路勾配、流域形状係数、設置側の片面の谷密度、平均比高及び降雨後の流量の減水特性。
- (5) 地熱及び地下水の有無並びにその水量、温度、水質、帯水層、しゃ水層、地下水面の位置及びその分布。
- (6) トンネル工事の影響が予想される範囲の温度、井戸、貯水池、河谷等の着工前の水利用状況及び水量等の季節的変化。
- (7) 特筆される膨張性地山の有無とその程度及び分布状態。
- (8) 予備調査、現場環境調査及び障害物調査の各資料中、トンネル施工上、特に関連する事項。

4 精密調査

精密調査は、実測量の成果に基づくものとして、次表を参考にして行う。

地山等級

地山等級	岩石グループ	代表岩石名	弾性波速度 Vp (m/sec)					地山の状態			コアの状態、RQD	地山強度比	トンネル掘削の状況と変位の目安
			1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	岩質、水による影響	不連続面の間隔	不連続面の状態			
B	H塊状	花崗岩、花崗閃緑岩、石英斑岩ホルンフェルス 中古生層の砂岩、チャート						・新鮮で堅硬または、多少の風化変質の傾向がある。 ・水による劣化はない。	・節理の間隔は平均的に50cm程度。 ・層理、片理の影響が認められるがトンネル掘削に対する影響は小さい。	・不連続面に鏡肌や狭在粘土がほとんどみられない。 ・不連続面は概ね密着している。	コアの形状は岩片状～短柱状～棒状を示す。 コアの長さが概ね10～20cmであるが、5cm前後のものもみられる。 RQDは70以上。	—	岩石の強度は、トンネル掘削によって作用する荷重に比べて非常に大きい。 不連続面の状態も良好でトンネル掘削による緩みはほとんど生じない。掘削壁面から部分的に肌落ちする場合もあるが、掘削にともなう内空変位は15mm程度以下の微小な弾性変形にとどまる。 切羽は自立する。
	M塊状	安山岩、玄武岩、流紋岩石英安山岩											
	L塊状	第三紀層の砂岩、礫岩 蛇紋岩、凝灰岩、凝灰角礫岩											
	M層状	粘板岩、中古生層頁岩											
	L層状	黒色片岩、緑色片岩 第三紀層泥岩											
C I	H塊状	花崗岩、花崗閃緑岩、石英斑岩ホルンフェルス 中古生層の砂岩、チャート						・比較的新鮮で堅硬または、多少の風化変質の傾向がある。 ・固結度の比較的良好な軟岩。 ・水による劣化は少ない。	・節理の間隔は平均的に30cm程度。 ・層理、片理が顕著で、トンネル掘削に影響を与えるもの。	・不連続面に鏡肌や薄い狭在粘土がごく一部みられる。 ・不連続面は部分的に開口しているが開口幅は小さい。	コアの長さが概ね5～20cmであるが5cm以下のものもみられる。 RQDは40～70。	—	岩石の強度は、トンネル掘削によって作用する荷重に比べて大きい。 不連続面の状態も比較的良好でトンネル掘削によるゆるみは部分的なものにとどまる。比較的好なりやすい不連続面にそって、局部的に抜け落ちする場合もあるが、掘削に伴う内空変位は15～20mm程度以下の小さな弾性変位にとどまる。 切羽は自立する。
	M塊状	安山岩、玄武岩、流紋岩石英安山岩											
	L塊状	第三紀層の砂岩、礫岩 蛇紋岩、凝灰岩、凝灰角礫岩											
	M層状	粘板岩、中古生層頁岩											
	L層状	黒色片岩、緑色片岩 第三紀層泥岩											
C II	H塊状	花崗岩、花崗閃緑岩、石英斑岩ホルンフェルス 中古生層の砂岩、チャート						・比較的新鮮で堅硬または、多少の風化変質の傾向がある。 ・風化・変質作用により岩質は多少軟化している。 ・固結度の比較的良好な軟岩。 ・水により劣化やゆるみを部分的に生じる。	・節理の間隔は平均的に20cm程度。 ・層理、片理が顕著で、トンネル掘削に影響を与えるもの。	・不連続面に鏡肌や薄い狭在粘土が部分的にみられる。 ・不連続面が開口しているものが多くなり、開口幅も比較的大きくなる。 ・幅の狭い小断層を挟むもの。	コアの長さが概ね10cm以下のものが多く、5cm以下の細片が多量に取れる状態のもの。 RQDは10～40。	—	岩石の強度は、トンネル掘削によって作用する荷重に比べてあまり大きくはないが、概ね弾性変形をとどめる程度はある。 岩石の強度は大きくても不連続面の状態が悪く、掘削によりすべりやすい不連続面にそって岩塊が落下しようとしてゆるみが大きくなる。掘削にともなう内空変位は、岩石の強度が作用する荷重に比べて小さい場合には、弾塑性境界である30mm程度発生するが切羽が2D離れるまでにほぼ収束する。 切羽は自立する。
	M塊状	安山岩、玄武岩、流紋岩石英安山岩											
	L塊状	第三紀層の砂岩、礫岩 蛇紋岩、凝灰岩、凝灰角礫岩											
	M層状	粘板岩、中古生層頁岩											
	L層状	黒色片岩、緑色片岩 第三紀層泥岩											
D I	H塊状	花崗岩、花崗閃緑岩、石英斑岩ホルンフェルス 中古生層の砂岩、チャート						・岩質は多少硬い部分もあるが、全体的に強い風化・変質を受けたもの。 ・層理・片理が非常に顕著なもの。 ・不連続面の間隔は平均的に10cm以下で、その多くは開口している。 ・不連続面の開口も大きく鏡肌や粘土を挟むことが多い。 ・小規模な断層を挟むもの。 ・軽石を多く混じえた土砂、崖錐等。 ・水により劣化やゆるみが著しい。	・節理の間隔は平均的に10cm程度。 ・層理、片理が顕著で、トンネル掘削に影響を与えるもの。	・不連続面に鏡肌や薄い狭在粘土が部分的にみられる。 ・不連続面が開口しているものが多くなり、開口幅も比較的大きくなる。 ・幅の狭い小断層を挟むもの。	コアは細片状となる。 ときには、角礫混まじり砂状あるいは粘土状となるもの。 RQDは10程度以下。	4～2	岩石の強度は、トンネル掘削によって作用する荷重に比べて大きくなり、弾塑性変形とともに一部塑性変形を生じる。 岩石の強度は弾性変形をとどめるに足りるほど大きくても、不連続面の状態が非常に悪く、掘削により多くのすべりやすい不連続面に沿って地山のゆるみが拡大する。掘削にともなう内空変位は、岩石の強度が作用する荷重に比べて小さい場合には、インバートで早期に閉合しないならば30～60mm程度発生し、切羽が2D離れても収束しないことが多い。 切羽の自立が悪く、地山条件によってはリングカットや鏡吹きを必要とする。
	M塊状	安山岩、玄武岩、流紋岩石英安山岩											
	L塊状	第三紀層の砂岩、礫岩 蛇紋岩、凝灰岩、凝灰角礫岩											
	M層状	粘板岩、中古生層頁岩											
	L層状	黒色片岩、緑色片岩 第三紀層泥岩											
D II	H塊状	花崗岩、花崗閃緑岩、石英斑岩ホルンフェルス 中古生層の砂岩、チャート						・岩石の強度は、トンネル掘削によって作用する荷重に比べて小さく、弾性変形とともに大きな塑性変形を生じる。 岩石の強度が小さいことに加えて、不連続面の状態も非常に悪く、掘削により多くのすべりやすい不連続面にそって地山のゆるみが拡大し、変位も大きくなる。掘削にともなう内空変位は、インバートで早期に閉合しないならば60～200mm程度発生し、切羽が2D離れても収束しない。 事前に変形が大きいと予想される場合は変形余裕を見込む。 切羽の自立が悪く、地山条件によってはリングカットや鏡吹きを必要とする。	・節理の間隔は平均的に10cm程度。 ・層理、片理が顕著で、トンネル掘削に影響を与えるもの。	・不連続面に鏡肌や薄い狭在粘土が部分的にみられる。 ・不連続面が開口しているものが多くなり、開口幅も比較的大きくなる。 ・幅の狭い小断層を挟むもの。	コアは細片状となる。 ときには、角礫混まじり砂状あるいは粘土状となるもの。 RQDは10程度以下。	2～1	岩石の強度は、トンネル掘削によって作用する荷重に比べて小さく、弾性変形とともに大きな塑性変形を生じる。 岩石の強度が小さいことに加えて、不連続面の状態も非常に悪く、掘削により多くのすべりやすい不連続面にそって地山のゆるみが拡大し、変位も大きくなる。掘削にともなう内空変位は、インバートで早期に閉合しないならば60～200mm程度発生し、切羽が2D離れても収束しない。 事前に変形が大きいと予想される場合は変形余裕を見込む。 切羽の自立が悪く、地山条件によってはリングカットや鏡吹きを必要とする。
	M塊状	安山岩、玄武岩、流紋岩石英安山岩											
	L塊状	第三紀層の砂岩、礫岩 蛇紋岩、凝灰岩、凝灰角礫岩											
	M層状	粘板岩、中古生層頁岩											
	L層状	黒色片岩、緑色片岩 第三紀層泥岩											

注-1) 本分類表にあてはまらないほどの地山の良好なものを地山等級A、劣悪なもの（内空変位200mm以上）を地山等級Eとする。

注-2) H、M、Lの区分：岩石の初生的な新鮮な状態での強度により、一軸圧縮試験で次のように区分する。
H：qu≧80N/mm² M：20N/mm²≦qu<80N/mm² L：qu<20N/mm²

注-3) 塊状、層状の区分
塊状：節理面が支配的な不連続面となるもの。
層状：層理面あるいは片理面が支配的な不連続面となるもの。

注-4) 内空変位とは、トンネル施工中に実際に計測される。トンネル壁面間距離の変化で掘削以前に変位したものは、含まない。

注-5) ゆるみとは、土圧によって閉鎖されていた岩盤中の不連続面が、トンネル掘削により応力を開放することで開口し、それにそって岩塊が重力によって落下しようとするをいう。

注-6) 岩石の強度とは、割目の影響を受けない岩片の強度のことをいう。

(出典) トンネル標準示方書 山岳工法・同解説 土木学会 H18

地山評価の因子

評価の目的 地山の種類 因子	土圧特性					地山の挙動					地山の材料特性					調査法、その他	
	硬岩	軟岩	膨圧岩	土砂		硬岩	軟岩	膨圧岩	土砂		硬岩	軟岩	膨圧岩	土砂			
				粘性土	砂質土				粘性土	砂質土				粘性土	砂質土		
岩種・地質時代	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	地表踏査、ボーリング	
弾性波速度	○	△	△			○	○	△			○	○				弾性波調査	
R Q D・割れ目間隔	○	△	△			○	○	○			○	○	○			ボーリング	
N値					○	○				○	○				○	○	標準貫入試験
コア採取率	○	△	△	○		○	○	○	○		○	○	○	○			ボーリング
一軸圧縮強さ	○	○	○	○		○	○	○	○		○	○	○	○			一軸圧縮試験（地山強度比で評価）
内部摩擦角・粘着力			△	△	○	△		△	△	△	△		△	△	△	△	三軸試験
変形係数		○	○	○	○		○	○	○	○							孔内載荷試験
貫入抵抗		△	△	△			△	△	△			△	△	△			針貫入硬度試験
硬度											○	○	○				ショア硬度
浸水崩壊度		○	○	○			○	○	○			○	○	○			浸水崩壊試験（スレーキング特性を評価）
密度		○	○	○	○		○	○	○	○							密度試験
乾燥密度										○						○	〃
均等係数					○					○							粒度試験
D ₁₀ D ₆₀ 粒径					○					○							〃
粘土分含有率		○	○	○	○		○	○	○	○							〃
コロイド分含有率			○					○									〃
透水係数					○					○							透水試験、粒度試験
地下水圧						○	○	○	○	○							水位測定、間隙水圧測定
モンモリロナイト含有率				○				○					○				X線分析（モンモリロナイト含有率の推定）
CEC（塩基置換容量）				○				○					○				塩基置換分析（モンモリロナイト含有率の推定）
PL、LL など				○				○					○				コンシステンシー試験
自立時間幅	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○							坑内観察
地山変位量	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○							内空変位測定、初期変位測定
評価の目的・対象	トンネルの断面形状、支保および覆工の設計					トンネルの断面形状の設計 掘削工法、1掘進長、支保方式、補助工法の計画					機械掘削の可否の検討、運搬方式の検討（トラフィカビリティ）、火薬量、のみ下り、余掘・余巻の想定骨材として利用の検討 噴泥などの地山劣化の推定					○：有効 △：有効な場合もある 他に適切な因子がないので利用、時に使用されることもある。	

5 地山分類調査

トンネル設計、施工には、地山の特性が重大な影響を与える。地山の特性は、生育時代地質構造、風化、変質状況、地下水の影響等により異なるが、トンネルの設計、施工を効率よくかつ合理的に行うためには、この地山特性を類型化して評価判断した地山分類方法により行う必要がある。

- (1) トンネルの施工法の決定、支保構造の設計等に用いる地山等級の基準及び地山評価の因子は前表のとおりとする。なお、地山判定の指標は岩種、弾性波速度値（縦波速度）、地山強度比、ボーリングコアの状態、RQD、地山状態、ハンマー打撃による割れ方、き裂間隔、想定される掘削後の切羽の自立性及び変形量等とする。
- (2) 地山分類に当たっては、弾性波速度値のみを過信することなく総合的かつ技術的な判断を加えて行う。
- (3) この地山分類を適用するに当たっては、次の項目に留意する。

- ① 表は、一般的な標準を示すものであるから、現場の状況に適合しない場合には、適宜変更して使用する。
- ② 地山等級の内Eは、特殊な地山（大規模な崖錐からなる地山及び断層破碎帯等の土圧が著しく高い地山）以外には用いない。

③ 地山判定基準について

事前設計段階における地山分類は、地表地質踏査、弾性波探査、ボーリング調査及び地山試料試験等の調査結果を総合的に判断して行う。

また、施工中には掘削面や掘削後の状態を精査し、この判定基準と比較して、事前設計の地山等級の確認あるいは、必要があれば変更を行う資料とする。

(4) 弾性波速度(km/s)

- ① 弾性波速度（縦波速度）及び地山強度比の値が両等級にまたがる場合には、地形的特性、地山状態等により判定する。
- ② 坑口及び溪流部の近くでは、トンネルの上方及び側方の土破りが小さい場合が多く、その場合は、弾性波速度に対し注意を払い、必要があれば本表の地山等級を下げる。
- ③ トンネル計画高さより上部約15mの範囲が複数の速度層からなる場合は、弾性波速度分布図における計画高さの速度より上層（速度の遅い）の速度を採用する。
- ④ 土破りの小さい所では、地山状態の変化が著しいことが多いため、測量誤差や物理探査の解析誤差が地山等級の判定に大きな影響を与えるので、特に注意を払う必要がある。
- ⑤ 断層、破碎帯については、弾性波速度のみでなく、その方向、土破り等の判定基準も参考にして補正を行う。
- ⑥ 施工中に坑内弾性波速度が得られた場合は、地山等級の確認を行い、必要があれば事前設計の変更を行う資料とする。

(5) 地山強度比

地山強度比は、次式により求める。

$$\text{地山強度比} = q_u / \gamma H$$

q_u : 地山の一軸圧縮強度(kN/m²)

γ : 地山の単位体積重量(kN/m³)

H : 土破り高さ(m)

なお、地山の一軸圧縮強度について、き裂等の存在が無視できる地山においては、試料の一軸圧縮強度を適用し、き裂等の影響が大きい地山においては、準岩盤強度 q_u' (kN/m²)を用いる。

$$q_u' = (V_p/U_p)^2 \times q_u$$

V_p : 地山の弾性波速度(縦波、km/s)

U_p : 試料の超音波伝播速度(縦波、km/s)

q_u : 試料の一軸圧縮強度(kN/m²)

一般に $U_p \geq V_p$ であるが $V_p > U_p$ となる場合は、 $U_p = V_p$ として準岩盤強度を求める。

(6) ボーリングコア

ボーリングコアの状態及びRQD（1片10cm以上のコアの総長÷掘進長を%表示したもの。）は、ボーリングの施工技術や掘削径によって大きく左右されるので、大まかな目安として利用する。

ただし、この基準は、ボーリング径66mmのダブルコアチューブで採取されたコアで岩種a、b、c、d₁(礫岩を除く)に対して適用する。

(7) 地山状態(地質調査の成果又は掘削面の状態)

- ① 岩種aや蛇紋岩や蛇紋岩化作用を受けた岩石等、岩種d₁、d₂の泥岩、頁岩、凝灰岩等、岩種eの火山碎屑物等は、水による風化を生じ易いので十分な注意を要する。

- ② 蛇紋岩は、変質の程度が同一地域内においても極めて不規則であり、物理探査やボーリング調査の結果だけでは地質の実態を把握できないことが多いので十分な注意を要する。
- ③ 輝緑岩、角閃岩、橄欖岩、斑れい岩、輝緑凝灰岩は、蛇紋岩化作用を受けていることがあるので、蛇紋岩と同様の注意が必要である。
- ④ 蛇紋岩、変朽安山岩、黒色泥岩、泥岩、凝灰岩等で膨潤性が明確に確かめられたならば、DⅡ又は、Eに地山等級を落とすこと。
- (8) 観察（ハンマー打撃による割れ方、き裂間隔）
岩石の硬さ、き裂は局部的な露頭の観察では誤認しやすいことから、地層の連続性等から大局的な判断を行う。
ここに示した判定基準は大まかな目安であり、岩種a、b、c、d₁に適用する。
- (9) 掘削後の状態（切羽の自立性、変形特性）
切羽の自立性は、施工実績をもとに示したものである。
- 6 設備調査
工事用設備として必要な坑口設備、運搬設備、プラント設備、受配電設備、用排水設備、仮設物設備等は、次により調査する。
- (1) 各設備の設置機能を阻害する地形及び地質の状況を調査する。
- (2) 機械、資材等の搬出入及びずり運搬等に必要の工事用道路、軌道等の延長及びその規模を調査する。なお、機械、資材等の最大搬入長は、道路調査により決定する。
- (3) 既設送配電線の容量、周波数、電圧及び受変電の難易を調査する。
- (4) コンプレッサ、骨材等の洗浄用水等の、入手条件及び排水条件を調査する。
- (5) 仮設物等調査資料を基に、関連する属所的事項を調査する。

4-14 その他調査

前項までに掲げる調査のほか、林道規程に定める鉄道等との平面交差、自動車道の取付け、待避所及び車廻し、林業作業用施設その他の諸施設について、それを必要とする箇所、工法等を選定の上、設置する位置、区間、構造、寸法等を調査する。

【解説】

その他調査は、林道規程第25条「鉄道等との平面交差」、第26条「自動車道の取付け」、第29条「待避所及び車廻し」、第30条「防雪施設その他の防護施設」、第31条「交通安全施設」、第32条「標識」及び第33条「林業作業用施設」について、それぞれの定めるところによって現地の諸条件を調査のうえ、必要とする箇所、工法等を選定し、必要に応じて実測量又は本測量に準じて設置する位置、区間、構造、寸法等を調査し、関係設計図を作成する。

第5節 用地測量

5-1 一般

用地測量は、林道に関連して用地を確定する必要がある場合に行うものとする。

【解説】

- 1 林道に関連して用地を確定する必要がある場合は、用地調査、測量等の用地測量を行う。ただし、買収又は賃貸借等を伴わない用地の場合は、実測量の成果又は必要事項の調査によって作成する潰地図等をもって、用地測量を実施しないことができる。
- 2 林道に関連した用地幅は、林道構造の各外縁線に水平距離で2.0mを加えたものを標準とし、林道構造の規模、安定度、維持管理、周辺に与える影響度等を考慮して増減する。
- なお、ここにいう林道構造の外縁線とは、維持管理上必要とする深度の地中部分を含むものとし、その深度は林道の構造等に応じて決定する。

5-2 用地調査

用地調査は、用地調査を必要とする用地及びその隣接地の境界について調査するものとする。

【解説】

用地調査は、実測量の平面測量等の成果を基に、林道に関連して予定する用地及びその隣接地の境界に関して、土地登記の内容、基準点の位置等について調査する。

1 用地幅杭表の作成

用地幅杭表は、実測量によって作成した横断面図を基として、各測点ごとの横断面上に用地幅を記入し、中心線からの距離を求めて作成する。

なお、距離測定の方法は、横断測量に準ずる。

2 登記調査

土地登記簿、公図等により、一筆地ごとの境界に関する記録を次により調査する。

- (1) 土地の所在、地番、地目、地積
- (2) 所有者の住所、氏名又は名称
- (3) 土地所有権以外の権利の種類、権利者の住所、氏名又は名称
- (4) その他必要な事項

3 基準点調査

用地測量及び用地図作成の基本となる最寄りの基準点の種類、位置及びその内容を調査する。

5-3 実測量

実測量は、用地調査の資料を基に所定の手続きを行い、現地において分筆等に必要な用地幅、境界等を確定するものとする。

【解説】

実測量は、用地調査によって得られた各種資料を基に、関係者の現地立会その他の諸手続を行い、現地において分筆等に必要な用地幅、境界等を確定する。

1 使用機器

用地測定に使用する主な機器は、トータルステーション、鋼巻尺等とする。

2 用地幅杭

用地幅杭表に示された測点ごとに、これと直角方向に用地幅を測定して用地幅杭を設定する。ただし、各用地幅杭を結ぶ隣接折線間が、地形等に適合しない場合又は直線に近似する場合は、その間の用地幅杭を設けないことができる。

3 測量

測量は、平板測量又は多角測量によるものとし、あらかじめ方位及び基準点の位置を明らかにし、これと関連させた測線、用地幅杭、筆界点等を基に、用地の分筆又は一筆ごとの所有者等を明らかにする。

4 単位及び精度

用地測量に用いる単位及び精度は、国土交通省公共測量作業規程及び同運用基準を準用する。

第6節 設計図

6-1 一般

設計図は、実測量、本調査等の成果を基に、路線の幾何学的構造を適切に表示するものとする。

【解説】

設計図は、実測量、本調査及び用地測量の成果に基づき、路線の平面、縦断及び横断の各線形を適切に作図する。

1 設計図の編集等

- (1) 設計図の大きさは、JISP0138(紙加工仕上寸法)による。
- (2) 設計図をつづる場合は、図面の左側とする。
- (3) 設計図に標題を設ける場所は右下隅とし、路線名、設計図名、図面番号、位置、縮尺、単位、設計者名、施行主体名等を記入する。
- (4) 設計図を用いる図形の表示は、正投影法とする。

2 略記号

設計図に記入する略記号は、「森林整備保全事業設計積算要領」による。

3 設計図の種類

設計図は、実測量、本調査等の成果に応じ、次の種類に区分して作成する。

設 計 図 名	縮 尺	摘 要
位 置 図	1 / 50, 000以上	地形図等を利用する。
平 面 図	1 / 1, 000	詳細平面図は、1 / 200～1 / 500とすることができる。
縦 断 面 図	1 / 100、1 / 200	
	横 1 / 1, 000 1 / 2, 000	
横 断 面 図	1 / 100、1 / 200	
構 造 物 図	一般図 1 / 100 構造図 1 / 50 詳細図及び展開図 1 / 20	各構造物ごとに、必要に応じて一般図、構造図、詳細図及び展開図に区分する。
のり面保護工図		
排水施設図		
擁壁図		
橋梁図		
トンネル図	詳細図及び展開図 1 / 20	「その他調査」に示す諸施設等
その他		
残土処理場図		関係する各図面に準ずる。
標準図	1 / 10～1 / 100	土工標準図及び構造標準図に区分する。
用地図	所定縮尺	法定等に定める種類及び縮尺による。
潰地図	1 / 1, 000	平面図を利用する。
法令関係図	所定縮尺	法令等に定める種類及び縮尺による。

6-2 位置図

位置図は、調査路線を基とした周辺地域の地理的条件等について明示する。

【解説】

位置図は、地形図又はこれに準ずる図面を用い、林道整備地域、利用区域、調査路線、既設路線、道路調査等の成果に基づく地域交通網等について明示する。

1 利用区域等

調査路線にかかる林道整備地域及び利用区域は、その外縁を明示するとともに、国有林、民有林界等を表示する。

2 路線の位置

位置図は、調査路線及びこれに接続する既設道の位置、名称、延長、幅員等を表示する。

また、調査路線外の残土処理場及び材料等の採取場所、最寄駅、市町村役場等までの道路の位置等を明示する。

3 道路の実態

調査道路又は既設道に接続する下方の道路については、種類、名称、延長、最小幅員等の実態を明示する。

6-3 平面図

平面図は、平面線形を基準とし、周辺の地形、地物、地域等の位置関係を明示する。

【解説】

平面図は、中心線測量に基づく測線を基に、平面測量、本調査等の成果により、平面線形、周辺の地形、地物、地域等の位置関係を明示する。

1 平面線形

平面線形は、測線を基に、交点の位置、曲線、幅員、構造物、待避所及び車廻し、林業作業用施設等を図示するほか、起終点、測点、曲線の諸点等を明示する。また、曲線の諸値は、曲線表として併記する。

2 地形、地物、地域等

地形、地物、地域等は、平面測量の成果を基に、次により表示する。

(1) 地形は10m間隔以下の等高線をもって表示する。

(2) 地形、地物、地域等の表示方法、記号等は、国土交通省公共測量作業規程に定める大縮尺地形図図式適用規程に準じて表示するほか、必要に応じて文字又は数字等を補足する。

3 引出し線

主要構造物、待避所及び車廻し、林業作業用施設、残土処理場、B.M、林道区域等は、引出線を用いて、名称、位置、区間、延長、寸法等を表示する。

4 その他

(1) 方位は、図面番号ごとに記入する。

(2) 図面は、左から書き出すものとする。

6-4 縦断面図

縦断面図は、測点及び地盤高を基準とした施工基面高を基に、縦断線形を明示する。

【解説】

縦断面図は、平面線形の測点及び縦断測量の地盤高を基準として、施工基面選定条件等を十分に勘案した施工基面を基に、現地に最も適合した縦断勾配を設定して縦断線形を明示する。

1 施工基面選定条件

路面の基準高となる施工基面高は、縦断線形の縦断勾配により設定するものとし、交通の安全等のほか、路線選定条件の関連事項を十分に考慮のうえ、次により選定する。

- (1) できるだけ横断的に切土及び盛土が最小で均衡する縦断勾配を設定する。
- (2) 切土区間及び盛土区間をできるだけ交互に設け、それぞれの土量が均衡する縦断勾配を設定する。
- (3) 縦断勾配変移点の最小区間延長は、50mを標準とする。
- (4) 路面が砂利の林道では、路面洗堀を抑制するため、できるだけ緩勾配とする。
- (5) 最小縦断勾配は、路面水や側溝水の自然流下による排水を妨げない値とし、舗装路面やコンクリート二次製品等の側溝の箇所では0.5%以上、砂利路面や素掘り側溝の箇所では2.0%以上を目安とする。特に、曲線部にあっては、片勾配によって曲線内側が低くなることから、路面水や側溝水の帯水が生じない縦断勾配を設定する。
- (6) 曲線部の縦断勾配は、合成勾配の最大値を超えないよう設定する。
- (7) 勾配変移点は、小半径曲線、大盛土、構造物等の区間を避ける。
- (8) 水面に接する区間の施工基面高は、その高水位から山地部で2.0m以上、平地部で1.0m以上を確保する。
- (9) 暗きょの設置箇所については、土かぶり厚を考慮した縦断勾配を設定する。
- (10) 土場、森林作業道の取付口等の林業作業用施設又は他の道路等との取付けは、施工基面高を考慮して設定する。
- (11) 橋梁箇所については、「第9章 橋梁」に定める「1-1一般 5橋下空間」及び「1-1一般 7橋梁の線形」を考慮した縦断勾配を設定する。
- (12) トンネル箇所については、「第10章 トンネル」に定める「2-3トンネル位置の選定 2一般線形」を考慮した縦断勾配を設定する。
- (13) 洗越工の流路中央部分は、縦断勾配の凹型変移点とする。

2 縦断線形

縦断線形の図示は、B.Mを基準とした縦断基線を基に、測点間に地盤線、変移点間に縦断勾配線及び縦断曲線設定区間に縦断曲線等を明示する。

3 数値表示

縦断線形に関連して次の諸数値を表示するものとする。

- (1) 測点
- (2) 平面線形の方法線と主な曲線諸値
- (3) 縦断曲線の諸値
- (4) 地盤高と施工基面高
- (5) 切土高及び盛土高
- (6) 縦断勾配値、勾配変移点の基準高及びその間の距離
- (7) 縦断基準高

4 引出し線

主要構造物、待避所及び車廻し、林業作業用施設、残土処理場、B.M等は、引出し線を用いて名称、位置、区間、延長、寸法等を表示する。

5 その他

図面は、左から書き出すものとする。

6-5 横断面図

横断面図は、測点ごとの地盤高及び施工基面高を基に、横断線形、土質区分等を明示する。

【解説】

横断面図は、平面線形上の測点を基として横断測量の成果に基づく横断地盤線を表示し、縦断面図等にて示された切土高、盛土高及び土質調査による土質区分から、所定の構造を有する横断線形、土質区分等を明示する。

1 横断線形

横断面図には、測点における横断地盤高線及び施工基面高を基準として、車道、路肩、拡幅、側溝、待避所及び車廻

し、切土及び盛土ののり面、構造物、林業作業用施設、隣接水面の水位等の横断線形を図示するとともに、山側及び川側に伐開界（用地界）を明示する。

なお、路体の山側又は川側に隣接して残土処理場を設ける場合は、路体との区別を明確に表示する。

2 土質区分

横断面図には、土質調査に基づく土質区分を線区分により表示する。線区分によることが不適当又は困難な場合は、面積比率によって区分することができる。

なお、土質が蛇紋岩等の岩や火山灰由来の未固結土等、切土のり面の構築等に大きな影響を与えるものである場合には、引出線、範囲表示等により、岩の種類、地質、亀裂の傾斜、土砂の状態等を表示する。

3 盛土不適土区分

土質調査に基づく盛土不適土は、線区分、面積比率又は定数等によって表示する。

4 数値表示

横断線形は、次の諸数値を表示する。

- (1) 測点
- (2) 測点における切土高及び盛土高
- (3) 土質区分別切土面積及び盛土面積
- (4) 横断勾配
- (5) 片勾配
- (6) 切土のり面・盛土のり面の勾配及び斜面長
- (7) 待避所及び車廻し、拡幅、林業作業用施設等の区間
- (8) 必要に応じ、構造物の名称、延長、形状、寸法等
- (9) 標準図に示されていない諸数値

5 その他

図面は、左下から書き出す。

6-6 構造物図

構造物図は、他の設計図上にその構造の大部分が表示されている場合を除き作成するものとし、設計施工に必要な形状、寸法、材質、数量等を明示する。

【解説】

構造物図は、のり面保護工、排水施設、擁壁、橋梁、基礎工、トンネルその他の施設を設計する場合に作成する。ただし、平面図、横断面図、標準図、他の構造物図等において、構造の大半が表示されている構造物については、それぞれの図面に不足する構造を補足して用いることで、当該構造物の構造物図に代えることができる。

（参考）

標準設計（擁壁編、橋台編、コンクリート管技術編資料）の取扱い

森林土木構造物標準設計は、これまでに設置された多くの構造物の設計に適用されるなど、その妥当性が経験的に検証されている。

このことから、土の内部摩擦角、水圧や浮力、流下土砂の衝撃力、地震動等の現地条件や構造物に使用する材料、構造物の型式、高さ等の諸因子が森林土木構造物標準設計で使用されている設計条件に合致する場合には、これを使用しても差し支えない。

なお、森林土木構造物標準設計は、設計の効率化を図るため、擁壁等の高さを一般的に用いられている範囲において 50 cm 括約で示していることから、擁壁等の高さが森林土木構造物標準設計に該当しない場合には、別途安定計算を行う。

【解説】

1 図面の種類

構造物図は、一般図及び構造図とし、構造図で表示が困難又は不適当な場合は、詳細図及び展開図を作成する。

(1) 一般図

- ① 一般図は、構造物の全体構造及び取付け部を表わすものとし、正面図、側面図、平面図等で表示する。
- ② 一般図には全体構造の寸法のほか、次の事項を表示する。
 - ・測線及び測点
 - ・地盤面及び施工基面
 - ・河川等に関連する場合にあって、高水位、平均水位、低水位等

- ・全体構造の主要寸法
- ③ 一般図の投影面の位置は、次のとおりとする。
 - ・排水施設等は起点側からの側面
 - ・のり面保護工、擁壁等は正面
 - ・橋梁、トンネル等は、起点を左側とする側面。ただし、河川に関する場合は上流側からの側面
- (2) 構造図

構造図は、構造物の形状、寸法等の全ての構造を図示し、正面図、平面図、左右側面図、断面図等で構成する。
- (3) 詳細図

構造物の部分又は部材等について、特に詳細な表示を必要とする場合は、構造図に準じて詳細図を作成する。
- (4) 展開図

曲面、斜面等の構造部分を展開した形状で表示する必要がある場合は、その部分の展開図を作成する。
- 2 寸法

構造物図に記入する寸法は、完成寸法とし、関連する配置図間においては、主要寸法を重複させる。
- 3 引出し線

部材の寸法、断面、形状、加工法等は、それぞれ引出し線を用いて表示することができる。
- 4 材料表

構造物図には、数量計算等に基づく使用材料と品質、規格、形状、寸法等別の重量又は体積等を明示した材料表を併記する。
- 5 設計条件及び計算書

構造物図には、地質及び地質構造、土質、地下水等の有無、背面埋戻し土の性状及び内部摩擦角等の設計条件を明示するとともに、設計計算書を添付する。

また、当該工種・工法に機能・性能を同等とするものが複数存在する場合には、当該工種・工法が最も適切であることを明示する比較検討資料を別途添付するものとする。
- 6 仮設物図

仮設物調査に基づく成果のうち構造物に関連するものは、仮設物図として、それぞれの構造に応じ、必要な形状、寸法等を明示する。

- (1) 床掘り数量を必要とする場合は、土質調査資料から床掘図を作成し、床掘区分及び土質区分別に寸法を明示する。なお、床掘図は、横断図又は構造物図等を複製して用いることができる。
- (2) 床掘りののり面勾配は、現地の土質の種類、硬軟、掘削深、施工法等に応じて決定する。
- (3) 小型構造物等の床掘りに伴う余幅は、必要最小限の幅とする。
- (4) のり面保護工で現場内の資材運搬に簡易索道等を用いる場合は、簡易索道等の種類、主索及び作業索のワイヤロープ種類並びに径、運搬可能な最大重量、先柱及び元柱の位置、支間長、垂下比について図面を作成し、寸法等を明示する。

また、荷卸場が確保できない場合には、作業構台の設置箇所、形状、寸法等を明示するほか、荷卸後に人力運搬が必要な場合には、運搬距離を加重平均等により算出して記載する。

- (5) 橋梁工、擁壁工等でクレーン等を用いる場合には、クレーン等のアウトリガーを広げることが可能な作業場所について図面を作成する。
- (6) コンクリート構造物、橋梁等の施工において足場工を設置する場合には、足場工の設置箇所、構造、数量算出に必要な図面を作成する。
- (7) 廻排水等を行う場合には、土のう締切、水替工等の仮設構造物について図面を作成する。
- (8) その他、工事の実施に必要な仮設工の設置位置や構造、現場内小運搬の算出根拠など、必要なものについて、図面等を作成する。

6-7 土取場及び残土処理場図

土取場及び残土処理場図は、土量計算に基づく不足土又は残土を適正に配置し、土取場及び残土処理場調査による設置箇所ごとに明示するものとする。

【解説】

土取場及び残土処理場図は、土取場及び残土処理場調査により決定した設置箇所ごとに、形状、寸法、防護施設、排水施設等を明示する。

防護施設を擁壁又は土留工とする場合には、構造物図、安定計算書及び数量計算書により明示し、のり面保護工は、標準図及び数量計算書を明示する。

排水施設については、その規格・構造に応じて構造物図又は標準図及び数量計算書により明示する。

- 1 土取場及び残土処理場を調査路線内に設置する場合は、中心線の縦断面図、横断面図、平面図、構造物図等に基づいて土取場及び残土処理場図を作成する。
- 2 調査路線外に残土処理場を設置する場合は、その設置箇所を位置図に明示するとともに、別に平面図、縦断面図、横断面図、構造物図等を作成する。

6-8 標準図

標準図は、調査路線の構造、規格等のうち、共通する標準的な横断線形及び構造物に関し、その基本的な形状、寸法等を明示するものとする。

【解説】

標準図は、土工標準図、構造物標準図に区分し、調査路線の標準的な横断線形及び構造物を主体として、林道規程及び本運用に基づく構造規格のうち、共通する基本的な形状、寸法、断面等を明示するものとする。また、必要に応じて平面線形及び縦断線形についても、標準図とすることができる。

1 適用区分

標準図は、自動車道の種類、工種又は工法等別に作成した共通標準図と調査路線に特有な構造規格を対象とした特別標準図に区分することができる。

2 土工標準図

土工標準図は、横断線形の横断勾配、片勾配、車道、路肩、側溝、ステップ、小段、土質区分別ののり面勾配、路盤工、舗装工等のほか、必要に応じて平面線形の曲線部の拡幅、待避所、車廻し及び縦断曲線等の形状、寸法等を明示する。

3 構造物標準図

構造物標準図は、のり面保護工、排水施設、擁壁、橋梁、トンネル等の構造物のうち、基本的な形状、寸法、断面等を明示する。また、本調査の「4-14 その他調査」に示す諸施設についても、必要に応じて構造物標準図とすることができる。

6-9 用地図、潰地図等

用地図、潰地図等は、用地測量又は実測量の成果を基に、地積測定又は面積計算等を行い、所定の用地図、潰地図及び関係図書を作成するものとする。

【解説】

用地図、潰地図等は、用地測量又は実測量の成果に基づく関係図面を基に、図上法又は座標法等によって地積測定及び面積計算を行い、地籍図、地籍簿、潰地図等の作成に必要な用地図、潰地図及び関係図書を作成する。

1 用地図

地積測定した用地図には、用地調査に準じて土地登記に必要な境界に関する所定事項を表記する。

2 潰地図等

潰地図等は、設計図の平面図を用い、用地測量の「5-2 用地調査」及び「5-3 実測量」によって図上で用地幅を設定し、折線によって用地を確定し、土地面積計算書等に潰地面積、面積計算方法等を表示する。

6-10 法令関係図

法令等に基づき手続き上必要とする法令関係図は、それぞれの法令等で定めるところによって作成するものとする。

【解説】

保安林解除、河川工作物新築、その他関係法令等に基づく許認可又は協議等を要するため作成する法令関係図は、これら法令等に示す様式、要領等による。

第7節 数量計算

7-1 一般

数量計算は、設計図等を基に、設計積算等に必要な所定工種等別の数量を計算するものとする。

【解説】

設計積算等に必要な工種、区分又は細分ごとの設計数量は、実測量及び本調査の資料、設計図等を基に計算し、それぞれの数量計算書を作成する。

1 計算方法

数量計算の順序、方法等の基本的な計算は、次の事項に留意する。

- (1) 数量の単位はSI 及びメートル法による。
- (2) 特に明示されたもの以外の計算単位は、集計単位以下1位以上とする。
- (3) 計算に用いる円周率、係数、乗数、弧度、三角関数又はこれらに準ずる数値は、単位以下3位止めとする。
- (4) 端数処理は、4捨5入とする。
- (5) 計算方法は、計算の精度及び難易度等に応じて、数式、図上測定及び実物測定の順序とする。
- (6) 面積の計算は、数式、座標法、三斜求積法又はプラニメータ測定による。
- (7) プラニメータ測定による場合は、3回測定の平均値とする。
- (8) 体積の計算は、両断面の平均数量に、断面間の距離を乗じて求める平均断面法とする。ただし、複雑な構造物にあつては、各種数学公式による。
- (9) 曲線部の土量計算に用いる断面間の修正距離は、次により求める。
 - ① 断面積の重心を決定し、測点との偏心距離を基に、次式により修正距離を求める。

$$L = \ell \left(\frac{R \pm d}{R} \right)$$

ここに L：修正距離(m)

ℓ ：設定した測点間の曲線長(m)

R：設定した測線の曲線半径(m)

d：測点から重心までの偏心距離(m)、ただし、断面積の重心が、
測点から曲線の内側の場合は(－)外側の場合(＋)とする。

- ② 断面の重心は、断面積をほぼ2等分する線上の位置にする場合と、さらに両断面積差の1/2を、大きい断面積側に偏心させて求める等の方法による。

2 集計単位

数量計算における集計単位は、「森林整備保全事業設計積算要領」の定めによる。

7-2 土量

土量の計算は、切土、盛土、残土等に区分し、適正な配分計算を行う。

【解説】

土量の計算は、関係設計図等を基に、切土、盛土、残土等に区分し、土量の変化、損失、控除等を考慮して、適正な土量の配分を行う。この場合、必要に応じて床掘、崩土、埋戻し土等も含める。

1 計算方法

土量計算は、土質区分、運搬方法又は運搬距離別に行う。ただし、盛土、残土等の土質区分は、積算、その他特に必要と認める場合のほかは行わない。

2 断面間の距離

土量計算に用いる断面間の距離は、直近測点間の距離とする。ただし、直近測点間において切土又は盛土が零断面となる場合は、両断面に比例按分する等の方法で求めた距離を用いることができる。

3 曲線部の土量計算

曲線部が次のような場合の土量計算は、修正距離とする。

- (1) 交角が90°以上かつ曲線半径が20m未満の箇所。
- (2) 曲線内の地山形状が局所的に大きく変化し、土量が著しく相違すると認められる箇所。

4 土量の変化

土量計算における土量の変化は、次により計算する。

- (1) 土量の変化率は、次表を標準とする。

土量の変化率

名称		L	C
岩 または 石	硬 岩	1.65～2.00	1.30～1.50
	中 硬 岩	1.50～1.70	1.20～1.40
	軟 岩	1.30～1.70	1.00～1.30
	塊 ・ 玉 石	1.10～1.20	0.95～1.05
礫 ま じ り 土	礫 質 土	1.10～1.20	0.85～1.05
	礫 質 土	1.10～1.20	0.85～1.00
	固 結 し た 礫 質 土	1.25～1.45	1.10～1.30
砂	砂	1.10～1.20	0.85～0.95
	岩 塊 ・ 玉 石 ま じ り 砂	1.15～1.20	0.90～1.00
普 通 土	砂 質 土	1.20～1.30	0.85～0.95
	岩 塊 ・ 玉 石 ま じ り 砂 質 土	1.40～1.45	0.90～1.00
粘 性 土 な ど	粘 性 土	1.20～1.45	0.85～0.95
	礫 ま じ り 粘 性 土	1.30～1.40	0.90～1.00
	岩 塊 ・ 玉 石 ま じ り 粘 性 土	1.40～1.45	0.90～1.00

$$\text{注 } L = \frac{\text{ほぐした土量 (m}^3\text{)}}{\text{地山の土量 (m}^3\text{)}} \quad C = \frac{\text{締固め後の土量 (m}^3\text{)}}{\text{地山の土量 (m}^3\text{)}}$$

(出典)道路土工要綱 日本道路協会 H21.6

- (2) 切土、床掘り土、運搬土等については、土量の変化を考えない地山土量とすることができる。
- (3) 盛土、埋め戻し土、残土等については、締固め後の土量の変化を計算する。
- (4) 土量の変化率の適用に当たっては、土石の種類ごとの混合比、締固めの程度等を考慮して、画一的な適用はさける。
- 5 土量の損失量

土量の損失量を求める場合の飛散率は10%以下とする。また、逸散率は横断地盤線の傾斜角が当該土質の内部摩擦角より急な場合は20%以下、緩い場合は10%以下とする。

ただし、保安林等の制限地にあつては、飛散率及び逸散率を合わせて10%以下とする。

6 土量の控除

土量計算においては、次の土量は控除しない。

- (1) 余盛の土量
- (2) 内径60cm以下の排水施設の土量
- (3) 1個の体積が3 m³以下の構造物等の土量

7 土量の配分

土量の配分は、次の順序によって行う。

- (1) 発生土量から盛土不適土及び土量の損失量を差引き修正する。
- (2) 土量の控除及び変化率を考慮した盛土、埋戻し土、その他の利用土を算定する。
- (3) 修正した発生土量と利用土から、土積図等によって利用土、残土、不足土等の種類別に、運搬方法又は運搬距離別の土量を求める。

7-3 伐開及び除根

伐開及び除根の数量は、その区域を確定し、それぞれの区分に応じて計算する。

【解説】

伐開及び除根の数量は、関係設計図によりその区域を確定して、伐開・除根調査に基づき、所定の伐開区分及び除根区分ごとに計算する。

1 伐開区域

伐開区域は、工事施工上支障となる次の伐開幅及び延長とする。ただし、伐開幅は「第5節 用地測量」の「5-1 一般」に定める用地幅とする。

- (1) 切土、盛土等にあつては、その全延長と用地幅による区域。
- (2) 構造物にあつては、床掘の最大外縁に1.0mを加えた長さの区域。ただし、アンカー等で部分的に点在する区域は除く。
- (3) 地下掘削のトンネル等にあつては、地表掘削部分を対象として、構造物又は切土、盛土等に準じた区域。
- (4) 橋梁にあつては、構造物の区域及び橋下等に架設施設等を設ける場合の区域。
- (5) 仮設物、諸設備、残土処理場等を設ける場合は、切土、盛土等に準じた区域。

2 除根区域

除根区域は、切土箇所にあつては伐開区域内、盛土箇所にあつては総幅員内で施工基面下 0.5m 以内（アスファルト舗装の場合は 1.0m 以内）であつて、締固めに支障が生じる範囲とする。

3 伐開数量

伐開数量は、伐開区域内の測点を基準とし、所定の伐開区分ごとの数量を計算する。

4 除根数量

除根数量は、伐開区域内の測点を基準とし、所定の除根区分ごとの面積を計算する。

7-4 側溝・横断溝

側溝・横断溝の数量は、設置を必要とする箇所及び区間を設定し、種類、断面を選定の上、それぞれの数量を計算するものとする。

【解説】

側溝の数量は、排水施設調査及び関係設計図を基に、「第 7 章 排水施設」に定める「第 2 節 側溝・横断溝」の「1 側溝」によって箇所、区間の設定、種類及びその断面を決定し、必要とするそれぞれの延長等を計算する。

横断溝の数量は、排水施設調査及び関係設計図を基に、「第 7 章 排水施設」に定める「第 2 節 側溝・横断溝」の「2 横断溝」によって箇所の設定を行い、横断溝の種類を決定し、必要とするそれぞれの延長等を計算する。

1 素掘り側溝

素掘り側溝にあつては、土質区分及び寸法別の測線延長とする。

2 素掘り以外の側溝

素掘り以外の側溝にあつては、種類及び断面別の実延長とするが、簡易な植生工等による側溝の場合は、土質区分及び寸法別の測線延長とすることができる。また、一定の単位長を持つコンクリート等の側溝にあつては、個数とすることができる。

L 形等の簡易な形状の場合は、側溝土量を切土に含め、その数量を示さないことができる。

3 横断溝

横断溝の数量は、種類及び構造別の個数又は実延長とする。

7-5 溝きょ

溝きょの数量は、区分ごとの設置箇所、種類及び断面別に計算するものとする。

【解説】

溝きょの数量は、排水施設調査及び関係設計図を基に、開きょ、暗きょ及び洗越工に区別し、設置箇所、種類又は断面別の延長等を計算する。また、地下排水工又はのり面排水工も、この数量計算に含めることができる。

1 本体工

溝きょ本体の数量は、区分ごとの測点、箇所番号、種類、寸法等別に、中心軸による延長又は体積等を計算する。

2 基礎工

基礎工及び床掘りの数量は、必要に応じて本体工の数量計算に含め、材料、品質、規格、寸法等別の数量及び土質区分、床掘り区分等別の床掘り数量を計算する。

3 集水工等

溝きょに関連する吞吐口工、集水ます工、流木除け工、土砂止め工、水叩工等の数量は、構造物図、標準図等によって計算する。なお、簡易な構造の場合は、本体工の数量計算に含めることができる。

7-6 路盤工

路盤工の数量は、路盤工調査に基づく路床土の強度特性等を基に路盤厚さを求め、各材料別に計算するものとする。

【解説】

路盤工の数量は、路盤工調査の路床土調査及び実績調査による路床土の強度特性又は実績値を基に、区間ごとの路盤厚を決定し、各層を構成する材料の種類、品質、規格等別の数量を計算する。

7-7 舗装工

舗装工の数量は、舗装工調査に基づく路床土の強度特性等を基に舗装厚を求め、上層路盤、下層路盤、表層及び基層に区分して各材料別に算出する。

【解説】

舗装工の数量は、舗装工調査に基づく土質試験、現位置試験又は現況調査を基に、区間ごとの舗装厚を決定し、路盤は各層を構成する材料の種類、品質、規格等別の数量を、表層及び基層は各層を構成する材料別の数量を計算する。

1 設計計算書

設計計算書は、路盤、表層及び基層の設計条件、路床土の強度特性値を基に、全体の厚さ、各層の厚さを計算する。

2 数量計算

路盤、表層及び基層の数量は、舗装延長、面積等を算定し、各層を構成する材料の種類、品質、規格等別の数量を計算する。なお、表層及び基層に関連して必要とする構造物は、構造物の数量計算等に準じて計算する。

7-8 のり面保護工

のり面保護工の数量は、設置箇所、工法等別に区分して計算するものとする。

【解説】

のり面保護工の数量は、のり面保護工調査及び関係設計図によって設定された箇所及び適用工法等別の数量を計算する。

1 工法別数量

工法別数量は、各適用工法別の材料、施工面積、体積、延長等を計算する。

2 面積の計算

面積は、両断面間の平均のり長にその間の距離を乗じて計算する。

ただし、のり頭が測線直角方向にない場合又は複雑なのり面等の場合は、展開図により計算することができる。

7-9 構造物

構造物の数量は、種類、形式、設置箇所、工法等別に区分して計算するものとする。

【解説】

構造物の数量は、構造物図又は関係設計図等に示す種類、形式、設置箇所、工法等別の使用材料、仮設材料、床掘り土、埋戻し土等を計算する。

1 材料計算

(1) 材料計算は、各材料別の品質、規格、形状、寸法等の積算区分に応じた完成数量を明示する。

(2) 材料計算に当たって、コンクリート構造物の次の部分の体積は、控除しない。

- ① 面取り水切り及び排水孔
- ② 擁壁等の伸縮継目の間隔
- ③ 鉄筋コンクリート等の鉄筋体積
- ④ 支承部のアンカーバーの穴の体積
- ⑤ 頭部が開放されたコンクリート柱の杭頭
- ⑥ 内径30cm未満の溝きょ類
- ⑦ その他体積が全体数量から見て僅少と認められるもの

(3) 曲線部の距離は実延長とし、修正距離によることができる。

2 床掘り

床掘り数量は、土質区分及び床掘り区分等別に、平均断面法により計算する。また、必要に応じて埋戻し土量を計算する。

7-10 その他

その他調査に基づく施設等の数量は、関係設計図及び調査資料を基に、各工種、工法等別に計算するものとする。

【解説】

その他調査に基づく数量計算は、関係する平面図、縦断面図、横断面図、構造物図、標準図及び調査資料による現地諸条件を基に、各工種、工法等別に計算する。

第8節 調査報告書

調査報告書は、調査路線における各種の調査、測量及び設計の概要並びに工事施工上特に必要と認められる現地諸条件について明示することを目的とする。

【解説】

調査報告書は、設計図書等に明示されていない各種調査、測量及び設計の概要並びに工事施工に当たって、特に必要と

認められる設計、積算、施工等に関する現地諸条件を主体に、簡潔に明示する。

1 各種調査

各種調査は、予備調査、図上測設及び予備測量の概要と主な検討事項について明らかにする。

2 実測量及び本調査

実測量及び本調査は、実施した測量、本調査の種類、間接測量の区間、測量方法及び工事施工等に当たって留意すべき事項を明らかにする。なお、用地測量を実施した場合は、その概要のほか土地所有者の意見等を明らかにする。

3 設計図書

設計図書は、作成した設計図、数量計算書、設計計算書等の種類を明らかにする。

4 現地諸条件

現地諸条件は、次に示す選定条件、設置条件等について明らかにする。

- (1) 路線選定条件及び施工基面選定条件
- (2) 側溝・横断溝の設置条件及び種類の選定
- (3) 溝きょの設置条件、位置選定条件、集水工及び流末工の位置選定条件
- (4) 洗越工の位置選定条件
- (5) 残土処理場の設置箇所の選定
- (6) のり面保護工の設置条件及び適用区分
- (7) 防護柵の設置箇所及び形式の選定
- (8) 擁壁の設置条件及び形式の選定
- (9) 基礎工の選定
- (10) 橋梁の設置箇所の選定、位置の選定、橋種の選定、橋長の選定、支間長の選定及び橋下空間の選定
- (11) トンネルの設置箇所の選定
- (12) 舗装の種類、各層の厚さ、主要工法等
- (13) 林業作業用施設の設置条件及び位置選定条件
- (14) 施工に必要な仮設工の設置箇所、設置条件及び形式の選定並びに現場内小運搬の必要性

第9節 積算書

積算書は、調査・測量・設計による数量を基に、現地の実状を踏まえた工事の施工順序を組み立て、事業費又は工事費の構成を基に、所定の作成要領によって作成する。

【解説】

積算書の作成に当たっては、調査・測量・設計によって得られた目的物、仮設工等の設計図、数量等を基に、現地条件に合致した施工機械を選定し、施工順序を組み立て、適切な歩掛を適用して事業費又は工事費を算出する。

1 積算書の構成

積算書は、事業費又は工事費の構成にしたがい、各工種、名称、種別、細別等に区分し、それぞれの数量、単価及び金額を明示する。

2 適用

積算書、事業費、工事費等の構成及び歩掛等について別に定める「森林整備保全事業設計積算要領」等による。

第4章 土工

第1節 通則

1-1 一般

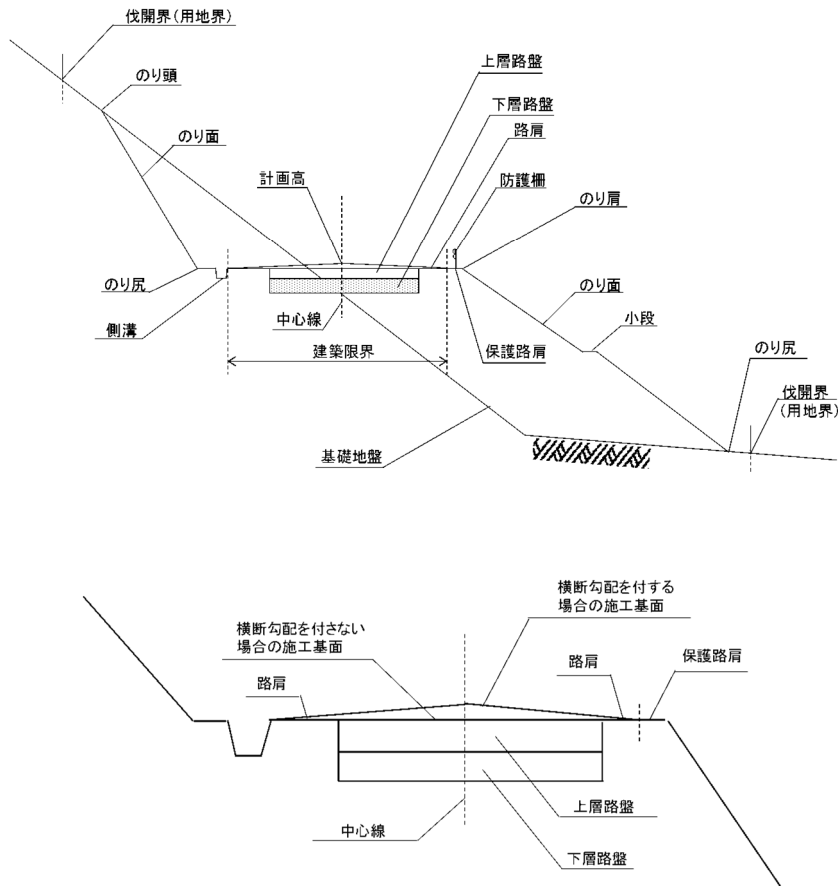
土工は、切土、盛土、路盤工等の各土構造物とこれに関連する土工機械を対象とする。

【解説】

土工は、現地の地形、地質、土質、気象、環境等の諸条件に適合した工種、工法を選定し、安定かつ経済的な構造とする。

1 土構造物の構造

土構造物における横断面図各部の主な構造は、次図による。



2 保全対策

現場環境等の保全上、必要に応じて次の対策を講じる。

- (1) 伐開界隣縁の立木等損傷防止工
- (2) 水利用上の水質汚濁防止の沈澱池等
- (3) 転石の落下又は爆破による飛散等防止の防護柵等
- (4) 逸散防止の編柵等

3 安定処理

安定処理は、路盤及び路床並びに構造物の基礎地盤の支持力の改善を図るために、人為的に地盤を改善し、支持力を増加させ、沈下を抑えることにより、安定化させることを目的とし、その方法は、土の密度の増大、固結、良質土への置き換えに大別される。

安定処理に当たって、セメント、セメント系固化材等の安定材を用いる場合には、条件により六価クロム等の有害物質やアルカリ水などが溶出するおそれがあるため、現地の土砂と使用予定の固化材による溶出試験を実施し、土壤環境基準などの規定値を満たさない場合には、必要な措置や他の方法による安定処理を検討する。

(参考)

セメント等による安定処理に関する主な通知

「セメント及びセメント系固化材の地盤改良への使用及び改良土の再利用に関する当面の措置について」（平成12年4月

(参考)

関連する主な諸基準等

1	道路土工要綱	日本道路協会
2	道路土工－盛土工指針	〃
3	〃－切土工・斜面安定工指針	〃
4	〃－軟弱地盤対策工指針	〃

注) 最新版を参考とする。

1－2 伐開及び除根

- 1 伐開及び除根は、施工の支障となる植生を適切に除去する。
- 2 伐開及び除根に伴い生ずる根株等については、林地への自然還元、建設資材としての利用等に努める。

【解説】

伐開及び除根は、伐開区域内の工事に支障となる立木、笹、雑草、倒木、根株等をあらかじめ除去することをいう。

- 1 伐開は、基礎地盤付近で植生を除去することとし、盛土区域内の立木については、地山の段切等盛土基礎部の造成に必要な範囲について実施する。

除根は、切土のり頭及び盛土のり尻が不安定にならないよう留意し、切土箇所にあつては伐開区域内、盛土箇所にあつては総幅員内で施工基面下 0.5m 以内（アスファルト舗装等の場合は 1.0m 以内）であつて、締固めに支障が生じる範囲内の根株について実施する。

- 2 根株等を自然還元させる場合は、渓流域の洪水流等による流出や急傾斜地等で転動することがないように適切に処理する。

また、建設資材として利用する場合は、林道の路体以外の構造上支障のない箇所において暗きょ資材、盛土のり尻の侵食防止等に用いる。

なお、根株等をチップにして緑化基盤材に用いる場合は、「第 5 章 のり面保護工 第 2 節 植生工によるのり面保護工 2－6 肥料（参考）現地発生材を活用したのり面保護工」による。

(参考)

根株等の取扱に関する主な通知

「森林内における建設工事等に伴い生じる根株、伐採木及び末木枝条の取扱いについて」（平成 11 年 11 月 16 日付 11-16 林野庁 7 課長連名通知）

第 2 節 切土

2－1 一般

切土工は、切土のり面及び路面の自立安定を図り、路体を構築することを目的とする。

【解説】

- 1 切土工は、すべり破壊、表層破壊及び侵食に対する安定性を有すること。
- 2 土取場の設定については、宅地造成及び特定盛土等規制法（昭和 36 年法律第 191 号）第 13 条及び第 31 条に規定する技術的基準（同法施行令及び同法施行規則の関係条項を含む）、同法施行令第 20 条に規定する都道府県等の規則、盛土規制法の関連通知並びに盛土等防災マニュアル（令和 5 年 5 月 26 日）による。

2－2 切土の安定

切土に当たっては、現地における地質条件、土質条件等を判断し、適切な工法を選定して、切土の安定を図る。

【解説】

自然斜面等の土砂又は岩石の切取、床掘及び土取等の切土に当たっては、地山の地形、地質、地質構造、気象等の自然条件を適切に判断し、これに適応した工法を選定して切土の安定を図る。

- 1 地質条件による安定性

地山内部の地質及び地質構造による安定性は、自然斜面の傾斜とその形態によって、次のような傾向がある。

- (1) 地形が急峻な箇所の基岩は、堅硬で安定性が高い場合が多い。
- (2) 形状が直線的な谷、鞍部、滝等の地形は、地質が脆弱で不安定な場合が多い。
- (3) 傾斜が急変する傾斜変換線（遷急線又は遷緩線）の付近は、その上下斜面で地質構造が急変している場合が多い。

- (4) 尾根を挟んだ両側の斜面の地質構造は、傾斜が急な斜面側が受け盤、傾斜が緩い斜面側が流れ盤となっていて、流れ盤では地すべり地形や崩壊地となりやすい。
- (5) 凹地形が馬蹄形で、その頭部が急斜面を形成し、急傾斜と緩傾斜の斜面が交互に出現する地形は、地すべり地形である場合が多い。
- 2 軟弱地盤
含水量の多い粘土等の細粒土、有機質土等で構成される軟弱地盤は、切土しない。
- 3 切土高
切土高は、地質及び土質条件に合致した切土のり勾配で安定を図り、土工量の抑制、森林へのアクセスや森林作業道の取付け、環境保全への配慮等から、可能な限り低くする。
- 4 安定計算
切土の安定計算は行わない。ただし、特異な地形・地質の箇所又は安定対策工を必要とする場合は、盛土に準じた方法で安定計算を行い、検討資料とすることができる。

(参考)

崩壊後の復旧対策工の設計に必要な場合は、崩壊面をすべり面として、次により安定計算を行うことができる。

- 1 崩壊のり面のすべり面を調査し、これを類似した円弧すべり面におきかえて、その半径を計算する。
- 2 盛土の安定計算式を適用し、その安全率(F_s)を1.0とし、粘着力(c)を次表によって求め、内部摩擦角(ϕ)を決定する。また、 ϕ の値は「第8章 擁壁」の「2-1 設計条件」の「1 現地条件」に定める背面土の種類に準じて求めることができる。

すべり面の最大垂直厚(m)	5	10	15	20	25
粘着力 (kN/ m ²)	5	10	15	20	25

(出典)道路土工切土工・斜面安定工指針(H21版) 日本道路協会

- 3 必要に応じ、すべり面付近の土質試験値等を参考とし、粘着力、内部摩擦角等の土質強度定数を選定する。
- 4 対策工は、土質強度定数を基に計画安全率となるよう設計する。
なお、計画安全率は、交通状態、周辺環境、地域の重要性等に応じて決定する。
- 5 現地の崩壊面に対し、円弧すべり面が著しく不適当な場合は、直線すべり面又は複合すべり面等の計算法による。

【解説】

- 5 切土箇所の安定対策
地質構造等が不安定な箇所において切土を行う必要がある場合には、切土箇所の安定性を確保するため、次のような対策を講じる。
- (1) 地質構造が流れ盤である箇所の切土は、流れ盤の傾斜に沿った切土勾配とする、又は擁壁工、ロックボルト、アンカー工を設置する。
なお、擁壁工等を計画する場合は、地層界におけるすべり等の流れ盤の影響による構造物の破壊や施工中の崩落に十分留意する。
- (2) 地質が強風化層である箇所の切土は、切土勾配を緩くする、又はのり尻付近に適切な基礎を設け擁壁等を設置する、若しくは良質な地層を定着部とするアンカー工を設ける。
なお、強風化層と弱風化層又は基岩の境界において地すべりの兆候がある場合は、アンカー工等の抑止工、地下水排水工等の抑制工を設ける。
- (3) 地質がシラスである箇所の切土は、切土勾配を急勾配とする、又はのり頭排水工を設ける、若しくはのり面保護工を設ける。
- (4) 地質が泥岩、蛇紋岩等の風化しやすい岩石である箇所の切土は、切土勾配を緩くする、又はモルタル吹付等ののり面保護工を設ける。
- (5) 節理の発達した岩石である箇所の切土は、節理の状況に応じて、モルタル吹付工やロープネット工等ののり面保護工、落石防護網工等を設ける。
- (6) 湧水や地下水の染み出しの多い箇所での切土は、地下水排水工若しくはのり面排水工又はのり尻に透水性の擁壁工を設ける。
- (7) 積雪寒冷地での切土は、地質、地質構造、土質、地下水の湧出状況等を踏まえるとともに、融雪水の流入又は凍結融解作用等を考慮してのり頭排水工及び侵食や凍結融解によるのり面崩壊等を防止するのり面保護工を設ける。
また、積雪の匍行により、切土のり面の侵食や植生工によるのり面保護工が損傷するおそれがあるため、工種の選定

に当たっては十分留意する。

- (8) 地すべり地形や崩落のおそれのある斜面の末端部での切土は、行わない。このような箇所を通過する必要がある場合は、盛土施工となるよう留意する。

2-3 切土のり面の構造

切土のり面の構造は、安定性、施工性、経済性、維持管理等に適したものでなければならない。

【解説】

切土のり面は、切土箇所の地質、土砂や岩石の性状、気象条件等に適合した安定したものであるほか、工事の施工性、経済性、造成後の維持管理等に適した構造とする。

1 のり面勾配

- (1) 切土のり面勾配は、普通の土砂にあつては1 : 0.8、緊結度の高い土砂にあつては1 : 0.6、風化しにくい岩石にあつては1 : 0.3を目安とし、地質及び地質構造、現地の自然条件、のり面保護工や擁壁工の要否、施工性、近隣の林道における切土のり面の維持状況、災害による被災状況及び災害復旧に用いられた工種・工法等の既往の実績を参考に、最も適切な勾配を検討する。
- (2) 1断面におけるのり面勾配は、可能な限り単一の勾配とするが、のり面を構成する土質が複数の場合は、土質区分の比重に応じて3区分以下となるように統合する。
- (3) 下部が岩石で上部が層厚1m程度以内の土砂層で構成されるのり面においては、安定性に支障がない場合に限り、土砂層の切土勾配は岩石と同じ勾配とすることができる。

2 のり尻の余幅

切土のり尻には、原則として余幅は設けない。ただし、L型、U型等の側溝を設置する場合には、据え付けに必要な余幅を設けることができる。

3 小段

- (1) 切土のり面には、原則として小段を設けない。
- ただし、次のような場合には、小段の設置を検討する。
- ① 高さが10mを超える土砂の切土のり面であつて、のり面が崩落するおそれのある場合
 - ② 落石対策工等の基礎を設ける必要がある場合
- (2) 小段の幅は、上記(1)①の場合は0.5m程度とする。また、上記(1)②の場合は、設置する施設の基礎に応じた幅とするが、1.0m程度までを目安とする。
- 小段の設置高は、上記(1)①の場合は5～10m程度ごとを目安とし、上記(1)②の場合は設置する施設の配置や規模に応じるものとする。
- (3) 小段は、できるだけ水平に設定することとし、小段上に雨水等が滞留しないよう、横断方向に5～10%程度の勾配を設けることとする。
- 地質構造その他の理由により小段を水平に設定できない場合、小段を水平に設定するより土工量を縮小できる場合、切土のり面の安定性が優位な場合は、小段に路線の縦断勾配以下で可能な限り緩勾配の縦断勾配を設定することとし、小段上における雨水等の流量等に応じて縦排水工による排水対策を行う。
- (4) 小段によりのり面が侵食又は崩壊のおそれのある場合は、小段排水工等を設ける。

2-4 切土の活用

切土によって発生した土石は、現地において、盛土、裏込め工その他の材料として活用する。

【解説】

切土により発生した土石は、土砂や岩石の性状等に応じ、路体や林業作業用施設を構築するための盛土、各種構造物の埋戻し等の材料に用いるほか、次のような方法で活用する。

- 1 岩石は、路盤工、詰石、基礎工、裏込め工、石張りののり面保護工等の材料とする。
- 2 良質の土石は、溝きょ類の被覆工や裏込め工、擁壁や橋台の背面土、枠組擁壁の中詰め等の材料とする。
- 3 壤土、粘性土等は、土羽工、止水工等の材料とする。

第3節 盛土

3-1 一般

盛土工は、盛土のり面、路床等の自立を図り、路面からの交通荷重を支持して基礎地盤に伝達させる安全な路体等を構築することを目的とする。

【解説】

盛土工は、盛土重量、交通荷重等に対して、必要な支持力、安定を有すること。

3-2 盛土の安定

盛土に当たっては、盛土工の目的を達成するため、適切な盛土材料及び工法を選定し、安定した盛土構造を得なければならない。

【解説】

盛土は、路面からの交通荷重を支持して基礎地盤に伝達する安全な路体等を構築するよう、交通荷重、基礎地盤その他自然条件等を適切に把握するとともに、盛土に適した材料及び工法を選定して安定した構造とする。

1 盛土高

盛土高は、基礎地盤の傾斜、地質、土質等の条件に適合し、盛土に適した材料により、盛土の安定、土工の抑制、森林へのアクセス、森林作業道の取付け、環境保全への配慮等から、可能な限り低くする。

2 基礎地盤

- (1) 盛土の基礎地盤は、盛土荷重、交通荷重等に対して必要な許容支持力を有すること。
- (2) 基礎地盤に湧水、流入水等がある場合は、地下排水施設や盛土区域内に流入させないための地表排水施設等を設ける。
- (3) 基礎地盤に植物の根系や腐植土壌がある場合にはこれを除去するとともに、基礎地盤が傾斜地である場合には盛土各層の設置状況に応じて段切り等により盛土基礎部を造成して盛土構造を安定させる。
- (4) 地すべり地や崩壊地、崖錐地形の頭部では盛土を行わないこととするが、これらの箇所では盛土を行う必要がある場合には、地すべり等の条件に応じた対策を講じる。
- (5) 軟弱地盤を基礎とする場合は、次の工法や地下排水施設との併用による対策を検討する。
 - ① 基礎地盤から横断勾配を付さない場合の施工基面までの盛土厚を 3 m 以下とする。
 - ② 火山灰等の軽量の盛土材料を使用する。
 - ③ 軟弱地盤の厚さ、地下水位や湧水等の基礎地盤の条件に応じ、置換工法、緩速載荷工法、サンドマット工法等を用いる。
 - ④ 発泡スチロール(EPS)ブロックのほか、発泡スチロールのビーズ、気泡モルタル等を混練した軽量盛土を用いる。

【参考】

軟弱地盤における施工法又は地下排水施設による対策では不十分な場合は、次のような軟弱地盤対策工による。

軟弱地盤対策工の種類と効果

工		法					工法の主な効果	
表層処理工法		表サ敷添	層ン設加	排マ材材	水ッ工工	工ト工工	法法法法	せん断変形の抑制
置換工法		掘強	削制	置置	換換	工工	法法	すべり抵抗の付与
押え盛土工法		押緩	え斜	盛面	土工	工工	法法	すべり抵抗の付与
盛土補強工法		盛	土	補	強	工	法	すべり抵抗の付与
荷重軽減工法		軽	量	盛	土	工	法	全沈下量の減少 強度低下の抑制
軟弱粘土層の圧密排水	緩速載荷工法	漸段	増階	載載	荷荷	工工	法法	強度低下の抑制
	載荷重工法	盛大地	土気	荷圧	重載	荷工	法法	圧密沈下の促進
	バーチカルドレーン工法	サカード	ンドボード	ドレーン	工法	工法	法法	圧密沈下の促進
	サンドコンパクションパイル工法	サパ	ンドイ	コンパイル	クション	工法	法法	全沈下量の減少 すべり抵抗の付与 液状化の防止
層緩い砂質土の締固め	振動締固め工法		バイプロフローテーション工法					液状化の防止
固結工法		石電薬	灰気液	バ浸注	イ透入	ル工工	法法法	全沈下量の減少 すべり抵抗の付与
構造物による工法		矢打ス	板設ラ	杭ブ	工工	工工	法法法	全沈下量の減少 せん断変形の抑制 すべり抵抗の付与 強度低下の抑制

(出典)道路土工 軟弱地盤対策工指針 日本道路協会 S61.11

【解説】

3 盛土材料

(1) 盛土には、原則として礫交じり土、砂質土、破碎岩、破碎岩交じり土等の良質な材料を使用し、次のような盛土不適土は使用しない。

① ベントナイト、酸性白土、植物の根系を含む土、腐植土、珪藻土等の吸水性が高い土、火山灰性粘性土等の圧縮性が高い土

② 凍土、氷雪等の土の含水状態を害するおそれのある土等

(2) 盛土不適土やこれに準ずる不良土を盛土材料に使用する必要がある場合には、良質な盛土材料との混合又は「1－1一般」の「3安定処理」に示すセメント、石灰等による安定処理を行う。

(3) 盛土高を高くする、又は盛土のり面勾配を急勾配とする必要がある場合は、特に良質な盛土材料を使用する。

(4) 盛土に高含水比粘性土等の材料を使用する場合は、水平排水層を設ける、又は排水ブランケット等を用いることにより、排水性を高める。

4 特殊盛土

盛土の構造等が、次のように特殊な場合は、既往の実態、安定計算等の資料を基に検討し、必要に応じて排水施設、擁壁、のり面保護工等の対策を講じる。

(1) 急なりのり面勾配の盛土

(2) 流水、湧水、浸透水等の影響を受ける盛土

(3) 不安定な基盤地盤上の盛土

(4) 基礎地盤になじまない長い薄層の盛土

(5) 盛土が崩壊した場合の影響範囲内に人家、学校、道路等がある盛土

(6) 土圧軽減法による盛土（発泡スチロール(EPS)ブロックや発泡スチロールのビーズ又は気泡モルタル等を混練した軽量盛土)

5 安定計算

(1) 盛土の設計に当たっては、安定計算により盛土の安定性を照査することを原則とする。

ただし、特殊盛土に該当しないものであって、既往の実績、経験等や、近隣又は類似の土質条件の施工実績、災害事例等から、安定性が確保できると考えられる仕様が盛土を構築する場合においては、安定計算を行わないことができる。

(参考)

盛土材料及び盛土高に対する標準のり面勾配

盛土材料	盛土高	勾配	摘要
粒度の良い砂(s)、礫及び 細粒分混じり礫(G)	5m以下	1 : 1.5 ~ 1 : 1.8	基礎地盤の支持力が十分にあり、浸水の影響がなく、締固め管理基準値を満足する盛土に適用する。 ()の統一分類は代表的なものを参考にしたものである。 標準のり面勾配の範囲外の場合は安定計算を行う。
粒度の悪い砂(GS)	5~15m	1 : 1.8 ~ 1 : 2.0	
岩塊(ずりを含む)	10m以下	1 : 1.8 ~ 1 : 2.0	
	10~20m	1 : 1.5 ~ 1 : 1.8	
	10~20m	1 : 1.8 ~ 1 : 2.0	
砂質土(SF)、硬い粘質土、硬い粘土(洪積層の硬い粘質土、粘土、関東ローム等)	5m以下	1 : 1.5 ~ 1 : 1.8	
	5~10m	1 : 1.8 ~ 1 : 2.0	
火山灰質粘性土(V)	5m以下	1 : 1.8 ~ 1 : 2.0	

注：盛土高は、のり肩とのり尻の高低差をいう。

(出典)道路土工－盛土工指針 日本道路協会 H22.4

【解説】

(2) 複数ののり面勾配を用いる場合は、のり面勾配別及び全体について安定計算を行う。

(3) 盛土に擁壁等の構造物を設ける場合は、構造物を含めた盛土の安定計算を行う。

(4) 安定計算は、すべり面上の土塊を地表の変化点とともに6～8個程度に分割して、最も安全率の小さいすべり面について行う。

(5) 過剰な間隙水圧のない盛土の安定計算は、全応力法による。

(参考)

過剰な間隙水圧のない盛土の安定計算式

$$F_s = \frac{R \sum S \cdot \ell}{\sum W \cdot x} = \frac{\sum (C \cdot \ell + W \cdot \cos \theta \cdot \tan \phi)}{\sum W \cdot \sin \theta}$$

ここに F_s : 安全率

R : 円弧の半径(m)

W : 分割片の重量(kN/m)

ℓ : 各分割片がすべり面を切る弧長(m)

S : 土のせん断強さ(kN/m²)

$$= C + \sigma \cdot \tan \phi$$

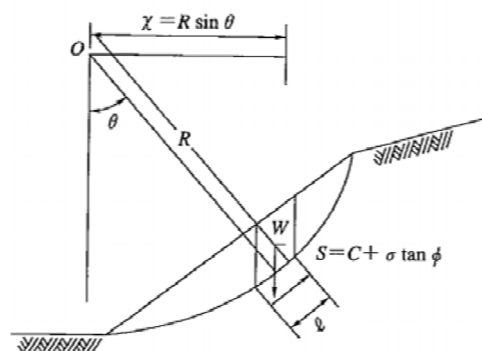
ここに C : 土の粘性土(kN/m²)

σ : すべり面土の垂応力(kN/m²)

ϕ : 土の内部摩擦角(度)

x : 円弧の中心と分割片の間の水平距離(m)

θ : 分割片とすべり面の傾斜角(度)



【解説】

(6) 次のような盛土の安定計算は、間隙水圧を考慮した有効応力法による。

① 高含水比粘性土等による施工中の盛土

② 湧水又は浸透水等の避けられない盛土

③ 流水又は貯水に接する盛土

(参考)

有効応力法による安定計算は次式による。

$$F_s = \frac{R \sum S \cdot \ell}{\sum W \cdot x} = \frac{\sum \{ C' \cdot \ell + (W \cdot \cos \theta - u \cdot \ell) \tan \phi' \}}{\sum W \cdot \sin \theta}$$

ここに S : 土のせん断面強さ (kN/m²)

$$= C' + \sigma' \cdot \tan \phi'$$

ここに C' : 有効応力にもとづく土の粘性土 (kN/m²)

$$\sigma' : \text{すべり面上の垂直方向の有効応力 (kN/m}^2\text{)} = \sigma - u$$

ϕ' : 有効応力に基づく土の内部摩擦角 (度)

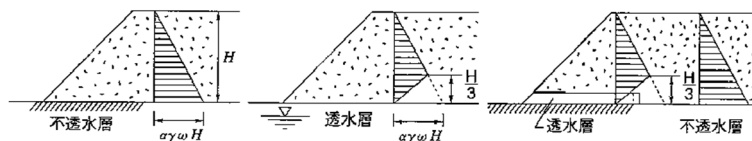
u : すべり面に作用する間隙水圧 (kN/m²)

F_s、R、W、 ℓ 、x、 ϕ 、 σ : 解説5の(5)の参考の計算式の記号に同じ

(参考)

間隙水圧は、間隙水圧計等による実測が望ましいが、次により求めることができる。

1 地下水位又は浸潤面が明らかでない場合は、次図により計算する。



注 γ_w : 水の単位体積重量 (kN/m³)

α : 高含水比粘性土1.0 普通土0.5

また、すべり面上の土の重量に対し、シルト又は粘土は60～80%、粘性土は50%を間隙水圧とすることができる。

2 地下水位又は浸潤面が明らかな場合は、図解法によって求めた流線及び等ポテンシャル線からなる圧力水頭曲線と、すべり面に囲まれた部分によって、すべり面上全体の間隙水圧を算定する。

なお、地下水位又は浸潤面は、実測によって求めることが望ましいが、次の経験値を参考として判断することができる。

- (1) すべり面の深さが4 m以下の場合は2 m以下、20 m以下の場合は5 m以下
- (2) 地すべり面深さに対し、岩盤地すべりの場合は70%、風化岩地すべりの場合は50%、崩積土地すべりの場合は30%又は粘質土地すべりの場合は10%

【解説】

- (7) 最小安全率のすべり面上に交通荷重、構造物等を載荷する場合は、その重要度に応じ、これらを過載荷重として計算することができる。
- (8) 安定計算によって求めた盛土の安全率は、1.2以上を標準とする。
- (9) 特に滑りやすい平面が存在するときは、その態様に応じてすべり面又は複合すべり面等の計算方法による。

3-3 盛土の構造

盛土の構造は、安定性、施工性、経済性、維持管理等に適したものでなければならない。

【解説】

盛土は、路面からの交通荷重を支持して基礎地盤に伝達させる安全な路体等を構築するとともに、工事の施工性、経済性、構築後の維持管理に適した構造とする。

1 のり面勾配

- (1) のり面勾配は、交通荷重、基礎地盤、盛土材料、気象条件、のり面保護工の有無、種類等の条件に基づく安定計算結果、隣接物件の有無、近隣の盛土のり面勾配の実態等によって決定する。
- (2) 路体を構成する盛土であって、森林法等法令による特段の規定がなく、かつ、交通荷重、基礎地盤、盛土材料等の条件から安全性に問題がないと特別に安定計算を行う必要がないと判断される場合には、次によることができる。
 - ① 1 : 1.5 を標準とする。
 - ② のり尻付近における基礎地盤の傾斜がおおむね次の値より急な場合であって、盛土高が安定性が保たれる高さ以下の場合に限り、1 : 1.2 とすることができる。ただし、必要に応じてのり面保護工等を設ける。

盛 土 材 料	礫交じり土	その他土
基礎地盤の傾斜(割)	3.0	2.0

- (3) 地形その他の条件から、のり面勾配を1 : 1.2より急勾配にする必要がある場合は、のり面保護工や土留工等の構造物の設置を含めて盛土の安定性を保つこととする。
- (4) 1断面におけるのり面勾配は、可能な限り単一の勾配とするが、複数ののり面勾配を用いる場合は、のり尻側を緩勾配とし、のり面勾配別及び全体について安定性を保つこととする。

2 小段

- (1) 盛土高が5mを超える場合は、盛土厚が1.0m程度以下の薄層の盛土である場合を除き、盛土高5m程度ごとに小段を設けることを標準とする。その際、次のような状態が生じないよう留意する。

- ① 小段への雨水等の滞留
- ② 雨水等の盛土内への浸透

- (2) 小段はできるだけ水平に設置し、小段上に雨水等が滞留しないよう、横断方向に5～10%程度の勾配を付して幅0.5～1.0m程度で設けることとする。

地形その他の理由により小段を水平に設置できない場合、小段を水平に設定するより土工量を縮小できる場合、盛土の安定性が優位な場合は、小段に路線の縦断勾配以下で可能な限り緩勾配の縦断勾配を設定することとし、小段上における雨水等の流量等に応じて縦排水工による排水対策を行う。

3 のり面の保護

- (1) 盛土のり面を早期に緑化する必要がある場合には、植生工等によるのり面保護を行う。
- (2) 盛土材料が破碎岩等で植生の導入が困難な場合には、良質な土砂により厚さ0.3m程度の土羽を設ける、又は植生シート等の二次製品を用いる。

3-4 盛土の締固め

盛土の施工に当たっては、盛土構造の品質を確実なものにするため、基礎地盤、使用する材料等の条件並びに施工箇所の作業条件に適した機械及び方法により、適切に締固めを行わなければならない。

(参考)

締固め規定には大別して品質規定方式と工法規定方式の2方式がある。

1 品質規定方式

盛土に必要な品質を満足するように施工部位・材料に応じて管理項目・基準値・頻度等の品質の規定を仕様書に明示し、締固めの方法については原則として施工者に委ねる方式であり、検査の対象となるのは盛土の品質の規定に対する可否である。ただし実務上では、水平薄層締固め等の施工状態の制御に係わる事項と品質を組み合わせる仕様書に定められていることが多く、この方法は工法推奨・品質規定方式とも呼ばれる。

施工者は、施工の過程において常に品質管理を行い、監督職員に報告した上で、締固め工法を調整していかなければならない。また、請負契約の性格上最も合理的な方式と目され、内外の多くの機関においてこの方式が採用されている。

盛土の品質を規定する方式には以下のものがあるが、これらの基準値は設計で盛土に要求する性能に対応した力学特性（せん断強さ、変形係数等）を確保するように設定するのが原則である。

- (1) 基準試験の最大乾燥密度、最適含水比を利用する方法
- (2) 空気間隙率または飽和度を規定する方法
- (3) 締め固めた土の強度、変形特性を規定する方法

2 工法規定方式

使用する締固め機械の機種、まき出し厚、締固め回数等の工法そのものを仕様書に規定する方式である。工法規定方式では事前に現場での試験施工において、設計で設定した盛土の所要力学特性を確保するための品質基準（例えば、締固め度、空気間隙率あるいは飽和度の各規定値）を満足する施工仕様（転圧機種、転圧回数、敷均し厚等）を求めておくことが原則である。

(出典)道路土工－盛土工指針 日本道路協会 H22.4

第4節 残土

4-1 残土の処理

- 1 切土等によって発生した土量のうち残土となった土石は、当該土石の量及び性状、環境等の諸条件に適応した安全な箇所において、安定かつ機能的に処理しなければならない。
- 2 残土の処理は、路線内において小規模に分散させて行うことを基本とする。

【解説】

- 1 切土、床掘等によって発生した土砂や岩石は、できる限り盛土や埋戻し土等として活用するが、残土が生じた場合に

は残土処理場を設けて安定かつ機能的に処理する。

なお、路線内において残土処理が行えず、路線外の既定の残土処理場を利用する場合や他事業との調整により他事業の盛土材等として活用する場合は、当該残土処理場や他事業の現地における処理方法による。

2 残土処理場の設定については、宅地造成及び特定盛土等規制法（昭和 36 年法律第 191 号）第 13 条及び第 31 条に規定する技術的基準（同法施行令及び同法施行規則の関係条項を含む）、同法施行令第 20 条に規定する都道府県等の規則、盛土規制法の関連通知並びに盛土等防災マニュアル（令和 5 年 5 月 26 日）による。

3 1 か所当たりの残土処理量は、流出して下流に被害を与えないよう分散して行う。

4－2 残土処理場の構造

残土処理場の構造は、残土が安定した形状で維持できる構造とする。

【解説】

残土処理場は、処理する残土が流出や崩壊等を生じない安定した形状で維持できる構造とし、4－1 残土の処理の【解説】2 号による。

第5節 路盤工

5－1 一般

路盤工は、林道の交通荷重を支持して安全に路床に伝達させ、車両の円滑かつ安全な通行を確保することを目的として設置する。

【解説】

路盤工は、交通荷重を分散させて安全に路床に伝達させる重要な役割を果たす部分であり、十分な支持力を有し、耐久性に富む材料を必要な厚さに十分締め固めたものでなければならない。

路盤工を設置する範囲及び位置は次のとおりとし、路盤工の材料及び厚さは路盤工調査による路床の強度特性等に適したものを選定する。

1 路盤工の区分

路盤工は、上層路盤と下層路盤に区分し、路盤厚が 20cm 以下の場合は上層路盤のみとし、20cm を超える場合は 10cm を上層路盤、残余を下層路盤とする。

2 路盤工の範囲

路盤工を設置する範囲は、車道、待避所及び車廻し、林業作業用施設において、交通荷重のかかる部分とする。

3 路盤工の設置位置

路盤工（上層路盤、下層路盤）は、施工基面以下に設置する。

5－2 材料

路盤工の材料は、設置目的に応じた指定最大粒径以下の礫等の石材を原則とし、材質、粒度分布等の良好なものなければならない。

【解説】

路盤工の材料は、風化、交通荷重等によって破壊されない耐久性に富み、転圧に耐える強度、路盤厚より小さい粒径で、粒度分布が良好な締固めに適した良質な礫等の石材を選定する。

なお、路盤工の材料に再生資材を使用する場合には、前記のほか車輪の損傷や周辺環境に大きな影響を与えない材料を選定する。

1 下層路盤の材料

下層路盤に使用する材料は、切土等で発生した岩砕、礫、砂等の活用を図るものとするが、適材が得られない場合は、再生クラッシュラン、切込み砂利等とし、最大粒径は、15 cm 程度を標準とする。

2 上層路盤の材料

上層路盤に使用する材料は、クラッシュラン、切込み砂利等を使用し、その最大粒径は 8 cm 以下を標準とするが、クラッシュランにあっては 4 cm とする。

なお、上層路盤に再生クラッシュランを用いる場合は、セメント分や混入鉄筋等の多寡について、切り込み砂利等を用いる場合は、材料の鋭鈍を十分確認する。

3 路盤工の安定処理

路盤工材料について、クラッシュラン等の良質な材料を用いることができない場合は、セメント又は石灰による安定処理を行うことができる。

セメント又は石灰安定処理を行う場合は、「第 4 章 土工 第 1 節 通則 1－1 一般」の解説 3 の安定処理によ

る。

【参考】

- 1 セメント安定処理工は、山砂等のシルト質又は細砂の多い砂に2.5～4%のセメントを添加混合するものとし、路盤厚は12～20cmを標準とする。
- 2 石灰安定処理工は、砂利等の粗粒分に山砂等を補足し、消石灰又は生石灰を2～20%添加混合し、路盤厚は10～20cmを標準とする。

【解説】

4 結合材

路盤工材料に切土等で発生した岩砕、礫等を路盤工の材料に使用する場合であって、粒度分布等が良好でない場合には、粘性土等の結合材を10～20%程度混合又は散布して粒度等の調整を行う。

5-3 設計

路盤工の設計は、交通荷重を支持し路床に均等に伝達できる構造となるよう、路盤工調査に基づく路床の強度特性、路盤工に使用する材料等を踏まえ、既往の実績等を参考に行う。
また、工法については、路盤工の目的を果たす上で適切かつ経済的なものを選定する。

【解説】

1 路盤厚

- (1) 既往の実績、経験等によって路盤厚を決定する場合は、路床を構成する土質、路盤工の材料、切土又は盛土により構築する路床に区分し、その根拠を明らかにする。
- (2) 路床土の強度特性によって路盤厚を求める場合は、次式による。

$$H = \frac{45}{C^{0.5}}$$

ここに H：路盤厚(cm)

C：路床土のCBR(%)

2 路床が岩石の箇所の路盤工

路床が岩盤や岩石の堆積層であって、そのまま路面とすることができる場合は、路盤工を設けないことを原則とするが、岩盤等に強風化、節理の発達等がみられ、交通荷重の支持力が十分に得られないと判断される場合は、当該箇所を10cm程度除去して路盤工を設置するものとする。

また、岩盤等に強風化、節理の発達等は見られないものの、逆目による凹凸等があり、車輪の損傷等が想定される場合には、その状況に応じて路床上に5～10cm程度の敷砂利を行うものとする。

3 形状

路盤工は、路床構築後に路床を路盤厚分掘削して設置するものとし、路盤工外縁は直掘りを基本とする。

4 排水工

切土部から路床に浸透する地下水、路面や地山から盛土部に浸透する地下水、切土と盛土の境における地山からの湧水等を処理するため、次の排水施設を設置する。

- (1) 路床に浸透する地下水を遮断する、又は地下水位を下げるために、切土部の路肩に排水施設を設ける必要がある場合には、切土部地下排水工を設置する。
- (2) 路面や地山から盛土部に浸透する水を処理する必要がある場合には、盛土部地下排水工を設置する。
- (3) 切土と盛土の境で地山からの湧水を処理する必要がある場合には、切盛境地下排水工を設置する。
- (4) 路盤から路床内に浸透する水を処理する必要がある場合には、路床内排水工を設置する。

5 締固め

路盤工は、路床構築後に路床を掘削して路盤工材料を投入し、1層20cm以下ごとに確実に締め固める。

6 路肩

路肩は、切土部又は盛土部にかかわらず、路床の構築に併せて確実に締め固めた後に削り取りにより整形し、路盤工設置時の締固めに耐え得る強度を有するように仕上げる。

保護路肩は、路肩と同様に構築することが望ましいが、建築限界外に設ける部分であることから、植生によるのり面保護工の機能の早期発現も考慮し、土羽打ちにより構築できるものとする。

5-4 路面処理

路面処理は、砂利の路面が路面水により侵食されることを防止する必要がある区間又は通行車両の走行の安全性を向上させる必要がある区間に行う。

【解説】

- 1 本線の路面処理は、次の区間に行う。
なお、待避所及び車廻し、林業作業用施設については、路面侵食、不陸の発生、本線の路面処理により流入する路面水の影響を勘案して要否を判断する。
 - (1) 縦断勾配が7%を超える砂利の路面において、横断排水工等を設置しても路面の侵食が発生し又は発生するおそれのある区間
 - (2) 縦断勾配が7%を超える砂利の路面又は曲線半径に例外値を適用している砂利の路面において、自動車の走行の安全性を向上させる必要のある箇所
- 2 路面処理は、交通荷重が作用する範囲において行うことを原則とし、路肩部分の保護のための溢水対策や縦断勾配が低い方の路面処理端部に横断溝等の排水対策を行う場合には、各施設との調和を図る。
- 3 路面処理の工種は、セメントや石灰による安定処理、鉄鋼スラグやコンクリートによる路面工、コンクリート舗装等とし、次より選定する。
 - (1) 第1種自動車道
 - ① アスファルト、コンクリート等による舗装を基本とする。
 - ② アスファルト、コンクリート等による舗装としない場合は、舗装材料の調達の可否やアルカリ性物質の溶出による環境への影響、施工性等のほか、路盤工調査の結果から交通荷重の支持が可能であることを確認し、工種及びその構造を決定する。
 - (2) 第2種自動車道
舗装材料の調達の可否やアルカリ性物質の溶出による環境への影響、施工性等のほか、路盤工調査の結果から交通荷重の支持が可能であることを確認し、工種及びその構造を決定する。
- 4 路面処理の各工種の構造等は、次によることとする。
 - (1) セメント安定処理工及び石灰安定処理工
第4章 第5節 5-2 による。
 - (2) 鉄鋼スラグ路面工
 - ① 構造は、路盤工の上部に鉄鋼スラグによる表層工を設ける。
 - ② 鉄鋼スラグによる表層工の厚さは、地域における過去の実績等を考慮するとともに、路盤工調査の結果から交通荷重に対する支持力を確認して決定する。
 - ③ 既設路線において鉄鋼スラグ路面工を設ける際に路面が不陸である場合には、不陸の深さに応じクラッシュラン等による不陸整正及び締固めを行う。
 - (3) コンクリート路面工
 - ① 構造は、路盤工の上部にコンクリート版による表層工を設置する。
 - ② コンクリート版の厚さは15cmを標準とするが、地域における過去の実績、路盤工調査の結果から交通荷重に対する支持力を確認し、必要に応じて溶接金網及び路盤紙の敷設を行う。
 - ③ 既設路線においてコンクリート路面工を設ける際に路面が不陸である場合には、不陸の深さに応じクラッシュラン等による不陸整正及び締固めを行う。
 - (4) アスファルト又はコンクリートによる舗装
第11章 舗装による。

第6節 土工機械

6-1 一般

土工機械は、現地における自然条件、施工条件等に適合し、経済的かつ効率的なものとする。

【解説】

土工機械は、経済的かつ効率的な施工法を基として、現地における地形、地質、気象等の自然条件、工事の規模、構造、工期等の施工条件、工事区域又は関連区域内の自然環境、社会環境等の諸条件を十分に考慮し、次の項目を考慮して機械化土工を計画する。

- 1 工期内の気象条件に適合した適期施工
- 2 現場条件及び普及度に適合した機種の選定

- 3 工事の規模及び構造に適合した機械の規格及びその投入量
- 4 機械の効率的な導入工程
- 5 組合わせ作業における各機械の作業能力の均衡化
- 6 機械の調達管理とオペレータの技能評価
- 7 排出ガス対策型、低騒音型等の環境に配慮した機種の選定

6-2 作業の種類と機種

土工機械の適用に当たっては、土工作业の種類に最も適合した効率的かつ経済的な機種を選定する。

【解説】

土工機械の適用に当たっては、作業の種類別の施工法、工事規模、現場条件、機械の性能等を十分に考慮して、土工作业の種類に最も適合した効率的かつ経済的な機種を選定する。

1 伐開除根作業

伐開作業は草刈機、チェーンソーを使用し、除根作業は機械の走行が不可能な急傾斜地等を除きブルドーザ、バックホウ等を使用する。

2 切土盛土作業

切土又は盛土作業は、土質、地形、気象、環境等の諸条件の基に、ブルドーザ（リッパ装置付を含む）、トラクタショベル、バックホウ（ブレーカ装置付を含む）、削岩機等を使用する。

ただし、盛土作業は締固めに係る作業を除く。

3 積み込み作業

運搬車両又は積み込み施設等に積み込む作業は、土質、作業場の広狭、運搬サイクル等の諸条件を基に、トラクタショベル、バックホウ等を使用する。

4 運搬作業

土工に付帯して運搬又は押土する作業は、運搬距離、道路の状況等を基に、ブルドーザ、トラクタショベル、不整地運搬車、ダンプトラック等を使用する。

5 床掘り作業

床掘り、溝掘り等の作業は、作業の種類に適応したバケット等を装備するバックホウを使用する。

6 掘削運搬作業

掘削、運搬及び排土を一貫して行う掘削運搬作業は、土質、土量、地形、運搬距離等を基に、スクレーパ、スクレープドーザ等を使用する。

7 敷均し作業

路床又は路盤材料の敷均し作業及び路面整正等の均し作業は、作業又は材料の種類を基に、バックホウ、ブルドーザ、モーターグレーダ等を使用する。

8 締固め作業

路床又は路盤、構造物の埋戻し等の締固め作業は、作業条件、土質条件等を基に、タイヤローラ、振動ローラ、振動コンパクタ、タンパ、ランマ等の締固め専用の機械を使用する。

6-3 土工機械の規格等の選定

土工機械の規格等は、土工作业の種類、工事の規模、構造、施工法その他の現地諸条件に応じ、形式及び規格を選定するものとする。

【解説】

土工機械の形式及び規格の選定は、作業の種類ごとの工事量、施工箇所の広さ、施工工程、組合わせ作業及び気象等の諸条件を勘案して、最も効率的なものを選定する。ただし、選定条件に差のない場合は経済性を優先して考慮する。

1 作業能力の算定

規格等の選定は、機械の基本能力を基に、現地諸条件に適合した最も効率的な作業能力を算定して検討する。

(1) 作業能力算定の基本式は、次式による。

$$Q = q \cdot n \cdot f \cdot E$$

ここに Q : 作業量 (m^3/h)、(m^2/h)

q : 1 作業サイクル当たりの標準作業量 (m^3)、(m^2)

n : 1 時間当たりの作業サイクル数

$$= \frac{60}{C_m} (\text{min}) = \frac{3,600}{C_m} (\text{sec})$$

ここに C_m = サイクルタイム (min)、(sec)

f : 土量換算係数

E : 作業効率

(2) 基本式における土量換算係数及び作業効率は、次により決定する。

① 土量換算係数は土量の変化率を基に、次の区分より算定する。

土量換算係数 f の値

Q の区分 q の区分	地山の土量	ほぐした土量	締固めた土量
地山の土量	1	L	C
ほぐした土量	1 / L	1	C / L
締固めた土量	1 / C	L / C	1

$$(\text{注}) \quad L = \frac{\text{ほぐした土量 (m}^3\text{)}}{\text{地山の土量 (m}^3\text{)}} \quad C = \frac{\text{締固め後の土量 (m}^3\text{)}}{\text{地山の土量 (m}^3\text{)}}$$

(出典)道路土工要綱 日本道路協会 H21.6

② 作業効率は、次の因子を基に決定する。

ア 気象条件及び交通条件

イ 地形条件及び作業場の広さ

ウ 土質の種類と特性

エ 工事規模、作業の連続性及び段取り

オ オペレータの技量と機械の管理状態

2 規格等選定基準

機種別の形式及び規格は、現地諸条件に応じて弾力的な適用を図る。なお、機械の搬出入又は効率的な使用等を考慮し、主作業に使用する機械はこれを他の作業にも利用することとして、各工種を総合して機種及び規格の選定を行う

(1) 伐開・除根機械

伐開及び除根に使用する機械は、地形、地被物、面積、主作業の機種等に応じて選定する。

(2) 切土、盛土機械

切土又は盛土に使用する機械は、地形、線形、幅員、土量、土質、切土又は盛土高、地山の横断勾配、自然環境条件等に応じて選定する。

(3) 積込み機械

積込み機械は、運搬車両の規格及び数量、積込み場所の広さ及び平坦性、作業量等により選定する。

(4) 運搬機械

① 押土運搬の機械は、当該工事の主作業に使用する場合の規格等による。

② 不整地運搬車及びダンプトラックは、走行する道路の全幅員、作業量、運搬路の条件、組合わせ機械等に応じて選定する。

(5) 床掘り機械

床掘りに適用する機械は、土質、土量等のほか、機械の据付位置と床掘り面の落差、機械の据換えの仮道等を考慮して選定する。

(6) 掘削運搬機械

掘削運搬機械は、切土、盛土及び旋回箇所の幅等に応じて選定する。

(7) 敷均し機械

敷均し機械は、敷均し幅及び厚さ等に応じて選定する。

(8) 締固め機械

締固め機械は、土質、工事規模、作業場の広さ等を考慮して選定する。

第5章 のり面保護工

第1節 通則

1-1 一般

のり面保護工は、植生又は構造物でのり面を被覆又は保護し、のり面の安定を図ることを目的とする。

【解説】

のり面保護工は、切土、盛土、残土等の土構造物ののり面又は斜面の風化、侵食等を防止するために必要な最小限の構造とする。また、周辺の自然環境との調和にも留意する。

（参考）

関連する主な諸基準等

1	道路土工要綱	日本道路協会
2	道路土工－盛土工指針	〃
3	〃 一切土工・斜面安定工指針	〃
4	落石対策便覧	〃

注) 最新版を参考とする。

1-2 のり面保護工の適用

のり面保護工は、のり面保護工調査を踏まえ、切土又は盛土により造成されたのり面の状況に応じて適切な工種、工法を選定する。

【解説】

のり面保護工は、基礎地盤の地質及び土質、盛土に使用された材料の種類、降雨や凍結等の気象条件等を適切に把握し、切土や盛土によって造成されたのり面について勾配、凹凸の状況等のほか、次の事項に留意して適切な工種、工法を選定する。

1 切土のり面

- (1) のり面の地質及び土質
- (2) 岩盤である場合の岩の種類、風化状況及び節理の発達状況
- (3) 土砂である場合の土質区分、地盤の硬度、酸性度等の土砂の性状
- (4) 岩石及び土砂等が混在する場合の構成割合、安定度等
- (5) のり面外部からの流入水や地下水湧出の有無、水量等
- (6) のり面の面積、のり長等

2 盛土のり面

- (1) 盛土の構成材料の種類
- (2) 酸性度等の土砂の性状
- (3) のり面への流入水の有無、水量等
- (4) のり面の面積、のり長等

1-3 のり面保護工の選定

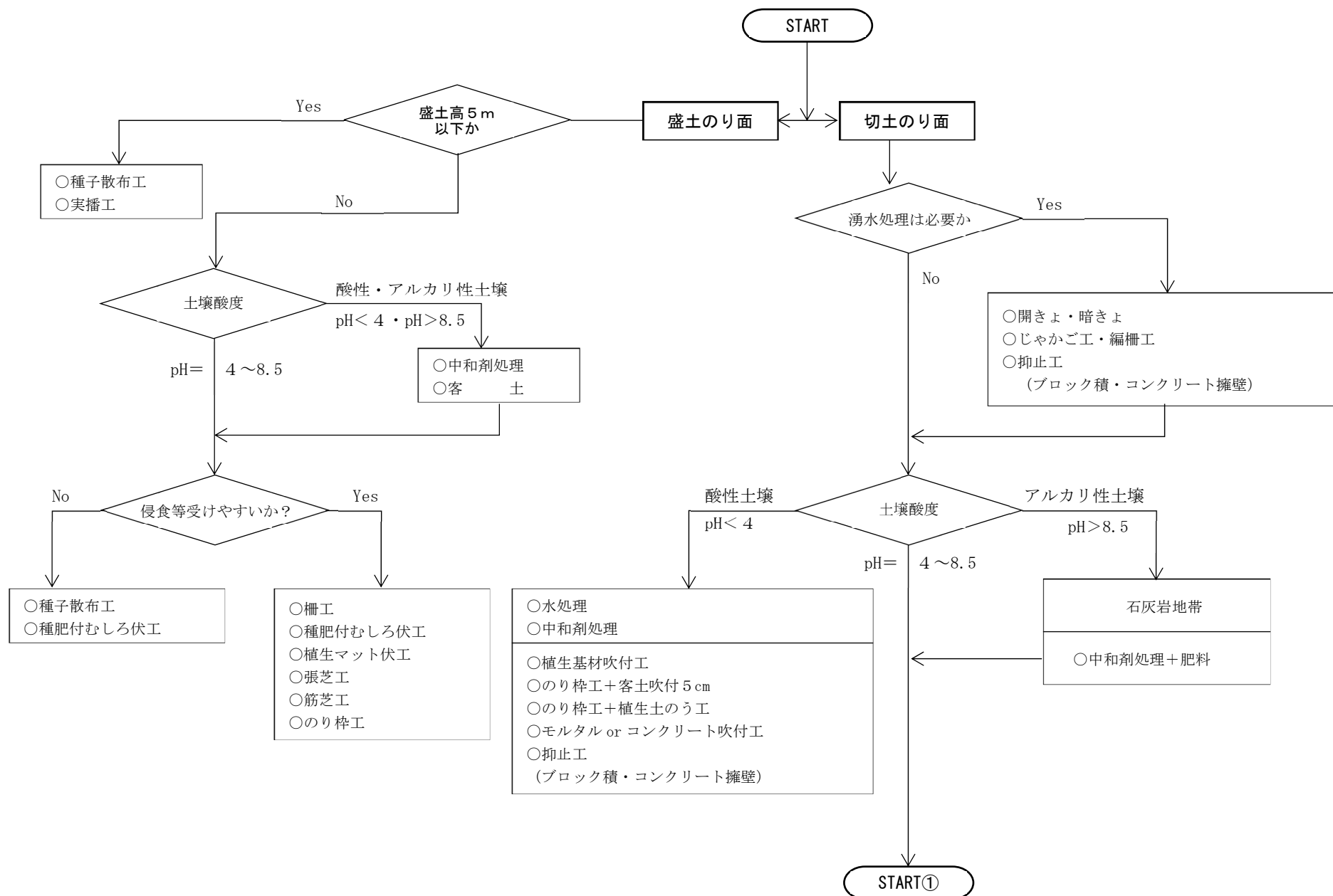
のり面保護工の選定は、のり面の土質、風化状況等を踏まえ、各工種及び工法の機能及び効果を十分に検討して行う。

【解説】

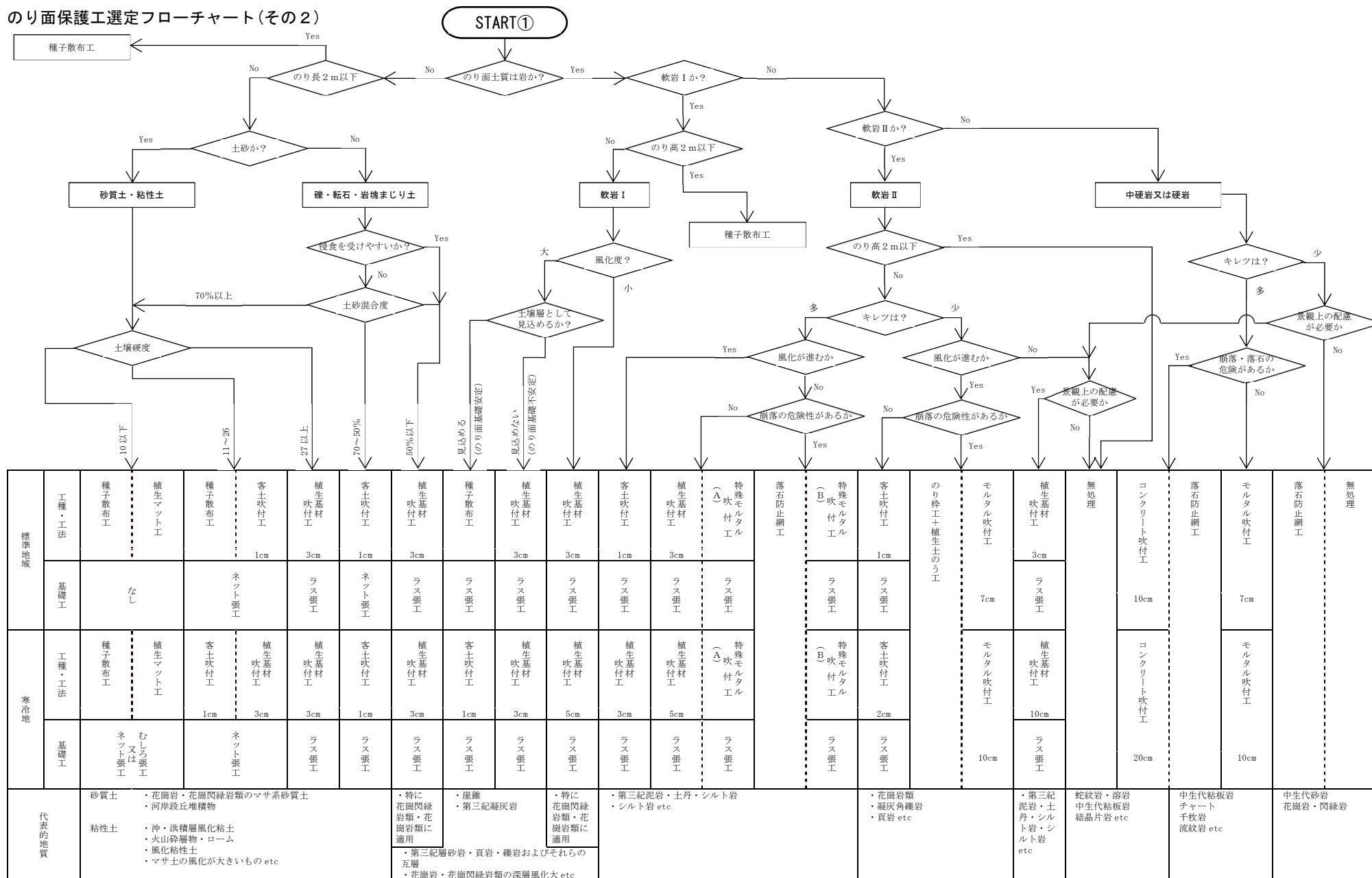
のり面保護工の選定は、のり面の地質・土質、のり面の勾配、降雨や凍結等の気象条件等と各工種、工法の機能や効果を十分に検討して行う。

その際、のり面の地質及び土質、気象条件等は地域によって差異があることから、次に示す「のり面保護工選定フローチャート（その1）」及び「のり面保護工選定フローチャート（その2）」の標準的な選定方法を参考に、地域に適合した選定方法を定めて運用するものとする。

のり面保護工選定フローチャート(その1)



のり面保護工選定フローチャート(その2)



(出典) 林道事業の林道設計・施工に当たっての取り扱いの運用の制定について H13 整備課長通知

第2節 植生工によるのり面保護工

2-1 一般

植生工によるのり面保護工は、のり面を植生によって被覆し、風化、侵食等を防止してのり面の安定を図ることを目的とする。

【解説】

植生工によるのり面保護工は、切土、盛土、残土等を構成する土の強度及び土質に適合し、雨水等による侵食の防止、温度変化の緩和、凍土崩落の抑制、緑化による景観の保持等を行う。

2-2 選定条件

植生工によるのり面保護工は、のり面保護工調査、現地諸条件等に基づき、必要な箇所を選定するものとする。

【解説】

植生工によるのり面保護工を適用する箇所は、現地における土質、地形、地質、地質構造、気象、周辺の環境等を基に、次により選定する。

- 1 のり面が風化、侵食、凍結、融解等によって繰返し崩落するおそれのある箇所
- 2 環境保全又は景観保持等のため必要とする箇所
- 3 雨水等の浸透によって、のり面が崩壊するおそれのある箇所

2-3 目標の設定

植生工によるのり面保護工の設計に際しては、形成する植物群落等の目標を設定するものとする。

【解説】

緑化目標は、どの時点でどのような植物群落の形成を目指すのかをのり面勾配、周辺環境や気象条件、初期段階で形成する群落、目標達成までの期間とその間に実施する植生管理を勘案し、決定する。

2-4 工法の選定

植生工によるのり面保護工は、工法の特徴及び目的を踏まえて選定する。

【解説】

植生工によるのり面保護工の選定に当たっては、のり面の長期的な安定確保を第一に考え、自然環境の保全についても考慮する。そのためには、のり面の岩質、土質、土壌硬度、pH等の地質・土質条件、湧水や集水の状況、気温や降水量等の立地条件や植生等の周辺環境について把握し、のり面の規模やのり面勾配、経済性、施工性、施工後の維持管理等について考慮し選定する。

（参考）

- 1 森林表土利用工とは、森林表土中の種子や根等の植物体を表土ごと採取し植物材料として利用する工法の総称である。この工法の特徴は、施工地域に存在する植物を利用できることであり、施工場所もしくはその近隣の森林で採取した表土を用いる。地域生態系に対する遺伝的攪乱を引き起こさない等の利点がある反面、現時点では、外来種を用いる手法と比べて耐侵食性が低い、初期の被覆速度が遅い、生育する植物の予測が付きにくい等の技術的課題が存在する。
- 2 自然侵入促進工は、周辺植生からのり面に飛来する種子等で緑化する工法である。周辺から飛来する種子で緑化することから、緑化の速度が著しく遅い、初期に成立する植物群落を予測しにくい等の特徴がある。設計に当たっては、種子の供給源となる植生がのり面の周辺に存在することが必要であるため、それらをできるだけ伐採せずに残すようにする等の配慮が必要である。

（出典）道路土工一切土工・斜面安定工指針（H21 版）日本道路協会 H21.6

2-5 種子の選定

植生工に使用する種子は、現地の条件に応じて検討するものとする。

【解説】

- 1 種子の選定に当たっては、周辺における植生工によるのり面保護工の実態、経済性、景観、火災予防等を勘案した上で、地域性を考慮した在来種の利用についても検討する。
- 2 配合する種子の種類については、目標とする植物群落へ速やかに遷移できるよう2～3種類以上混合する

(参考)

播種工に用いる主な植物の性状の目安

	植物名 (英文字記号 和名)	草丈・樹高 (cm)	生育可能域 (温度指数)	形態等	耐 瘦 地	耐 乾 性	耐 陰 性	耐 暑 性	耐 寒 性	耐 酸 性	播種適 期 (月)	単位粒数 (粒/g)	発芽率 (%)	純度 (%)	休 眠 性	備 考
外来草本類	クリーピングレッドフェスク (CRF ハイウシノゲグサ)	30～80	寒帯～暖温帯 (20～140)	多年草	○	○	○	△	◎	○	3～6 9～10	1,000	50～80	80	—	耐寒性が高い。酸性に強い。発芽・初期成育が少し遅い。単純植生になりやすい。寿命が長い。根系密度が高く土壌形成力が優れる。
	ケンタッキーブルーグラス (KBG ナガハグサ)	30～40	寒帯～冷温帯 (30～100)	多年草	○	△	○	×	◎	○	3～6 9～10	3,500	50～70	85	—	寒さに強い。発芽・初期成育が少し遅い。暑さと乾燥に弱い。
	オーチャードグラス (OG カモガヤ)	60～100	亜寒帯～暖温帯 (45～140)	多年草	○	△	◎	○	◎	○	3～6 9～10	1,300	50～80	80	—	耐陰性が高い。木本類との混播に適し、樹木の林床植生として好ましい。耐寒性が高い。霧が発生する地帯での生育が旺盛である。
	トールフェスク (TF オニウシノゲグサ)	80～120	亜寒帯～暖温帯 (45～140)	多年草	○	○	○	○	◎	○	3～6 9～10	400	60～90	85	—	各種立地条件に対し適応性が高い。土壌を選ばない。耐寒性が高い。
	パレニアルライグラス (PRG ホソムギ)	40～60	冷温帯～暖温帯 (50～100)	多年草	△	△	○	×	○	○	3～6 9～10	500	70～90	90	—	乾燥地や瘦地では生育不良となる。発芽・初期生育が早い。寿命が短い。
	ホワイトクローバー (WC シロツメクサ)	15～30	冷温帯～暖温帯 (50～130)	多年草	○	○	△	△	○	△	3～6 9～10	1,500	70～90	80	—	瘦地でも良好に生育。湿潤地で旺盛な生育を示す。発芽が早い。乾燥に弱い。根系の土壌緊縛力が弱い。日陰の急斜面に用いると表層土滑落の原因となる。
	バミューダグラス (BG)	10～40	暖温帯～亜熱帯 (110～240)	多年草	◎	◎	×	◎	×	◎	3～6	4,000	60～80	80	—	厚さと乾燥に特に弱い。海岸砂地でも良好に生育する。日陰には不適。寒さに弱い。ギョウギシバの名を便宜的に和名として当てることがある。
在来草本類	バヒアグラス (BAH アメリカスズメノヒエ)	30～60	暖温帯～亜熱帯 (110～240)	多年草	○	◎	○	◎	×	○	3～6	300	50～80	90	—	暑さと乾燥に特に強い。日陰でも比較的良好に生育する。発芽率が低いことが多い。寒さに弱い。
	ススキ	80～200	冷温帯～亜熱帯 (46～240)	多年草	◎	◎	△	◎	○	◎	3～6	2,000	20～50	90	—	根系の土壌緊縛力が強い。弱酸性地でも生育する。瘦地や乾燥地に強い。発芽率にムラがあり、ほとんど発芽しないことがあるので事前にチェックする。
	イタドリ	50～150	冷温帯～亜熱帯 (46～240)	多年草	◎	○	△	○	○	◎	3～6	800	40～70	85	—	耐寒性が高い。強酸性地でも成長。種類が少ない単純な植生になりやすい。土壌緊縛力は強い。冬期は枯れて裸地状になる。
	メドハギ	50～100	冷温帯～亜熱帯 (46～240)	多年草 肥料草	◎	◎	△	○	△	○	3～6	600	60～90	95	—	瘦地、乾燥地でも生育する。硬質地でも良好に生育する。初期成長がやや遅い。土壌緊縛力が高い。表土層形成力が大きい。木本植物との混播に適する。
	ヤハズソウ	15～50	冷温帯～亜熱帯 (46～240)	一年草	◎	◎	△	○	△	○	3～6	470	60～70	90	—	瘦地、乾燥地に強く、土壌形成力が高い。
	ヨモギ	50～150	亜寒帯～暖温帯 (70～180)	多年草	○	○	○	○	○	○	3～6	3,000	70～80	85	—	気象条件、土壌条件に対する対応力が高い。単純植生になりやすい。土壌緊縛力が弱い。
	ノシバ	15～25	冷温帯～亜熱帯 (70～200)	多年草	○	○	×	○	×	○	3～6	2,800	50～70	98	—	乾燥に強いが、発芽には高温を要するので播種適期が短い。初期成長が遅い。
在来木本類 低木型対応	ヤマハギ	～250	冷温帯～暖温帯 (46～160)	落葉 肥料木	◎	◎	△	○	△	△	3～6	130	70	90	—	瘦地、乾燥地、硬質地でも良好に生育する。3～4年に一度刈り取ると毎年花を観賞できる。
	ノイバラ	～200	冷温帯～暖温帯 (46～160)	落葉	○	△	△	○	○	○	3～6	120	80	95	B	瘦地でも良好に生育する。湿地でも生育する。
	イボタノキ	～300	冷温帯～暖温帯 (46～160)	落葉	◎	△	△	○	○	○	3～6	10 (果肉付)	70	100	—	瘦地でも生育する。大気汚染に耐性がある。
	タニウツギ	～500	冷温帯～暖温帯 (65～120)	落葉 先駆性	◎	△	○	△	○	○	3～6	5,200	80	90	—	先駆性で生長が早い。幹は根元からよく分かれて株立ちになる。
	アキグミ	～300	冷温帯～暖温帯 (65～180)	落葉	◎	○	△	◎	○	○	3～6	80	85	100	—	瘦地、砂地でも良好に生育する。潮風にも耐性がある。
	コマツナギ	50～90	冷温帯～暖温帯 (70～160)	落葉 肥料木	◎	◎	△	○	△	△	3～6	240	80	90	—	瘦地、乾燥地に強い。硬質地でも良好に生育する。外国産と国産では、種は同じでも形質が異なり、外国産は樹高が2 m以上に達する。
	フジウツギ	～150	暖温帯 (90～140)	落葉 先駆性	○	△	△	○	○	○	3～6	29,000	55	100	—	先駆性で成長が早い。
	シャリンバイ	～400	暖温帯～亜熱帯 (90～240)	常緑	○	○	△	◎	×	○	3～6	1.2 (果肉付)	85	100	—	耐陰性が高い。発芽・生育に安定性がある。有機質成分を含んだ植生基材吹付工での導入が容易である。潮風に強い。
	ネズミモチ	～500	暖温帯～亜熱帯 (100～220)	常緑	○	○	◎	◎	△	◎	3～6	6 (果肉付)	85	100	—	耐陰性は高いが初期成長は遅く、養分の要求量が多い。

在 来 木 本 類 高 木 林 型 対 応	シラカンバ	～2500	寒帯～冷温帯 (～100)	落葉	○	△	△	×	○	○	3～6	2,300	40	85	－	冷温地のブナ群団やミズナラ群集地域において良好に生育する。草本植物との混播は熟練した技術を要する。
	ケヤマハンノキ	～2000	寒帯～暖温帯 (～160)	落葉 肥料木	◎	○	△	△	○	○	3～6	1,200	40	85	－	痩地、崖錐地、岩ずり地でも良好に生育する。寒冷地を好む。播種当年の生育は極めて遅いが、2年目からは急速に成長する。
	スルズ	～600	冷温帯～亜熱帯 (46～240)	落葉 先駆性	◎	◎	×	◎	○	◎	3～6	90	70	100	B	かぶれる場合がある。先駆性で成長が早く、土壌を肥沃にする。乾燥地、痩地でも良好に生育、湿地でも生育する。
	コナラ	～2000	冷温帯～暖温帯 (65～160)	落葉	○	○	△	○	○	○	2～3	0.5	70	100	－	適潤な肥沃地で良好に生育する。
	エノキ	～2000	冷温帯～暖温帯 (70～160)	落葉	○	○	○	○	△	○	3～5	20	70	100	－	適潤な肥沃地で良好に生育する。
	イタヤカエデ	～2000	冷温帯～暖温帯 (70～160)	落葉	○	△	○	△	○	○	3～6	30 (翼無し)	45	100	A	適潤な肥沃地で良好に生育する。
	ヤブツバキ	～1500	冷温帯～亜熱帯 (70～240)	落葉	△	△	◎	○	△	○	3～6	0.6	70	100	－	耐陰性が高い。各種の立地条件に対して適用性がある。成長は遅い。
	ヤマザクラ	～2000	冷温帯～暖温帯 (85～160)	落葉	△	○	△	○	○	○	3～5	15	70	100	B	適潤かやや乾燥した肥沃地で良好に生育する。
	アカメガシワ	～1500	冷温帯～亜熱帯 (85～240)	落葉 先駆性	○	○	×	○	△	○	3～6	40	75	100	－	先駆性で成長が早く、土壌を肥沃にする。
	シラカシ	～2000	暖温帯 (90～160)	常緑	△	○	◎	○	×	○	3～6	0.8	55	100	－	耐陰性が高い。養分の要求量は多く厚い肥沃な生育基盤を必要とする。
	ヤシャブシ	～1500	暖温帯 (90～180)	落葉 肥料木	◎	◎	△	○	○	○	3～6	900	45	85	－	痩地、乾燥地、急傾斜地、岩石地等で良好に生育する。初期成長は遅いが、2年目からは急速に成長する。近縁種にヒメヤシャブシとオオバヤシャブシがある。
	スダジイ	～2000	暖温帯 (90～180)	常緑	○	○	○	○	×	○	3～5	1.5	60	100	－	暖温帯林を構成する代表的な樹種である。適湿な肥沃地を好む。
	ハゼノキ	～1000	暖温帯～亜熱帯 (110～240)	落葉 先駆性	○	○	△	◎	×	○	3～6	15	55	100	B	先駆性樹種であり、成長が早い。かぶれやすい。
	ヤマモモ	～1000	暖温帯～亜熱帯 (110～240)	常緑	◎	○	○	◎	×	○	3～6	7.5	85	100	B	砂礫地、荒地でも良好に生育する。
	センダン	～1000	暖温帯～亜熱帯 (120～240)	落葉	○	△	×	◎	×	△	3～6	2.3	90	100	B	温暖な地域の海岸近くに自生し、成長が早い。

- 注
- ・播種適期は、関東地方の平野部を標準としたものである。
 - ・休眠性のAは施工当年の春にはほとんど発芽せず、施工後2回目の春以降から3回目の春以降に発芽するタイプ。Bは施工当年の春から施工後2回目の春に発芽するもの。
 - ・樹高の数値は、自然環境において成長しうる値の目安を示す。選定の際には、高木林型対応の在来木本類に関しては、地域やのり面条件によっては、樹高が低くなりうることに留意する。
 - ・種子の発芽率、純度、単位粒数は採取地、採取年度によって多少変化する。特に樹木の種子の実際の単位粒数はばらつきが大きいいため、適宜修正すること。
 - ・在来種の種類によっては、外国産が流通しているものがあることに注意する。

(出典)道路土工一切土工・斜面安定工指針(H21版) 日本道路協会 H21.6

(参考)

- 1 播種量は、次式により算出する。

$$W = \frac{A}{B \cdot C \cdot D \cdot E \cdot F \cdot G}$$

ここに W：使用種子ごとの播種量(g/m²)

A：発生期待本数(本/m²)

B：吹付け厚に対する各工法の補正率

C：立地条件に対する各工法の補正率

D：施工時期の補正率

E：使用種子の発芽率

F：使用種子の単位粒度(粒/g)

G：使用種子の純度

A～Gの各項は、次により求める。

A：発生期待本数

目標群落を成立させるのに必要と思われる発生本数で、播種後1年位の間に地表上に芽を出す個体の総数を指す。被圧等により途中で枯損する数も含む値である。

B：吹付け厚に対する各工法の補正率

植物の発芽・生育は、使用する材料や、植生基盤の造成方法、厚さ等、理化学性に大きく影響を受けるため、それらの要素に対応した補正を加える。植生マット、植生土のう等の二次製品を使用する場合の播種量計算では、補正率は1.0とする。

C：立地条件に対する補正率

のり面の土質、傾斜、方位等の条件の違いにより、発芽・発生本数は異なる。

補正の目安は、次による。

・のり面勾配	50度以上	: 0.9	50度未満	: 1.0
・岩質、土質	岩	: 0.9	土砂	: 1.0
・のり面方位	南向き	: 0.8	その他	: 1.0
・年間降水量	1,000mm未満	: 0.7	1,000mm以上	: 1.0

D：施工時期の補正率

不適期の施工は、避けるべきであるが、やむを得ず不適期に施工する場合は、草本植物の補正率を0.9～0.7に、木本類の補正率を0.7～0.5とする。

E：使用種子の発芽率

種子の発芽試験を行う場合は、結果等を反映させた率とする。

F：使用種子の単位粒数

種子の単位(g)当たりの粒数。

G：使用種子の純度

種子の単位(g)当たりの純度。

(出典)道路土工一切土工・斜面安定工指針(H21版) 日本道路協会 H21.6

- 2 自然環境の保全を特に重視する地域では、外来種や外国産在来種の選定は避けることが望ましい。

(参考)

「平成17年度 外来生物による被害の防止等に配慮した緑化植物取扱方針検討調査」(概要)

緑化で使用される外来種や外国産在来種は在来の植物に対して悪影響を与えている可能性が指摘されている。

- 1 生態系への影響がある種には、ハリエンジュ、ウィーピングラブグラス(シナダレスズメガヤ)等が報告されている。
- 2 農林水産業への影響として、イタチハギ(クロバナエンジュ)及びハリエンジュを寄宿主とするリンゴ炭そ病が報告されている。

ウィーピングラブグラスに関しては施工地より逸脱し、高い草丈により河原の自然環境を改変することが報告されていることから、使用を控えることが望ましい。また、他のイネ科の植物に関しても緑化目的を達成し得る範囲内において、可能な限り、草丈の低いもの、繁殖力の小さいもの、種子生産量が小さいものを使用することが望ましい。

ハリエンジュに関しては、生物多様性保全上重要な地域(自然公園区域特別保護区や特に保全が必要な希少種等の生育地等)においては、可能な限り、新たな使用を避ける等、慎重な対応を図ることが望ましい。

リング栽培地周辺では、緑化目的を達成し得る範囲内において、可能な限りイタチハギ及びハリエンジュの新たな使用は避ける等、慎重な対応を図ることが望ましい。

2-6 肥料

植生工によるのり面保護工に使用する肥料は、現地の条件に適合したものを選定するものとする。

【解説】

植生工によるのり面保護工に使用する肥料は、現地の条件や目標とする植物群落に応じて配合比や持続性を検討し選定する。

（参考）

養生材

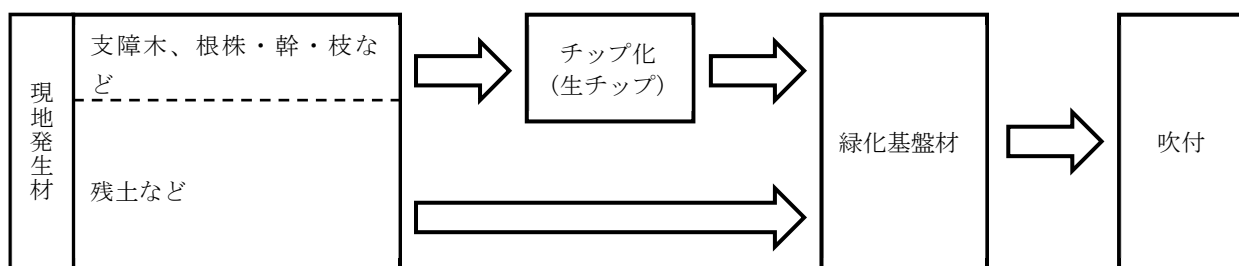
- 1 植生工によるのり面保護工の発芽完了までに種、肥料、表土等の流亡又は乾燥、侵食等のおそれのある場合は、それぞれの現象に応じて養生材を選定する。
- 2 不適期施工又は侵食の激しいのり面等の場合は、次の被覆材を使用する。
 - (1) シラス、マサ土、砂等の侵食され易い土質においては、化繊ネット、不織布、わら製品等を使用する。
 - (2) 寒冷地における凍結及び融解又は岩石上の表土及び礫層等の崩落防止には、合成繊維、金属のネット又はこれらを固定する目ぐしやアンカーピンを併用する。

（参考）

現地発生材を活用したのり面保護工

現場で発生した根株等を粉碎したチップを主材料とした吹付けを行う。

なお、生のチップを基盤材に用いた場合は、窒素飢餓、導入植生の発芽・初期成長阻害が発生する可能性があることに留意する。



現地発生材を活用したのり面保護工の施工の手順

窒 素 飢 餓：未分解チップ等C/N比（C：炭素量とN：窒素量の比率で、炭素率）が高くなった堆肥を施用すると、土壌中の無機態窒素濃度が低下し、植物が吸収できる窒素が欠乏する現象。一般にC/N比は20以下であることが望ましいといわれている。

発芽・初期成長阻害：生のチップ等の木質物にはフェノール酸の他にタンニンや精油等の生育阻害物質が含まれている。このような肥料を施用すると、植物の生育が阻害される危険性がある。

2-7 成績の判定

植生工の成績判定を行う場合は、目標とする植物群落、使用植物、工法、施工時期等や判定する時期によって、その基準が大きく異なることに留意するものとする。

【解説】

植生工の成績判定を行う場合は、適正な時期及び基準を設定する。

植生工は、施工後、徐々に目標とする植物群落に近づくため、成績判定を行うのに適した時期や基準は場合によって異なる。また、使用植物、工法、施工時期等によって経過時間と成果の関係は大きく異なるため、これらのことを考慮しつつ工事の目的、目標にあった基準を設定する。

（参考）

1 成績判定に関する留意点とその後の対応

- (1) 成績判定は、工法、使用植物、施工時期、施工目的と緑化目標等に応じて、一定期間を経過した時点で行う（木本類の出芽確認には、月平均気温15℃以上で最低3ヵ月経過後を一応の目安とする）。
- (2) 植物の生育状況は、のり面の方位、地形、地質、水分状態等によって初期には部分的にムラが生じることもあるので、のり面全体の状態からの判定を重視する。
- (3) 判定は、目標とする植物群落を形成することができるか否かに主眼をおく。
- (4) 苗木設置吹付工の苗木植栽に関しては、施工直後の時点で設計通りに苗木が植栽されていることを確認する。
- (5) 全体的に成立本数が不足している場合で、その原因が施工後の気象等の影響であることが明らかな場合には、一定期間様子を見る。成立本数が不足した場合は、その原因を確かめてから追播、補植等を行う。
- (6) 播種工と苗木設置吹付工で行う植生基材吹付では、導入した植物種のすべてが発芽、生育している必要はないが、早期に目標とする植物群落を形成する植物種が大半を占めていることを確認する。
- (7) 植栽工と苗木設置吹付工の苗木植栽の成績判定においては、樹種により降水量不足等の気象の影響を受けやすいものがあることに留意する。施工完了から長期間経過した後に成績判定を行う場合は、経過期間の気象条件と樹種ごとの生存率の関係に留意する。
- (8) 植栽工と苗木設置吹付工の苗木植栽に関して、多くの枯死が見られる場合には原因を追及し、再度植栽する場合には樹種や時期について検討した上で行う。
- (9) 導入した植物種以外のものが10%を超える場合には、それらがどのように影響するかを検討・予測して対策を講じる。
- (10) 草本類の過剰な繁茂を見落とさないようにする。草本類と木本類の混播の場合、草本類が繁茂しすぎると木本群落が成立しないので注意する。
- (11) 植生の衰退、立ち枯れ、病虫害等の現象の発見に努める。

2 流亡や崩壊への対策の考え方

植生工を施した部分が流亡、崩壊する場合は、のり面の排水機能等の原因を調査して、植生工による復旧の可否の検討を含め、必要な対策を講じることが望ましい。

3 成績判定を実施する場合の時期と目安

成績判定に適した時期は、工法、のり面勾配、施工地域、施工時期、施工後の気象等によって異なるが、播種工と苗木設置吹付工は、月平均気温15℃以上で最低3ヵ月経過後、植栽工については竣工検査時を基本とする。一応の目安として、各種緑化工の成績判定の目安を次表に示す。

成績判定を実施する場合の目安

目標及び対象		評価	施工3ヵ月後の植生の状態	対応策
播種工	木本型群落	可	植被率が30～50％であり、木本類が10本/㎡以上確認できる。	—
			植被率が50～70％であり、木本類が5本/㎡以上確認できる。	—
		判定保留	草本類に70～80％覆われており、木本類が1本/㎡以上確認できる。	翌年の春まで様子を見る。
			所々に発芽が見られるが、のり面全体が裸地状態に見える。	判定時期が春期、夏期の場合は1～2ヶ月、秋期、冬期の場合には翌春まで様子を見る。
		不可	生育基盤が流亡して、植物の成立の見込みがない。	再施工する。
			木本類の発芽が確認できない。	木本種子を追播する。
			草本類の植被率が90％以上で、木本類が被圧されている。	草刈り後、様子を見て対策を講じる。
	草地型	可	のり面から10m離れると、のり面全体が「緑」に見える、植被率が70～80％以上ある。	—
		判定保留	1㎡あたり10本程度の発芽はあるが、生育が遅い。また、植被率が50～70％である。	判定時期が春期、夏期の場合は1～2ヶ月、秋期、冬期の場合には翌年の春まで様子を見る。
		不可	生育基盤が流亡して、植生の成立の見込みがない。植被率が50％以下である。	再施工する。

目標及び対象		評価	竣工検査時点の状態	対応策
盛土のり面の植栽工		可	植栽した木本類の活着率が100％。	—
		不可	植栽した木本類の活着率が100％未満。	枯死木は補植する。
			(契約内容に含まれている場合の) 支柱、マルチング等が的確に施工されていない。	再施工する。
苗木設置吹付工	木本類	可	植栽した木本類の活着率が70～80％。	—
		不可	植栽した木本類の活着率が70～80％未満。	枯死木は補植する。
			苗木の根鉢が吹付材とはく離するなど、確実に固定されていない。	苗木固定部分を再施工する。
	草本類	可	播種工の草地型と同様。	播種工の草地型と同様。
		判定保留		
		不可		

注1 判定する時期は、播種工と苗木設置吹付工については、月平均気温15℃以上で最低3ヵ月経過後、植栽工については竣工検査時を基本とする。

注2 植栽工では、工事完了検査以降の枯損等について、契約条件（枯補償等）によって補植を実施する。また、設計条件としてある程度の枯損を見込んでいる場合には、想定内であればしばらく様子を見る。

注3 苗木設置吹付工は、木本及び草本類の両方を評価する。また、検査時期が施工後3ヵ月未満の場合は、草本類の判定時期を考慮する。

注4 施工時期や施工地域、施工後の気象等により成果が左右される点に注意を要する。

注5 落葉時期の判定は避けることが望ましい。

目標及び対象	評価	施工 3 カ月後の状態 注 1	対応策
森林表土利用工	可	侵食が認められず、植被率が 10% 以上であり、1 m ² 当たり 5 種類以上注 3 の出現種が認められる。	—
	判断保留	侵食が認められないが、発芽個体も認められない。	翌年の生育期注 2 を経るまで様子を見る。
	不可	侵食が認められ、拡大する可能性がある。 造成した植生基盤の土壌硬度が 27 mm 以上注 4 である。	原因を追及し、工法を再検討した上で再施工する。

注 1 植物の生育期以外や、生育期を 3 カ月以上経過していない時点で判定する場合は、将来の植物の出現可能性に配慮する。

注 2 生育期とは、月平均気温おおむね 15℃ 以上の期間を指す。

注 3 植物の生育が平均的と判断した 3 カ所程度の平均値。

注 4 山中式土壌硬度計による測定値。

目標及び対象	評価	施工 6 カ月後の状態 注 1	対応策
自然侵入促進工	可	侵食が認められない。 ネットを用いた施工法の場合には、大きな破れが無い。 所々に侵入植物の発芽個体が認められる。	—
	判断保留	侵食が認められないが、侵入植物の発芽個体も認められない。 ネットを用いた工法の場合、ネットに大きな破れはないが、侵入植物の発芽個体も認められない。	翌年の生育期注 2 を経るまで様子を見る。
	不可	侵食が認められ、拡大する可能性がある。 ネットを用いた工法の場合、ネットに大きな破れが認められる。 造成した植生基盤の土壌硬度が 27 mm 以上注 3 である。	原因を追及し、工法を再検討した上で再施工する。

注 1 植物の生育期以外や、生育期を 6 カ月以上経過していない時点で判定する場合は、将来の植物の出現可能性に配慮する。

注 2 生育期とは、月平均気温おおむね 15℃ 以上の期間を指す。

注 3 山中式土壌硬度計による測定値。

(出典)道路土工一切土工・斜面安定工指針(H21 版) 日本道路協会 H21.6

第 3 節 構造物によるのり面保護工

3-1 一般

構造物によるのり面保護工は、植生工によるのり面保護工だけでは不適当なのり面又は崩壊、落石等のおそれのある不安定なのり面に対し、各種の吹付工、張工、枠工、落石対策工等を用いて、保護することを目的とする。

3-2 選定条件

構造物によるのり面保護工は、のり面保護工調査、現地諸条件等に基づき、必要な箇所を選定するものとする。

【解説】

構造物によるのり面保護工は、植生の生育が期待できないのり面のほか、次のような箇所に適用する。

- 1 のり面に湧水等のある箇所
- 2 浅層崩壊のおそれのある箇所
- 3 浅層崩壊にともない深層崩壊を誘発するおそれのある箇所
- 4 のり面勾配に制約のある箇所
- 5 落石のおそれのある箇所

3-3 工法の選定

構造物によるのり面保護工は、工法の特徴及び目的を踏まえて選定する。

【解説】

構造物によるのり面保護工の選定に当たっては、のり面の長期的な安定確保を第一に考え、自然環境の保全についても考慮する。そのためには、のり面の岩質、土質、土壌硬度、pH等の地質・土質条件、湧水や集水の状況、気温や降水量等の立地条件や植生等の周辺環境について把握し、のり面の規模やのり面勾配、経済性、施工性、施工後の維持管理等について考慮し選定する。

（参考）

1 モルタル吹付工・コンクリート吹付工

のり面に湧水等がない箇所で、風化しやすい岩石、はく落のおそれのある岩石又は土丹等があつて植生工が適当でない場合は、モルタル又はコンクリートの吹付工を適用する。この場合におけるモルタル及びコンクリートの吹付厚は、のり面の状況、気象条件等に応じ決定する。モルタル吹付工の場合は、7cmを標準とするが、寒冷地等気象条件の劣悪な地域等においては8～10cm、コンクリート吹付工の場合は、10～20cmを標準とする。

2 石張工・コンクリート張工

粘着力のない土砂、土丹、崩れやすい粘土等ののり面の風化、侵食、崩壊等の防止には、石張工、コンクリート張工を用いる。

節理の多い岩石、ゆるい崖錐層等の箇所で、吹付工で不安定な場合は、コンクリート張工を用いる。コンクリート張工はのり面勾配が1:1.0～1:0.6程度の場合は、厚さ20cm程度の無筋コンクリート張工とし、のり面勾配が1:0.5分以下の場合は厚さ20cm程度の鉄筋コンクリート張工とする。

3 コンクリートブロック枠工

湧水のある切土のり面及び長大のり面又は急なりのり面勾配の盛土箇所にあつては、コンクリートブロック枠工を用いる。

4 木製のり枠・編柵工

のり面の浅層崩壊の防止には、木製等ののり枠又は編柵工を用いる。編柵工は、のり尻、のり面又は地中に埋設する。

5 かご工

のり面に湧水等があつて、のり面又はのり尻の土砂流出のおそれのある場合又は凍上によつてのり面がはく落するおそれのある場合は、のり面じゃかご工、布団かご工を用いる。

6 コンクリート枠工

湧水等を伴う風化岩、長大のり面又は急なりのり面勾配の箇所でコンクリートブロック枠工等では不安定な場合は、その規模に応じて必要とする寸法の現場打ちコンクリート枠工を用いる。現場打ちコンクリート枠工は、のり面の形状に合わせた構造とし、枠内は湧水その他の状況に応じ、コンクリート張、モルタル吹付又は植生工によつて保護する。また、枠の断面は、風化防止を目的とするのり面にあつてはその程度に応じ150×150mm又は200×200mm、のり面抑制工とする場合はそれぞれの目的に応じ200×200mm又は300×300mmを標準とし、枠の間隔はその断面の5～10倍程度とする。

7 コンクリート吹付枠工・モルタル吹付枠工

亀裂の多い岩盤のり面等、早期に保護する必要があるのり面にはコンクリート吹付枠工・モルタル吹付枠工を用いる。

8 簡易のり枠工

比較的緑化の条件が良い箇所において、のり面の風化、侵食を防止するためには、簡易な組立枠やゴム製型枠を使用し、モルタル吹付によりのり枠を形成する簡易なりのり枠工を用いる。

9 アンカー工

岩石のり面において発達した節理等があり、崩落又ははく落のおそれのある場合は、不安定岩盤を直接緊結するのり面アンカー工を用いる。また、必要に応じてグラウンドアンカー工、コンクリート枠工、コンクリート張工等を併用する。

10 補強土工

地山を急勾配で切土する必要がある箇所や切土による地山の改変を最小限にとどめる必要がある箇所では、地山に鉄筋等の補強材を挿入し、のり面の安定度を高める。

11 特殊モルタル吹付工

第三紀泥岩・土丹・シルト岩のような硬いのり面に対して植物を導入する場合は、導入植物に適した土壌成分を有す

る材料で安定した生育基盤を造成するために、特殊モルタル吹付工を用いる。

12 落石防護網工

硬岩ののり面で落石のおそれのある箇所又は転石まじり土、礫まじり土等ののり面で雨水の洗掘によって礫、転石、岩片等の落石のおそれのある箇所は、落石防護網工を用いる。落石防護網工は落石面の位置、箇所等により、落石発生面を直接被覆する覆式とネット外の落石をその頭部で収納するポケット式に区分し、落石量の多い場合は落石防護柵等を併設する。

13 落石防護柵工・落石防護擁壁工

次のような落石のおそれのある箇所は、落石防護柵工を用いる。ただし、落石高が高い場合、落石量が多い場合、大きな落石の場合は、緩衝用平場の設置又は落石防護擁壁工を併設する。また、局部的又は少ない落石箇所においてのり尻に余幅のある場合は、落石防護擁壁工を用いる。

- (1) 長大切土のり面等で、落石防護網工より経済的な箇所
- (2) 落石防護網工の網目より小さい落石のある箇所
- (3) 不特定箇所から落石のある箇所
- (4) のり面外から落石のある箇所

14 根固工

のり面の浮石、転石等が、落石又は滑動のおそれのある箇所においては、コンクリート、雑石、ワイヤロープ等を用いた根固工を用いる。

15 ロックシェッド

落石のおそれのあるのり面が、長大、急傾斜で連続する箇所又は大規模な落石箇所では他の工法で防止できない場合は、ロックシェッドを用いる。

16 落石防護土堤・落石防護溝工

落石対策工を必要とする箇所で、のり尻又はのり面に落石規模に応じた余幅のある箇所は、現地発生土等を利用する落石防護土堤、落石防護溝工又は両工法の併用を行う。

17 木製のり面保護工（伏工）

盛土路肩のり面、切土法尻のり面の保護には、丸太等を使用した簡易なり面保護工（伏工）を用いる。また、曲線部の視距確保を目的として用いる場合もある。

18 シカ等による食害対策

緑化したのり面の植生に対し、シカ等の食害によるのり面被害が予想される箇所では、被害対策として、植生基材吹付工等の上から金網を浮かせた状態で設置する金網敷設工や防護柵の設置を行う。また、植栽した木本類の被害対策としては、ネットやチューブ状の資材による苗木保護等を用いる。

3-4 設計計算

- 1 構造物によるのり面保護工は、原則として設計計算を行う。
- 2 従来から経験値を基に設計されている構造物についても、設置箇所ののり面の状況等から必要な場合には設計計算を行う。

【解説】

- 1 コンクリート張工及びコンクリート枠工等の設計計算は次式による。

- (1) 全体の安定度は、次式により計算する。

$$F_0 = \frac{W \cdot \cos \alpha \cdot \mu}{W \cdot \sin \alpha} \geq F$$

ここに F_0 : 計算値

W : 枠工等の自重 (kN)

α : 枠工等の水平面との角度 (度)

μ : 斜面と枠工等との滑動摩擦係数 = 0.6 (標準)

F : 安全率 = 1.2 (標準)

- (2) 全体の安定度が安全率を満たさない場合は、次式により求めた滑動軸力を基に、必要な基礎工、グラウンドアンカー等を設ける。

$$R = W \cdot \sin \alpha (F - F_0)$$

ここに R : 滑動軸力 (kN/m)

W 、 α 、 F 、 F_0 : (1) の計算式の記号に同じ

(3) 枠工等の断面は、滑動軸力、のり面下に発生する土圧等により、はり又は版としての曲げモーメントを求め、鉄筋量及び有効断面を計算する。

2 グランドアンカーの設計は、アンカーと地盤の付着部分の許容引張抵抗力によるものとし、次式により計算する。

$$T = \pi \cdot D (\ell - \ell_1) \tau / F$$

ここに T : アンカーの許容引張抵抗力 (N)

D : アンカーの直径 (cm)

ℓ : アンカーの全長 (cm)

ℓ_1 : アンカーの非定着長 (cm)

τ : アンカーの周面摩擦抵抗 (N/mm²)

= 引抜き試験又は次表による。

アンカー周面の摩擦抵抗

地盤の種類		摩擦抵抗力 (N/mm ²)
岩盤	硬岩	1.5~2.5
	軟岩	1.0~1.5
	風化岩	0.6~1.0
	泥岩	0.6~1.2
砂礫	N=10	0.10~0.20
	20	0.17~0.25
	30	0.25~0.35
	40	0.35~0.45
	50	0.45~0.70
砂	N=10	0.10~0.14
	20	0.18~0.22
	30	0.23~0.27
	40	0.29~0.35
	50	0.30~0.40
粘性土		1.0・C

注 N : N値

C : 粘着力 (N/mm²)

F : 安全率 = 2.5 (常時の荷重 (長期荷重) の場合)

(出典) 道路土工一切土工・斜面安定工指針 (H21 版) 日本道路協会 H21.6

3 覆式落石防護網工は、落石重量及び自重等を基に、次の設計条件により各材料の寸法、配置等を計算する。

(1) 縦ロープの安全率は、ワイヤーロープに作用する荷重に対して 2.0 以上を標準とする。

(2) 横ロープの垂下量は、スパンの 10% と仮定する。

(3) 金網の幅 1 m 当たりの引張強度は、許容引張応力 $\sigma_a = 145 \text{ N/mm}^2$ とする。

(4) 横ロープは、のり長下方 3 スパンの自重及び落石の重量を等分布荷重として受けるものとし、その安全率は 2 以上とする。

4 ポケット式落石防護網工は、落石エネルギーに対する金網の吸収エネルギー等を基に、次の設計条件により各材料の寸法、配置等を計算する。

(1) 落石の衝突位置は、上端横ロープと 2 段目の横ロープのネット中央部とし、縦ロープ方向の支柱間隔の中央部と、横ロープ安全率 2.0 以上、吊ロープ安全率 3.0 以上とする。

(2) 落石の衝突方向は水平とする。

(3) 金網の変形量は、横ロープ間の中央において、ロープ間隔の 1/4 の水平変位を許容する。

(4) 金網に接する落石幅は、落石径の 1.5 倍とする。

(5) 支柱の基礎は、その構造によって固定とヒンジに区分する。

5 ワイヤーロープ金網式落石防護柵工は、その許容変位以内に落石エネルギーを吸収できるよう、次の設計条件により部材及び基礎の断面、配置等を計算する。

(1) 落石の衝突位置は、支柱間の中央で最大跳躍高の位置とする。

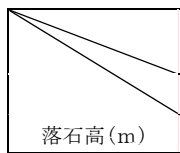
(2) 落石の衝突方向は、防護柵に直角とする。

(3) 支柱の許容最大変位角は、15° とする。

(4) ロープの許容伸び率は、2~4% 程度とする。

- (5) 支柱基礎の曲げモーメントは、支柱根入れ深さの1/2の点を中心として計算する。
- (6) 支柱基礎に生ずるせん断力は、45°に分布する。
- 6 落石防護擁壁工は、弾性地盤上に支持された剛体と仮定し、落石衝突時の運動エネルギーが地盤の弾性応答時の変形エネルギーと等しくなるまで、水平変位及び回転を生ずる。
- (1) 衝突する落石は1個とする。
- (2) 1個の落石に対する擁壁工の有効抵抗長さは、壁高の4倍を標準とする。
- (3) 落石の衝突角度は水平とする。
- (4) 落石の衝突高さは、壁背の空間、落石の跳躍高、落石の大きさ等を考慮して決定する。
- 7 落石根固め工は、浮石及び根固め工の自重を対象として、擁壁工に準じて安定計算を行う。
- 8 ロックシェッドは、落石、崩土、積雪等の特殊荷重、緩衝材を含む自重及び土圧等の主荷重を基に、次の設計条件によりそれぞれの部材の構造計算を行う。
- (1) 落石による衝撃荷重は、これを静的荷重に置き換え、許容応力度法によって設計する。
- (2) 荷重は、緩衝材を含む自重、土圧、堆積土、落石、積雪、なだれ、地震及び自動車衝突とし、設計は、常時、地震時、落石時、なだれ時及び自動車衝突時の荷重の組合わせのうち、最も大きな荷重時について行う。なお、なだれ時の荷重の組合わせは現場条件によって選択する。
- (3) 堆積土に落石が作用する場合は、堆積土荷重と落石荷重とは同時に作用させない。
- (4) コンクリート構造の場合にあっても、乾燥収縮及び温度変化による影響は考えない。
- (5) 緩衝材に砂を用いる場合は、砂層厚さは90cmを下限とする。なお、砂の飛散が予想される場合は、さらに20cm程度の飛散防止材（砂利等）を敷き均す。
- (6) 落石による衝撃荷重は、設計部材の最も不利な位置に1個の落石を載荷し、緩衝材によって1:0.5に分散する正方形等分布荷重とする。
- (7) 堆積土のり面は、水平面と30°の傾斜を持つ。
- 9 落石防護土堤工又は落石防護溝工は、設計計算を行わないものとし、次により設計する。
- (1) 土堤工又は溝工の幅及び深さは、落石落下速度、跳躍高、又は斜面地山及び土堤・溝の反発係数等を考慮して決定する。
- (2) のり面勾配は、できるだけ急なものとし、土堤工にあつては1:1.0~1.5、溝工にあつては1:0.5~1.25を標準とする。
- (3) 落石が衝突する部分は、岩砕等を避け、緩衝効果を発揮する土砂等によるものとする。
- (4) 土堤のポケット部又は溝部には、雨水等の排水工を併設する。
- (5) 土堤工又は溝工の形状寸法は、現地の落石条件等を考慮して、次表を参考として設計することができる。

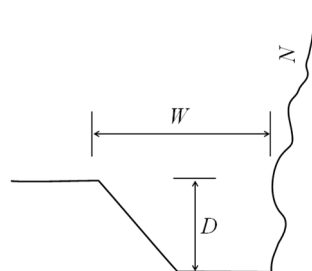
落石防護溝の寸法

 落石高(m)	N(割)	0		0.25~0.3		0.5		0.75		1.0	
	区分	W	D	W	D	W	D	W	D	W	D
0~5		3	0.5	3	0.5	3	1.0	4	1.0	4	1.0
5~10		4	1.0	4	1.0	4	1.5	4	1.0	4	1.0
10~20		5	1.5	5	1.5	5	2.0	5	1.5	5	1.5
20~30		6	1.5	6	2.0	6	2.0	5	2.0	5	2.0
30~				8	2.0	8	2.5				

注 N：斜面のり面勾配(割)

W：土堤工又は溝工の上幅(m)

D：溝の深さ(m)



第6章 基礎工

第1節 通 則

1-1 一般

基礎工は、橋梁下部工、擁壁工等の上部構造物の荷重を安全かつ効果的に基礎地盤に伝達分布させ、これを恒久的に支持することを目的として設置する。

【解説】

- 1 基礎工は、上部構造物から作用する荷重を確実に基礎地盤に伝え、構造物に有害な変位を生じさせない安定した支持機能を有すること。
- 2 橋梁、擁壁等は、安定的な地山を基礎として直接支持することが望ましいが、構造物の構造、基礎地盤の安定性又は経済性等から直接支持できない場合は、上部構造の荷重を効果的に基礎地盤に伝達分布させるため基礎工を設ける。
- 3 基礎工の形式は、直接基礎又は杭基礎とする。
- 4 直接基礎にはフーチング基礎、置換基礎、胴木基礎等があり、それぞれの特性に応じて用いられているが、本章の直接基礎では、フーチング基礎について記載する。
 - (1) 置換基礎は、比較的浅い位置に良質な支持層がある場合に、土の安定処理や良質土の置換により支持させる方法である。
 - (2) 胴木基礎は、基礎地盤に支持力はあっても不同沈下により機能がそこなわれる恐れがある場合に、胴木を基礎地盤に設置する方法である。

(参考)

関連する主な諸基準等

- | | |
|----------------------|---------|
| 1 道路土工－擁壁工指針 | 日本道路協会編 |
| 2 道路橋示方書・同解説、IV下部構造編 | 〃 |
| 3 杭基礎設計便覧 | 〃 |
| 4 杭基礎施工便覧 | 〃 |

注) 最新版を参考とする。

1-2 基礎工の選定

基礎工は、作用する荷重条件、支持する地盤条件、周辺の環境条件、基礎工の構造等によって選定するものとする。

【解説】

基礎工の選定は、上部構造の荷重とその方向、掘削地盤、支持地盤及び地下水の状態、騒音、振動、基礎工の特性、その他の設計条件等を基に十分に検討する。

1 形式の選定

基礎工の形式は、次により選定する。

- (1) 地盤の変動等の影響を受けない設計地盤面までの根入れを有効根入れ深さとして、その平均深さが上部構造物の底面における短辺幅以内の場合は、直接基礎工とする。
- (2) 直接基礎工が適用できない場合は、杭基礎工とする。
- (3) 杭基礎工のうち、杭前面の地盤が有限な斜面上に人力掘削等で杭を設ける場合は、深礎工とする。
- (4) 杭基礎工、深礎工が困難又は不適当な場合は、他の基礎工を検討する。

2 直接基礎工の適用

直接基礎工は、基礎地盤の反力を分布させるものとし、次の点に留意して用いる。

- (1) 擁壁及び通常の橋台又は橋脚の場合は、短辺方向にステップを持つフーチングとする。
- (2) ラーメン又は柱構造及び構造上橋軸直角方向にステップを要する橋台又は橋脚の場合は、全周にステップを持つフーチングとする。
- (3) フーチングは、使用材料によって、次のように区分する。
 - ① フーチングに用いる材料は、コンクリートとする。
 - ② 次のような場合のコンクリートフーチングは、鉄筋コンクリートとする。
 - ア フーチングのステップの幅が、その厚さの1/2程度以上になる場合
 - イ フーチングの厚さに制約のある場合
 - ウ フーチングを直接上部構造物の底版とする場合
 - ③ 次のような場合は、礫等の石材を用いた置換基礎工とする。

- ア 躯体自重で安定する構造物の基礎工とする場合
- イ コンクリート等のフーチングと設計地盤面の間に用いる場合
- ウ 設計地盤面の滑動摩擦抵抗を増加させる場合

3 杭基礎工の適用

(1) 杭基礎の工法は、打込み杭、埋込み杭及び場所打ち杭とし、次の点に留意して用いる。

① 次のような場合は、打込み杭以外の杭基礎工法を検討する。

- ア 地層の傾斜が急な場合
- イ 転石等の混入する地質で、杭が折損又は曲折するおそれのある場合
- ウ 先端閉塞杭の場合は、細砂又はシルト等によるリバウンドの大きい地盤の場合
- エ 振動又は騒音の規制を受ける場合
- オ 直径が 1.0m 程度以上の場合

② 次のような場合は、埋込み杭以外の杭基礎工法を検討する。

- ア 被圧水を持つ砂層
- イ 転石の多い地盤

③ 次のような場合は、場所打ち杭以外の杭基礎工法を検討する。

- ア 被圧水を持つ砂層
- イ 低水位の砂礫層
- ウ 傾斜地盤
- エ 転石のある地盤
- オ 地下水流のある地盤

(2) 打込み杭に使用する材料は、次により区分する。

- ① 木杭は、常時湿潤な地盤で、末口径 30cm 以下及び杭長 2～5 m 程度で支持できる場合に使用する。
- ② 各種コンクリート杭は、杭長 10～12m 程度以下で大型車等で直接搬入できる場合に使用する。
- ③ 木杭又は各種コンクリート杭の適用できない場合は、鋼管杭又は SC 杭とし、それぞれの経済性によって使用する。

(3) 埋込み杭に用いる材料は、木杭を除き打込み杭に準じて適用する。

(4) 場所打ち杭基礎の一つである深礎工は、設計地盤面の傾斜角が 10° 以上で、杭前面の地盤が有限な斜面上に人力掘削等で杭を設ける場合で、次のような箇所に用いる。

- ① 湧水、地下水の影響のない箇所
- ② 酸素欠乏及び有毒ガス発生のおそれのない箇所
- ③ 中間に軟弱層がない層
- ④ 支持層までの深さが 20m 程度以下となる箇所

1-3 基本設計条件

- 1 基礎工の設計荷重は、上部構造物及び基礎工の荷重によるものとする。
- 2 基礎工の安定条件は、支持力、滑動及び水平変位に対して安定であることを基本とする。
ただし、直接基礎にあつては、転倒についての検討を行うものとする。
- 3 基礎工の変位量は、許容変位量を超えてはならない。

【解説】

基本設計条件は、基礎工の設計条件のうち、各種基礎工の形式、工法等に共通する設計荷重、安定計算、基礎工の変位量等についての基本的事項を明らかにする。

1 設計荷重

(1) 基礎工にかかる設計荷重は、上部の構造物に適用した荷重及び基礎工自体に作用する荷重とする。

- ① 上部の構造物に適用した全荷重は、全ての基礎工に適用する。
- ② 自重を主体とした死荷重は、全ての基礎工に適用する。
- ③ 土圧は橋台、擁壁、排水施設の基礎工に適用する。
- ④ 水圧又は揚圧力は、地下水位以下に設ける基礎工に適用する。
- ⑤ 浮力は、基礎地盤に間隙水が存在する基礎工に適用する。
- ⑥ コンクリートのクリープの影響、乾燥収縮の影響、温度変化の影響、風荷重、地盤変動の影響、波圧、衝突荷重、施工時荷重等は、特別な場合のほかは適用しない。

(2) 基礎工の設計に当たっては、常時の荷重と地震時の荷重に区分し、地震時には活荷重及び衝撃は、作用しないものとする。

2 安定条件

(1) 基礎は、支持力・転倒・滑動に対して安定であること。

(参考)

常時、地震時、暴風時における基礎の安定項目

項 目	支 持 率		転 倒	滑 動	水平変位
	鉛 直	水 平			
基礎形式					
直接基礎	○	(○)	○	○	—
杭基礎	○	—	—	—	○

注 ()は根入れ部分で荷重を分担する場合

(出典)道路橋示方書・同解説 下部構造編 日本道路協会 H24.3

【解説】

(2) 地震時に対する基礎の設計は、地震時保有水平耐力法による耐震設計を行う。

3 基礎工の変位量

- (1) 基礎の変位の計算は、各種の地盤調査、土質試験の結果を十分に検討した上で、地盤の種類に応じて適切に行う。
- (2) 基礎の変位には、短期荷重及び長期荷重による即時変位量と、持続荷重により長期にわたり増加する変位量がある。
- (3) 即時変位量とは基礎に作用する荷重により瞬時に生じる変位量であり、地盤反力係数や地盤反力度の上限値を用いて求める。持続荷重により、長期にわたり増加する変位には圧密沈下量とクリープ変位量があるが、一般にはクリープ変位量は小さいと考えられるので、考慮しなくてもよい。
- (4) 基礎の変位は、基礎幅、荷重面からの応力の及ぶ範囲内の地盤の状況等によって左右される。変位を計算するためには、基礎幅の3倍程度の深さまで、地盤の状況を把握しておくことが望ましい。
- (5) 基礎の許容変位は、次に示す変位を考慮する。
 - ① 上部構造から決まる許容変位：上部構造に有害な影響を及ぼさないように基礎の変位を制限する値であり、不静定構造物の場合や静定構造物でも橋脚天端や支承位置での変位が与えられた場合の値に相当する。
 - ② 下部の構造から決まる許容変位：基礎の水平変位を残留変位が大きくなり、工学的に弾性挙動として評価できる範囲におさめる意味で規定しているのが下部の構造から決まる許容変位である。

1-4 設計地盤面

基礎工の設計上の地盤面は、長期にわたる安定の確保を考慮して定めるものとする。

【解説】

基礎工設計の基準となる設計地盤面は、常時及び地震時とも同一地盤面として、次により決定する。ただし、ごく軟弱な粘性土層及びシルト質土層等の土質定数を零とする土層がある場合は、耐震設計上の地盤面をその層の下面に設定する。

- 1 流水又は雨水等による将来の変動を見込んだ地盤面
- 2 沖積層の粘性土層のように体積変化を生ずる土層にあっては、圧密沈下又は膨張等による変化量を最小限にとどめ得る地盤
- 3 凍結融解又は乾湿の繰返し等による季節的な変化を受ける深さ以下の地盤

1-5 地盤の諸係数

- 1 基礎工の設計に用いる地盤の諸係数は、原則として土質調査の結果を総合的に判断して定めるものとする。
- 2 直接基礎工又は木杭等の基礎工にあっては、施工実績及び経験値を用いることができるものとする。

【解説】

1 地盤定数一般

基礎の設計に用いる諸定数は、次に分類する。

- (1) 土の物理的性質：粒度、間げき比、単位重量、コンシステンシー等
 - (2) 土の力学的性質：粘着力、せん断抵抗角、変形係数、圧縮指数、圧密係数、圧密降伏応力等
- #### 2 地盤の諸定数

基礎工の設計に用いる地盤の諸定数は、土質調査の結果を総合的に判断して設定する。

(参考)

直接基礎工又は木杭等の基礎工は、次の値を用いることができる。

- 1 砂質地盤又は粘性土地盤にあつては、次表を参考にして N 値を求めることができる。

基礎地盤の種類と許容支持力度					
基礎地盤の種類		許容支持力度 (kN/m ²)		N 値	一軸圧縮強度 q_u (kN/m ²)
		常時	地震時		
地砂 盤質	密 な も の	300	450	30～50	—
	中 位 な も の	200	300	20～30	—
地粘 盤性 土	非 常 に 堅 い も の	200	300	15～30	200～400
	堅 い も の	100	150	10～15	100～200

(出典)道路土工—カルバート工指針 日本道路協会 H22.3

- 2 土の単位体積重量は、18kN/m³を標準とするが、地下水位以下にある場合は 9 kN/m³とする。
 3 粘性土の粘着力は、土の内部摩擦角と一軸圧縮強度又は N 値から、次式により求めることができる。

$$C = \frac{q_u}{2} \cdot \tan \left(45 - \frac{\phi}{2} \right) = \frac{N}{16} \cdot \tan \left(45 - \frac{\phi}{2} \right)$$

ここに C : 粘着力 (kN/m²)

ただし、 $\phi = 0$ の場合は、 $C = 6 N \sim 10 N$ とする。

ϕ : 内部摩擦角(度) = 擁壁の背面土の種類を参考とする。

q_u : 一軸圧縮強度 (kN/m²) = 1 の表によることができる。

N : N 値 = 1 の表によることができる。

- 4 N 値が 5 を超える場合の砂質土の内部摩擦角は、次式により求めることができる。

$$\phi = 15 + \sqrt{15N} \leq 45^\circ$$

ここに ϕ : 内部摩擦角(度)

N : N 値 = 1 の表によることができる。

- 5 鉛直方向地盤反力係数又は横方向地盤反力係数等を推定する変形係数は、次式により求めることができる。

$$E_o = 28N$$

ここに E_o : 土の変形係数 (kN/m²)

N : N 値 = 1 の表によることができる。

【解説】

- 3 地盤反力係数

直接基礎の地盤反力係数は、底面の鉛直方向地盤反力係数、根入れ部前面の水平方向地盤反力係数及び底面の水平方向せん断地盤反力係数とし、地盤調査、土質試験の結果を十分検討した上で定める。

- 4 地盤反力度及び変位の計算

- (1) 直接基礎底面における鉛直地盤反力度及びせん断地盤反力度は、基礎を剛体とし、地盤を弾性体として算出する。
- (2) 基礎底面の弾性変位量は、基礎を剛体とし、基礎底面の鉛直方向地盤反力係数及び水平せん断地盤反力係数を用いて算出する。
- (3) 圧密沈下量は、基礎底面から基礎最小幅の 3 倍の深さの間に圧密を生じさせる粘性土層が存在する場合に算出する。
- (4) 粘性土の圧密沈下量は、基礎に作用する荷重による地盤内の垂直応力の増分に対して、圧密降伏応力の大きさを考慮して求める。

1-6 根入れ条件

基礎工の根入れ深さは、地盤反力以上の許容支持力を有する地盤までの深さとする。

【解説】

基礎工の根入れ深さは、長期にわたる安定を確保するため、設計地盤面よりも浅い位置としない。

第2節 直接基礎工

2-1 設計条件

- 1 直接基礎底面における鉛直地盤反力及びせん断地盤反力は、それぞれ基礎底面地盤の許容鉛直支持力及び許容せん断抵抗力を超えてはならない。
- 2 直接基礎の根入れ部に水平荷重を分担させる場合は、その水平反力は地盤の許容水平支持力を超えなくてはならない。
- 3 直接基礎工の根入れは、良好な支持層に支持させなければならない。

【解説】

直接基礎工の設計条件は、基礎地盤の強度による要素とその地盤固有の変形性状が、ともに基礎として許容し得る限界内にあるよう、基礎工の基本設計条件のほか、鉛直地盤反力、せん断地盤反力、水平支持力等を示すものとし、直接基礎工の設計は、これらの設計条件に基づき行う。

1 鉛直地盤反力、せん断地盤反力及び水平支持力

直接基礎工の鉛直荷重及び水平荷重は、設計地盤面の地盤反力及びせん断地盤反力によって支持させる。ただし、基礎工に接して安定した厚い支持層を確保できる場合は、根入れ部分で水平抵抗を分担させることができる。

- (1) 基礎底面地盤の許容鉛直支持力は、荷重の偏心傾斜及び基礎の沈下量を考慮して定めるものとする。この場合、許容鉛直支持力は、基礎底面地盤の極限支持力に対して常時で3、地震時（震度法）で2以上の安全率を確保する。
- (2) 基礎底面地盤の許容せん断抵抗力は基礎底面と地盤との間に働くせん断抵抗力を常時においては1.5、地震時には1.2の安全率で除した値とする。
- (3) 根入れ部分で水平荷重を分担させる場合の許容水平支持力は、土質試験の結果に基づいて算出した地盤の受動土圧に対して常時においては1.5、地震時（震度法）においては1.1以上の安全率を確保する。

2 根入れ

直接基礎は側面摩擦による鉛直荷重の分担支持がほとんど期待できないため、良質な支持層に直接支持させることが必要であり、この支持層として砂層及び砂礫層では十分な強度が、粘性土層では圧密のおそれのない良質な層が、それぞれ必要とされる。このため、根入れは構造物の支持及び滑動に対する安全性を十分確保できる深さとする。

(1) 斜面における根入れ

斜面における根入れ深は、フーチング天端の最前部における水平土かぶり幅で表すものとし、基礎地盤が岩盤である場合は表面の風化部分を除いた岩盤面を基準として0.5m以上、基礎地盤が土砂である場合は表面の腐植土、崩土等を除いた地山線を基準として1.0m以上とする。

(2) 平坦地における根入れ

平坦地における根入れ深は、フーチング天端の最前部における鉛直土かぶり深で表すものとし、基礎地盤が岩盤である場合は表面の風化部分を除いた岩盤面を基準に、基礎地盤が土砂である場合は表面の腐植土、崩土等を除いた地山線を基準として0.5m以上の深さとする。

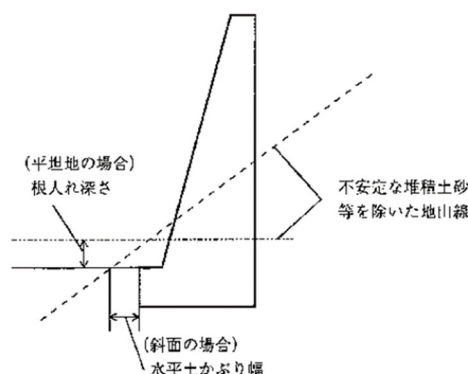
(3) 河川等流水の影響を受ける箇所の根入れ

河川等に接する箇所において護岸工との兼用や林道専用に設置する擁壁等の基礎の根入れ深は、フーチング天端の最前部における鉛直土かぶり深で表すものとし、洪水流等においても変動しないと判断される河床面を基準に1.0m以上の深さとする。

なお、構造物を設置する河川の管理者が基準を定めている場合は、当該河川管理者の定める根入れ深とする。

3 設計計算

設計計算は、基礎工の基本設計条件のほか、擁壁の設計条件及び設計計算等に準じて行う。



2-2 荷重分担

- 1 鉛直荷重は、基礎底面地盤の鉛直地盤反力のみで抵抗させるものとする。
- 2 水平荷重は、原則として基礎底面地盤のせん断地盤反力のみで抵抗させるものとする。
ただし、基礎底面と根入れ部分との共同で分担させる場合には、両者の分担割合について十分検討しなければならない。

【解説】

1 鉛直荷重

直接基礎は通常、良好な地盤中に根入れされているが、側面の摩擦抵抗はあまり期待できないので、鉛直荷重は鉛直方向地盤反力のみで抵抗させるものとする。

2 水平荷重

直接基礎の場合は通常、良質な支持層への根入れ深さはわずかであるので、水平荷重に対して根入れ部で抵抗せず、基礎底面せん断地盤反力のみで抵抗させる。ただし、安定した支持層を表層近くに確保できる場合には、根入れ部分に水平荷重を分担させてもよいが、その場合は水平荷重の分担割合について検討する。

2-3 許容鉛直支持力

直接基礎工の地盤の許容鉛直支持力は、荷重の偏心傾斜を考慮した静力学公式によって求めることができるものとする。

【解説】

- 1 偏心荷重を受ける場合の直接基礎工の地盤の許容鉛直支持力は、擁壁の設計条件に示す基礎地盤の種類ごとの許容支持力度で求めることができるが、現地条件等により判断し難い場合、荷重の偏心傾斜が大きい場合又は置換基礎等の場合は、静力学公式により求めることができる。
- 2 許容水平変位は、多数の載荷試験結果に基づき、基礎幅の1%とする。ただし、基礎幅が5mをこえる大型の弾性体基礎の許容変位については、5.0cmとすることができる。

(参考)

静力学公式による許容支持力度

$$Q = \frac{Q_u}{F}$$

ここに Q : 許容鉛直支持力 (kN)

F : 安全率=常時 3.0、地震時 2.0

Q_u : 極限支持力 (kN)

$$= A' \left(a \cdot k \cdot C \cdot N_c \cdot S_c \cdot k \cdot q \cdot N_q \cdot S_q + \frac{1}{2} \cdot \gamma_1 \cdot \beta \cdot B' \cdot N_r \cdot S_r \right)$$

ここに C : 地盤の粘着力 (=「1-5 地盤の諸係数」の参考3の計算によることことができる。)

q : 上載荷重 (kN/m²) = $\gamma_2 \cdot D_f$

ここに γ_2 : 基礎底面上の土の単位体積重量

(kN/m³) = 18 (標準)

ただし、地下水位以下の水中単位重量 : 9 (標準)

D_f : 基礎の有効根入れ深さ (m)

γ_1 : 基礎底面下の土の単位体積重量 (kN/m³) = 18 (標準)

ただし、地下水位以下は水中単位重量 = 9 (標準)

B' : 偏心を考慮した基礎の有効載荷幅 (m)

$$= B - 2 e_B$$

ここに B : 基礎幅 (m)

e_B : 基礎幅に対する荷重の偏心量 (m)

k : 根入れ効果に対する割増係数

$$= 1 + 0.3 \frac{D'_f}{B'}$$

ここに D'_f : 基礎底面と同程度良質な層に根入れした深さ (m)

A' : 有効載荷面積 (m²) = $L' \cdot B'$

ここに L' : 基礎長 (m)

ただし、偏心が長さ方向の場合は、

$$= L - 2 e_L \text{ とする。}$$

ここに e_L : 長さ方向の偏心量 (m)

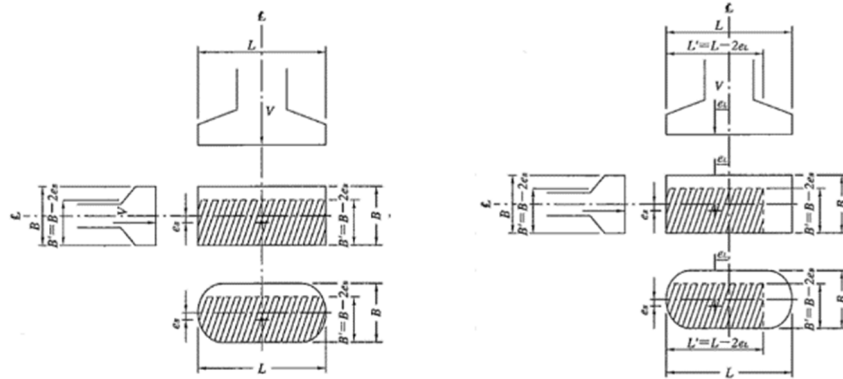
α 、 β : 基礎の形状係数=次表による

形状係数

形状	形状係数	α	β
帯状		1.0	1.0
正方形・円形		1.3	0.6
長方形、楕円、小判形		$1 + 0.3 \frac{B'}{L}$	$1 - 0.4 \frac{B'}{L}$

注 ここに $\frac{B'}{L} > 1$ の場合は、 $\frac{B'}{L} = 1$ とする。

(出典)道路橋示方書・同解説 下部構造編 日本道路協会 H24.3



偏心が1方向の場合

偏心が2方向の場合

有効載荷面積

(出典)道路橋示方書・同解説 下部構造編 日本道路協会 H24.3

N_c 、 N_q 、 N_r ：荷重の傾斜を考慮した支持力係数。地盤のせん断抵抗角 ϕ と、荷重の傾斜 θ から求める。

$$\tan \theta = \frac{H_B}{V}$$

V ：基礎底面に作用する鉛直荷重(kN)

H_B ：基礎底面に作用する水平荷重(kN)

S_c 、 S_q 、 S_r ：寸法効果に関する補正係数

$$S_c = (c^*)^\lambda$$

$$S_q = (q^*)^\nu$$

$$S_r = (B^*)^\mu$$

ここに S_c 、 S_q 、 S_r ：支持力係数の寸法効果に関する補正係数

λ 、 ν 、 μ ：寸法効果の程度を表す係数で、 $\lambda = \nu = \mu = -1/3$ としてよい。

c^* ： $c^* = c / c_0$ 、ただし、 $1 \leq c^* \leq 10$

c ：地盤の粘着力(kN/m²)

c_0 ：10(kN/m²)

q^* ： $q^* = q / q_0$ 、ただし、 $1 \leq q^* \leq 10$

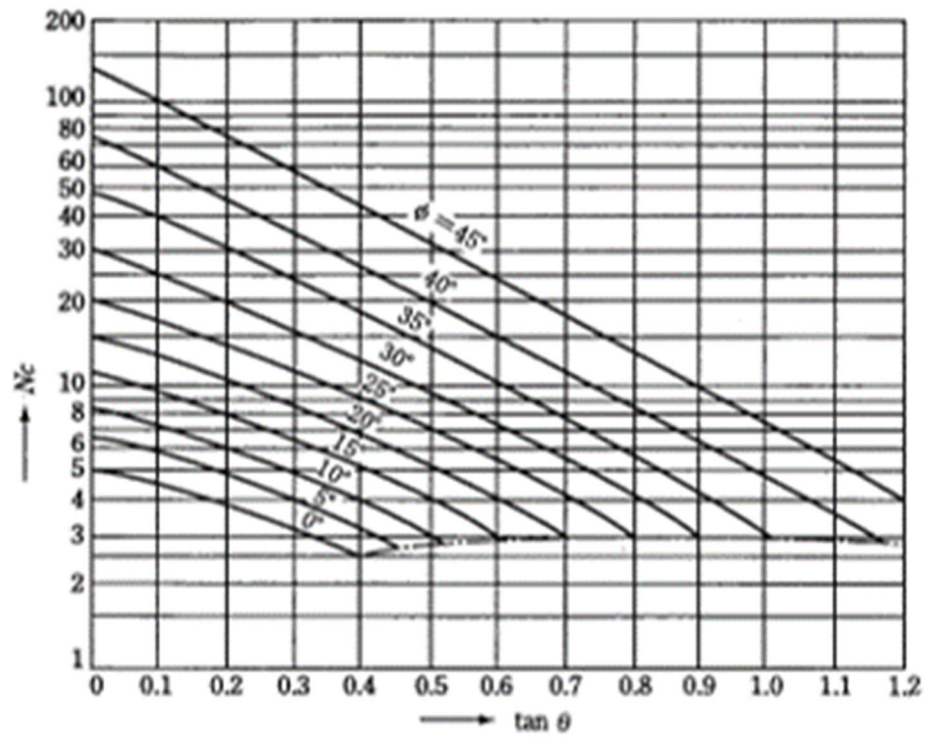
q ：上載荷重(kN/m²)

q_0 ：10(kN/m²)

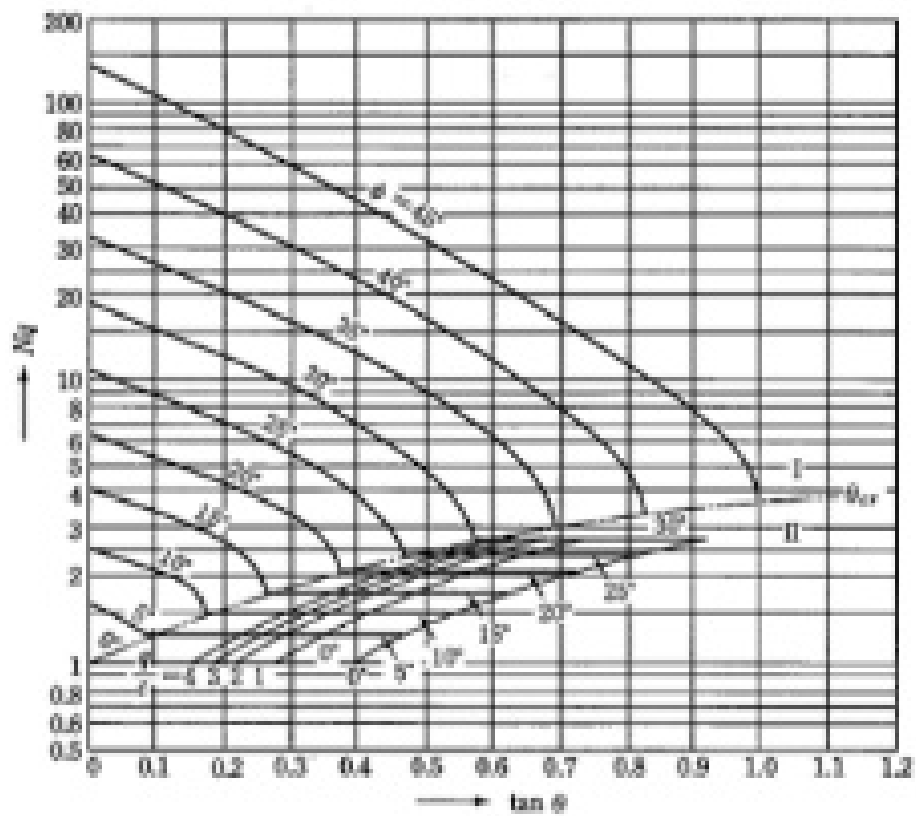
B^* ： $B^* = B / B_0$ 、ただし、 $1 \leq B^*$

B' ：荷重の偏心を考慮した基礎の有効載荷幅(m)

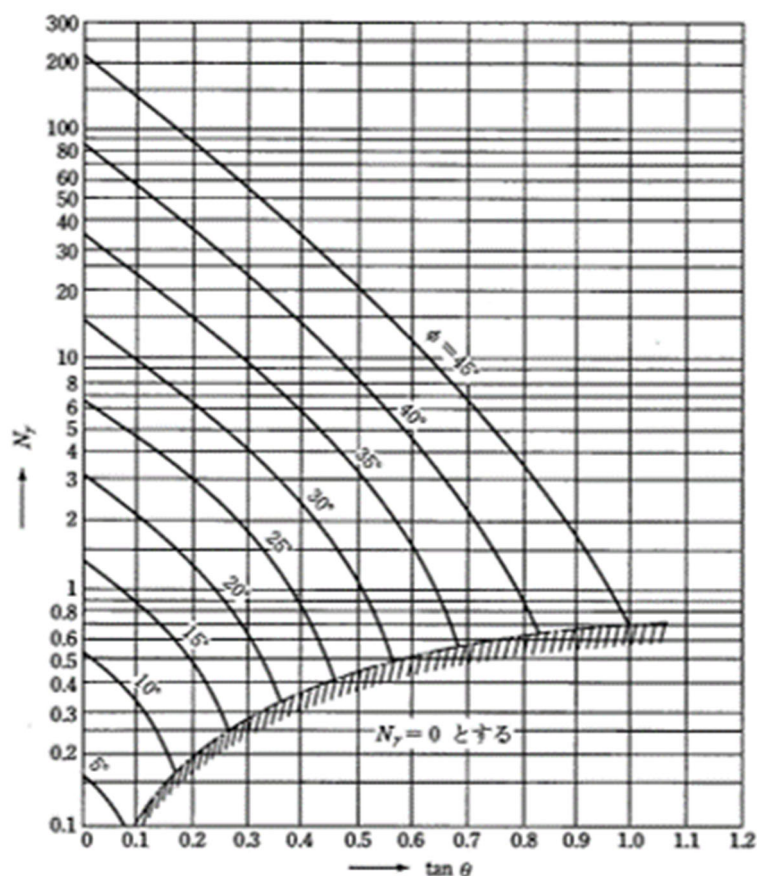
B_0 ：1.0(m)



支持力係数 N_c を求めるグラフ



支持力係数 N_q を求めるグラフ



支持力係数 N_r を求めるグラフ

(出典) 道路橋示方書・同解説 下部構造編 日本道路協会 H24.3

2-4 滑動抵抗力

直接基礎工の設計地盤面における滑動抵抗力は、基礎底面のせん断抵抗力又は根入れ部分で分担する水平抵抗力によるものとする。

【解説】

直接基礎工の設計地盤面に働く滑動抵抗力は、水平な基礎底面におけるせん断抵抗力に基づき計算するが、根入れ部分又は基礎底面の突起による場合は、その水平抵抗力によってせん断抵抗力を分担する。

(参考)

1 せん断抵抗力の計算

せん断抵抗力は、次式により計算する。

$$H_u = N \cdot \tan \delta + C \cdot A'$$

ここに H_u : 基礎のせん断抵抗力 (kN)

N : 鉛直力 (kN)

$\tan \delta$: 基礎工底面と基礎地盤の摩擦角の正接値 : 0.7 (標準)

C : 基礎工底面と基礎地盤の粘着力 (kN/m²)

= $\tan \delta$ を 0.7 とした場合は 0 とする。

A' : 「2-3 許容鉛直支持力」の参考の計算式の記号に同じ

2 突起を設けた場合のせん断抵抗力の計算

突起を設けた場合のせん断抵抗力は、突起部分で分担する水平抵抗として、次式により計算する。

$$H_u = (C \cdot A_1 + N_1 \cdot \tan \phi) + (N_2 + N_3) \tan \delta$$

ここに H_u : 基礎の水平抵抗力 (kN)

A_1 : 有効載荷面積中の突起前方 (仮想基礎底面) の底面積 (m^2)
 A_2 : 有効載荷面積中の突起の底面積 (m^2)
 A_3 : 有効載荷面積中の突起後方の底面積 (m^2)
 N_1 : 有効載荷面積中の突起前方の底面積に作用する鉛直荷重 (kN)

$$= \frac{A_1}{A'} \cdot N$$

ここに A' : 「2-3 許容鉛直支持力」の参考の計算式の記号に同じ
 N : 基礎に作用する鉛直荷重 (kN)
 N_2 : 有効載荷面積中の突起の底面積に作用する鉛直荷重 (kN)

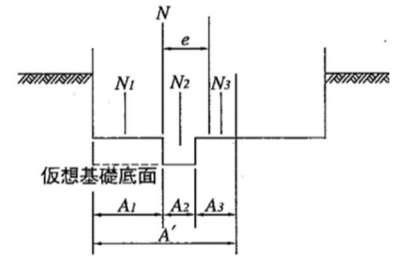
$$= \frac{A_2}{A'} \cdot N$$

N_3 : 有効載荷面積中の突起後方の底面積に作用する鉛直荷重 (kN)

$$= \frac{A_3}{A'} \cdot N$$

ϕ : 仮想基礎底面の内部摩擦角 (度)

$\tan \delta$ 、 C : 1 の計算式の記号に同じ



2-5 フーチングの設計

フーチングの設計は、片持ばり、単純ばり又は固定ばり等のはり部材として、自重、上載荷重、地盤反力等によって行うものとする。

【解説】

直接基礎工を主体とするコンクリートフーチングの設計は、躯体と一体構造とする。

(参考)

1 フーチングの厚さ

フーチングの厚さは、剛体として取り扱える寸法とし、フーチングの平均厚さが、その幅の 1/5 程度以上を標準とする。ただし、壁のあるフーチングの場合は、フーチング幅から壁厚を差し引いた値の 1/5 程度以上とする。

2 曲げモーメント

- (1) フーチングの曲げモーメントは片持ばりとし、長方形断面の柱又は壁状の場合はその前面並びに円形柱の場合の柱外面より柱直径の 1/10 だけ内側に入った位置の鉛直面を設計断面とする。
- (2) 設計断面における曲げモーメントは、柱又は壁の前面のフーチング全面積に作用する荷重によって生ずるものとする。
- (3) 曲げモーメントに対するフーチングの有効幅は、次式により求める。

$$b = t + 2d \leq B$$

ここに b : 有効幅 (cm)
 t : 躯体幅 (cm)
 d : フーチングの有効高さ (cm)
 B : フーチング全幅 (cm)

3 セン断力

- (1) 柱又は壁におけるコンクリートの平均せん断応力度は、各接合部からフーチングの厚さの 1/2 の位置において照査する。
- (2) セン断力に対するフーチングの有効幅は、フーチング全幅とする。

4 突起の設計

突起の設計は、基礎地盤が岩盤、密実な礫層の良質な地盤に適用するものとし、断面寸法等は、次により求めた値とする。

- (1) 突起の取付部の断面は、次式による水平力を基に求める。

$$H_T = \{ C \cdot A_1 + N_1 (\tan \phi - \tan \delta) + N_2 \cdot \tan \delta \} \cdot \frac{1}{F_s}$$

ここに H_T : 突起に作用する水平力 (kN)

$$F_s : \text{滑動に対する実安全率} = \frac{H_u}{h} = 1.5 \text{ 以上}$$

ここに H_u : 基礎の滑動抵抗力 (kN)

H : 基礎工底面に作用する水平力 (kN)

他の記号は、「2-4 滑動抵抗力」の参考2の計算式に同じ

(2) 突起の必要高さは、次式により求めた値とする。

$$0.1 \leq h/B \leq 0.15$$

ここに h : 突起の高さ (m)

B : 基礎幅 (m)

2-6 基礎底面

基礎底面は、基礎地盤に密着し、十分なせん断抵抗を有するように処理しなければならない。

【解説】

1 基礎底面の処理

直接基礎の滑動抵抗を十分に発揮させるため、基礎地盤の状態に応じた処理をする。

- (1) 砂地盤の場合は、割栗石、現地発生の良質な岩砕を敷き並べて十分に締め固め、基礎地盤を構築して基礎を設ける。
- (2) 岩盤の場合は、床堀を基礎底面で止めて基礎地盤を構築し、岩盤面を清掃して基礎を設ける。
- (3) 基礎に突起を設ける場合は、割栗石、岩砕で構築した基礎地盤を貫いて十分に支持地盤に貫入させる。

2 埋戻し

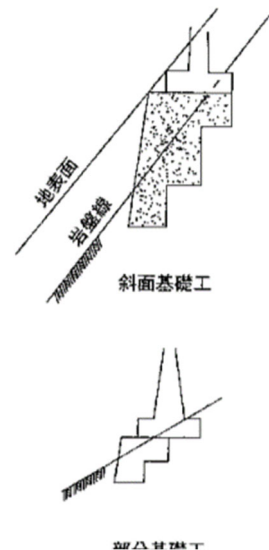
基礎部前面の埋戻しは、次によることを標準とする。

- (1) 基礎地盤が土砂である場合には、土砂で埋め戻して十分に締め固める。
- (2) 基礎地盤が岩盤である場合には、コンクリートを充填する。
- (3) 基礎地盤が岩盤と土砂で構成される場合には、その割合に応じて土砂又はコンクリートにより埋め戻す。

3 置換えコンクリート基礎

基礎地盤の傾斜が極めて急勾配で、既定の基礎を構築すると構造物の高さが著しく高くなり、断面積も著しく厚くなる場合であって、他の構造物への変更等ができない場合には、次により置換えコンクリート基礎を適用することができる。

- (1) 置換えコンクリート基礎の形状は、地盤層の傾斜に応じて段差を設ける。
- (2) 置換えコンクリート基礎の天端は、基礎地盤面より低い位置にとどめ、背面に土圧が作用しない岩盤に設置する。
- (3) 置換えコンクリート基礎と擁壁底面とは構造的に分離していると考え、転倒、支持力及び各部の応力については、置き換えコンクリート基礎天端に作用する擁壁底面からの荷重を考慮して擁壁に準じて行う。



第3節 杭基礎工

3-1 設計条件

杭基礎工の設計条件は、基礎工の基礎設計条件のほか、荷重分担、杭の配置、計算方法等を示すものとし、杭基礎工の設計は、これらの設計条件に基づき行うものとする。

【解説】

杭基礎工の設計条件は、杭基礎の上部の構造物から伝達される鉛直荷重及び水平荷重等に対し、それぞれ許容値以下になるよう、基礎工の基本設計条件のほか、許容支持力、根入れ、設計手順等を示し、杭基礎工の設計は、これらの設計条件に基づき行う。

1 一般

杭基礎工の設計は、次の条件を満足させる。

- (1) 杭の許容押込み支持力が、杭頭に作用する軸方向押込み力以上である。
- (2) 杭の許容引抜き力が、杭に作用する引抜き力以上である。
- (3) 杭の許容変位は、上部構造物から決まる許容変位を考慮する。

- (4) 杭本体の構造が所定の強度を有する。
- (5) 杭の上部にフーチングを設ける場合は、フーチングの強度が所定以上である。

2 根入れ

- (1) 杭基礎は、その支持機構において杭先端の支持力を考慮するかどうかにより支持杭と摩擦杭とに大別されるが、長期的な基礎の変位を防止するためには一般に支持杭が望ましい。
- (2) 支持杭の杭先端の支持層への根入れ深さは、杭径程度以上確保するのがよい。
- (3) 良質な支持層が深い場合には、上部構造の形式や機能、荷重規模、施工性、経済性等を総合的に検討した上で、摩擦杭を採用してもよい。この場合は、周面摩擦力により所定の支持力が得られる根入れ深さを確保した上で、中間層に根入れする。

3 設計手順

杭基礎工は、次の手順により設計する。

- (1) 杭種、杭径及び杭長を選定する。
- (2) 杭 1 本当たりの軸方向の押込み力及び引抜き力の各許容支持力を算定する。
- (3) 杭の配置を決定して杭頭の各反力と変位量を求め、算定した許容値以内であることを確かめる。
- (4) 杭の断面力に対する杭材の許容応力度から断面を決定する。
- (5) 杭頭、杭先端又は継手等の構造細目を決定する。
- (6) 杭頭反力によるフーチングを設計する。

4 杭とフーチングの結合

- (1) 杭とフーチングの結合部は、剛結するものとし、次の応力度について検討する。
 - ① フーチングの垂直支圧応力度
 - ② フーチングの水平支圧応力度
 - ③ フーチングの押抜きせん断応力度
 - ④ フーチング端部の杭の水平方向の押抜きせん断応力度及び支圧応力度
- (2) 接合方法は、次のいずれかによる。
 - ① フーチングの中に杭の直径以上の長さを埋込む方法
 - ② フーチングの中に 10cm 程度埋込み、杭頭補強鉄筋をフーチング中に設ける方法

3-2 荷重分担

杭基礎工の鉛直荷重及び水平荷重は、原則として杭のみで支持されるものとする。

ただし、杭とフーチング根入れ部分と共同で水平荷重を分担させる場合には、両者の分担について十分検討しなければならない。

【解説】

杭基礎に係る鉛直荷重及び水平荷重は、杭のみで支持させるが、杭とフーチング根入れ部分とで共同して分担させる場合は、次のとおりとする。

- 1 フーチング根入れ部分の水平方向地盤反力係数が地表面からの深さに比例し、水平地盤反力は放物線分布する場合、根入れ部下端の反力度が抵抗土圧強度を上回らないことを確認する。
- 2 地震時保有水平耐力法により杭基礎を設計する場合において、フーチング前面の地盤が長期的に安定して存在しており、また、良質で設計上水平抵抗を期待できる場合には、フーチング前面抵抗を考慮してよい。この場合、埋め戻された地盤は原地盤以上の強度を持たせる。

3-3 杭の配列

杭は長期の持続荷重に対して均等に荷重を受けるように配列するものとする。

【解説】

- 1 杭の配列
 - (1) 杭の沈下は、一般に載荷試験によって求めるが、短時間の試験結果で長期の沈下を予測することは困難であり、良質な地盤に施工する杭の場合でも長期の持続荷重に対しては均等な荷重を受けるように配列する。
 - (2) 杭中心間隔が大きくなったり、杭径に比べてフーチングの厚さが小さい場合、フーチングを剛体とみなせなくなる場合があるので、その場合は荷重分担を考慮して杭の配列を決定する。
 - (3) 杭は、次のように配列する。
 - ① 杭は、2 列以上配列するのが好ましい。
 - ② 斜め杭は、直杭と組合わせて配列するものとし、その傾斜角は 15° 以下とする。

③ 圧密沈下を生ずる地盤又は場所打ち杭にあっては、斜め杭は用いない。

【参考】

各杭に等しい鉛直荷重及び水平荷重を考慮する場合の直杭の配列は、次により計算することができる。

$$Q = \frac{1}{2} (q_1 + q_2) \cdot B$$

$$\tan \theta = \frac{q_1 - q_2}{B}$$

$$A_i = \frac{Q_i}{Q}$$

$$X_i = \frac{-q_2 + \sqrt{q_2^2 + (q_1 + q_2) \cdot A_i \cdot B \cdot \tan \theta}}{\tan \theta}$$

$$g_i = X \cdot \tan \theta + q_2$$

$$G_i = \frac{2g_i + g_{i-1}}{g_i + g_{i-1}} \cdot \frac{X_i - X_{i-1}}{3}$$

$$K_i = G_i + X_{i-1}$$

ここに Q : 全地盤反力 (kN)

q_1 : 底版前端の地盤反力 (kN/m²)

q_2 : 底版後端の地盤反力 (kN/m²)

Q_i : 0 点から X_i の範囲の地盤反力 (kN)

X_i : 0 点から A_i に対する距離 (m)

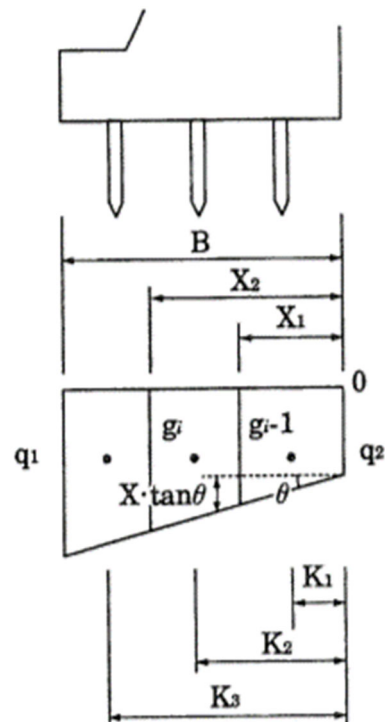
B : 底版幅 (m)

g_i : X_i の位置における地盤反力強度 (kN/m²)

G_i : i 番目の杭が負担する面積の重心位置 (m)

K_i : 0 点から i 番目の杭までの距離 (m)

(出典) 森林土木ハンドブック〈第7版〉林業土木コンサルタンツ H17.7



【解説】

(4) 杭の配置に当たっては、杭の押し込み力と逆方向の引抜き力が作用しない位置を選定するのが望ましい。

2 杭の中心間隔

杭の中心間隔は、杭径の 2.5 倍程度以上とするが、最外周の杭中心とフーチング縁端距離は、打込み杭及び埋込み杭の場合、杭径の 1.25 倍程度以上、場所打ち杭の場合は 1.0 倍とする。

3 群杭の考慮

杭の中心間隔が杭径の 2.5 倍未満の場合は、群杭の影響を考慮する。

3-4 杭の許容支持力

杭基礎工の設計に当たっては、杭の軸方向押し込み力及び軸方向引き抜き力の各許容支持力を算定するものとする。

【解説】

杭基礎工の設計は、あらかじめ杭 1 本当たりの軸方向押し込み力に対する許容押し込み支持力、軸方向引き抜き力に対する許容引き抜き力を算定する。

1 軸方向許容押し込み支持力

杭 1 本当たりの軸方向許容押し込み支持力は、極限引き抜き力、杭の有効重量及び次表の安全率を基に計算する。

安全率			
種類	区分	支持杭	摩擦杭
常時		3	4
地震時		2	3

(出典) 道路橋示方書・同解説 下部構造編 日本道路協会 H14.3

2 軸方向許容引抜き力

杭 1 本当たりの軸方向許容引抜き力は、極限支持力、杭の有効重量及び安全率を基に計算する。

なお、安全率は、常時 6.0 及び地震時 3.0 を標準とする。

3 許容変位量

許容される杭頭の基準変位量は、杭径の 1 % を標準とするが、杭径 1,500 mm 以下の杭については、これまでの実績を考慮して 15 mm とする。

4 負の周面摩擦力

圧密沈下を生ずるおそれのある地盤中に杭を打設する場合には、杭体の損傷を防ぎ、構造物の機能を確保するために、杭の鉛直支持力、杭体応力度及び杭頭沈下量について、負の周面摩擦力による影響を考慮して検討を行う。

3-5 杭反力

杭基礎の杭頭に生ずる反力は、杭の許容支持力、杭頭の許容変位量を超えないものとする。

【解説】

杭基礎は、上部構造から作用する荷重に対して、杭頭に生ずる反力が杭の許容支持力以内であるとともに、上部構造から決まる杭頭の許容変位量を超えないよう杭の配置及び本数を決定する。また、杭頭に作用する杭軸方向力、杭軸直角方向力及びモーメントは、簡略法、変位法等により計算する。

3-6 杭本体の設計

杭基礎工を構成する杭本体は、許容支持力以内の各反力を基とした応力度に対し、許容応力度を超えない構成でなければならない。

【解説】

杭基礎工を構成する杭本体は、許容値以内の軸方向力、モーメント及び変位量を基に、杭各部の応力度を算定し、部材の各許容応力度以内であることを確かめて構造を決定する。

1 基本条件

杭本体の設計上の基本条件は、次による。

- (1) 軸方向押込み力に対して、全長を地中に埋込む杭は、短柱として設計する。
- (2) 軸方向引抜き力に対しては、引張部材として設計する。
- (3) 軸直角方向力及び杭頭モーメントによる杭各部の曲げモーメント並びにせん断力は、杭体を弾性床上的のりとして求める。

2 杭基礎工完成後の荷重に対する設計

杭基礎工完成後の荷重による杭の設計は、杭軸直角方向及び杭をフーチングに固定した場合に生ずる杭頭のモーメントに対して、杭を弾性床上的のりとして仮定して計算する。

- (1) 杭断面の計算に必要な杭本体各部の曲げモーメント、せん断力等は、半無限長はり又は有限長はりとして計算する。
- (2) 杭本体の曲げモーメントは、次により検討する。

- ① 杭頭部の曲げモーメントは杭頭固定の場合、杭反力の計算法で算出される杭頭の曲げモーメントとするが、杭頭をヒンジと考えた地中部最大曲げモーメントの値より大きいこと。
- ② 杭中間部は、杭頭固定であっても、杭頭ヒンジと仮定した曲げモーメントと比較して大きい方を用いる。

3 杭断面の計算

杭断面の計算は、軸方向力のみが作用する場合の杭と軸方向力及び曲げモーメントが同時に作用する場合の杭に区分して行う。

(参考)

- 1 軸方向力のみが作用する場合の杭は、次の条件を満足させる。

$$\sigma = \frac{P}{A} \leq \sigma_{ca}$$

ここに σ : 杭に生ずる鉛直応力度 (N/mm²)

P : 軸方向押込み力 (N)

A : 杭の有効断面積 (mm²)

σ_{ca} : 杭材の許容圧縮応力度 (N/mm²)

2 軸方向力及び曲げモーメントが同時に作用する場合の杭は、次の条件を満足させる。

$$\sigma = \frac{P}{A} \pm \frac{M}{Z} \leq \sigma_a$$

ここに σ : 杭に生ずる曲げ応力度 (N/mm²)

M : 曲げモーメント (N・mm)

Z : 杭の有効断面係数 (mm³)

σ_a : 杭材の許容曲げ応力度 (N/mm²)

【解説】

4 継手

継手を設ける場合は、次により設計する。なお、各種コンクリート打込み杭は、継手を設けないことが望ましい。

- (1) 継手部は本体と同様に、杭の各反力に対して安全であるように設計する。
- (2) 継手の位置は、曲げモーメントのなるべく小さい箇所とし、杭本体の全強に相当する強度を持たせる。
- (3) 水位の変動又は有害物等を含む部分を避けた位置とする。

5 構造細目

- (1) 各種コンクリート杭は、JIS に適合した規格品とし、杭先端及び頭部は打込みにたいして十分に安全な強度を有すること。
 - ① 場所打ち杭の直径は、深礎工法にあっては 140cm 以上で 10cm 単位増及びその他の工法は、80cm 以上で 10cm 単位増とする。
 - ② 鉄筋の最小かぶり寸法は、深礎工法の場合は 7 cm、その他の工法にあっては 12cm とする。
 - ③ 軸方向主鉄筋は、直径 22 mm 以上の異形鉄筋を 6 本以上使用する。
- (3) 鋼管杭は、JIS に適合した規格品とし、その構造の細目は、次を標準とする。
 - ① 鋼管杭の各部の厚さは、強度上必要な厚さに腐食による減厚 1 mm を加えたものとし、最小を 9 mm 以上とする。
 - ② 鋼管杭の現場継手は、継手金具を用いたアーク溶接継手とし、全周全厚突合せ溶接とする。
 - ③ 杭頭及び杭先端が、打込み又は障害物等により安全性を損なう損傷を受けるおそれのある場合は、必要に応じて補強する。

第7章 排水施設

第1節 通則

1-1 一般

排水施設は、路体の維持通行車両の安全かつ円滑な走行の確保のため、集水区域内の地表水及び地下水を速やかかつ安全に林道敷外へ排除することを目的として設置する。

【解説】

排水施設は、林道敷地外からの流入水、湧水、路面水等の状況、石礫等の流下状況、維持管理の方法等を十分に考慮し、集水区域の面積、気象、地形、地質、土質、水利等の条件及び経済性に適合した工種、工法を選定して設置する。

1-2 排水施設の区分

排水施設は、地表水排除のための地表排水施設、地下水排除のための地下排水施設、のり面水排除のためののり面排水施設に区分する。

【解説】

排水施設は、次のように区分する。

1 地表排水施設

地表排水施設は、降雨、降雪等による路面水及び斜面から流入する地表水を排除する施設で、溝きよ、側溝、横断溝及び横断排水工に区分する。

溝きよは、開きよ、暗きよ及び洗越工とし、これらに付帯する呑口工及び吐口工を含む。

なお、呑口工は、集水工、流木除け工、土砂止工、落差工に区分し、吐口工には洗掘防止工を含める。

2 地下排水施設

地下排水施設は、路面下の地下水位を低下させるほか、林道に隣接する斜面等から浸透してくる水を排除する施設で、切土部地下排水工、盛土部地下排水工、切盛境地下排水工及び路床内排水工に区分する。

3 のり面排水施設

のり面排水施設は、雨水等ののり面への浸透防止又はのり面を流下する雨水やのり面内の地下水を安全にのり面外に排除する施設で、のり頭排水工、小段排水工及び縦排水工に区分する。

4 集水桝及び流末処理

集水桝は、各排水施設の流水、局所的な凹地形に滞水している地表水を集水し、安全に排水するための施設である。流末処理は、排水施設の流水を侵食等のおそれのない地山や溪流に安全に導水して処理するための施設で、水路工及び水叩工に区分する。

1-3 雨水流出量

排水施設の構造を決定する雨水流出量は、原則として流達時間における平均降雨量を基に、降雨強度によって求めるものとする。

【解説】

1 水系ごとの雨水流出量

雨水流出量は、水系ごとの集水区域内の降雨がその最遠端から排水施設に流達する時間の平均降雨量を基とした降雨強度により最大流出量を求め、溝きよ等の種類、断面、その他の構造を決定する。

なお、施設の安全を考慮するため、必要に応じて近年の気象、周辺の地質構造、林道の被災状況等に関する資料を参考にして構造を決定することができる。

2 集水面積

集水面積は、水系調査図に基づき、集水区域ごとに測定した面積とする。また、集水区域面積測定の際、必要に応じて集水区域ごとの最遠端距離を求める。

3 降雨強度

降雨強度は、流達時間における平均降雨強度によるものとし、次により求める。

(1) 降雨確率年は、10年を標準とするが、10年確率を超える降雨強度により林道災害が発生している場合は、近年の林道災害が発生した際の気象資料等を参考に、経済性も考慮して10年確率を超える降雨強度を用いることができる。

(2) 降雨強度は、当該地域における雨量観測資料の適合式によるものとし、次式により計算する。

ア タルボット形適合式

$$I = R_n \cdot \frac{a'}{t + b}$$

イ 久野・石黒形適合式

$$I = R_n \cdot \frac{a'}{\sqrt{t \pm b}}$$

ウ シャーマン形適合式

$$I = R_n \cdot \frac{a'}{t^n}$$

エ 君島形適合式

$$I = R_n \cdot \frac{a'}{t^n + b}$$

ここに I : 降雨強度 (mm/h)

R_n : n 年確率の時間雨量 (mm/h)

a' 、 b 、 n : 地域ごとの降雨分布の特性を示す定数

t : 流達時間 (分) であり、次表を標準とするが、集水区域の面積、地表の状態、勾配等によって適当でない場合は、次の (3) の計算によることができる。

流域面積 (ha)	50 以下	50 を超え 100 以下	100 を超え 500 以下
流達時間 (分)	10	20	30

(3) 流達時間は、集水区域の最遠端から河道の最上流端に到達するまでの流入時間と、河道等を経て排水施設に到達するまでの流下時間の和とし、次式により計算する。

① 流入時間の算定に当たっては、集水区域の地表の状況、勾配、面積、形状等のほか、土質の浸透能、降雨強度等を考慮して、次のカーベイ式により計算する。

$$t_1 = \left\{ \frac{2}{3} \times 3.28 \times L \cdot \frac{n_d}{\sqrt{S}} \right\}^{0.467}$$

ここに t_1 : 流入時間 (分)

L : 集水区域最遠端から流入地点までの距離 (m)

S : 最遠端から流入地点までの平均勾配 $= \frac{H}{L}$

ここに、 H : 高低差 (m)

n_d : カーベイの粗度係数で、次表による。

Kerby の粗度係数	
地 覆 状 態	n_d
セメントコンクリート、アスファルトコンクリート面など	0.013
滑らかな不浸透面	0.02
滑らかで、よく締まった裸地	0.10
貧弱な草地、耕地、適当な粗さの裸地	0.20
牧草地、普通の草地	0.40
落葉樹林	0.60
針葉樹林、粗または密に草が生い茂った深い落葉樹林	0.80

(出典) 道路土工要綱 日本道路協会 H21.6

② 流下時間は、河道等を経て降雨強度を求める排水施設に至るまでの時間で、平均流速を基として、次式により計算する。

$$t_2 = \frac{L}{60 \times v}$$

ここに、 t_2 : 流下時間 (分)

L : 河道等の延長 (m)

$$v : \text{マニングの平均流速式 (m/sec)} = \frac{1}{n} \cdot R^{2/3} \cdot i^{1/2}$$

ここに、R : 径深 (m)

$$= \frac{A}{P}$$

ここに、A : 河道等の断面積 (m²)

P : 河道等の潤辺長 (m)

i : 河道等の勾配

$$= \frac{H}{L}$$

ここに、H : 河道等の高低差 (m)

n : 次表に示す粗度係数による。

河道の粗度係数

区分		溪床の状況	粗度係数	
			範囲	平均
自然流路	大流路	粘土、砂質床	0.018 ～ 0.035	
		礫河床	0.025 ～ 0.040	
	山地流路	砂利、玉石	0.030 ～ 0.050	
		玉石、大玉石まじり	0.040 ～ 0.070	
	山岳地溪流	流水土砂で損耗された凹凸の甚だしい母岩の露出溪床		0.05
		河床が割合整備された状況の溪床		0.06
		径 0.3～0.5mの石礫が点在		0.07
		径 0.5m以上の石礫が点在		0.08
人工水路等		コンクリート管		0.013
		コンクリート人工水路	0.014 ～ 0.020	
		両岸石張小水路（泥土床）		0.025
		コルゲートパイプ（1形）		0.024
		コルゲートパイプ（2形）		0.033
		コルゲートパイプ（ペービングあり）		0.012

(出典) 山地保全工学 山口伊佐夫 農林出版 S45、水理公式集 土木学会 S46、
建設省河川砂防技術基準 (案) 同解説 調査編 日本河川協会 H9、
道路土工要綱 日本道路協会 H21.6

排水施設の粗度係数

排水施設の形式	排水施設の状況	粗度係数	
		範囲	標準値
カルバート	現場打ちコンクリート		0.015
	コンクリート管		0.013
	コルゲートパイプ (1 形)		0.024
	コルゲートパイプ (2 形)		0.033
	コルゲートパイプ (ペービングあり)		0.012
	塩化ビニル管		0.010
	コンクリート 2 次製品		0.013
ライニングした水路	鋼、塗装なし、平滑	0.011 ~ 0.014	0.012
	モルタル	0.011 ~ 0.015	0.013

	木、かんな仕上げ	0.012 ～ 0.018	0.015
	コンクリート、コテ仕上げ	0.011 ～ 0.015	0.015
	コンクリート、底面砂利	0.015 ～ 0.020	0.017
	石積み、モルタル目地	0.017 ～ 0.030	0.025
	空石積み	0.023 ～ 0.035	0.032
	アスファルト、平滑	0.013	0.013
ライニング なし水路	土、直線、等断面水路	0.016 ～ 0.025	0.022
	土、直線水路、雑草あり	0.022 ～ 0.033	0.027
	砂利、直線水路	0.022 ～ 0.030	0.025
	岩盤直線水路	0.025 ～ 0.040	0.035

(出典)道路土工要綱 日本道路協会 H21.6

【解説】

4 流出係数

流出係数は、集水区域内の地表面の状態、傾斜、土質、降雨継続時間等の変動等を予測するものであり、降雨強度による降雨量と排水施設への流入量の比とし、次表の値を標準値として適用する。

なお、地表面の種類が複数にわたる場合は、それぞれの加重平均値によるものとする。

地質及び地形	浸透能不良母材			浸透能普通母材			浸透能良好母材		
	急峻	斜面	平地	急峻	斜面	平地	急峻	斜面	平地
森 林	0.65	0.55	0.45	0.55	0.45	0.35	0.45	0.35	0.25
疎 林 耕 地	0.75	0.65	0.55	0.65	0.55	0.45	0.55	0.45	0.35
草 地	0.85	0.75	0.65	0.75	0.65	0.55	0.65	0.55	0.45
不 毛 岩 石 地	0.90	0.80	0.70	0.80	0.70	0.60	0.70	0.60	0.50

都市地区	住宅地区	舗装道路	砂利道路	庭園芝生	樹 林	運動場公園
0.90～ 0.95	0.70～ 0.80	0.85～ 0.98	0.60～ 0.75	0.45～ 0.55	0.35～ 0.40	0.55～ 0.65

(出典)治山設計 山口伊佐夫 農林出版 S54.3

5 排水施設に流入する雨水流出量

排水施設に流入する雨水流出量は、集水区域面積、降雨強度及び流出係数に基づき、次の合理式法により計算する。

$$Q = \frac{1}{360} C \cdot I \cdot A$$

ここに Q：雨水流出量(m³/sec)

C：流出係数

I：降雨強度(mm/h)

A：集水区域面積(ha)

1-4 通水断面

溝きよの通水断面は、算出された雨水流出量等を安全に流下させるものとし、集水区域内の現地諸条件を基に、適切な安全率を乗じて求めるものとする。

【解説】

排水施設の通水断面は、算出された雨水流出量とこれに混じって流下する石礫等を安全に流下させる能力を有するものとし、水系調査等に基づく集水区域内の現地諸条件を基に適切な安全率を乗じて求める。

1 通水断面の計算

排水施設の通水断面は、次式により計算する。

$$A = \frac{Q}{v} \cdot F$$

ここに A : 通水断面積 (m^2)

Q : 雨水流出量 (m^3/sec) = 「1-3 雨水流出量」 5 による

v : 平均流速 (m/sec) = 「1-3 雨水流出量」 3 の (3) の ② の式により算定する。

F : 安全率=次の「1-4 通水断面」 3 に示す値とする。

2 安全率

通水断面の算定に用いる安全率は次の値を標準とする。

ただし、近隣の既設排水施設の規模、同施設に用いられた安全率、集水区域内における近年の洪水痕跡、設置する吞口工の種類、規模等を考慮した場合、標準とする安全率により難しいときは、洪水痕跡等を考慮した安全率を用いることができるものとする。

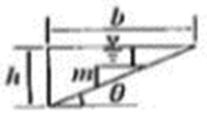
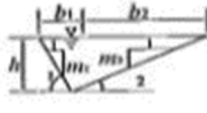
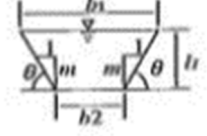
なお、設計計算を行わない木材による流木除け工は、暗きょ通水断面の安全率向上の作用はないものとして扱う。

- (1) 開きよは、1.2 以上
- (2) 暗きょにおいて流木除け工、土砂止工又は落差工を設ける場合は 2.0~3.0
- (3) 暗きょにおいて流木除け工、土砂止工又は落差工を設け難い場合は 3.0 以上

(参考)

排水施設の通水断面積及び径深

排水施設の通水断面積及び径深は、次表によることができる。なお、通水断面は満流とする。

断面形状	断面図	通水断面積 A	径 深 R	図形の関係式
長方形		$A = b h$	$R = \frac{A}{2 h + b}$	
三角形		$A = \frac{1}{2} b h$	$R = \frac{A}{h + \sqrt{b^2 + h^2}}$	$\tan \theta = \frac{h}{b} = m$
		$A = \frac{1}{2} h (b_1 + b_2)$	$R = \frac{A}{\sqrt{h^2 + b_1^2} + \sqrt{h^2 + b_2^2}}$	$\tan \theta_1 = \frac{h}{b_1} = m_1$ $\tan \theta_2 = \frac{h}{b_2} = m_2$
台形		$A = \frac{1}{2} h (b_1 + b_2)$	$R = \frac{A}{b_2 + \sqrt{4 h^2 + (b_1 - b_2)^2}}$	$\tan \theta = \frac{2 h}{b_1 - b_2} = m$
円形	 ϕ はラジアン単位で計算	$A = \frac{d^2}{4} \left(\phi - \frac{1}{2} \sin 2 \phi \right)$	$R = \frac{A}{d \phi}$ $= \frac{d}{4} \left(1 - \frac{1}{2} \frac{\sin 2 \phi}{\phi} \right)$	$b = d \sin \phi$ $h = \frac{d}{2} (1 - \cos \phi)$ 半径 $r = d / 2$ ϕ が 90° より大きいときは

	する。角度 ϕ° との関係は $\phi = \frac{\pi}{180 \phi^\circ}$	満水時 $(\phi = \pi : \phi^\circ = 180^\circ)$ $A = \frac{\pi d^2}{4}$	$R = \frac{d}{4}$	$\phi - 90^\circ + \cos^{-1} \frac{b}{d}$
半円形		$A = \frac{\pi d^2}{8}$	$R = \frac{d}{4}$	円形断面に対する式において $\phi = \frac{\pi}{2}$ を代入して得られる。

第2節 溝きよ

2-1 一般

- 1 溝きよは、林道が沢、谷等の水系を横断する場合に、流水等を路体に支障がないよう流下させることを目的として設置する。
- 2 溝きよは、開きよ、暗きよ及び洗越工に区分し、各施設は、集水区域の面積、溪流等の勾配、石礫等の状況、気象条件及び雨水流出量等の条件に応じ、流水等を安全に流下させる機能を有するものでなければならない。

【解説】

溝きよは、集水区域の面積、溪流等の勾配や溪流内の石礫の径、雨水流出量等の条件に基づき通水断面を算定する必要のある箇所に適用することとし、設置箇所の土かぶり厚や基礎地盤、溪流内の石礫等の流下物等の条件、呑口付近の堆積物の除去等の維持管理等を考慮して適切な工種、工法を選定する。

また、溝きよを設置する場合には、溝きよの工種や溪流等の状況に適合する呑口工及び吐口工を設置し、流水等の安全かつ確実な集水及び排水、路体の保護、溪岸侵食等の防止を行う。

呑口には、溪流内の倒木、石礫等の状況に応じて流木除け工、土砂止工、落差工等を設置して呑口の閉塞を防止し、吐口には吐出る流水の状況に応じて洗掘防止工を設置して溪床の洗掘を防止する対策を講じる。

1 適用条件

溝きよは、それぞれの特性に応じ、次のような条件の箇所に設置する。

(1) 開きよ

- ① 集水区域の面積が比較的小さく、雨水流出量及び石礫等の流出量が少ない溪流等を横断する箇所
- ② 施工基面と溪床等の比高が小さい箇所
- ③ 暗きよに比べて通水断面が小さい箇所
- ④ 暗きよの設置に必要な土かぶり厚を確保できない箇所
- ⑤ 流下する石礫の径が小さい箇所
- ⑥ 溝きよの流路部や呑口付近に土石等の堆積が生じやすく、堆積物の除去等の維持管理を頻繁に実施する必要がある箇所

(2) 暗きよ

- ① 集水区域面積が比較的大きく、雨水流出量及び石礫等の流出量が多い溪流等を横断する箇所
- ② 施工基面と溪床等の比高が大きい箇所
- ③ 大きな通水断面とする必要がある箇所
- ④ 必要な土かぶり厚の確保が可能な箇所
- ⑤ 石礫を流下させることが可能な箇所
- ⑥ 敷設延長が著しく長くない箇所
- ⑦ 路体（待避所及び車廻しを含む。）を除き、大きな盛土や残土処理場とならない箇所
- ⑧ 溝きよの流路部や呑口付近に土石等の堆積が生じにくく、堆積物の除去等の維持管理を頻繁に実施する必要のない箇所

(3) 洗越工

- ① 集水区域の面積が比較的小さく通常時の流量は少ないが、雨水流出量、石礫等の流出量が多い溪流等を横断する箇所
- ② 施工基面と溪床等の比高が小さく、河床路のような形態となる箇所
- ③ 開きよに比べて通水断面が大きい箇所
- ④ 暗きよの設置に必要な土かぶり厚を確保できない箇所

- ⑤ 流下する石礫の径が比較的大きい箇所
- ⑥ 堆積した土石の除去等の維持管理が主として豪雨等の発生後となる箇所

2 溝きよの設置

溝きよの設置に当たっては、次の事項に留意するものとする。

- (1) 溝きよは、林道の中心線と直交させて設置すると最も延長を短くできるが、溪流等の流心方向と林道の中心線が直交しない場合には、設置方向を溪流等の下流側流心方向に合致させる。
ただし、溝きよの設置方向を溪流等の下流側流心方向に合致させると設置延長が相当長くなる場合であって、溪岸侵食を生じさせない範囲又は護岸等の対策を講じることにより、溪流等の流路を修正することが可能な場合には、可能な限り林道の中心線と溪流等の下流側流心方向が直交する位置に近づくように溪流等の流路を修正することができる。
なお、暗きよの設置箇所には、盛土構造の林業作業用施設や残土処理場は設置しないことを基本とするが、現地の地形条件から設置しなければならない場合には、呑口の閉塞による越流水で林業作業用施設等の崩壊が生じないよう、十分な対策を行う。
- (2) 溝きよの設置勾配は、溝きよを設置する箇所の溪床勾配等に合致させることを基本とし、設置勾配が30%程度を超える場合には、突起、支保工等によるすべり止め対策を行う。

2-2 開きよ

開きよは、設置箇所の雨水流出量、石礫等の流下状況、交通荷重の有無等の条件に応じた適切な部材、工法を選定して設置する。

【解説】

1 開きよの種類

開きよは、部材の材料又は構造により、次のとおり区分する。

- ① 鉄筋コンクリートフリーウム
- ② 鋼製のフリーウム
- ③ 合成樹脂のフリーウム
- ④ 現場打ちコンクリートの側壁2面又は側壁と底面の3面による構造

2 適用条件

- (1) 鉄筋コンクリートフリーウムは、次のような条件の箇所に適用する。
 - ① 交通荷重の生じる箇所
 - ② 石礫等の流下が想定される箇所
 - ③ 生コンクリートの運搬ができない箇所
- (2) 鋼製のフリーウムは、次のような条件の箇所に適用する。
 - ① 交通荷重の生じない箇所
 - ② 流下する石礫の径が小さく、量が少ない箇所
 - ③ 流水等が酸性でない箇所
- (3) 合成樹脂のフリーウムは、次のような条件の箇所に適用する。
 - ① 交通荷重の生じない箇所
 - ② 石礫等の流下が極めて少ない箇所
 - ③ 流水等が酸性でない箇所
 - ④ 紫外線の影響を受けにくい箇所
- (4) 現場打ちコンクリートの開きよは、次のような条件の箇所に適用する。
 - ① 2面構造
 - ア 交通荷重の生じる箇所
 - イ 流路底面となる基礎地盤が岩盤、侵食されにくい礫等である箇所
 - ウ 流下する石礫の径が比較的大きい箇所
 - エ 鉄筋コンクリートフリーウムを適用できない箇所
 - オ 水生動物の生息に配慮する必要がある箇所
 - ② 3面構造
 - ア 交通荷重の生じる箇所
 - イ 流下する石礫の径が比較的大きい箇所
 - ウ 流路底面となる基礎地盤の侵食が想定される箇所
 - エ 鉄筋コンクリートフリーウムや現場打ち2面構造を適用できない箇所

3 設置における留意事項

- (1) 鉄筋コンクリートフリューム及び現場打ちコンクリートの開きよに蓋を用いる場合は、交通荷重に対応したものを用いる。
- (2) 交通荷重の生じる箇所に設置する場合は、不等沈下等が生じないよう適切に基礎を構築する。
- (3) 現場打ちコンクリートの開きよの構造は、基礎部の確実な岩着や壁体の強度を確保するための鉄筋について検討を行って安定した構造とするとともに、流路底面及び壁体の安定を図る必要がある場合には、帯工等を設置する。
- (4) 設置にクレーンを用いる場合には、クレーンの作業場所を適切に確保する。

2-3 暗きよ

暗きよは、設置箇所の雨水流出量、石礫等の流下状況等の条件に応じた適切な部材、工法を選定して設置する。

【解説】

1 暗きよの種類

暗きよは、部材の材料及び構造等により、次のとおり区分する。

① 剛性カルバート

ア コンクリート二次製品のボックスカルバート

イ コンクリート二次製品のパイプカルバート

② たわみ性カルバート

ア 鋼製パイプカルバート

鋼製パイプカルバートは、コルゲートパイプを標準とする。

イ 合成樹脂管

合成樹脂管は、その構造から耐圧ポリエチレンリブ管とその他に区分する。

2 適用条件

- (1) 剛性ボックスカルバートは、次のような条件の箇所に適用する。

- ① 雨水流出量が多い箇所
- ② 比較的大きな径の石礫等が相当量流下することが想定される箇所
- ③ 基礎地盤が地山の箇所

- (2) 剛性パイプカルバートは次のような条件の箇所に適用する。

- ① 石礫等の流下が想定される箇所
- ② 基礎地盤が地山の箇所

- (3) コルゲートパイプは次のような条件の箇所に適用する。

- ① 流下する石礫の径が小さい箇所
- ② 基礎地盤が地山又は盛土の箇所

- (4) 合成樹脂管（耐圧ポリエチレンリブ管）は、次のような条件の箇所に適用する。

- ① 石礫等の流下が極めて少ない箇所
- ② 基礎地盤が地山又は盛土の箇所

- (5) 合成樹脂管（耐圧ポリエチレンリブ管以外）は、次のような条件の箇所に適用する。

- ① 石礫等の流下が極めて少ない箇所
- ② 交通荷重の生じない箇所
- ③ 基礎地盤が地山又は盛土の箇所

3 設置における留意事項

- (1) 剛性のボックスカルバートやパイプカルバートは、不等沈下等が生じないよう適切に基礎を構築する。
- (2) たわみ性パイプカルバートを盛土内に設置する場合は、盛土の確実な締固め、基礎の適切な構築及び裏込めの確実な締固めを行い、不等沈下による滞水、呑口及び吐口の損傷等が生じないようにする。
- (3) パイプカルバートの最小径は0.6mとするが、設置箇所の流量に大きな変動がなく、0.6m未満の径で排水が可能な場合には、設計計算により算出された径とする。
- (4) 剛性ボックスカルバートを現場打ちコンクリートで設置する場合は、設計計算を行って土圧及び交通荷重に対して安全な構造とする。
- (5) 暗きよの設置にクレーンを用いる場合には、クレーンの作業場所を適切に確保する。
- (6) 各暗きよの土かぶり厚は下記を標準とするが、基礎形式、管径等に応じて必要な土かぶり厚を確保する。
 - ① 剛性ボックスカルバート 0.5m以上
 - ② 剛性パイプカルバート 0.5m以上

- ③ コルゲートパイプ 0.6m以上
- ④ 合成樹脂管 0.6m以上

2-4 洗越工

洗越工は、設置箇所の通常時の流量と雨水流出量との差や石礫等の流下状況等の条件に応じて適切な構造により設置する。

【解説】

1 洗越工の構造

洗越工は、呑口側及び吐口側の擁壁又は止水工、コンクリート等による路面工、常水排水用の開きよ又は暗きよを組み合わせ、降雨時には路面を流路とする構造とし、具体的には次のとおりとする。

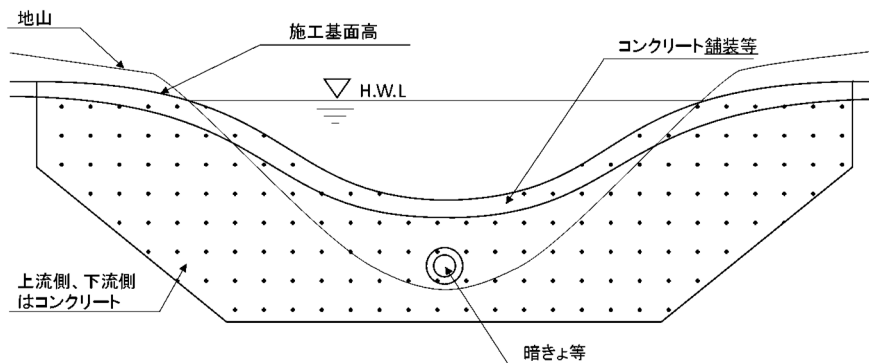
- (1) 降雨時に流路とする路面の延長は、雨水流出量のほか、洪水痕跡に応じた通水断面の確保が可能な長さとする。
- (2) 路面は、コンクリート舗装、水叩き構造等として洪水流等による破壊や洗掘が生じない構造とする。
- (3) 縦断線形は溪流等の流心付近を最低部とする凹形の縦断曲線とし、縦断曲線の半径は林道規程第21条の規定に従って設定する。
- (4) 呑口側及び吐口側の擁壁又は止水工は、降雨時の流水により路体の破壊や洗掘が生じない厚さ及び根入れを確保した構造とする。
- (5) 常水排水用の開きよ又は暗きよは、常水を確実に排水する通水断面を有し、常水の流下による路体の侵食や洗掘が生じない構造とする。

2 設置における留意事項

- (1) 降雨時に流路とする路面は、降雨時の流水の状況に応じてコンクリート舗装、コンクリート水叩き又は岩砕等による路面を適切に選定する。
- (2) 呑口側及び吐口側の擁壁又は止水工は、雨水流出量や石礫の径、流水の状況等に応じてコンクリート構造、木製構造等を適切に選定する。
- (3) 常水排水用の開きよ又は暗きよは、通常時の流量及び降雨時の流水の状況等に応じてコンクリート二次製品のフリューム、ボックスカルバート又はパイプカルバート、合成樹脂管、木製構造等から適切に選定して設置する。

(参考)

上記1による洗越工の概念図は、次図のとおり。



2-5 設計

溝きよの設計に当たっては、施設の特性に応じて設計計算を行わなければならない。

【解説】

1 開きよ

開きよの設計計算は、次による。

- (1) 開きよの側壁を現場打ちコンクリートの壁体とする場合は、鉄筋コンクリート構造とし、活荷重、衝撃を考慮して設計計算を行う。
- (2) 鉄筋コンクリートフリュームを適用する場合は、活荷重、衝撃を考慮した設計計算結果から適切な規格のものを選定する。
- (3) 開きよ側壁部への活荷重の作用は橋梁橋壁に準じて行い、側壁天端への载荷は考慮しない。
- (4) 現場打ちコンクリートの側壁は底版軸線を固定端とする片持ちばり、底版は側壁軸線で剛結された単純ばりを基としたラーメンとして設計計算を行う。

(5) 開きよに蓋を用いる場合は、交通荷重に対して安全な部材、構造のものとし、蓋掛壁について応力計算を行う。

2 暗きよ

(1) 荷重

暗きよに作用する荷重は、死荷重、活荷重、衝撃、土圧及び地盤反力として、暗きよの種類に応じた外力により設計計算を行う。

① 死荷重は、暗きよの自重とし、材料の単位堆積重量は、次の値を標準とする。

ア 鉄筋コンクリートは $24.5\text{kN}/\text{m}^3$

イ コンクリートは $23\text{kN}/\text{m}^3$

ウ アスファルトは $22.5\text{kN}/\text{m}^3$

② 活荷重には衝撃を生ずるものとし、暗きよの種類に応じて次表により適用する。

衝撃係数

暗きよの種類	土かぶり (h)	衝撃係数
剛性ボックスカルバート ・ボックスカルバート ・アーチカルバート ・門型カルバート たわみ性カルバート ・コルゲートパイプ	$h < 4\text{ m}$	0.3
	$4\text{ m} \leq h$	0
剛性パイプカルバート ・コンクリート製パイプカルバート たわみ性カルバート ・硬質塩化ビニルパイプカルバート ・強化プラスチック複合パイプカルバート ・耐圧ポリエチレンリブパイプカルバート	$h < 1.5\text{ m}$	0.5
	$1.5\text{ m} \leq h < 6.5\text{ m}$	$0.65 - 0.1h$
	$6.5\text{ m} \leq h$	0

(出典)道路土工学カルバート工指針 日本道路協会 H22.3

③ 活荷重は、次式により計算する。

$$P_L = \frac{2P \cdot (1+i) \beta}{B+2h}$$

$$\frac{PB}{2h+a} = \frac{2P \cdot (1+i) \beta}{(B+2h) \cdot (2h+a)}$$

ここに P：後輪の輪荷重 (kN)：100kN (標準)

i：衝撃係数

β ：断面力の低減係数

・土かぶり厚 $h \leq 1\text{ m}$ かつ内径(又は内空幅) $\geq 4\text{ m}$ 場合 1.0

・上記以外の場合 0.9

B：T荷重1組の占有幅(m)=2.75m (標準)

h：土かぶり厚(m)

P_B ：暗きよの単位面積当たり活荷重 (kN/m²)

a：後輪の設置長 (m)=0.2 (標準)

④ 剛性ボックスカルバートの土圧は、上面又は下面に鉛直土圧が、側面に水平土圧が作用する。

⑤ パイプカルバートの土圧は、その上面に鉛直土圧が作用し、水平土圧は考慮しない。

⑥ 地震及び温度変化による影響は、考慮しない。

(2) 設計計算

① 剛性ボックスカルバートの設計は、次の計算により行う。

ア 設計計算に用いる寸法は、横方向の荷重の場合は外側の寸法、応力計算の場合はラーメン軸線の中心軸寸法による。

イ ラーメンの計算方法は、たわみ角法又は変形法とし、ラーメン部材の接点には剛域を考えない。

ウ 設計計算は、自重、活荷重及び土圧により、頂版、側壁及び底版に生ずる曲げモーメント、せん断力及び軸方向力等を求め、断面の厚さ及び鉄筋量を算出して応力度を検討する。

エ カルバート延長 10m～15m程度の間隔に伸縮目地を設ける場合は、縦方向の設計計算は行わない。ただし、縦断

勾配が10%程度以上の場合は、その傾斜角に対する応力度を基に設計計算を行う。

② 剛性パイプカルバートの設計は、次の計算により行う。

ア 管頂及び管底に集中荷重を載荷して、管体に0.05mm幅のひび割れが生じるときの管底における最大抵抗曲げモーメントに対して1.25をとったものを許容曲げモーメントとする。

イ 鉛直土圧と活荷重との鉛直荷重により、管底に生じる最大曲げモーメントと管体の許容曲げモーメントを比較し、安全となるよう管種及び基礎条件を選定する。

③ たわみ性パイプカルバートのうちコルゲートパイプの設計は、次の計算により行う。

ア コルゲートパイプは、そのたわみ性による受動土圧の発生によって生じる水平たわみ量が、10%以下の変形抵抗力となるような確実な裏込施工を前提として適用する。

イ 板厚は、設置条件、断面形状、直径又はスパン及びかぶり厚を確定した上で決定する。

ウ 板厚の決定に当たっては、断面の剛性、軸方向の継ぎ手強さ、セクションの座屈強さ及びたわみについて計算する。計算に適用する諸数値は、次表を適用する。

計算の種類	項目			数値
断面剛性	FFa	1 形		0. 24 mm/N
		2 形		0. 11 mm/N
継手強さ	安全率	土かぶり h ≦ 1. 5m		6. 0
		土かぶり 1. 5m < h ≦ 3. 0m		4. 5
		土かぶり 3. 0m < h		3. 0
座屈強さ	土の剛性係数K	裏込めの種類	A	0. 44
			B、 C	0. 22
	安全率	土かぶり h ≦ 1. 5m		4. 0
		土かぶり 1. 5m < h ≦ 3. 0m		3. 0
		土かぶり 3. 0m < h		2. 0
たわみ	据 付 角 定 数 Fk			0. 100
	土の経時変化係数Fd と土の変形係数Es	裏込めの種類	A	1. 50 : 7. 4N/mm ²
			B	1. 25 : 14. 7N/mm ²
			C	1. 25 : 24. 5N/mm ²
た わ み の 制 限 値 η a			≦0. 05D (mm)	

注1 1形とは円形1形、2形とは円形2形を示す。

2 A、B、Cは裏込材の種類を示す。(裏込め材料とその締固め度による)

(出典)道路土工カルバート工指針 日本道路協会 H22.3

エ コルゲートパイプの形式は、次により選定する。

a 円形1形は、1350mm以下の径の場合に適用する。

b 円形2形は、1500mm以上の径の場合に適用する。

c エロンゲーション形は、円形2形適用箇所では良質の裏込材の入手が困難な場合で、高盛土箇所又は大径管を用いる場合に適用する。

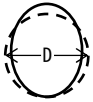
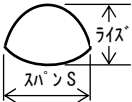
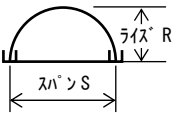
d パイプアーチ形は、円形2形適用箇所では断面積に対して最小土かぶり厚の確保が困難な場合に適用する。

e アーチ形は、内空断面のうち、主として大きな高さを必要とする箇所又は土石流が流下、堆積する箇所に適用する。

オ コルゲートパイプの板厚は、標準板厚を適用することとし、特別な場合以外は設計計算を行わない。なお、舗装した林道の最小土かぶり厚は、舗装厚に30cmを加えた値以上とする。

(参考) コルゲートパイプの形式

断面形状	波形	寸法範囲(mm)	使用板厚(mm)	継手方式	摘要
円形 	1形	D400～D1,800	1.6、2.0、2.7、3.2、4.0	構造物軸方向：フランジ方式 円周方向：ラップ式	
	2形	D1,250～D4,500	2.7、3.2、4.0、4.5、5.3、6.0、7.0	構造物軸方向、円周方向ともラップ式	

エロンゲーション形 	2 形	D1, 330～D4, 500	同上	同上	鉛直方向に5%増した形
パイプアーチ形 	2 形	S2, 000×R1, 500 ～ S5, 800×R3, 200	同上	同上	
アーチ形 	2 形	S1, 500×R810 ～ S7, 000×R3, 560	同上	同上	

(出典)道路土工・カルバート工指針 日本道路協会 H22.3

(参考)

1 円形 1 形

板厚の単位: (mm)

直径 (mm)	か最 ぶ小 り土 (m)	土 か ぶ り (m)															
		1.5	3.0	4.5	6.0	7.5	9.0	10.5	12.0	13.5	15.0	16.5	18.0	21.0	24.0	27.0	30.0
400	0.4	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	2.0	2.0	2.7	2.7	3.2	3.2	4.0
600	0.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	2.0	2.7	2.7	2.7	3.2	3.2	4.0	(4.0)		
800	0.6	2.0	1.6	1.6	2.0	2.0	2.7	2.7	3.2	3.2	4.0	(4.0)	(4.0)				
1,000	0.6	2.7	2.0	2.0	2.0	2.7	2.7	3.2	4.0	4.0							
1,200	0.6	2.7	2.0	2.0	2.7	2.7	3.2	4.0	(4.0)								
1,350	0.6	2.7	2.0	2.0	2.7	3.2	4.0	(4.0)									
1,500	0.6	3.2	2.7	2.7	3.2	4.0	4.0										
1,650	0.6	4.0	2.7	2.7	3.2	4.0											
1,800	0.6	4.0	3.2	3.2	3.2	4.0											

注 範囲A (ゴシック体で示す部分)、範囲B (明朝体で示す部分)、範囲C (明朝体に()を付けた部分)

2 円形 2 形

板厚の単位: (mm)

直径 (mm)	か最 ぶ小 り土 (m)	土 か ぶ り (m)															
		1.5	3.0	4.5	6.0	7.5	9.0	10.5	12.0	13.5	15.0	16.5	18.0	21.0	24.0	27.0	30.0
1,250	0.6	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	3.2	3.2	4.0	4.5	5.3	5.3
1,500	0.6	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	3.2	4.0	4.0	4.0	5.3	5.3	6.0	6.0
1,750	0.6	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	3.2	4.0	4.0	4.5	5.3	6.0	6.0	(6.0)	(6.0)
2,000	0.6	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	3.2	4.0	4.0	4.5	5.3	6.0	(6.0)	(6.0)	(6.0)	(7.0)
2,500	0.6	2.7	2.7	2.7	2.7	3.2	4.0	4.0	4.0	5.3	6.0	(6.0)	(6.0)	(6.0)	(6.0)		
3,000	0.6	3.2	3.2	3.2	3.2	4.0	4.5	5.3	5.3	6.0	(6.0)	(6.0)	(6.0)	(7.0)			
3,500	0.8	3.2	3.2	3.2	4.0	4.5	5.3	6.0	6.0	6.0	(6.0)	(6.0)	(7.0)	(7.0)			
4,000	0.8	4.0	4.0	4.0	4.5	4.5	5.3	6.0	6.0	(6.0)	(6.0)	(7.0)	(7.0)				
4,500	0.8	4.5	4.5	4.5	5.3	6.0	6.0	6.0	6.0	(7.0)	(7.0)	(7.0)					

注 範囲A (ゴシック体で示す部分)、範囲B (明朝体で示す部分)、範囲C (明朝体に()を付けた部分)

3 エロンゲーション形

板厚の単位: (mm)

直径 (mm)	か最 ぶ小 り土 (m)	土 か ぶ り (m)															
		1.5	3.0	4.5	6.0	7.5	9.0	10.5	12.0	13.5	15.0	16.5	18.0	21.0	24.0	27.0	30.0
1,330	0.6	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	3.2	3.2	4.0	4.0	4.5	5.3	6.0
1,500	0.6	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	3.2	4.0	4.0	4.0	5.3	5.3	6.0	6.0
1,750	0.6	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	3.2	4.0	4.0	4.5	5.3	6.0	6.0	6.0	6.0
2,000	0.6	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	3.2	4.0	4.0	4.5	5.3	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0
2,500	0.6	2.7	2.7	2.7	2.7	3.2	4.0	4.0	4.5	5.3	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	7.0	7.0
3,000	0.6	3.2	3.2	3.2	3.2	4.0	4.5	5.3	5.3	6.0	6.0	6.0	6.0	7.0	7.0		
3,500	0.8	3.2	3.2	3.2	4.0	4.5	5.3	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	7.0	7.0			
4,000	0.8	4.0	4.0	4.0	4.5	4.5	5.3	6.0	6.0	6.0	6.0	7.0	7.0				
4,500	0.8	4.5	4.5	4.5	5.3	6.0	6.0	6.0	6.0	7.0	7.0						

注 範囲A (ゴシック体で示す部分)、範囲B (明朝体で示す部分)

4 パイプアーチ形

板厚の単位: (mm)

直径 (mm)	か最 ぶ小 り土 (m)	土 か ぶ り (m)															
		1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0							
2,000	0.6	2.7(1)	2.7(1)	2.7(1)	2.7(1)	2.7(1)	2.7(1)	2.7(1)	3.2(2)	3.2(2)							
2,300	0.6	2.7(1)	2.7(1)	2.7(1)	2.7(1)	2.7(1)	2.7(1)	3.2(1)	3.2(2)	3.2(2)							
2,700	0.6	3.2(2)	3.2(1)	3.2(1)	3.2(1)	3.2(2)	3.2(2)	3.2(2)	3.2(2)	4.0(2)							
3,000	0.6	3.2(2)	3.2(1)	3.2(1)	3.2(1)	3.2(2)	3.2(2)	3.2(2)	4.0(2)	4.0(3)							
3,700	0.6	4.0(2)	4.0(2)	4.0(2)	4.0(2)	4.0(2)	4.0(2)	4.0(3)	4.5(3)	5.3(3)							
4,400	0.7	4.5(3)	4.5(2)	4.5(2)	4.5(2)	4.5(3)	4.5(3)	4.5(3)	5.3(4)	5.3(4)							
5,100	0.7	5.3(3)	5.3(3)	4.5(3)	4.5(3)	5.3(3)	5.3(4)	5.3(4)	5.3(4)								
5,800	0.9	6.0(4)	6.0(3)	6.0(3)	6.0(3)	6.0(4)	6.0(4)										

注 範囲A (ゴシック体で示す部分)

表中の()内は、コーナー部の土の支持力が(1)は 0.20MN/m^2 $\{2.0\text{kgf/cm}^2\}$ 以上、(2)は 0.29MN/m^2 $\{3.0\text{kgf/cm}^2\}$ 以上、(3)は 0.39MN/m^2 $\{4.0\text{kgf/cm}^2\}$ 以上、(4)は 0.49MN/m^2 $\{5.0\text{kgf/cm}^2\}$ 以上必要である。したがって、コーナー部については、それに見合う材料の選定及び締固めが必要である。

5 アーチ形

板厚の単位: (mm)

直径 (mm)	か最 ぶ小 り土 (m)	土 か ぶ り (m)															
		1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0					
1,500 ~3,000	0.8	4.5	4.0	3.2	3.2	3.2	3.2	4.5	5.3	6.0	6.0	7.0					
3,500	0.8	4.5	4.0	3.2	3.2	3.2	4.0	4.5	5.3	6.0	7.0	7.0					
4,000	0.8	5.3	4.5	4.0	4.0	4.0	4.5	5.3	6.0	7.0	7.0						
4,500	0.8	5.3	5.3	4.5	4.5	4.5	5.3	6.0	7.0	7.0							
5,000	0.8	6.0	5.3	4.5	4.5	5.3	6.0	7.0	7.0								
5,500	0.8	6.0	6.0	5.3	5.3	6.0	7.0	7.0									
6,000	0.8	7.0	6.0	6.0	6.0	7.0	7.0										
6,500	0.9	7.0	7.0	7.0	(7.0)	(7.0)											
7,000	0.9	7.0	7.0	(7.0)	(7.0)												

注 範囲A (ゴシック体で示す部分)、範囲B (明朝体で示す部分)、範囲C (明朝体に()を付けた部分) この表は、ライズとスパン比 0.3~0.5 の範囲に適用する。

(出典) コルゲートメタルカルパート・マニュアル (第3回改訂版) 地盤工学会 H9.9

6 標準板厚表の範囲区分及び裏込材の種類

範囲	裏込めの変形係数 (MN/m ²)	裏込め材とその締固め度
範囲A ゴシック体で示す部分	7.4～14.7	砂または切込砂利を用いるのが望ましいが、若干細粒分のある山砂でも、最大乾燥密度の90%以上に締固めればよい。
範囲B 明朝体で示す部分	14.7～24.5	砂または切込砂利を用い、最大乾燥密度の95%以上に締固める。
範囲C 明朝体に()付きで示す部分	24.5以上	特に粒度の良い切込砂利を選定して、十分な施工管理のもとで最大乾燥密度の95%以上に締固める。

注 裏込めの締固め度は、「JIS A 1210 (突固めによる土の締固め試験方法)」に規定するうち、突固め方法のE-aにより求めた最大乾燥密度を基準とした百分率による。

(出典)道路土工—カルバート工指針 日本道路協会 H22.3

2-6 基礎

溝きよの基礎は、原則として地山基礎又は直接基礎とし、溝きよの本体を均等に支持する構造でなければならない。

【解説】

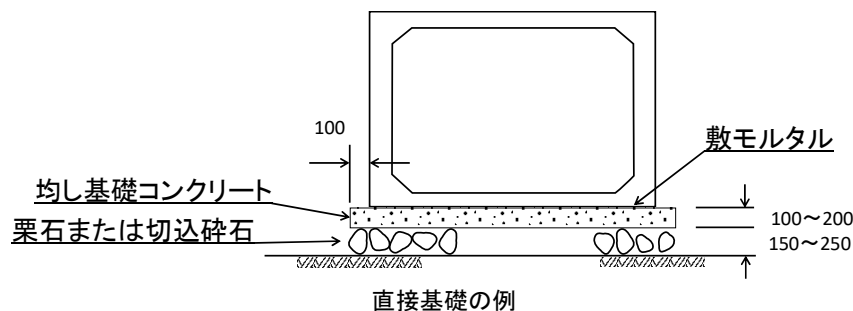
1 一般構造

- (1) 開きよ、暗きよの基礎は、地山基礎又は砂基礎、碎石基礎、コンクリート基礎等の直接基礎とし、溝きよの種類、地盤反力、許容支持力及び溝きよ自体の強度等を基に設計する。
- (2) 開きよ、暗きよの基礎は、活荷重、鉛直土圧及び自重に対する許容支持力を有するものとし、許容支持力が不足する場合は、「第6章 基礎工」に定める杭基礎を用いる。
- (3) 基礎地盤が軟弱な場合は、沈下量調査に基づき「第4章 土工」に示す盛土の軟弱地盤処理に準じた対策を行う。

2 剛性ボックスカルバートの基礎

剛性ボックスカルバートの基礎は、管体の設計計算式を満足する経済的な基礎形式を選定する。なお、管体計算における管体の強度と基礎形式は相関するので、管体の強度上の種類と基礎形式をそれぞれ組み合わせ、全体の経費が最小となる管体の種類と基礎形式を選定する。

- (1) 直接基礎で支持する場合は、次図を標準とする。ただし、基礎地盤の土質が砂、砂礫、岩盤の場合や基礎を置換え基礎とする場合は基礎材を除く。



(出典)道路土工—カルバート工指針 日本道路協会 H22.3

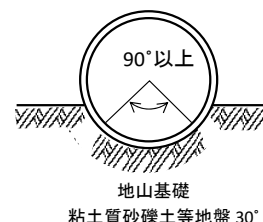
- (2) 軟弱地盤において杭基礎等を用いる場合には、裏込め、埋戻し盛土は良質な材料を用い、剛性ボックスカルバートと盛土等の境に陥没、段差等が生じないように、確実に締め固める。なお、良質な材料を用いても十分な強度が得られない場合には、軟弱地盤処理についても検討する。

3 剛性パイプカルバートの基礎

- (1) 基礎の支持角を0°又は30°とする場合は、地山基礎とし、それ以上の支持角を適用する場合は、砂基礎、碎石基礎、コンクリート基礎等の直接基礎とする。

なお、支持角を30°とする場合の地山基礎は、管外径の1/4以上が管底面として支持されるように掘削して据え付ける。

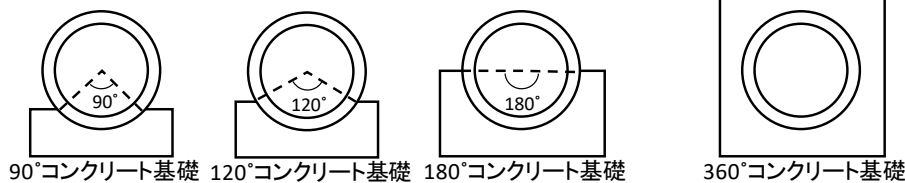
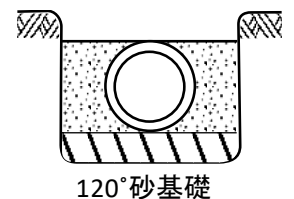
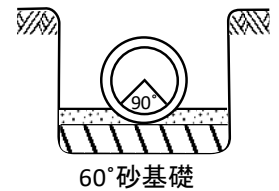
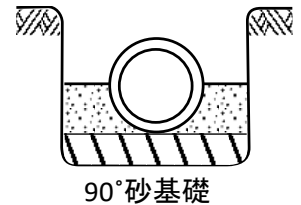
- (2) 砂基礎、碎石基礎、コンクリート基礎等に用いる材料の粒径は、最大40mm以下とする。



- (3) 砂基礎及び碎石基礎は、基礎地盤の上に厚さ 20cm 又は管外径の 1/5 のいずれか大きい値以上の基床を設けるものとする。

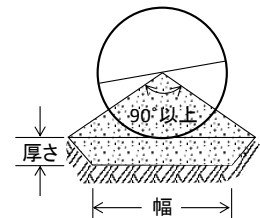
また、支持角が 60° 以上の砂基礎及び碎石基礎については、次に示す区分によって管底面より上部を砂礫等で裏込めし、基床厚と併せて基礎厚とする。

- ① 支持角が 60° の砂基礎及び碎石基礎は、管底面の 90° の範囲まで裏込めする。
 - ② 支持角が 90° の砂基礎及び碎石基礎は、管外径の半分まで裏込めする。
 - ③ 支持角が 120° の砂基礎及び碎石基礎は、管頂面まで裏込めする。
- (4) 砂基礎、碎石基礎の幅は、管外径の 1.5 倍又は管外径に 60cm を加えた値のいずれか小さい値とする。
- (5) 砂基礎、碎石基礎が適用できない場合はコンクリート基礎とし、支持角は管底面が基礎と接する角度として次のとおりとする。
- ① 支持角は、90°、120°、180° とする。
 - ② 土かぶり厚や埋設方法等で安全率が確保できない場合は、支持角を 360° とすることができ。この場合、直径 13mm 以上の異形鉄筋により全周補強を行う。
 - ③ コンクリート基礎の支持角 120° 以下の場合の幅は、継手厚さを含めた管外径とし、支持角 180° の場合は、継手を含めた管外径に管厚の 2 倍を加えた値を標準とする。



4 たわみ性パイプカルバート

- (1) たわみ性パイプカルバートの基礎は、砂、砂質土又は粒径 10 cm 程度以下のクラッシャーラン等の良質材を用いた基床を設ける。
- (2) 基床の形状及び大きさは、基礎地盤の状況に応じて次による。
- ① 基礎地盤が基床と同程度の土質の場合は、次図のように管外径の 1/4 が管底面として基礎地盤で直接支持されるようにし、基床は設けない。
 - ② 基礎地盤が岩盤の場合は、基礎地盤と管底面の間に厚さ 20cm 以上、幅を管外径の 1.5 倍以上とする基床を設ける。
 - ③ 軟弱地盤の場合は、幅を管径の 2 倍以上、50cm 以上又は管外径に 0.3~0.5 を乗じた値以上の厚さで基床を設ける。ただし、基床厚は最大 1.0m とする。
 - ④ 通常の場合、幅は半溝形では管外径に 10cm を加えた値以上、突出形では管外径の値以上管外径の 2 倍以内とし、基床厚は次表に示す値を標準として基床を設ける。



普通の地盤の最小基床厚

直径(mm)	900 $\geq$	2,000 $>$	2,000 $\leq$
最小基床厚(cm)	20	30	直径 $\times$ 0.2

(出典)コルゲートメタルカルバート・マニュアル (第3回改訂版) 地盤工学会 H10.3

2-7 埋設

暗きよの埋設は、設置箇所の地形、土質・地質条件、基礎地盤に応じ、適切に行うものとする。

【解説】

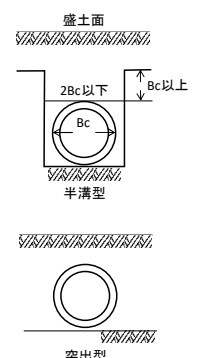
1 埋設形式

剛性ボックスカルバート、剛性パイプカルバート及びたわみ性パイプカルバートの埋設形式は、突出型、半溝型に区分する。

- (1) 突出型は、地山基礎又はよく締め固められた地盤上に管等を設置し、裏込め、盛土を行う形式をいう。
- (2) 半溝型は、基礎地盤又はよく締め固められた盛土に対して、管外形の 2 倍以下の溝幅及び 2 倍以上の溝高を確保し、その基礎上に管等を設置し、埋め戻す形式をいう。

溝幅及び溝高が半溝型の条件を満たしていない場合は、突出型として扱う。

2 土かぶり厚



土かぶり厚は、パイプカルバート又はボックスカルバートの頂面から路肩までの高さとし、暗きよの種類、基礎形式及び管径等に応じた厚さを確保する。

3 裏込め及び盛土

裏込め及び盛土は、砂、砂質土等の良質材料を用い、一層の仕上げ厚さが 20cm 程度以下となるよう十分に締め固める。

4 剛性ボックスカルバートの埋設方法

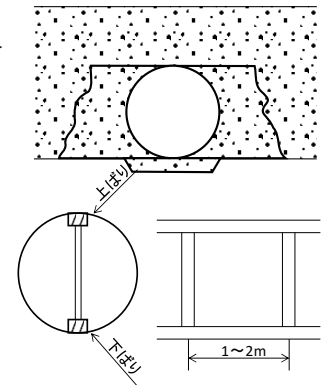
- (1) 剛性ボックスカルバートの埋設は、裏込めと盛土を同時に行う場合、裏込めを先行する場合又は裏込めが後行する場合があるが、いずれの場合においても、両側の進行を合わせて行う。
- (2) 盛土と裏込めの材料が異なる場合には、それぞれの材料を混合させないように施工する。

5 剛性パイプカルバートの埋設方法

- (1) 剛性パイプカルバートの埋設は、突出型、半溝型のうち現地の地形条件に最も適する方法を選定する。
- (2) 突出型で埋設する場合は、一時的によく締め固めた盛土を行った後に掘削して半溝型と同様の埋戻しを行う。

6 たわみ性パイプカルバートの埋設方法

- (1) たわみ性パイプカルバートの埋設は、突出型、半溝型のうち現地の地形条件に最も適する方法を選定する。
- (2) たわみ性パイプカルバートの埋設に基床を設ける場合は、盛土高、土質、基礎地盤等に応じて沈下が生じない基床とするが、必要な場合には管軸方向に延長の 1 % 程度を限度とした上げ越しを行う。
- (3) 裏込め材料は、基床と同程度の砂、砂質土又は粒径 10cm 程度以下のクラッシュラン等の良質材とし、埋戻しは常に両側の進行を合わせて行う。
- (4) 裏込め高さは管頂面までとし、裏込め幅は、半溝型の場合は掘削幅、突出型の場合は管頂面において管の左右に管径相当の幅を設け、次図のように管底面から管頂面までの高さを裏込めの範囲とする。
- (5) 暗きよ材料にコルゲートパイプを用いる場合で、良質の裏込材料が得られない場合又は盛土の高さが高くなる場合は、コルゲートパイプ内に支保工を設置して裏込め及び盛土を行い、裏込め及び盛土の完了後、支保工を取り外す。



2-8 呑口工及び吐口工

溝きよの呑口部及び吐口部には、溝きよの機能を適切に発揮させるとともに、路体や溪岸等の侵食、洗掘等を防止するため、溝きよ設置箇所の流水や石礫等の流下状況に応じて呑口工及び吐口工を設置する。

【解説】

呑口工及び吐口工は、設置する溝きよの種類、流水や石礫等の流下状況、溝きよ設置位置と路体や溪岸等との関係を踏まえ、適切な工種、規格・構造により設置するものとする。

1 呑口工

呑口工は、溝きよ設置箇所において、流水を完全に集水して溝きよに導水するとともに、流水等による路体や溪岸等の侵食及び洗掘を防止するために設置するものとし、目的に応じて集水工、流木除け工、土砂止工、落差工に区分する。

(1) 集水工の設置は、次による。

- ① 集水工は、溝きよ設置箇所において、呑口上流側の溪流の流路が乱流状態のため流路を固定して集水する必要がある場合又は流水、石礫等の流出量が多く、呑口周辺の路体、溪岸等の侵食及び洗掘が生じるおそれがある場合に設置する。
- ② 集水工は、剛構造を基本とするが、溝きよがたわみ性パイプカルバート等で不等沈下が生じるおそれがある場合は、剛構造としないことができる。
集水工を剛構造としない場合は、止水材等により流水等の路体への浸透を防止する。
- ③ 溝きよが剛性パイプカルバート又はたわみ性パイプカルバートであって、集水工を剛構造とする場合には、集水工と溝きよの接合部に目地材を設けるとともに、亀裂の発生を防止する場合には、径 13 mm 程度の鉄筋等を配置する。
- ④ 集水工の構造は、翼壁構造又は単独擁壁構造とし、溝きよ呑口と路体や溪岸等との位置関係、呑口側上流の流路の状態等に応じ、パラレルウイング形、斜め擁壁形又は直擁壁形から適合する形状を選定する。
- ⑤ 集水工の高さは、溝きよ頂面以上で必要最小限の高さとするが、集水工に擁壁の機能も持たせる場合には、擁壁工として必要な高さとする事ができる。
- ⑥ 集水工の設計計算は、構造等に応じて片持ちばり、単純ばり又は擁壁に準じて行う。

(2) 流木除け工の設置は、次による。

- ① 流木除け工は、溪流内の倒木、溪岸侵食等に伴って生じる流木、枝条等の流下により、溝きよの閉塞が生じると判断される場合に設置する。
- ② 流木除け工は、コンクリートと鋼材の組合せ、鋼材や木材によるスクリーン構造等とし、流水や流木等の流出量、流出形態等に応じ、適合するものを選定する。
- ③ 流木除け工をコンクリートと鋼材の組合せ、又は鋼材の構造とする場合には、治山ダムに準じた設計計算を行う。この場合、流木等の流出による衝撃力を考慮する。
- ④ 木材による流木除け工は、流水、流木等の流出量が少なく、土石流等の流出形態とならない箇所に設置することとし、設計計算は行わず、暗きよの通水断面の安全率向上の作用はないものとして扱う。
- ⑤ 流木除け工の設置位置は、流木の長さや量等を踏まえ溝きよの閉塞を防止できる位置とするが、流木除け工に堆積した流木等を除去する場合の作業性等も考慮して決定する。
流木除け工に堆積した流木等を除去するため、必要に応じて流木除け工の上流側への進入路等を設置する。

(3) 土砂止工の設置は、次による。

- ① 土砂止工は、溪流内に堆積している石礫、溪岸侵食等に伴って流出する土石等により、溝きよの閉塞が生じるおそれがある場合に設置する。
- ② 土砂止工は、コンクリートと鋼材の組合せ、鋼材によるスクリーン構造とし、流水、石礫等の流出量、石礫等の粒径、流出形態に応じ、適合するものを選定する。
- ③ 土砂止工は、治山ダムに準じた設計計算を行うものとし、この場合、石礫等の流出による衝撃力を考慮する。
- ④ 土砂止工の設置位置は、流出する石礫等の量、粒径等を踏まえ呑口の閉塞を防止できる位置とするが、土砂止工に堆積した石礫等を除去する場合の作業性等も考慮して決定する。
土砂止工に堆積した石礫等を除去するために必要な場合には、土砂止工の上流側への進入路等を設置する。

(4) 落差工の設置は、次による。

- ① 落差工は、溪床勾配が急で流水、石礫等の流下速度が速く、溝きよ及び集水工の損傷並びに溝きよの閉塞が生じるおそれがある場合に設置する。
- ② 落差工は、治山ダムの本ダムと副ダムによる洗掘防止に準じ、コンクリート又は鋼材による堰堤構造の本堤及び副堤によりウォータークッションを設け、流水、石礫等の流速を減じることができる構造とする。
流水、石礫等の流出量が多く、石礫等の粒径が大きい場合には、コンクリート構造とすることを原則とする。
- ③ 落差工は、治山ダムの本ダムと副ダムによる洗掘防止に準じて設計計算を行うものとするが、本堤の上流側は設置時点に本堤天端まで埋め戻すこととし、石礫等の流下による衝撃力は考慮しない。
- ④ 落差工本堤の高さは、設置箇所の溪床勾配と本堤上流側の堆砂勾配、設置箇所の溪岸の高さ等から決定する。
- ⑤ 落差工の設置位置は、副堤を越流した渓流水等を安全に呑口に流入させることが可能な位置とする。

2 吐口工

吐口工は、溝きよ設置箇所の吐口部において、溝きよから吐き出る流水等による路体、溪岸等の侵食及び洗掘を防止する必要がある場合に設置するものとし、設置は次による。

- ① 吐口工は、溝渠設置箇所において、流水、石礫等の流出量が多く、吐口周辺の路体、溪岸等の侵食及び洗掘が生じるおそれがある場合に設置する。
- ② 吐口工は、剛構造を基本とするが、溝きよがたわみ性パイプカルバート等で不等沈下の生じるおそれがある場合は、剛構造としないことができる。
吐口工を剛構造としない場合には、止水材等により流水等の路体への浸透を防止する。
- ③ 溝きよが剛性パイプカルバート及びたわみ性パイプカルバートであって、吐口工を剛構造とする場合には、吐口工と溝きよの接合部に目地材を設けるとともに、亀裂の発生を防止する場合には、径 13 mm 程度の鉄筋等を配置する。
- ④ 吐口工の構造は、翼壁構造又は単独擁壁構造とし、吐口と路体、溪岸等との位置関係、下流の流路の状況、吐き出された流水等の巻き返しの有無等に応じ、パラレルウイング形、斜め擁壁形又は直擁壁形から適合する形状を選定する。
- ⑤ 吐口工の高さは、溝きよ頂面以上で必要最小限の高さとするが、吐口工に擁壁の機能も持たせる場合には、擁壁工として必要な高さとすることができる。
- ⑥ 吐口工の設計計算は、構造等に応じて片持ちばり、単純ばり又は擁壁に準じて行う。
- ⑦ 洗掘防止工は、溝きよ設置箇所において、流水、石礫等の流出量が多く、溝きよ吐き口付近の溪床等が洗掘されやすい場合、溝きよ吐口と溪床等に比高があり、溝きよ吐口付近の溪床等が吐水による吐口工基礎部地盤の洗掘を防止する必要がある場合に設置する。
- ⑧ 洗掘防止工は、溝きよ吐口から吐出される流水の量、石礫の粒径、吐出された流水の溪床側への巻き返し等の状況に応じて、コンクリート構造、鋼製かご工等を設置する。

- ⑨ 洗掘防止工をコンクリート構造とする場合は、上流端は吐口工に密着させ、下流端には溪床の状況に応じて止水壁を設置し、洗掘防止工下流端を保護する。
- ⑩ 洗掘防止工を鋼製かご工等の鉄線を部材に使用する構造は、流出する石礫の粒径や量、水質等により、摩耗や断裂、腐食等の生じない箇所に用いる。

第3節 側溝・横断溝・横断排水工

3-1 一般

- 1 側溝は、林道敷地外からの流入水、路面水等を排除することを目的として設置する。
- 2 横断溝は、路面水及び側溝水並びに林道敷地外から局所的に流入する地表水及び湧水を排除することを目的に設置する。
- 3 横断排水工は、路面水のみを対象に分散排水することを目的に設置する。
- 4 側溝、横断溝及び横断排水工は、路面侵食、路肩決壊等が生じないように、林道への流入水及び路面水の状況に応じて、適切に機能を発揮する位置に設置する。

【解説】

側溝は、林道敷地外からの流入水、のり面排水施設による排水、斜面や切土のり面からの湧水、路面水等を排除するために設ける。

横断溝は、側溝水、路面水、局所的な集水地形等による林道敷地外から流入する地表水、局所的な湧水等を排除するために設ける。

横断排水工は、路面水の排除のみを目的に、側溝や横断溝と効果的に組み合わせて設ける。

なお、地形条件等から側溝や横断溝を設置できない区間については、アスファルト等による舗装とアスファルトカーブ等の設置により、林道に水路の機能をもたせることができる。

この場合、林道に水路の機能を持たせる区間を可能な限り短くして流量が多くならないように留意するとともに、横断溝の設置や溝きよの箇所において行う排水が、地山の侵食等を生じさせないように適切に流末処理を講じる。

1 側溝

(1) 側溝は、次の事項を考慮して設置の要否及び設置区間を決定する。

- ① 林道敷地外からの流入水、斜面や切土のり面の湧水、のり面排水工による排水の状況
- ② 横断溝や横断排水工による排水の状況
- ③ 切通し区間などの林道の横断形
- ④ 舗装や路面処理による路面の状況
- ⑤ 路面水等の自然流下による盛土や路側構造物への影響

(2) 側溝は、路肩外縁に接して設置することを原則とするが、舗装等に合わせてL型側溝を用いる場合であって、地形その他の条件から必要な場合には、路肩内に設けることができる。

(3) 側溝の種類は、素掘り側溝、木製側溝、緑化側溝、コンクリート等によるL型側溝又はU型側溝とし、それぞれの適用は、基礎地盤の土質、縦断勾配、横断形、気象条件、側溝により排水する流量等の条件を踏まえるとともに、次によることを原則とする。

① 素掘り側溝

路面が砂利であって素掘りの土構造としても側溝の底面や側壁の侵食、崩落等のおそれがない区間に適用する。

② 木製側溝、緑化側溝

路面が砂利であって素掘りの土構造では側溝の底面や側壁の侵食、崩落等のおそれがある区間に適用する。

緑化側溝は、種子の散布、張り芝、緑化土のう等を用いて側溝の底面や側壁を植生により緑化するものをいう。

③ コンクリート二次製品のL型側溝

路面が舗装又は路面処理を行う区間に適用する。

路面処理を行う区間については、路肩まで交通荷重に耐えうる構造とし、側溝施設の縁が侵食されるおそれがない場合には、適用することができる。

④ コンクリート二次製品等のU型側溝

路面が砂利又は路面処理を行う区間での適用を基本とし、路側構造物と一体構造とする必要がある区間については、舗装路面においても適用することができる。

なお、小動物への配慮が求められる地域においては、側溝内に転落した小動物が自力で脱出可能な構造とする。

2 横断溝

(1) 横断溝は、路面水、側溝水、林道敷地外からの流入水等を早期かつ安全に林道敷地外に排水するよう、次の事項を考慮して設置箇所を選定する。

- ① 路面水や側溝水の状況

- ② 局所的な集水地形等により林道敷地外からの流入水、局所的な湧水等の状況
 - ③ 切通し区間などの林道の横断形
 - ④ 盛土区間や路側擁壁等の設置位置
 - ⑤ 流末の基礎地盤の状況
 - ⑥ 路面の舗装等の状況
 - ⑦ 横断排水工の設置位置
- (2) 横断溝の設置は次による。
- ① 一律の設置間隔又は設置間隔が長くなりすぎないように上記 (1) を踏まえて適切な間隔で設置する。
 - ② 山側の側溝、集水枡又は切土のり面ののり尻部から川側の路肩外にかけた全横断型とする。
 - ③ 横断溝の底面に川側に向けた勾配を設けるか林道の縦断勾配を利用した排水が可能となるよう林道中心線に対して仰角を付す。
 - ④ 横断溝の天端面は路面の縦断勾配に合致させる。
 - ⑤ 路面が砂利であって横断溝側壁背面部の侵食が想定される場合は、起点側及び終点側双方の側壁背面部において、中心線方向に 3 m 以下、林道の横断方向に横断溝を設置する路肩までの幅に対して舗装等による侵食防止を行うことができる。
 - ⑥ 横断溝の流末は、盛土区間、路側擁壁等の構造物設置箇所、侵食を生じやすい地山等は避けて設置するものとするが、これらの箇所を流末とする必要がある場合には、流末処理を行い、盛土区間、路側擁壁等構造物の基礎部、地山の侵食等を防止する。
- 3 横断排水工
- (1) 横断排水工は、路面が砂利であって横断形が平らである区間の路面水を早期かつ安全に排水するよう、次の事項を考慮して設置箇所を選定する。
- ① 路面水の状況
 - ② 林道の縦断勾配の変移
 - ③ 横断溝の設置位置との関係
- (2) 横断排水工の設置は次による。
- ① 一律の設置間隔又は設置間隔が長くなりすぎないように上記 (1) を踏まえて適切な間隔で設置する。
 - ② 横断排水工は、木製構造物又は路面に凹凸を付けた土構造とする。
 - ③ 切土のり面ののり尻部から川側の路肩外にかけた全横断型とする。
 - ④ 横断排水工は、林道の縦断勾配を利用した排水が可能となるよう、林道中心線に対して仰角を付す。
 - ⑤ 横断排水工の流末は、盛土区間、侵食を生じやすい地山等を避けて設置するものとするが、これらの箇所を流末とする場合には、流末処理を行い、盛土区間、地山の侵食等を防止する。

3-2 設計

側溝の通水断面の算定及び構造上の設計計算は、特別な場合を除き、行わない。

【解説】

1 側溝

L 型側溝及び U 型側溝の部材は、断面の幅及び深さの最大が 30cm 程度の JIS 又は JIS に準ずる工場製品を使用することとし、断面の流量計算及び構造上の設計計算は行わない。

なお、現場打ちコンクリートの U 型側溝の側壁に輪荷重が作用する場合の設計計算は、橋台橋壁の設計に準じた輪荷重強度を用いることができる。

2 横断溝

横断溝の部材は、断面形状が 30cm×30cm 程度で有蓋構造であるものを標準とし、JIS 又は JIS に準ずる工場製品を使用する場合には、断面に関する流量計算及び構造上の設計計算は行わない。

なお、横断溝の蓋は、横断溝に堆積する土砂の除去等、維持管理の容易さを考慮するとともに、蓋の跳ね上がりによる通行車両の損傷防止にも配慮する。

(参考)

- 1 側壁の断面力は、底版接合部にたいする片持ばりとして、次式により計算する。

$$M = P_H \cdot y$$

ここに M : 曲げモーメント (kN・cm)

$$P_H: \text{水平土圧 (kN)} = \frac{1}{2} \cdot W \cdot H (H + 2h) K$$

W: 土の単位体積重量 (kN/m³)

H: 土圧の作用する側壁の高さ (m)

h: 過載荷重高 (m) = q/w

q: 過載荷重 (kN/m²)

K: 主動土圧係数

$$= \frac{\cos^2 (\phi - \alpha)}{\cos^2 \alpha \cdot \cos (\delta + \alpha) \left(1 + \sqrt{\frac{\sin (\phi + \delta) \cdot \sin (\phi - \beta)}{\cos (\delta + \alpha) \cdot \cos (\alpha - \beta)}} \right)^2}$$

ここに ϕ : 背面土の内部摩擦角 (度)

α : 側壁背面と鉛直面との角度 (度)

ただし、背面が後傾斜の場合は (－)

δ : 壁背面摩擦角 (度)

β : 背面土の地表面と水面との角度 (度)

ただし、過載荷重高 (h) は、1.5m を標準とする。

y: 土圧の作用高 (cm)

$$S = P_H$$

ここに S: せん断力 (kN)

- 2 底版の断面力は、単純ばりとして、次式により計算する。

$$M = \frac{W \cdot B^2}{8}$$

ここに M: 底版中央における曲げモーメント (kN・cm)

W: 側壁にかかる鉛直土圧並びに側壁及び底版の重量を底版幅で除した単位当たりの等分布荷重 (kN/cm)

B: 底版全幅 (cm)

$$S = \frac{W \cdot B}{2}$$

ここに S: せん断力 (kN)

- 3 無筋コンクリートの側壁及び底版の断面は、次式により計算する。

$$\sigma_t = \frac{M}{W_c} \geq \sigma_{ta}$$

ここに σ_t : 引張応力度 (kN/m²)

M: 曲げモーメント (kN・cm)

W_c : 断面係数 (cm³)

σ_{ta} : 許容引張応力度 (kN/cm²)

- 4 鉄筋コンクリートは、単純鉄筋構造とし、側壁及び底版の断面と鉄筋量は擁壁の計算に準じ、有効高さ、鉄筋量及び応力度を基に設計する。

- 5 工場製品のコンクリートU型側溝設置に当たって、拡幅を必要とする箇所等輪荷重が側壁背面に接して作用する場合又は側壁背面土が良質でない場合等設計条件が異なるときは、路肩側の側溝背面に 10cm 程度のコンクリートを増厚することができるが、輪荷重を考慮した工場製品との経済比較のうえ適用する。

3-3 基礎

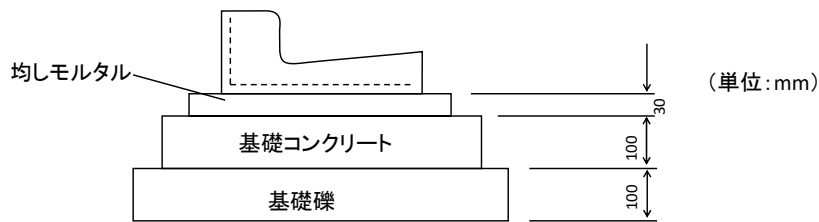
側溝・横断溝の基礎は、基礎地盤の強度に応じ、原則として地山基礎又は直接基礎とし、側溝・横断溝を均等に支持できる構造とする。

【解説】

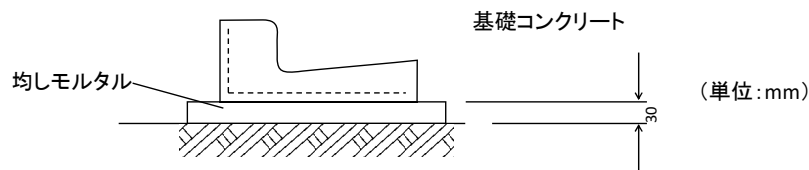
側溝・横断溝の基礎は、在来地盤を基礎とする地山基礎又は、砂基礎、碎石基礎、コンクリート基礎等の直接基礎とする。

1 L型側溝

L型側溝の基礎は、交通荷重を考慮し、次図を標準とする。



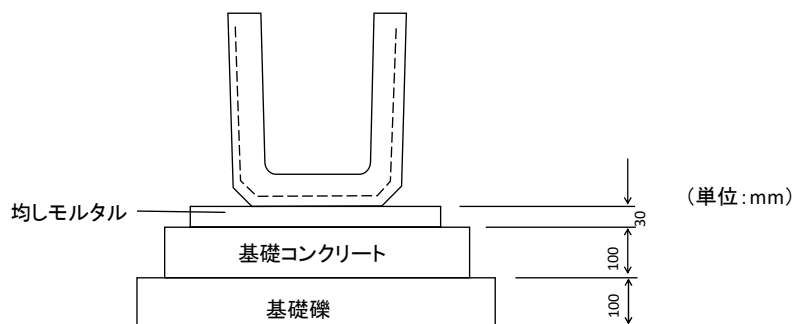
土砂等の場合の基礎構造



基礎地盤が堅固な岩盤の基礎構造

2 U型側溝

U型側溝の側壁に輪荷重が作用する場合の基礎は、次図を標準とする。



U型側溝の基礎構造

第4節 地下排水施設

4-1 一般

地下排水施設は、浅層の地下水及び隣接地帯からの浸透水の排除並びに路床の上昇水等を遮断することを目的とし、それぞれの目的に応じて適切なものを設置する。

【解説】

地下排水施設は、切土部から路床に浸透する地下水、路面や地山から盛土部に浸透した地下水、切土と盛土の境で地山から湧出する地下水等の排除を目的に設置する。

4-2 排水量

地下排水施設の排水量は、地下水、浸透水、上昇水等を対象とする。

【解説】

地下排水施設の排水量は、切土部から路床に浸透する地下水、路面や地山から盛土部に浸透した地下水、切土と盛土の境で地山から湧出する地下水等を対象に実態又は計算により決定する。

1 実態排水量

実態排水量は、現地における地形及び土質のほか、地下水位、透水層、滞水層、地下水流の方向等の条件が類似する

箇所の施工実績、経験値等に基づいて判断する。

2 排水量の計算

排水量の計算は、浸透流の多い地域、地下水位の特に高い地域において行うこととし、不透水層の勾配、地下水位、土の透水係数等を基に計算する。

4-3 排水工法

地下排水施設の工法は、排水の目的、排水量等により、構造、断面、寸法等を選定する。

【解説】

地下排水施設は、湧水等の発生箇所、現地調査による実態排水量又は計算によって求めた排水量を基に、工法、構造、断面、寸法等を選定する。

1 断面計算

地下排水の断面を排水量から求める場合は、次式により計算する。

$$A = \frac{F \cdot q \cdot l}{v}$$

ここに A：排水工の所要断面積 (m²)

F：安全率＝2（標準）

q：排水工単位あたりの排水量 (m³/sec/m)

ℓ：排水工の長さ (m)

v：排水工内の平均流速＝雨水流出量の平均流速算定式による (m/sec)

2 地下排水施設の構造

地下排水施設の一般的な構造は、次による。

- (1) 地下水位の高い場合又は隣接地帯から湧水、浸透水等のある場合は、路面外の地山に素掘り溝を設けて集水し他に導水する。
- (2) 切土部から路床に浸透する地下水の遮断又は地下水位の低下を図る場合は、切土部路肩に有孔管等を埋設して排水する切土部地下排水工を設置する。
- (3) 路面や地山から盛土部に浸透した水を排除する場合は、盛土のり尻付近に有孔管等を埋設して排水する盛土部地下排水工を設置する。
- (4) 切土と盛土の境において地山からの湧水を排除する場合は、盛土の一定厚さごとに砂等による水平排水層を設置し、又は有孔管等を埋設して排水する切盛境地下排水工を設置する。
- (5) 路盤から路床内に浸透する水を排除する場合は、有孔管、ドレーンパイプ等により路床内排水工を設置する。
路床内排水工は、山側に側溝を設置し、側溝への排水が可能な場合は、中心線の20m程度ごとに谷側と山側へ交互に設置し、山側に側溝を設置しない場合、U型側溝を設置する場合、山側に設置した側溝と路床底面の高低差等により側溝に排水できない場合は、谷側のみに設置する。

第5節 のり面排水施設

5-1 一般

のり面排水施設は、雨水等による切土のり面や盛土のり面の崩壊等を防止するために設置する。

【解説】

- 1 のり面排水施設は、雨水等の地表面の流下や地中への浸透、地下水が上昇水となること等によって、切土のり面若しくは盛土のり面の侵食又はせん断強度の低下等による崩壊が生じないように地表水を排除するために設置する。
- 2 のり面排水施設の設置に当たっては、地表水の流出量や地盤の浸透能、地下水の排水量等を基に、切土のり面又は盛土のり面とこれに続く自然斜面について安定度等を検討して要否を判断する。
なお、切土のり面又は盛土のり面の安定度の検討において安定計算を行う場合は、盛土の有効応力法に準じて行う。

5-2 排水工法

のり面排水施設は、のり面の地表水等の流下状況に応じて工法、規模、構造等を選定する。

【解説】

- 1 のり面排水施設は、地表水等の流下状況等に応じて次により設置する。
 - (1) 切土のり面上方の自然斜面から流入する地表水を排除する場合は、のり頭排水工を設置する。

- (2) 切土のり面又は盛土のり面の地表水及び地下水を小段で排水する場合は、小段排水工を設置する。
- (3) 小段排水工やのり頭排水工の排水を集水し、のり面外の流末処理箇所まで導水する場合は、縦排水工を設置する。
- 2 のり頭排水工、小段排水工及び縦排水工には、のり面排水施設の安定性の確保及びのり面崩壊の防止のため、重量の大きな資材や部材を用いないものとし、各工法は次による。
- (1) のり頭排水工
- ① 切土のり頭の上方1 m程度の箇所に、側溝に準じた素掘り又は植生工による排水溝を設ける。
 - ② 設置箇所の地盤の浸透能が高い場合は、高分子材により流水の地下浸透を防止する構造とする。
 - ③ のり頭排水工の排水は、切土のり面の外周に沿わせるなどにより地山の侵食等が生じない箇所で流末処理を行う、又は縦排水工によって流末処理箇所まで導水し、安全に処理する。
- (2) 小段排水工
- ① 小段排水工は、高分子材又は植生工による排水溝等とし、流水の地下浸透を防止する構造とする。
 - ② 小段排水工の排水は、小段に沿って切土のり面又は盛土のり面外に導水し、地山の侵食等が生じない箇所で流末処理を行う、又は縦排水工によって流末処理箇所まで導水するなど安全に処理する。
- (3) 縦排水工
- ① 縦排水工は、高分子材又は植生工による排水溝等とし、流水の地下浸透を防止する構造とする。
 - ② 盛土のり面において小段排水工の排水を集水する場合は、排水量に応じた集水桝等を設置し、流下水の跳水や飛散の防止及び減勢を図る。
 - ③ 切土のり面の地下水、上昇水等を縦排水工で排水する場合は、有孔管等の集水が容易な資材による暗きょ等とする。
 - ④ 縦排水工の排水は、流末処理箇所まで導水し、安全に処理する。

第6節 集水桝及び流末処理

- 1 集水桝は、各排水施設の接合部、流下方向の変更や勾配変化点、局所的な凹地形等により滞水している地表水を集水して排水する必要のある箇所等に設置し、各施設の流水を安全に排水するために設置する。
- 2 流末処理は、各排水施設の流水を侵食等のおそれのない地山箇所、溪流等に導水して処理するために行う。

【解説】

集水桝は、接続する排水施設の種類、材質、断面形状、流量等に適合した規格、構造とする。

流末処理は、流末まで導水する水路工と流末箇所の洗掘等を防止する水叩工に区分し、水路工は流水の量及び設置箇所の勾配に、水叩工は流末箇所の地盤条件等にそれぞれ適合した材料、規格、構造とする。

1 集水桝

- (1) 設置箇所は、次のような箇所とする。
- ① 側溝と横断排水溝の接続箇所
 - ② のり頭排水工や小段排水工と縦排水工の接続箇所
 - ③ 各排水施設の断面積や方向が変化する箇所
 - ④ 一連の排水施設における勾配調整のため落差等を設ける箇所
 - ⑤ 土砂や落葉等を事前に捕捉して排水施設の閉塞を防止する必要がある箇所
 - ⑥ 局所的な凹地形、地下水の湧出等により地表水が滞水し、集水して側溝等に導水する必要がある箇所
- (2) 集水桝の断面は、各排水施設の流量、地下水の湧出量に応じるとともに、土砂や落葉等の流入量、排水等を考慮して決定する。
- (3) 集水桝の寸法は、次式によって求めることができる。
- $$B \geq 2D$$
- $$h \geq 0.5D$$

ここに B：集水桝の内のり幅又は径及び高さ(m)

D：接続する排水施設の最大径又は最大辺長(m)

h：集水桝底面と接続する排水施設の底面間の高さ(m)

2 流末処理

- (1) 流末処理の水路工は、次による。
- ① 流末箇所まで導水する各排水施設の流量、地山の形状、土質等に応じ、コンクリート二次製品のフリューム、鋼製フリューム、合成樹脂製フリューム、植生工、素掘り等で適切な断面のものを設置する。
 - ② 設置箇所の傾斜が急勾配である場合は、滑り止めとして支保工等を設置する。
 - ③ 勾配の変化点や流下方向を変更する箇所には、集水桝を設ける。

- ④ 流水を直接地山等に排水する場合は、地山の侵食等が生じない箇所に行う。
- (2) 流末処理の水叩工は、次による。
 - ① 鋼製のかご工、木材、礫等を組み合わせた構造等とする。
 - ② 底部の侵食等が生じないように地山の土質条件等を踏まえて確実に設置する。

第8章 擁壁

第1節 通則

1-1 一般

擁壁は、切土のり面の安定、盛土による路体の構築等を目的に設置するものとし、背面土圧、過載荷重等に対して安全でなければならない。

【解説】

擁壁は、地質及び地質構造、土質条件、地下水の影響等から切土のり面を安定させる必要がある場合、地形や土地利用の状況等から盛土のり尻が基礎地盤にすり付かない場合等、構造物を用いなければ切土のり面の安定、路体の構築等が困難な場合に適用する。

擁壁の形式及び構造は、設置箇所の背面土や過載荷重等の外力に対して安全で安定的かつ適切に機能を発揮できるものを選定する。

(参考)

関連する主な諸基準等

- | | |
|--------------------------------------|-------------|
| 1 道路土工擁壁工指針 | 日本道路協会 |
| 2 補強土（テールアルメ）壁工法設計・施工マニュアル（第4回改訂版） | （財）土木研究センター |
| 3 多数アンカー式補強土壁工法設計・施工マニュアル第4版 | 〃 |
| 4 ジオテキスタイルを用いた補強土の設計・施工マニュアル（第二回改訂版） | 〃 |
| 5 プレキャストL型擁壁設計施工マニュアル（案）改訂版 | 国土交通省四国整備局 |

注）最新版を参考とする。

【解説】

1 擁壁の形式

(1) 擁壁は、次の形式に区分する。

① コンクリートブロック擁壁又は石積擁壁

二次製品のコンクリートブロック又は石材を胴込コンクリート等を用いて積み上げたもたれ式の擁壁

(参考)

大型ブロック積擁壁

通常のブロック（JISA5323）より大きいブロックを積上げた擁壁である。大型ブロックは、寸法、控長、ブロック間の結合構造などが異なる様々な形式のものがあり、擁壁の剛性はまちまちであるが、胴込めコンクリートで練積みにした形式などは、コンクリートブロック擁壁に準じた構造と考えてよい。

【解説】

② 重力式コンクリート擁壁

コンクリート構造で、擁壁の自重により自立する擁壁

③ プレキャストL型擁壁

L型のコンクリート二次製品を用い、背面の埋戻し及び盛土により安定する擁壁

④ 片持ばり式鉄筋コンクリート擁壁

鉄筋コンクリート構造で、背面の埋戻し及び盛土により安定する擁壁

⑤ 控え壁式鉄筋コンクリート擁壁

鉄筋コンクリート構造で、控え壁の抵抗により安定する擁壁

⑥ 木製擁壁

丸太又は加工した木材を組み合わせてボルト等で連結し、中詰めに土砂や石材を用いて安定させる擁壁

⑦ 混合擁壁

重力式コンクリート擁壁を下部構造とし、コンクリートブロック擁壁又は石積擁壁を上部構造とする擁壁

⑧ 補強土擁壁

壁面材と補強材の組合せと盛土により構築する擁壁

使用する材料及び組合せにより次の種類に区分する。

ア 帯鋼補強土壁は、壁面材にコンクリートパネル、補強材に帯状鋼材を用いる。

イ アンカー補強土壁は、壁面材にコンクリートパネル、補強材にアンカープレート付鉄筋を用いる。

ウ ジオテキスタイル補強土壁は、壁面材にコンクリートパネル、コンクリートブロック、場所打ちコンクリート又は鋼製枠を用い、補強材にジオテキスタイルを用いる。

(参考)

代表的な補強土擁壁の分類と特徴・留意点

1 帯鋼補強土壁

帯状補強材(リブ付き、平滑)の摩擦抵抗による引抜き抵抗力で土留め効果を発揮させる特徴がある。

盛土材には、摩擦力が十分にとれる砂質土系の土質材料を選定する必要がある。細粒分を多く含む土質材料で摩擦力を発揮させるための土質安定処理や粒度調整等の処理が必要である。なお、鋼製の補強材を用いることから腐食対策が必要である。

2 アンカー補強土壁

アンカー補強材の支圧抵抗による引抜き抵抗力で土留め効果を発揮させる特徴がある。

盛土材には、支圧抵抗力を発揮できる砂質土や礫質土系の土質材料を選定する必要がある。また、細粒分を含む土質材料においても必要な支圧力の発揮の有無を検討して用いることができる。なお、鋼製の補強材を用いることから腐食対策が必要である。

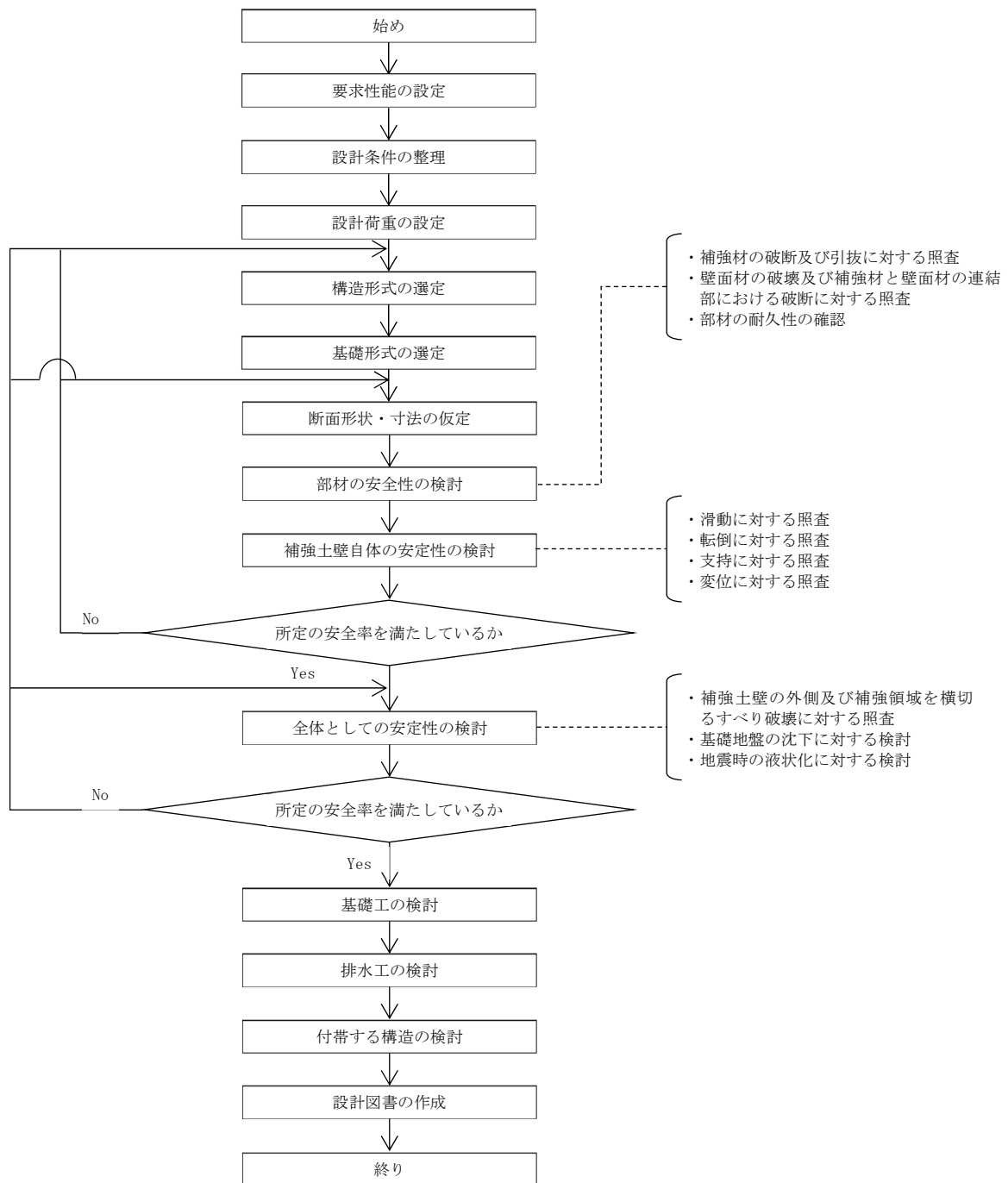
3 ジオテキスタイル補強土壁

ジオテキスタイルの摩擦抵抗による引抜き抵抗力で土留効果を発揮させる。面状の補強材のため摩擦抵抗力が発揮しやすく、補強材長が短めにできる特徴がある。

緑化対策として、ジオテキスタイルをのり面で巻き込むタイプも使用されている。

盛土材で角張った粗粒材を多く含む場合は、補強材を損傷する可能性があり、対策が必要である。補強土壁の変形抑制のために剛性の高いジオテキスタイルが適する。クリープ特性や高温環境など補強材の引張強度への影響等について配慮が必要である。

補強土擁壁の設計の基本手順



(出典)道路土工 擁壁工指針 日本道路協会 H24.7

【解説】

⑨ 特殊擁壁

木材、鉄線かご、鋼材、鉄筋コンクリート等の部材と土砂、石礫等の中詰材料により構築する擁壁使用する部材、中詰材等の組合せにより、次の種類に区分する。

ア かご擁壁は、鉄線かごに石材を中詰めした部材を組み合わせて構築する。

イ 枠組擁壁は、鋼材、鉄筋コンクリート二次製品、木材等の部材で外枠を作成し、石礫等を中詰めして構築する。

ウ 井げた擁壁は、鉄筋コンクリート二次製品、木材等のけた材を組み合わせ、石礫等を中詰めして構築する。

エ 土擁壁は、土のう等の部材を積み上げて構築する。

2 設置条件

擁壁は、次のような箇所に設置する。

(1) 切土箇所

- ① 基礎地盤が風化しやすい地質、脆弱な地質構造、崩壊しやすい土質条件、湧水等により不安定な地盤条件等で、切

土勾配の調整では切土部の安定が保てない箇所

- ② トンネル坑門付近で、切土部の安定が保てない箇所

(2) 盛土箇所

- ① 基礎地盤の地形が急傾斜で盛土のり尻が地山にすり付かない箇所
② 盛土のり尻を地山にすり付けると相当の盛土高となり、擁壁の設置により土工量を少なくすることが可能な箇所
③ 盛土のり尻が耕作地内や人家敷地内になるなど、用地に制約を受ける箇所
④ 路体が河川、湖沼、溪流等に接し、路体の侵食を防止するため護岸工と兼用する必要がある箇所
⑤ 橋台の設置と合わせて路体を構築する、橋台上下流の侵食を防止するなど護岸工と兼用する必要がある箇所

3 形式の選定

- (1) 擁壁は、設置箇所の地質及び地質構造、土質、湧水等の条件、地山の傾斜、背面土の種類、河川等の流水の影響、平面線形、縦断線形等を考慮して適切な形式を選定する。

設置箇所に適する形式が複数該当する場合には、資材の入手や部材の搬入に関する条件、仮設工の条件等も含めた施工性、経済性も検討して選定する。

- (2) 各形式は、上記(1)を踏まえた上で次のような箇所に適用する。

- ① コンクリートブロック擁壁又は石積擁壁

ア 擁壁背面に湧水又は浸透水が少ない箇所

イ 溪流又は河川に接して設置する場合は、土石流、流下する石礫等による強い衝撃を受けない箇所

ウ 曲線部においては、擁壁の大部分が石材等の積上げに支障が生じる半径 30m 程度以下の外カーブとならない区間

エ 擁壁の直高が、盛土部では 5 m 以下、切土部では 7 m 以下の箇所

オ 設置時に水中施工とならない箇所

【解説】

- ② 重力式コンクリート擁壁

ア プレキャスト L 型擁壁、片持ばり式鉄筋コンクリート擁壁及び控え壁式鉄筋コンクリート擁壁に比べ、背面方向の床掘り幅が小さい箇所

イ 溪流や河川に接する箇所、土石流、流下する石礫等により強い衝撃を受けることが想定される箇所

- ③ プレキャスト L 型擁壁

ア 背面方向の床掘り幅が、切土のり面に影響を与えない箇所

イ 曲線部において、控え部分が重なる、開き過ぎるなどの支障が生じない曲線半径の区間

ウ 基礎部が、溪流、河川等の流水による影響を受けない箇所

エ 基礎部底面が、地下水又は浸透水の影響を受けない箇所

オ 縦断勾配が、急勾配でない区間

カ 部材据付けのために必要なクレーンの搬入及び設置が、可能な箇所

- ④ 片持ばり式鉄筋コンクリート擁壁

ア プレキャスト L 型擁壁、控え壁式鉄筋コンクリート擁壁に比べ、背面方向の床掘り幅が小さい箇所

イ 基礎部が、溪流、河川等の流水による影響を受けない箇所

ウ 基礎部底面が、地下水あるいは浸透水の影響を受けない箇所

- ⑤ 控え壁式鉄筋コンクリート擁壁

ア 背面方向の床掘り幅が、切土のり面に影響を与えない箇所

イ 基礎部が、溪流、河川等の流水による影響を受けない箇所

ウ 基礎部底面が、地下水又は浸透水の影響を受けない箇所

- ⑥ 木製擁壁

ア 地下水、浸透水、溪流や河川の流水等の影響を受けない箇所

イ 設計計算を必要としない木製擁壁は、のり尻の土留めとして押え盛土効果を期待して使用し、部材が腐朽するまでに植生の繁茂又は埋戻し土の地山化により、斜面が安定すると判断される箇所

ウ 設計計算を行う必要のある木製擁壁は、盛土や切土のり面の崩壊を直接防止する効果を期待して使用し、部材の腐朽等が生じた場合に交換する等の維持管理が可能な箇所

- ⑦ 混合擁壁

ア コンクリートブロック擁壁又は石積擁壁の設置条件に該当するが、部分的に直高が適用高さを超える箇所

イ 重力式コンクリート擁壁、プレキャスト L 型擁壁、片持ばり式鉄筋コンクリート擁壁又は控え壁式鉄筋コンクリート擁壁では、基礎部の床掘りにおいて大規模な岩掘削が必要となる箇所

- ⑧ 補強土擁壁

- ア 基礎地盤が良好な箇所
- イ 補強材の敷設に必要な床掘を行う際、切土のり面に影響を与えない箇所
- ウ 基礎部が、溪流や河川等の流水による影響を受けない箇所
- エ 基礎部又は盛土部が地下水や浸透水の影響を受けない箇所
- オ 側溝、横断溝、横断排水工の排水箇所とならない箇所又は路面水の自然流下による影響のない箇所
- カ 鋼製の部材を用いる場合は、酸性を帯びた基礎地盤、流水等が存在しない箇所

⑨ かご擁壁

- ア 設計計算を必要としないかご擁壁は、のり尻の押え盛土効果を期待して堆積させる土砂の安定のために使用する箇所
- イ 基礎地盤の支持力が小さく、設置後に壁体に変状が生じても擁壁の機能及び性能の維持が可能な箇所
- ウ 地下水、浸透水等を排除する必要がある箇所

⑩ 枠組擁壁

- ア 盛土及び切土のり面の崩壊を直接防止する必要がある箇所
- イ 基礎地盤の支持力が小さく、設置後に壁体に変状が生じても擁壁の機能及び性能の維持が可能な箇所
- ウ 鋼材や鉄筋コンクリート部材を使用する枠組擁壁は、地下水や浸透水の排除を行う必要がある箇所
- エ 丸太等の木材を使用する枠組擁壁は、「⑥木製擁壁」による箇所

⑪ 井げた擁壁

- ア 鉄筋コンクリートを部材とする井桁擁壁は、切土のり面の崩壊を直接防止する必要がある箇所
- イ 基礎地盤の支持力が小さく、壁体に変状が生じても機能及び性能の維持が可能な箇所
- ウ 地下水や浸透水の排除を行う必要がある箇所
- エ 丸太等の木材をけた材に使用する井げた擁壁は、「⑥木製擁壁」による箇所。

⑫ 土擁壁

- ア 壁背面の土圧を考慮する必要のない箇所
- イ 溪流や河川等の流水の影響を受けない箇所
- ウ 壁背面に地下水や浸透水のない箇所

1-2 線形

擁壁の線形は、現地の地形、地質等を基に、施工性に適したものでなければならない。

【解説】

擁壁の線形は、平面は直線、縦断は水平及び鉛直として、施工性に適した線形とすることが望ましいが、地形その他の条件により、次のような線形を検討し、現地条件に最も適合した線形を設定する。

- 1 平面線形は、林道規程に定める曲線半径程度以上の曲線形とする。
- 2 縦断線形は、基礎及び天端面ともすり付け区間等を除き、できるだけ緩い勾配とする。
- 3 鉄筋コンクリート部材の縦断線形に対する軸方向鉄筋及び横方向鉄筋は、縦断勾配に対応した鉄筋の有効断面積を検討して、斜め方向の鉄筋を配置することができる。

第2節 設計

2-1 設計条件

擁壁の設計条件は、設計計算等に必要な現地条件、計算条件、安定条件等の基本的事項とする。擁壁の設計は、この設計条件を基に行う。

【解説】

擁壁の設計条件は、設計計算等に必要な現地の地形、土質、基礎地盤等の現地諸条件、計算方法等の計算条件、安定度、応力度等の安定条件等として、設計に必要な基本的事項を明らかにし、擁壁の設計は、この設計条件を基に行う。

1 現地条件

擁壁工調査に基づき、次の各現地条件を明らかにする。

- (1) 適用する背面土の種類は、次表により決定する。

区分	種 類	内 部 摩擦角
a	風化しにくい岩砕、転石等で、中硬岩、硬岩及び土中では風化しにくい軟岩類の破砕されたものとし、粒度分布の良好な砂、砂礫又は礫なども含む	40°

b	砂利まじりの良質の土砂等で、礫まじり土、転石まじり土、砂又は良質の砂質土等とし、良好な部類に属する土砂とする。	35°
c	普通土又はこれに類する土砂で、砂質土、砂質ローム、砂質粘土等とし、良質の粘土も含む	30°
d	粘土等を含む土で、普通土以下の粘性土、シルト、ローム等の多い土とし、盛土不適土は除く	25°

(注) a 土は、上表に基づき内部摩擦角 40° が確保されることを確認の上、使用する。

- (2) 壁高が 8 m 程度以下の場合は、地震時の安定検討を省略してもよい。

ただし、壁高が 8 m 程度以下であっても地震被害が周辺に著しい影響を与える場合は、「第 9 章 橋梁」の「1-2 設計荷重」の「6 地震の影響」により地震の影響を考慮する。

- (3) 防護柵を設ける場合の自重、衝突荷重は、考慮しない。

(参考)

防護柵を設ける場合の衝突荷重について

①林道は設計速度が小さいこと、②実態として、曲線部が多くスピードが出せないこと、③日計画交通量が少ないこと（林道の自動車道 2 級では計画交通量 100 台/日以下の車道幅員 3 m を適用）、④衝突による擁壁の転倒、破壊等の事例報告がないこと等の理由から、衝突荷重は考慮しない。

【解説】

- (4) 基礎地盤の許容支持力は、標準貫入試験、一軸圧縮試験、静力学公式等によるものとするが、高さ 8m 以下の擁壁の場合には、次表により求めることができる。

基礎地盤の種類と許容支持力度(常時値)

基礎地盤の種類		許容支持 力度 (kN/m ²)	備考	
			qu (kN/m ²)	N
岩盤	き裂の少ない均一な硬岩	1,000	10,000 以上	—
	き裂の多い硬岩	600	10,000 以上	—
	軟岩・泥岩(土丹)	300	1,000 以上	—
礫層	密なもの	600	—	—
	密でないもの	300	—	—
地砂質	密なもの	300	—	30~50
	中位なもの	200	—	20~30
粘性土	非常に堅いもの	200	200~400	15~30
	堅いもの	100	100~200	10~15

注：qu：一軸圧縮強さ、N：標準貫入試験値

(出典)道路土工 擁壁工指針 日本道路協会 H11.3

- (5) 擁壁工調査で地山接近の場合は、必要に応じ地山のすべり面角を次式により求める。

なお、土圧計算におけるすべり面角より次式により求めた角度が大きい場合は、その角度によって土圧を計算することができる。

$$\cot(\theta - \beta) = \sec(\phi + \delta + \alpha - \beta) \cdot \sqrt{\frac{\cos(\alpha + \delta) \cdot \sin(\phi + \delta)}{\cos(\beta - \alpha) \cdot \sin(\phi - \beta)}} - \tan(\phi + \delta + \alpha - \beta)$$

ここに θ ：地山の仮想すべり面と水平面との角度(度)

ϕ ：地山の内部摩擦角(度)で、地山の緊結度等を考慮し、背面土の種類を参考として求めることができる。

δ ：壁背面摩擦角(度)

α ：擁壁背面と鉛直面との角度(度)ただし、背面が後傾斜の場合は(－)

β : 背面土の地表面と水平面との角度(度)

- (6) 擁壁の設計に当たっては、擁壁背面土の地表面の形状と、交通荷重、他の構造物、施設等の荷重及載荷面積を定める。
- (7) 重力式コンクリート擁壁、片持ばり式鉄筋コンクリート擁壁及び控え壁式鉄筋コンクリート擁壁の天端幅は、40cmを標準とし、擁壁の設計に必要な形式、断面、形状及び寸法を決定する。
- (8) その他設計上特有の現地諸条件等は、適切に定める。

2 計算条件

計算条件は、適用する設計計算方法、計算因子等とし、次の諸条件を明らかにする。

- (1) 擁壁背面に自動車荷重を載荷する場合の過載荷重は $10\text{kN}/\text{m}^2$ とする。
常時における荷載荷重は、安定計算の転倒、滑動、支持及び躯体の断面計算において、もっとも不利となるよう載荷する。ただし、特殊交通荷重、他の構造物、施設等のある場合は、これに対応した過載荷重を計算する。
- (2) 滑動摩擦係数は 0.7 を標準とする。ただし、普通土等にあつて、割栗石、良質な岩砕などによる基礎地盤を設けない場合は 0.6 とする。
- (3) 河川水等の影響を受ける箇所に設置する擁壁であつて、基礎底面が岩着しない場合には浮力を考慮する。

(参考)

1 積載荷重の考え方について

擁壁背面に活荷重が載荷されたとき、通常はこれを過載荷重として処理している。

一般には道路構造令、道路橋示方書等により、車両の専有面積を求め、総荷重を除して計算する方法がとられており、一般に $10\text{kN}/\text{m}^2$ を用いている場合が多い。

2 滑動摩擦係数について

滑動摩擦係数(μ)=0.7 の場合、土砂地盤にあつては、割栗石、良質な岩砕(現地発生材)等による基礎地盤を設けることを前提としているので、施工条件を厳守することが必要である。この条件にそぐわない場合は、(μ)=0.6 とすることが必要である。

(出典) 森林土木構造物標準設計 擁壁編 林業土木コンサルタンツ H18. 10

3 浮力について

(1) 河川水等の影響を受ける箇所

- ① 河川法等の法律上行為制限がある箇所
- ② 上記①以外の箇所において、計画高水位 (HWL) が擁壁底面より上部に位置する箇所
- ③ 貯水池等

(2) 水位の判断

浮力を考慮する場合の水位は、計画高水位 (HWL) 以下で判断することとする。

(3) 安定計算

擁壁が最も不利となる水位により安定計算を行う。

【解説】

- (4) 壁背面摩擦角は次表を標準とする。

種類 区分	土とコンクリートの場合	土と土の場合
常 時	$\frac{2}{3}\phi$	ϕ
地 震 時	載荷重を含めない常時土圧を準用	

- (5) 主要材料の単位体積重量は、次表の値を標準とする。

土 石	コンクリート及び コンクリートブロック	鉄筋コンクリート
$18\text{kN}/\text{m}^3$	$23\text{kN}/\text{m}^3$	$24.5\text{kN}/\text{m}^3$

- (6) コンクリートの設計基準強度は 18N/mm^2 を、鉄筋コンクリートの設計基準強度は 21N/mm^2 及び 24N/mm^2 を標準とする。許容応力度は、次表の値を標準とし、地震時の場合はこの値の 1.5 倍とする。

区分 \ 種類		コンクリート	鉄筋コンクリート	備考
		(N/mm^2)	(N/mm^2)	
コンクリート	設計基準強度	18	21(24)	林令 28 日 強度
	圧縮応力度	4.5	7(8)	
	引張応力度	0.22		
	(τ_{a1}) せん断応力度	0.33	0.36(0.39)	コンクリートのみでせん断を負担する場合
	(τ_{a2})		1.6(1.7)	斜引張鉄筋と協同して負担する場合
鉄筋	付着応力度		1.4(1.6)	異形鉄筋の場合
	引張応力度		180	異形鉄筋 SD295 又は SD345

- (7) 擁壁には主働土圧が作用する。土圧計算はクーロン公式又は試行くさび方により求める。

(参考)

- 1 擁壁背面のすべり面及び背面土の地表面が単一直線で、地表面と水平面との角度が、背面土の内部摩擦角より小さく、かつ、長い地表面の場合は、クーロン公式によって常時の土圧及びその作用高を計算する。この場合の地表面は、すべり面と地表面の交点以上の長さとする。

$$P = \frac{1}{2} W \cdot H \cdot (H + 2h) K$$

ここに P : 常時の主働土圧 (kN)

W : 土の単位体積重量 (kN/m^3)

H : 土圧の作用する擁壁の高さ (m) = $\frac{q}{W}$

h : 過載荷重高 (m)

q : 過載荷重 (kN/m^2)

K : 主働土圧係数

$$= \frac{\cos^2(\phi - \alpha)}{\cos^2 \alpha \cdot \cos(\delta + \alpha) \left[1 + \frac{\sin(\phi + \delta) \cdot \sin(\phi - \beta)}{\cos(\delta + \alpha) \cdot \cos(\alpha - \beta)} \right]^2}$$

ここに ϕ : 背面土の内部摩擦角 (度)

α : 擁壁背面と鉛直面との角度 (度)

ただし、背面が後傾斜の場合 (－)

δ : 壁背面摩擦角 (度)

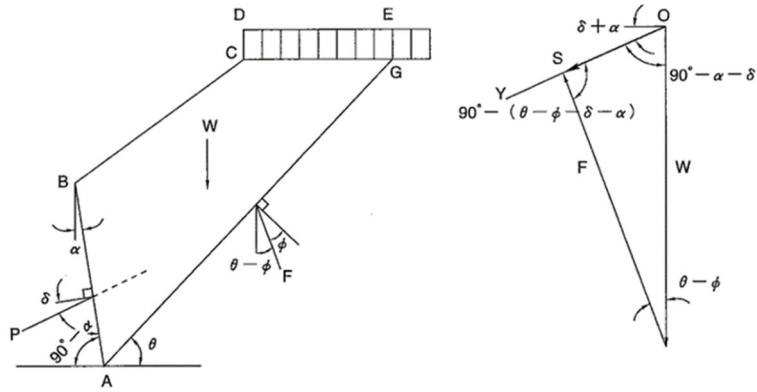
β : 背面土の地表面と水平面との角度 (度)

$$y = \frac{H}{3} \cdot \frac{H + 3h}{H + 2h}$$

ここに y : 土圧の作用高 (m)

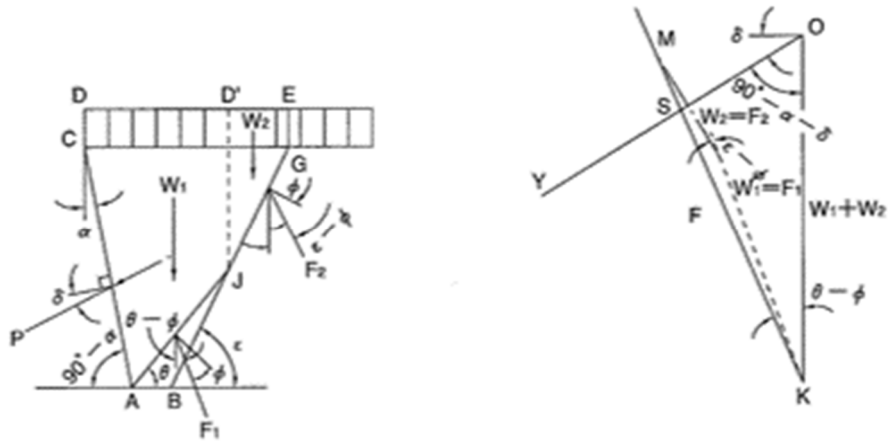
- 2 クーロン公式による土圧計算が適用できない場合は、試行くさび法を適用し、すべり面を試行して土圧の最大値を求め適用する土圧とする。

- (1) 擁壁背面のすべり面が単一直線の場合は、すべり面、擁壁背面及び地表面に囲まれた部分と過載荷重の部分に相当する重量 (W) 並びに反力 (F) を基に、連力図から土圧 (P) を求める。

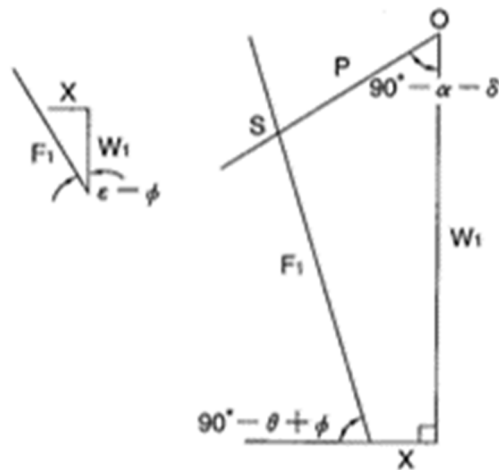


注 θ : すべり面と水平面との角度(度)
その他の記号は土圧公式に同じ

- (2) 擁壁背面のすべり面が折線の場合は、すべり面、擁壁背面及び地表面に囲まれた部分と過載荷重の部分に重量(W_1 、 W_2)並びに反力(F_1 、 F_2)を基に、折線の交点における垂線により区分し、反力を合成して連力図から土圧(P)を求める。



なお、反力及び土圧の連力図は、次図により求めることができる。



注 θ 、 ϵ : すべり面と水平面との角度(度)
その他の記号は土圧公式に同じ

- 3 試行くさび法による土圧の作用高は、次の区分により計算する。

- (1) 擁壁背面が水平で、過載荷重のある場合。

$$y = \frac{H}{3} \cdot \frac{H+3h}{H+2h}$$

ここに y : 土圧の作用高(m)

H : 土圧の作用する擁壁の高さ(m)

h : 過載荷重高(m)

- (2) 擁壁背面に過載荷重のない場合、又は盛土で過載荷重のある場合。

$$y = \frac{H}{3}$$

ここに y 、 H =(1)の計算式の記号に同じ

- 4 土圧は、これを水平土圧及び鉛直土圧に区分するものとし、次式により計算する。

$$P_H = P \cdot \cos(\delta + \alpha)$$

$$P_V = P \cdot \sin(\delta + \alpha)$$

ここに P_H : 水平土圧(kN)

P_V : 鉛直土圧(kN)

P : 公式又は試行くさび法により求めた土圧(kN)

δ 、 α : 土圧公式の記号に同じ

- 5 地震時における主動土圧は、常時における計算方法を次のように変形して求める。

- (1) 公式による場合は、常時の記号を次表のとおり変更する。

常 時	地 震 時
$\cos^2(\phi - \alpha)$	$\cos^2(\phi - \alpha - \theta')$
$\cos^2 \alpha$	$\cos \theta' \cdot \cos^2 \alpha$
$\cos(\delta + \alpha)$	$\cos(\delta + \alpha + \theta')$
$\sin(\phi - \beta)$	$\sin(\phi - \beta - \theta')$
$\cos(\delta + \alpha)$	$\cos(\delta + \alpha + \theta')$

注 $\theta' : \tan^{-1}K_h$ K_h : 水平震度

- (2) 試行くさび法による場合は、常時の連力図の記号を次表のとおり変更する。

常 時	地 震 時
W	$W \cdot \sec \theta'$
W_1	$W_1 \cdot \sec \theta'$
W_2	$W_2 \cdot \sec \theta'$
$\theta - \phi$	$\theta - \phi + \theta'$
$90^\circ - \alpha - \delta$	$90^\circ - \alpha - \delta - \theta'$
$\varepsilon - \theta$	$\varepsilon - \theta + \theta'$
$90^\circ - \theta + \phi$	$90^\circ - \theta + \phi - \theta'$

注 $\theta' : \tan^{-1}K_h$ K_h : 水平震度

- (3) 地震時土圧の作用高は、次式により求める。

$$y = \frac{H}{3}$$

ここに y : 公式及び試行くさび法による地震時土圧の作用高(m)

H : 土圧の作用する擁壁の高さ(m)

- 6 土圧は、擁壁背面に直接作用するものとするが、背面形状が折線等の場合は、加重平均線を設定して作用させることができる。また、片持ばり式鉄筋コンクリート擁壁のようにかかと版を有する場合は、その端部に鉛直仮想背面を設定して作用させるものとする。ただし、この場合のかかと版の長さは、擁壁高さの35%以上とする。

【解説】

3 安定条件

擁壁は、転倒に対する安定、滑動に対する安定及び基礎地盤の支持力に対する安定のほか、擁壁の各部に生ずる応力及び基礎地盤のすべりが予想される箇所のすべりに対する安定について検討するものとし、それぞれの安定条件は、次のとおりとする。

なお、基礎地盤の支持力に対する安定条件は、合力の作用位置の検討を含む。

区分 因子	常 時	地 震 時
転 倒	$F_t \geq 1.5$	$F_t \geq 1.2$
滑 動	$F_s \geq 1.5$	$F_s \geq 1.2$
支 持 力	$F_r \geq 1/3$ ただし、岩盤基礎は $F_r \geq 1/4$ $q \leq Q$	$F_r \geq 1/6$ ただし、岩盤基礎は $F_r \geq 1/8$ $q \leq 1.5Q$
各部の応力	$S \leq \sigma_{ta}$	$S \leq 1.5 \sigma_{ta}$
基礎地盤	$F \geq 1.2$	$F \geq 1.0$

注 F_t ：転倒安全率

F_s ：滑動安全率

F_r ：合力の作用位置が底面幅に占める割合 $= \frac{d}{B}$

ここに d ：底面の前端から合力の作用位置までの距離

B ：底面幅

q ：底面に生ずる地盤反力度 (kN/m^2)

Q ：常時における基礎地盤の許容支持力度 (kN/m^2)

S ：各部に生ずる応力度 (N/mm^2)

σ_{ta} ：許容応力度 (N/mm^2)

F ：すべりに対する安全率

2-2 設計計算

擁壁の設計計算は、適切な設計条件等を基に、安定性、施工性及び経済性を十分に考慮して行うものとする。

【解説】

擁壁の設計計算は、安定計算、応力計算及び鉄筋計算に区分し、適切な構造として設計する。

1 安定計算

設計条件に基づく安定計算は、安定条件を基に、擁壁断面が急変する各部位について、次により行う。

- (1) 転倒に対する安定計算は、水平力による回転モーメントと鉛直力による抵抗モーメントにより行い、次式により求めた値を、安定条件に適合させる。

$$F_t = \frac{M_r}{M_o}$$

ここに F_t ：転倒安全率

M_r ：抵抗モーメント
 $= N \cdot a \quad (\text{kN} \cdot \text{m})$

ここに N ：鉛直力の総和 (kN)

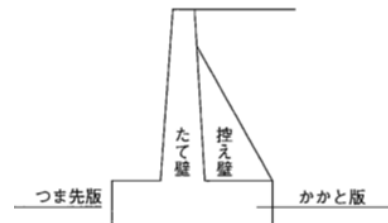
a ：底面の前端と、鉛直力の総和の重心との水平距離 (m)

M_o ：回転モーメント $= H \cdot y \quad (\text{kN} \cdot \text{m}/\text{m})$

ここに H ：水平力の総和 (kN)

y ：水平力の総和の重心作用高 (m)

- (2) 滑動に対する安定計算は、滑動力となる水平力と、底面と基礎地盤の間のせん断抵抗力により行い、次式により求めた値を、安定条件に適合させる。



$$F_s = \frac{H \cdot \mu}{M}$$

ここに F_s : 滑動安全率

μ : 滑動摩擦係数

N 、 H : (1)の計算式の記号に同じ

(3) 支持力に対する安定計算は、合力の作用位置及び地盤反力について行い、それぞれの値を安定条件に適合させる。

① 合力の作用位置が底面幅に占める割合は、次式により求める。

$$F_r = \frac{d}{B}$$

ここに F_r : 合力の作用位置が底面幅に占める割合

d : 底面の前端からの合力の作用位置までの距離(m)

$$= \frac{M_r - M_o}{N}$$

ここに M_r 、 M_o 、 N : (1)の計算式の記号に同じ

B = 底面幅(m)

② 地盤反力は、合力の作用位置により区分し、次式により求める。

$$F_r \geq \frac{1}{3} \text{ の場合}$$

$$q_1 = \frac{N}{B} \left(1 + \frac{6e}{B} \right)$$

$$q_2 = \frac{N}{B} \left(1 - \frac{6e}{B} \right)$$

ここに q_1 : 底面の前端における地盤反力(kN/m²)

q_2 : 底面の後端における地盤反力(kN/m²)

e : 底面幅の中央から、合力の作用位置までの偏心距離(m)

$$= \frac{B}{2} - d$$

$$F_r < \frac{1}{3} \text{ の場合}$$

$$q_1 = \frac{2N}{3d} = \frac{4N}{3(B - 2e)}$$

$$q_2 = 0$$

2 応力計算

擁壁の各部の応力計算は、擁壁断面が急変するフーチング部等について行い、次式により求めた値を、安定条件に適合させる。

(1) 躯体底面とフーチングの接合部は、次式により求める。

$$S_1 = \frac{N'}{1000B} \left(1 + \frac{6e'}{B'} \right)$$

$$S_2 = \frac{N'}{1000B} \left(1 - \frac{6e'}{B'} \right)$$

ここに S_1 : 躯体底面前端の縁応力(N/mm²)

S_2 : 躯体底面後端の縁応力(N/mm²)

N' : 躯体に作用する鉛直力の総和(N)

B' : 躯体底面幅(mm)

E' : 躯体底面中央から合力の作用位置までの偏心距離(mm)

$$= \frac{B'}{2} - d'$$

d' : 躯体底面の前端からの合力の作用位置までの距離 (m)

(2) フーチングステップの取付け部は、次式により求める。

$$\sigma_t = \frac{M}{10W_c}$$

ここに σ_t : 取付け部に生ずる引張応力度 (N/mm²)

M : 取付け部に生ずる片持ばりとしての曲げモーメント (N・mm/m)
 $=M_s - M_r$

ここに M_s : ステップ部の地盤反力によって取付け部に生ずる曲げモーメント (N・mm/m)

M_r : ステップ部の自重によって取付け部に生ずる曲げモーメント (N・mm/m)

$$W_c = \text{取付け部の断面係数 (mm}^3\text{)} = \frac{b \cdot h^2}{6}$$

ここに b : ステップの延長方向の長さ (mm) : 1,000 mm

h : ステップの高さ (mm)

3 鉄筋計算

鉄筋コンクリートを用いた擁壁の場合は、各部材ごとに作用する断面力に対し、必要とするコンクリート断面及び鉄筋量を計算して、設計に用いる鉄筋量及びコンクリート断面を定め、各応力度の検討を行う。

(1) 曲げモーメント及びせん断力

鉄筋計算に用いる曲げモーメント及びせん断力は、次の手法により計算する。

- ① たて壁は、底版との接合部を固定端とする片持ばり又は控え壁で支持された連続版とみなし、たて壁背面に水平土圧を作用させ計算する。
- ② つま先版は、たて壁との接合部を固定端とする片持ばりとみなし、上向きの地盤反力を作用させ計算する。部材設計の照査位置は、曲げモーメントに対してはたて壁の基部、せん断力に対してはたて壁の前面から底版厚さの 1/2 離れた位置とする。
- ③ かかと版は、たて壁との接合部を固定端とする片持ばり又は控え壁で支持された連続版とみなし、かかと版の自重、かかと版上の上載土の重量及び仮想背面に作用する鉛直土圧をそれぞれ下向きに作用させ、地盤反力は上向きに作用させる。なお、控え壁式の計算はたて壁に準ずるものとして計算する。
- ④ 控え壁は、かかと版に固定された T 形断面の腹部としての鉛直な片持ばりとみなし、控え壁の中心間隔に等しい長さのたて壁に働く水平土圧を作用させ、たて壁の片持ばり式の計算に準じて計算する。

(2) 応力度

断面力及び鉄筋量を基に応力度を検討し、求めた値が許容応力度以下となるように設計する。

4 混合擁壁の設計

- (1) ブロック積部分と基礎部分はそれぞれコンクリートブロック擁壁又は石積擁壁及び重力式擁壁の設計に準じて設計を行う。ただし、基礎部分の設計においては混合擁壁としてブロック積部分を介して伝わる荷重及び土圧を考慮し、滑動、転倒、支持力に関する安定計算を行う必要がある。
- (2) 全高は基礎底面からブロック積部分の高さを含めた高さとする。

5 補強土擁壁の設計計算

補強土擁壁の場合は、補強土擁壁の壁面材に作用する土圧力を算定し、補強材の引抜き抵抗力（必要補強材力）の検討を行う。

(参考)

- 1 壁面材に作用する水平土圧とともに、補強材の布設位置及び布設間隔に応じて、補強材が分担すべき必要抵抗力を次式から求める。また、補強材の設計引張り強度（許容応力度）が必要抵抗力を上回るよう補強材を選択する。

(1) 帯鋼補強土壁、アンカー補強土壁の場合

$$(T_{req})_i = \phi_i \cdot S_{vi} \cdot S_{hi} \geq T_A$$

(2) ジオテキスタイル補強土壁の場合

$$(T_{req})_i = \phi_i \cdot S_{vi} \geq T_A$$

ここに $(T_{req})_i$: 第 i 番目の補強材 1 本当たり又は 1 層あたりに必要とされる抵抗力 (kN/本) 又は (kN/m)

ϕi : 補強材の敷設位置における水平土圧 $= K \cdot \gamma \cdot z_i$ (kN・m²)

ここに K : 土圧係数

γ : 土の単位体積重量

z_i : 壁頂部から第 1 番目の補強材までの鉛直距離

S_{vi} 、 S_{hi} : 補強材の垂直及び水平方向の敷設間隔 (m)

T_A : 補強材の 1 本当たり又は単位幅当たりの設計引張り強度 (kN/本) 又は (kN/m)

i : 壁頂部からの任意の位置に敷設された補強材の番号

補強材の設計引張り強度の設定においては、鋼製補強材の場合には腐食を考慮した断面及び壁面材との連結部の断面減少を考慮した応力照査が必要である。また、ジオテキスタイルの場合には、クリープ特性、長期耐久性、施工時の損傷、壁面工と補強材の連結部の強度低下の考慮が必要である。

- 2 壁面材に作用する土圧によって補強材が引抜けないために必要とされる抵抗力 (T_{req}) i に安全率 F_s を乗じた値を潜在すべり面から盛土奥側の安定土塊内 (抵抗領域) にある補強材が発揮する引抜き抵抗力 T_p が上回るように補強材の長さを決定することを基本とする。

$$T_p \geq F_s \cdot T_{req}$$

ここに T_p : 安定土塊中の補強材が発揮する引抜き抵抗力 (kN/m)

$$= 2 \tau \cdot L_e$$

ここに τ : 土と補強材の摩擦応力

L_e : 潜在すべり面より奥の安定土塊側の定着長

- 3 補強土壁の安定性は、次の検討を行う。

- (1) 補強領域の安定に関する検討は、補強領域を仮想的に擁壁として考える。
(2) 円弧すべりに関する安定性の検討は、補強領域の外側の裏込め盛土や支持地盤を含む円弧すべりが設計で必要とされる安全率を満足することを照査する。

$$F_s = \frac{M_R + \Delta M_R}{M_D}$$

ここに F_s : 円弧すべりの設計安全率

M_R : 土のせん断抵抗による抵抗モーメント (kN・m/m)

ΔM_R : 補強による抵抗モーメント (kN・m/m)

M_D : すべり土塊の滑動モーメント (kN・m/m)

円弧すべりの検討を行う際に補強効果は補強材の引抜き抵抗力によるが、工法毎に補強材の特性を考慮して決定する。

なお、地震時の検討において水平震度 k_h の考え方は 2-1 設計条件 1 の (2) による。

- (3) 支持地盤が軟弱な粘土層を含む場合には、圧密沈下に関する検討を行う。

第3節 構造

3-1 基礎

擁壁の基礎は、壁体にかかる荷重を安定した支持層に伝達するものとし、その構造は施工性及び経済性に適合したものでなければならない。

【解説】

擁壁の基礎は、擁壁本体の自重、土圧、過載荷重等を、基礎地盤を通じて安定した支持層に伝達するものとし、基礎工の種類、許容支持力、根入れ深さ等の地盤条件を基として、施工性に適合した安定かつ経済的な構造とする。

1 地山基礎

地山基礎は、躯体の自重で安定する擁壁構造であって、堅硬な岩盤等の基礎地盤で直接支持する場合に適用する。

- (1) 設計地盤面下の浅い位置に岩盤層のある場合は、岩盤層まで掘削して地山基礎の設計地盤面とする。
(2) 設計地盤面は、地盤の変動等の影響を受けた深さ及び今後における侵食等を検討して設定するものとするが、「第6章 基礎工」に定める「1-4 設計地盤面」又は「1-6 根入れ条件」によって決定する。

2 基礎工

基礎工は、地盤反力度が基礎地盤の許容支持力度以上の場合に用い、「第6章 基礎工」の定めるところにより設計

する。

3 基礎の保護工

基礎の保護工は、次の基礎が侵食、洗掘等を受けるおそれのある場合に設けることができる。

- (1) 斜面等における基礎が侵食のおそれのある場合は、安定地山面を設計地盤面として、埋戻し土上に植生又は構造物によるのり面保護工を設ける。
- (2) 護岸等の擁壁基礎が特に洗掘のおそれのある場合は、基礎の根入れ深さ等を勘案して、次のような根固め工を設ける。
 - ① 河床の石礫等より大径材の捨石又は寄石工
 - ② 木工沈床、改良沈床等の沈床工
 - ③ 河道の変動等に対して屈とう性を持つコンクリートブロック沈床工
 - ④ 掃流力等に適応した異形コンクリートブロック工

3-2 背面材

擁壁の背面材は、背面土及び裏込め材とし、設計条件に適合した種類のものを使用するものとする。

【解説】

擁壁の背面材は、土圧に大きく影響する背面土と、土圧の均斉化及び集排水を目的とする裏込め材とし、それぞれ設計条件に定めた品質以上のものを使用する。

1 背面土

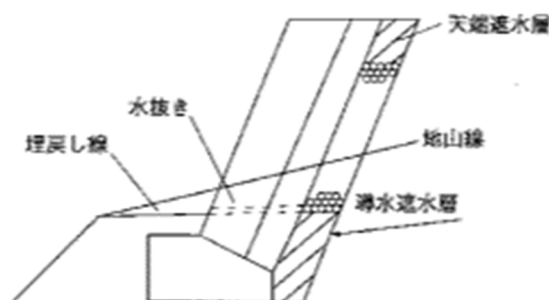
背面土は、切土等により発生した土石のうち、できるだけ良質のものを使用する。

2 裏込め材

- (1) 裏込め材は擁壁背面に発生する水量と、背面土の浸透能等を考慮して、次により使用する。
 - ① 石積擁壁又はコンクリートブロック擁壁は、全延長に使用する。
 - ② 木製擁壁及び特殊擁壁については、本体の排水能力を勘案して決定する。
 - ③ その他擁壁については、背面の湧水又は浸透水のおそれのある部分に使用する。
- (2) 裏込め材は、風化しにくい岩砕、礫材又は高分子材料等とする。
- (3) 裏込め材の配置高さは、擁壁天端面の下部 30cm 程度の位置から、擁壁前面の地山線までとし、それ以下の部分は地山をゆるめないよう配慮するとともに、不透水層を設ける。
- (4) 石積擁壁又はコンクリートブロック擁壁の背面には、裏込めコンクリートを設けることとし、裏込めコンクリートの厚さは、等厚とする。

ただし、壁高が低く、擁壁の背面土圧が小さい場合等は、安定計算を行うことにより、裏込めコンクリートを設けないことができる。

(参考)



3-3 水抜孔

水抜孔は、擁壁背面材に浸透し貯留する地下水等を排除するため、擁壁背面から前面等に貫通して設けるものとする。

【解説】

水抜孔は、擁壁背面土に浸透して貯留する地下水又は裏込め材で集水された水分を排除するため、擁壁背面から前面又は側面等の支障のない箇所に貫通して設ける。

1 設置部位

水抜孔は、次の部位に設ける。

- (1) 擁壁背面の水量に応じ、壁面積 2 ～ 5 m² 当たり 1 個所の割合とし、下層部を密にした千鳥状に配置する。
- (2) 常水等の逆流しない位置又は逆流防止装置を設けて、できるだけ下部に位置する。
- (3) 最下部の位置は、不透水層上面とする。
- (4) 湧水等のある場合は、その箇所地下排水工等を設ける。

2 材料

水抜孔は、内径 5 ～ 10 cm 程度の高分子材料等による排水管を用い、壁前面に 2 % 程度の勾配を設ける。

3-4 伸縮継目

伸縮継目は、連続して剛体化する擁壁について、乾燥収縮又は温度変化等の影響を受けるおそれのある場合に設けるものとする。

【解説】

伸縮継目は、コンクリート等を材料とした擁壁にあつて、構造上又は施工時期から、乾燥収縮又は温度変化等の影響を受けるおそれのある場合に、なるべく均等区間ごとに設ける。

1 位置

伸縮継目を設ける位置は、擁壁の形式に応じ、次のとおりとする。

- (1) コンクリートブロック擁壁又はコンクリート擁壁は、延長 10 m 程度以内に 1 個所の割合で設ける。
- (2) 鉄筋コンクリートの各擁壁は、延長 10 m 程度以内に鉛直打継目を設け、伸縮継目は 15 ～ 20 m 以内に 1 箇所の割合で設ける。
- (3) 基礎地盤の変化に対応して位置を検討することが望ましい。

2 形状

- (1) 形状は、平面突合せ鉛直方式とする。
- (2) 伸縮継目の厚さは、10 ～ 20 mm を標準とし、フィラー材等を挿入する。
- (3) 鉄筋コンクリートの擁壁に設ける鉛直打継目は、鉄筋のかぶりの範囲内で、壁前面に 10 ～ 20 mm 程度の浅い V 字形等の切れ目を設ける。

3-5 補強材・壁面材

補強土擁壁で使用する補強材及び壁面材は、補強土擁壁の工法に合致したものを使用するものとする。

【解説】

補強土擁壁に使用する補強材・壁面材は、次のとおりとする。

- 1 帯鋼補強土擁壁、アンカー補強土擁壁に使用する鋼製補強材は、標準的な形状や寸法、品質等が、各種の補強土擁壁ごとに規格化されており、加工状況及び荷重条件に応じてそれぞれの規格に適合するものを用いる。
- 2 ジオテキスタイル補強土擁壁は、次の材料特性を有する補強材料を用いる。
 - (1) 伸びひずみの小さい段階で、高い引張り力を有する。
 - (2) クリープが小さく長期的な引張り強さが大きい。
 - (3) 裏込め材との摩擦抵抗を十分に発揮することができる。
 - (4) 設置場所の環境条件に対して十分な耐久性を有する。
- 3 補強土擁壁の壁面材は裏込め土のこぼれ出しを防ぐとともに、盛土内に敷設した補強材の引抜き抵抗と一体となつて盛土体を安定させるものである。その種類は、コンクリート製や鋼製のパネル形式、プレキャストコンクリートブロック形式及び場所打ちコンクリート形式、壁面材の前面に間伐材等を使用したものがあるが、それぞれの工法にあったものを用いる。

第9章 橋梁

第1節 通則

1-1 一般

- 1 橋梁は、林道が河川、溪谷、湖沼、障害物等を通過する場合に、交通路を確保することを目的として設置する。
- 2 橋の幅員構成、建築限界、線形等の構造規格は、林道規程による。

【解説】

橋梁は、橋梁工調査による設置箇所及び位置の選定を基に、現地諸条件、周辺環境等に適合した安全かつ経済的な線形、橋長、支間、橋下空間等を有する構造とする。なお、支間長4m以上を橋梁とし、それ未満を排水施設として取り扱う。

橋梁は、林道を構築するための構造物であり、その構造規格については、林道規程の定めによる。

なお、河川管理者等との協議において、この基準が適用できない特別な事情が生じた場合は、これによらないことができる。

1 構造区分

橋梁の構造は、交通荷重等を支える床版、橋桁部分の上部構造と、これを支持して基礎地盤に伝達する橋台又は橋脚の下部構造に区分し、基礎工を要する場合は、これを下部構造に含める。

(参考)

関連する主な諸基準等

1	道路橋示方書・同解説Ⅰ共通編	日本道路協会編
2	〃 〃 同解説Ⅱ鋼橋・鋼部材編	〃
3	〃 〃 同解説Ⅲコンクリート橋・コンクリート部材編	〃
4	〃 〃 同解説Ⅳ下部構造編	〃
5	〃 〃 同解説Ⅴ耐震設計編	〃
6	プレキャストブロック工法による プレストレストコンクリートTげた道路橋設計・施工指針	〃
7	地中連続壁基礎設計施工指針・同解説	〃
8	鋼管矢板基礎設計指針・同解説	〃
9	小規模吊橋指針・同解説	〃
10	道路橋の塩害対策指針（案）・同解説	〃
11	プレキャストコンクリート工法設計施工指針	土木学会
12	鋼構造架設設計指針	〃
13	鋼構造架設施工指針	〃
14	コンクリート標準示方書解説	〃
15	道路橋耐風設計便覧	日本道路協会編
16	道路橋伸縮装置便覧	〃
17	鋼道路橋塗装便覧	〃
18	鋼道路橋設計便覧	〃
19	鋼道路橋施工便覧	〃
20	コンクリート道路橋設計便覧	〃
21	コンクリート道路橋施工便覧	〃
22	道路橋支承便覧（改訂版）	〃
23	道路橋補修便覧	〃
24	道路橋支承標準設計（ゴム支承・ころがり支承編）	〃
25	道路橋支承標準設計（すべり支承編）	〃

注) 最新版を参考とする。

【解説】

2 設置箇所の選定

橋梁は、次のような箇所に設置する。設置箇所は、他の構造物との比較のうえ選定する。

- (1) 河川、湖沼又は溪谷等を通過する箇所。
- (2) 他の交通路又は構造物等を通過する箇所。
- (3) 地形的に大きな凹地又は低地等の上を通過する箇所。

- (4) 地すべり、崩壊地又は落石等の不良な地質構造地帯若しくは急傾斜地を通過する箇所。
- (5) 制約のある用地等を通過する箇所。

3 位置の選定

橋梁の設置箇所は、次により下部構造の位置を選定する。

- (1) 地表面下の浅い層に、所定の支持力を有する地盤箇所を選定する。
- (2) 河身の変動、河川の屈曲、分合流点又は上流部に地すべり、崩壊、なだれ等のおそれのある箇所を避けて選定する。
- (3) 両岸が十分に安定した狭さく部を選定する。
- (4) 河身等に対しては直角方向とし、やむを得ない場合は、斜角 60° を限度とした斜橋として、その位置を選定する。
- (5) 橋梁前後の線形を考慮して、直線又は水平線にこだわらず、曲線橋又は勾配橋として、その位置を選定する。

4 流出量

河川等を通過する橋梁においては、橋長、支間及び橋下空間と関連して、次により流出量を求める。なお、計画高水流量の定めのある河川にあっては、その流量による。

- (1) 水系調査資料に基づき集水区域を確定する。
- (2) 流出量は集水区域を対象として、「第7章 排水施設」の「1－3 雨水流出量」の定める方法により、流下断面を求める。
- (3) 流量計算に用いる降雨強度の確率年は、100 年を標準とする。

5 橋下空間

橋下空間は、橋下の河川等に支障とならない必要な空間に、次の各余裕高を加えたものとする。

- (1) 河川等においては、計画高水流量別に次の値を水位余裕高とする。

計画高水流量 (m^3/sec)	200 未満	200 以上 500 未満	500 以上 2,000 未満	2,000 以上 5,000 未満	5,000 以上 10,000 未満
水位余裕高 (m)	0.6	0.8	1.0	1.2	1.5

(出典)建設省河川砂防技術基準(案) 同解説 計画編 H9.9

また、流木等の多い河川等にあっては、さらに 0.5m を加算する。

- (2) 土石流等により橋下の変動が予想される場合は、既往の実績から変動高を求め、さらに土石の最大寸法に 1.5 を乗じた値を加算して、土石流等を想定した余裕高とする。
- (3) その他の交通路、構造物、不良な地質構造地帯又は制約のある用地等にあっては、将来の変動等を予想して、必要な余裕高を決定する。

6 橋種の選定

橋種は、鉄筋コンクリート橋、プレストレストコンクリート橋、鋼橋、大断面集成材や構造用集成材等を使用した木橋とし、経済性、施工法、維持管理、周辺環境及び基礎地盤等を総合的に判断して選定する。

7 橋梁の線形

橋梁の線形は、その前後の線形に調和したものとし、次により設定する。

- (1) 平面及び縦断線形は、林道規程に定める曲線半径又は縦断勾配の通常値を限度とする。
- (2) 橋梁内には、縦断曲線の設定を必要とする区間を設けない。
- (3) 曲線部にあっては、できるだけ片勾配の設定を必要としない曲線半径とする。

8 橋長の選定

橋長は、橋梁の設置箇所の現地条件に応じ、次により選定する。

- (1) 擁壁等の構造物の併用を検討し、できるだけ短い橋長を選定する。
- (2) 流水上を通過する場合は、過去の最大流跡及び橋下空間の水位に対する幅等により選定する。
- (3) 堤防又は堤防計画のある河川の川幅が、50m 未満の河川にあっては堤防の表のり肩、川幅が 50m 以上の河川にあっては、堤防の外りの線と計画高水位の交点以内の位置に橋台を設定する場合の橋長とする。
- (4) 鉄道又は道路の上を通過する場合は、それぞれの建築限界によるものとし、その他の構造物等にあっては、各部の最大外縁に余裕幅を加えた橋長とする。
- (5) 湖沼等を越える場合は、背水高を含めた計画高水流量等を選定する。
- (6) 不良な地質構造地帯等を通過する場合は、その影響圏外で最小の区間長とする。
- (7) 地形又は用地の関係による場合は、経済性を勘案して必要最小限の橋長を選定する。

9 支間長の選定

支間長は、橋下の高水流量、交通形態、付帯護岸工、橋台及び橋脚の基礎地盤等を考慮し、次により選定する。

- (1) 上部構造と下部構造の合計工事費及び関連工事費が最小となる支間長を選定する。

- (2) 流木、土石流等の多い河川又は河川の合流点、分流点、屈曲部、狭さく部等においては、その影響圏外で最小の支間とする。
- (3) 河川等における径間長は、次表による計画高水流量と川幅によって選定するものとし、流心部分はできるだけ長い径間とする。この場合の径間長は、伸縮装置を含めた桁長とする。

計画高水流量(Q)・(m ³ /sec)と川幅(W)・(m)	径間長(L)・(m以上)
$Q < 500 \cdot W < 30$	12.5
$Q < 500 \cdot W \geq 30$	15.0
$Q < 2,000$	20.0
$Q \geq 2,000$	$L = 20 + 0.005Q$

(出典)河川管理施設等構造令第63条

- (4) 地形的に大きい凹地又は低地等を通過する場合は、中央部を長支間とする。

(参考)

橋桁の経済的支間長の目安

橋 種	桁の種類	型 式	支間長 (m)	曲線橋適否(○・×)		桁 高
				桁	床版	
鉄筋 コンクリート橋	床版	単純床版	10以下	—	○	1/12
	T桁	単純桁	8～15	×	○	1/8
プレキャストコン クリート橋(プレ テンション方式)	床版	単純床版	5～21	—	○	1/21
	T桁	単純桁	18～21	×	○	1/12
プレキャスト コンクリート 橋(ポストテ ンション方式)	T桁	単純桁	20～50	×	○	1/17
	T桁	単純合成桁	20～40	×	○	1/15
	T桁	連続合成桁	20～35	×	○	1/16
	箱桁	単純箱桁	25～50	○	○	1/20
	箱桁	単純箱桁	25～50	○	○	1/20
鋼 橋	H桁	非合成桁	7～10	×	○	1/20
	H桁	合成桁	10～25	×	○	1/27
	切断H桁	合成桁	25～35	×	○	1/17
	ばん桁	単純合成ばん桁	20～45	○	○	1/18
	箱桁	単純箱桁	30～50	○	○	1/20
	ばん桁	連続合成ばん桁	30～65	○	○	1/22
	箱桁	連続箱桁	40～70	×	○	1/20
	トラス	単純トラス	50～80	×	○	1/8
	トラス	単純トラス	60～100	×	○	1/10
	ランガー桁	ランガー	60～150	×	○	1/6.5
木 橋	アーチ桁	アーチ	90～150	×	○	1/6.5
	木桁	単純桁	8以下	×	○	1/20
	木桁	方杖桁	8～15	×	○	1/5
木 橋 (構造用集成材)	トラス	単純トラス	15～20	×	○	1/10
	木床版	プレストレス床版	10以下	×	×	1/20
	木桁	単純桁	5～15	×	×	1/8
木 橋 (構造用集成材)	アーチ桁	アーチ	20～40	×	×	—

注 桁高、支間長は概略を示した。

10 橋格

橋梁の設計荷重に関連する橋格は、林道規程第28条に規定する「橋、高架の自動車道等」の設計車輛の荷重区分に従い、次表により区分する。

設計車輛の荷重	245kN (A活荷重)	137kN	88kN
橋格	1等林道橋	2等林道橋	3等林道橋

1-2 設計荷重

【解説】

- 1 設計荷重は、現地諸条件、構造等に応じ、最も不利な組合せの荷重状態を考慮して適用する。
- 2 橋梁の設計に当たっては、上部構造、下部構造ともに、常時の荷重と地震時の荷重に区分し、地震時における活荷重及び衝撃荷重は考慮しない。
- 3 橋梁の設計に用いる車輛荷重は、交通車輛の総重量、交通頻度等を考慮する。

橋梁の上部構造及び下部構造にかかる各種設計荷重は、橋種、橋格、橋長、幅員等のほか、現地諸条件等に応じて選定し、適用する各設計荷重の作用度及び橋梁構造に与える影響度等を考慮して、最も不利な荷重状態を決定する。

1 荷重の選定

設計荷重は、上部構造及び下部構造別にその種類を選定する。

(1) 上部構造

上部構造に作用する荷重は、次の種類について選定する。

- ① 死荷重は、全ての橋梁に適用する。
- ② 活荷重は、設計車両を考慮する全ての橋梁に適用する。
- ③ 活荷重には衝撃を考慮する。
- ④ 地震の影響は、全ての橋梁に適用する。
- ⑤ 雪荷重は積雪地域において、積雪期間を通じて圧雪厚が約 15cm 程度以上ある除雪区間又は除雪しない区間に適用する。
- ⑥ 風荷重は、橋軸直角方向の水平荷重として必要に応じて考慮する。
- ⑦ プレストレス力は、プレストレストコンクリート橋及びプレストレスを用いた橋梁に適用する。
- ⑧ コンクリートのクリープの影響及び乾燥収縮の影響は、コンクリート及び鋼合成の部材の設計に適用する。
- ⑨ 温度変化の影響は、長大橋、不静定構造の橋梁及び支承の設計に適用する。
- ⑩ 支点移動の影響、遠心荷重、制動荷重、施工時荷重、衝突荷重等は、適用しない。

(2) 下部構造

下部構造に作用する荷重は、上部構造に適用した荷重及び下部構造自体に作用する荷重とし、次の種類別に選定する。

- ① 上部構造に適用した全荷重は、これを支点反力として全ての下部構造に適用する。
- ② 自重を主体とした死荷重は、全ての下部構造に適用する。
- ③ 土圧は主として橋台に適用する。
- ④ 地震の影響は全ての下部構造に適用する。
- ⑤ 水圧又は揚圧力は、水位のある下部構造に適用する。
- ⑥ 浮力は、基礎地盤の間隙水が存在する下部構造に適用する。
- ⑦ コンクリートのクリープの影響、乾燥収縮の影響、温度変化の影響、風荷重、地盤変動の影響、波圧、衝突荷重、施工時荷重等は、適用しない。

2 常時と地震時の荷重

橋梁の設計に当たっては、上部構造、下部構造ともに、常時の荷重と地震時の荷重に区分し、地震時には活荷重及び衝撃は作用しないものとする。

3 死荷重

死荷重の算定に用いる主な材料の単位体積重量は、次表を標準とする。

材料の単位重量

材料	鋼、鍛鋼	鋳鉄	鉄筋コンクリート	プレストレストコンクリート	コンクリート	セメントモルタル	木材	アスファルト舗装
単位体積重量 (kN/m ³)	77.0	71.0	24.5	24.5	23.0	21.0	8.0	22.5

(出典)道路橋示方書・同解説 共通編 日本道路協会 H29.11

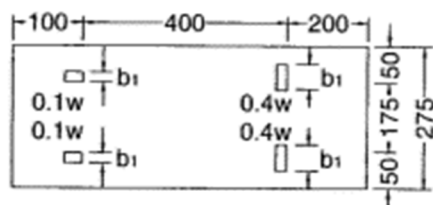
4 活荷重

活荷重は、自動車荷重とし、橋格別に次に示すT荷重及びL荷重とする。ただし、特殊な車両等の通行する橋梁については、その実態荷重とする。なお、ここで示した橋の等級と林道規程第4条の自動車道の級区分は異なるため、適用には十分に留意する。

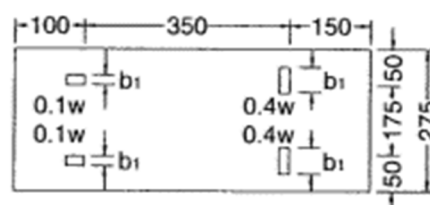
(1) 床版および床組を設計する場合は、次のとおりとする。

① 次のT荷重を负载する。

橋の等級	荷重	総荷重W (kN)	前輪荷重 0.1W (kN)	後輪荷重 0.4W (kN)	前輪輪帯幅 b_1 (cm)	後輪輪帯幅 b_2 (cm)	車輪接地長 a (cm)
1等林道橋	T-25	245	24.5	98	12.5	50	20
2等林道橋	T-14	137	13.7	54.9	12.5	50	20
3等林道橋	T-9	88	8.8	35.3	9.0	36	20



1等及び2等林道橋



3等林道橋

② 自動車は1橋につき橋軸方向には1台、橋軸直角方向には台数に制限がないものとし、設計部材に最も不利な応力が生ずるように载荷する。

③ T荷重の橋軸直角方向の車輪中心の负载位置は、地覆部分より25cmの位置とする。

(2) 主桁を設計する場合は、次のとおりとする。

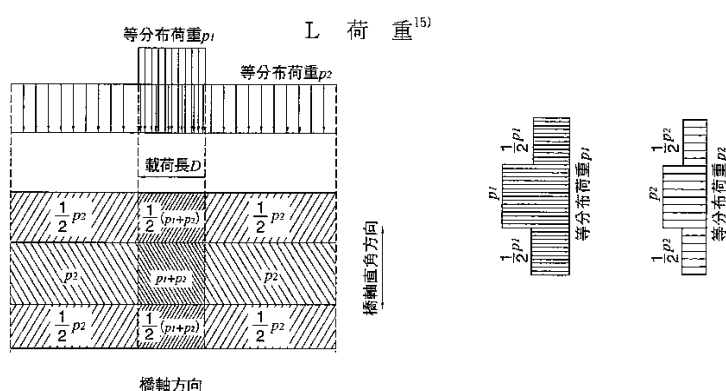
① 次のL荷重を负载する。

L 荷重

橋の等級	主載荷荷重（幅 5.5m）						従載荷 荷重
	等分布荷重 p_1			等分布荷重 p_2			
	載荷長 D (m)	荷重（kN/㎡）		荷重（kN/㎡）			
		曲げモーメントを 算出する場合	せん断力を 算出する場合	L ≤ 80	80 < L ≤ 130	L > 130	
1 等林道橋	6	10	12	3.5	4.3－0.01 L	3.0	主載荷荷重 の 50%

(出典)道路橋示方書・同解説 共通編 日本道路協会 H14.3

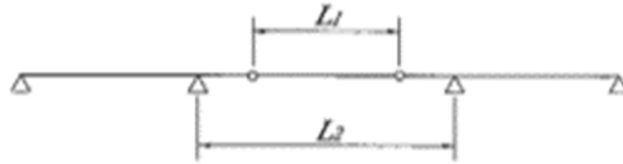
② 1等林道橋のL荷重は、 p_1 、 p_2 の2種類の等分布荷重を载荷する。ただし、 P_1 は1橋につき1組とする。



(出典)道路橋示方書・同解説 共通編 日本道路協会 H14.3

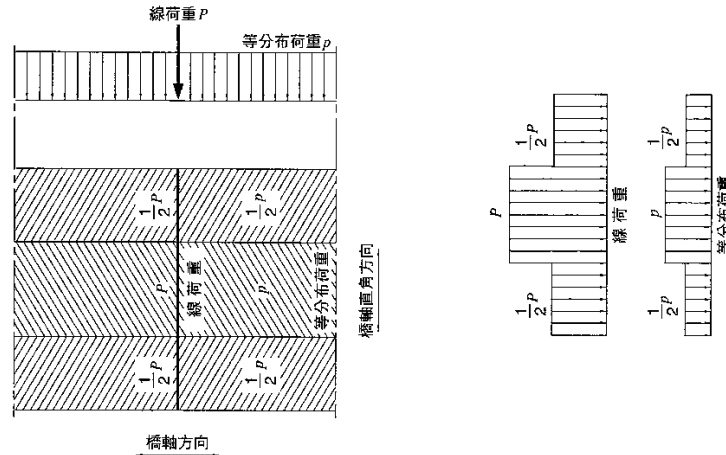
橋の等級	荷重	線荷重 P (kN/m)	等分布荷重 p (kN/m ²)		
			L ≤ 80	80 < L ≤ 130	L > 130
2等林道橋	L-14	34.3	1等橋の70%		
3等林道橋	L-9	24.5	1等橋の50%		

注 L = 支間(m) ただし、ゲルバー桁及び片持ちばりの場合は L_1 及び L_2 とする。



ゲルバー桁における支間長Lのとり方

- ③ 2、3等林道橋のL荷重は、1橋につき1個の線荷重Pと等分布荷重pを載荷する。



- ④ L荷重は着目している点又は部材に最も不利な応力が生ずるように、橋の幅5.5mまでは主載荷荷重(P、p、p₁、p₂)を、残りの部分にはそれらのおおの1/2となる従載荷荷重を負載する。
- ⑤ 支間長が短い主桁や床版橋等の設計はT荷重とする。ただし、この場合の支間長は1等林道橋15m未満、2、3等林道橋10m程度以下とする。
- ⑥ 下部構造を設計する場合の活荷重は、L荷重とする。

5 衝撃

衝撃の影響は、活荷重にその影響分に相当する係数を乗じてこれを考慮する。ただし、吊橋の主ケーブル及び補剛げたについては考慮しない。

- (1) 活荷重に乗ずる衝撃係数は、次のとおりとする。

衝撃係数

橋 種	衝撃係数 (i)	摘 要
鋼 橋	$i = \frac{20}{50 + L}$	T荷重、L荷重の使用の別にかかわらない
鉄筋コンクリート橋	$i = \frac{20}{50 + L}$	T荷重を使用する場合
	$i = \frac{7}{20 + L}$	L荷重を使用する場合
プレストレスコンクリート橋	$i = \frac{20}{50 + L}$	T荷重を使用する場合
	$i = \frac{10}{25 + L}$	L荷重を使用する場合

注 L：支間(m)

(出典)道路橋示方書・同解説 共通編 日本道路協会 H29.11

- (2) 下部構造の設計に用いる上部構造反力は、活荷重による衝撃を考慮しなくてもよい。ただし、支承部、鋼製橋脚、コンクリート製の張出しばり、ラーメン橋脚及びこれに類似の軽量の躯体は、活荷重による衝撃を考慮する。

6 地震の影響

地震の影響は、震度法によるレベル1地震動の設計水平震度及び地震時保有水平耐力法によるレベル2地震動の設計水平震度をもって表すものとし、鉛直震度は考えない。ただし、特殊な形状、構造を有する橋は、地震時の挙動が複雑なため、動的解析により照査するとよい。

- (1) 耐震設計上の地盤種別は、次表により地盤の基本固有周期 T_G から区別する。地表面が基盤面と一致する場合は、Ⅰ種地盤とする。

耐震設計上の地盤種別

地盤種別	地盤の基本固有周期 T_G (s)
Ⅰ種	$T_G < 0.2$
Ⅱ種	$0.2 \leq T_G < 0.6$
Ⅲ種	$0.6 \leq T_G$

(出典)道路橋示方書・同解説 耐震設計編 日本道路協会 H29.11

地盤の基本固有周期 T_G は、次式により算出する。

$$T_G = 4 \sum_{i=1}^n \frac{H_i}{V_{si}}$$

ここに T_G : 地盤の特性値 (s)

H_i : i 番目の地層の厚さ (m)

V_{si} : i 番目の地層の平均せん断弾性波速度 (m/s)

値は次式による。

粘性土層の場合

$$V_{si} = 100 N_i^{1/3} \quad (1 \leq N_i \leq 25)$$

砂質土層の場合

$$V_{si} = 80 N_i^{1/3} \quad (1 \leq N_i \leq 50)$$

N_i : 標準貫入試験による i 番目の地層の平均 N 値

i : 当該地盤が地表面から基盤面まで n 層に区分されるときに地表面から i 番目の地層の番号

ここでいう基盤面とは、粘性土層の場合は N 値が 25 以上、砂質土層の場合は N 値が 50 以上の地層の上面、もしくはせん断弾性波速度が 300m/s 程度以上の地層の上面をいう。

- (2) 震度法によるレベル 1 地震動の設計水平震度は、次式により計算する。ただし、 k_h 下限値は 0.1 とする。

$$k_h = c_z \cdot k_{ho}$$

ここに、 k_h : 設計水平震度 (小数点以下 2 けたに丸める)

c_z : 地域別補正係数

(参考)

地域別補正係数と地域区分

地域 区分	地域別補正係数			対象地域
	C_z	C_{Iz}	C_{IIz}	
A1	1.0	1.2	1.0	千葉県のうち館山市、木更津市、勝浦市、鴨川市、君津市、富津市、南房総市、夷隅郡、安房郡 神奈川県 山梨県のうち富士吉田市、都留市、大月市、上野原市、西八代郡、南巨摩郡、南都留郡 静岡県 愛知県のうち名古屋市、豊橋市、半田市、豊川市、津島市、刈谷市、西尾市、蒲郡市、常滑市、稲沢市、 新城市、東海市、大府市、知多市、豊明市、田原市、愛西市、清須市、弥富市、あま市、海部郡、知多 郡、額田郡、北設楽郡のうち東栄町 三重県 (津市、松阪市、名張市、亀山市、いなべ市、伊賀市、三重郡菰野町を除く。) 和歌山県のうち新宮市、西牟婁郡、東牟婁郡 徳島県のうち那賀郡、海部郡
A2	1.0	1.0	1.0	A1、B1、B2、C 地域以外の地域
B1	0.85	1.2	0.85	愛媛県のうち宇和島市、北宇和郡、南宇和郡 高知県 (B2 地域に掲げる地域を除く。) 宮崎県のうち延岡市、日向市、児湯郡 (西米良村及び木城町を除く)、東臼杵郡のうち門川町
B2	0.85	1.0	0.85	北海道のうち札幌市、函館市、小樽市、室蘭市、北見市、夕張市、岩見沢市、網走市、苫小牧市、美瑛 市、芦別市、江別市、赤平市、三笠市、千歳市、滝川市、砂川市、歌志内市、深川市、富良野市、登別 市、恵庭市、伊達市、北広島市、石狩市、北斗市、石狩郡、松前郡、上磯郡、亀田郡、茅部郡、二世郡、 山越郡、檜山郡、爾志郡、奥尻郡、瀬棚郡、久遠郡、島牧郡、寿都郡、磯谷郡、虻田郡、岩内郡、古宇

				郡、積丹郡、古平郡、余市郡、空知郡、夕張郡、樺戸郡、雨竜郡、上川郡（上川総合振興局）のうち東神楽町、上川町、東川町及び美瑛町、勇払郡、網走郡、斜里郡、常呂郡、有珠郡、白老郡 青森県のうち青森市、弘前市、黒石市、五所川原市、むつ市、つがる市、平川市、東津軽郡、西津軽郡、中津軽郡、南津軽郡、北津軽郡、下北郡 秋田県、山形県 福島県のうち会津若松市、郡山市、白河市、須賀川市、喜多方市、岩瀬郡、南会津郡、耶麻郡、河沼郡、大沼郡、西白河郡 新潟県 富山県のうち魚津市、滑川市、黒部市、下新川郡 石川県のうち輪島市、珠洲市、鳳珠郡 鳥取県のうち米子市、倉吉市、境港市、東伯郡、西伯郡、日野郡 島根県、岡山県、広島県 徳島県のうち美馬市、三好市、美馬郡、三好郡 香川県のうち高松市、丸亀市、坂出市、善通寺市、観音寺市、三豊市、小豆郡、香川郡、綾歌郡、仲多度郡 愛媛県（B1地域に掲げる地域を除く。） 高知県のうち長岡郡、土佐郡、吾川郡（いの町のうち旧伊野町の地区を除く。） 熊本県（C地域に掲げる地域を除く。） 大分県（C地域に掲げる地域を除く。） 宮崎県（B1地域に掲げる地域を除く。）
C	0.7	0.8	0.7	北海道のうち旭川市、留萌市、稚内市、紋別市、士別市、名寄市、上川郡（上川総合振興局）のうち鷹栖町、当麻町、比布町、愛別町、和寒町、剣淵町及び下川町、中川郡（上川総合振興局）、増毛郡、留萌郡、苫前郡、天塩郡、宗谷郡、枝幸郡、礼文郡、利尻郡、紋別郡 山口県、福岡県、佐賀県、長崎県 熊本県のうち荒尾市、水俣市、玉名市、山鹿市、宇土市、上天草市、天草市、玉名郡、葦北郡、天草郡 大分県のうち中津市、豊後高田市、杵築市、宇佐市、国東市、東国東郡、速見郡 鹿児島県（奄美市及び大島郡を除く。） 沖縄県

(出典)道路橋示方書・同解説 耐震設計編 日本道路協会 H29. 11

【解説】

c_z ：地域別補正係数

k_{ho} ：設計水平震度の標準値は、次表による。

ただし、土の重量に起因する慣性力及び地震時土圧の算出に際しては、設計水平震度の標準値 k_{ho} は、地盤種別がⅠ種地盤で 0.16、Ⅱ種地盤で 0.2、Ⅲ種地盤で 0.24 とする。

レベルⅠ地震動の設計水平震度の標準値 K_{ho}

地盤種別	固有周期 T (s) に対する k_{ho} の値		
Ⅰ種	$T < 0.10$ $k_{ho} = 0.431T^{1/3}$ ただし、 $k_{ho} \geq 0.16$	$0.10 \leq T \leq 1.10$ $K_{ho} = 0.20$	$1.10 < T$ $K_{ho} = 0.213T^{-2/3}$
Ⅱ種	$T < 0.20$ $k_{ho} = 0.427T^{1/3}$ ただし、 $k_{ho} \geq 0.20$	$0.20 \leq T \leq 1.30$ $K_{ho} = 0.25$	$1.30 < T$ $K_{ho} = 0.298T^{-2/3}$
Ⅲ種	$T < 0.34$ $k_{ho} = 0.430T^{1/3}$ ただし、 $k_{ho} \geq 0.24$	$0.34 \leq T \leq 1.5$ $K_{ho} = 0.30$	$1.5 < T$ $K_{ho} = 0.393T^{-2/3}$

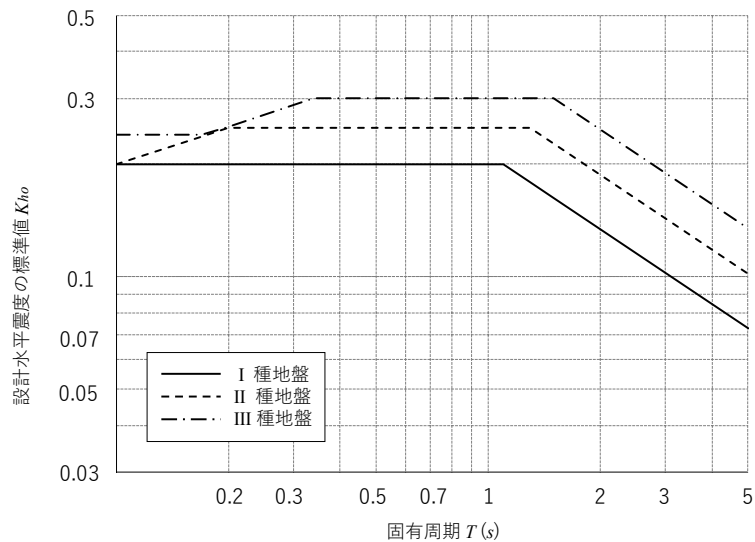
(出典)道路橋示方書・同解説 耐震設計編 日本道路協会 H29. 11

固有周期は、次式により算出する。

$$T = 2.01\sqrt{\delta}$$

ここに、 T ：設計振動単位の固有周期(s)

δ ：耐震設計上の地盤面より上にある下部構造の重量の 80%と、それが支持している上部構造部分の全重量に相当する力を慣性力の作用方向に作用させる場合の上部構造の慣性力の作用位置における変位(m)



レベル I 地震動の設計水平震度の標準値 K_{ho}

(出典)道路橋示方書・同解説 耐震設計編 日本道路協会 H29.11

概略の目安として、I 種地盤は良好な洪積地盤及び岩盤、III 種地盤は沖積地盤のうち軟弱地盤、II 種地盤は I 種地盤、III 種地盤のいずれにも属さない洪積地盤及び沖積地盤と考えてよい。ここでいう沖積層には、がけ崩れ等による新しい堆積層、表土、埋立土及び軟弱層を含み、沖積層のうち締まった砂層、砂れき層、玉石層については、洪積層として取り扱うことができる。

- (3) 地震時保有水平耐力法によるレベル 2 地震動の設計水平震度は、次式により計算する。

$$k_h = c_z \cdot k_{ho}$$

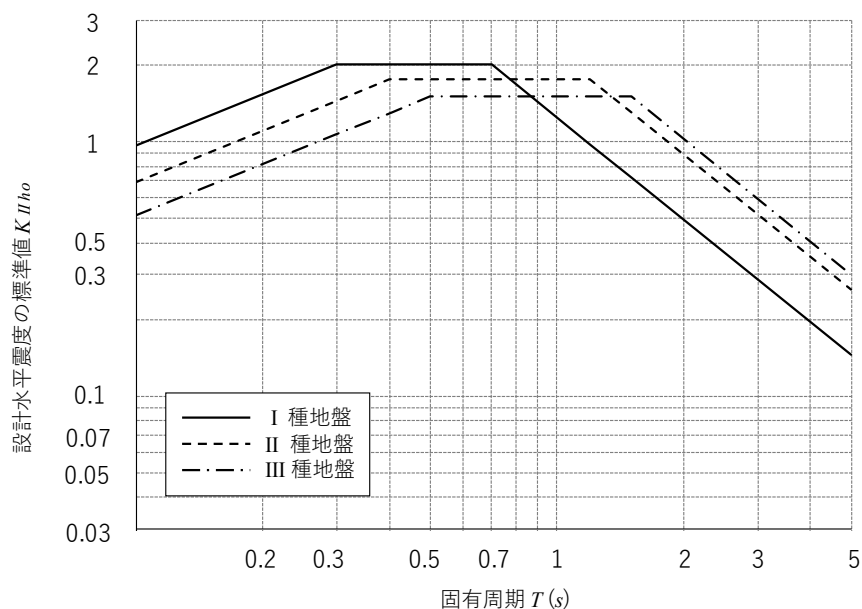
ここに、 k_h ：レベル 2 地震動のタイプ I 及びタイプ II の設計水平震度(小数点以下 2 けたに丸める)

c_z ：地域別補正係数

k_{ho} ：地震動タイプ I、タイプ II の設計水平震度の標準値で、次表による。

レベル 2 地震動(タイプ I)の設計水平震度の標準値 k_{Iho}

地盤種別	固有周期 T (s) に対する k_{Iho} の値		
I 種	$T < 0.16$	$0.16 \leq T \leq 0.60$	$0.60 < T$
	$k_{Iho} = 2.58 T^{1/3}$	$K_{Iho} = 1.40$	$K_{Iho} = 0.996 T^{-2/3}$
II 種	$T < 0.22$	$0.22 \leq T \leq 0.90$	$0.90 < T$
	$k_{Iho} = 2.15 T^{1/3}$	$K_{Iho} = 1.30$	$K_{Iho} = 1.21 T^{-2/3}$
III 種	$T < 0.34$	$0.34 \leq T \leq 1.40$	$1.40 < T$
	$k_{Iho} = 1.72 T^{1/3}$	$K_{Iho} = 1.20$	$K_{Iho} = 1.50 T^{-2/3}$

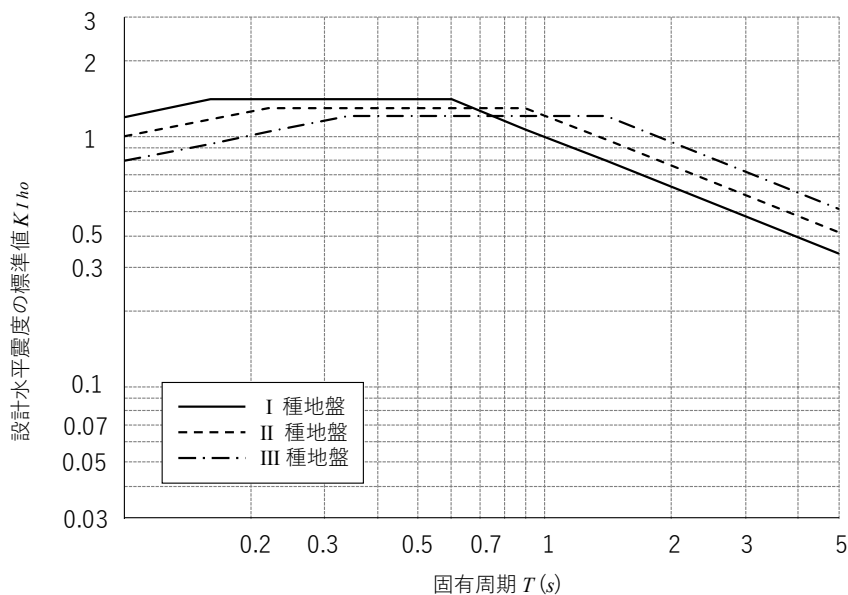


レベル2地震動(タイプⅠ)の設計水平震度の標準値 k_{Iho}

(出典) 道路橋示方書・同解説 耐震設計編 日本道路協会 H29.11

レベル2地震動(タイプⅡ)の設計水平震度の標準値 k_{IIho}

地盤種別	固有周期 T (s) に対する k_{IIho} の値		
I 種	$T < 0.3$ $k_{ho} = 4.46 T^{2/3}$	$0.3 \leq T \leq 0.7$ $K_{ho} = 2.0$	$0.7 < T$ $K_{ho} = 1.24 T^{-4/3}$
II 種	$T < 0.4$ $k_{ho} = 3.22 T^{2/3}$	$0.4 \leq T \leq 1.2$ $K_{ho} = 1.75$	$1.2 < T$ $K_{ho} = 2.23 T^{-4/3}$
III 種	$T < 0.5$ $k_{ho} = 2.38 T^{2/3}$	$0.5 \leq T \leq 1.5$ $K_{ho} = 1.50$	$1.5 < T$ $K_{ho} = 2.57 T^{-4/3}$



レベル2地震動(タイプⅡ)の設計水平震度の標準値 k_{IIho}

(出典) 道路橋示方書・同解説 耐震設計編 日本道路協会 H29.11

(4) 地震の影響としては、次の事項を考慮する。

- ① 構造物及び土の重量に起因する慣性力
- ② 地震時土圧
- ③ 地震時動水圧

④ 液状化に伴って生じる地盤の流動化の影響

⑤ 地盤振動変位

7 雪荷重

積雪地方等においては、次の雪荷重を考慮する。

- (1) 活荷重を負載する場合の雪荷重は 980 N/m^2 を標準とする。
- (2) 活荷重を負載しない場合の雪荷重は、活荷重に相当する雪荷重以上に算定する。
- (3) 雪荷重は、既往における橋梁上の最大積雪深と、次表による雪の単位体積重量により求める。

雪の状態	降りたての雪	やや落ちていた雪	圧縮された雪	多量に水を含む雪
単位重量 (kN/m^3)	1.5	2.9	4.9~6.9	4.9~6.9

8 風荷重

- (1) 上部構造に作用する風荷重は、考えている部材に最も不利な応力を生じさせるように載荷するものとし、風荷重の大きさは、次のとおりとする。

① 鋼げた

鋼げたに作用する風荷重は、1 橋の橋軸方向の長さ 1 m につき、次表に示す値とする。

鋼げたの風荷重 (kN/m)

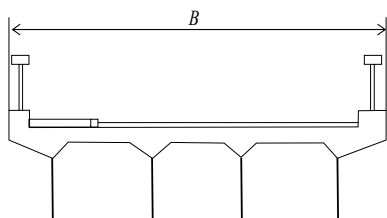
断面形状	風荷重
$1 \leq \frac{B}{D} < 8$	$\left(\frac{V}{40}\right)^2 \times \left[4.0 - 0.20 \left(\frac{B}{D}\right)\right] D \geq 6.0$
$8 \leq \frac{B}{D}$	$\left(\frac{V}{40}\right)^2 \times 2.4D \geq 6.0$

ここに、B：橋の総幅(m)

D：橋の総高(m)

V：設計基準風速(m/s)

Bのとり方



鋼げたのDのとり方

橋梁用防護柵	壁型剛性防護柵	壁型剛性防護柵以外
Dのとり方		

(出典)道路橋示方書・同解説 共通編 日本道路協会 H29.11

② 2主構トラス

2主構トラスに作用する風荷重は、風上側の有効鉛直投影面積 1 m^2 につき、下表に示す値とする。

2主構トラスに作用する風荷重 (kN/m^2)

トラス	$\frac{2.5 \left(\frac{V}{40}\right)^2}{\sqrt{\phi}}$
橋床	$3.0 \left(\frac{V}{40}\right)^2$

ただし、 $0.1 \leq \phi \leq 0.6$

ここに、 ϕ ：トラスの充実率(トラス外郭面積に対するトラス投影面積の比)

V：設計基準風速(m/s)

標準的な2主構トラスについては、下表に基づき風上側弦材の橋軸方向の長さ 1 m あたりの風荷重を用いてもよい。
なお、このときの長さ 1 m あたりの風荷重は、載荷弦において 6.0 kN/m 以上、無載荷弦においては 3.0 kN/m 以上とす

る。

標準的な2主構トラスの充実率と有効鉛直投下高(m)

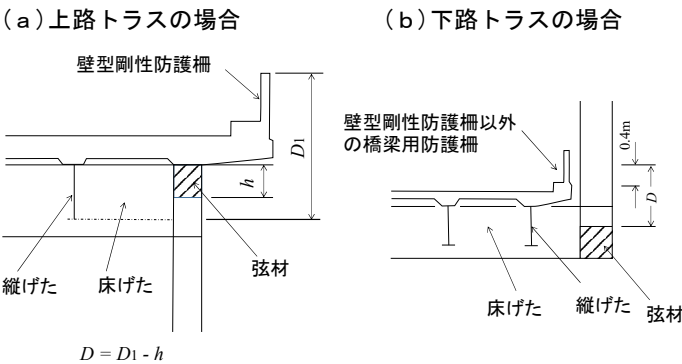
トラスの充実率 ϕ	有効鉛直投下高さ(m)
$4h/\lambda$	載荷弦と無載荷弦：2h 橋床：D

ただし、 $7 \leq \frac{\lambda}{h} \leq 40$

ここに、D：橋床の総高(m)。ただし、橋軸直角水平方向から見て弦材と重なる部分の高さを含めない。

h：弦材の高さ(m)

λ ：下弦材中心から上弦材中心までの主構高さ(m)



主構トラスのDのとり方

(出典)道路橋示方書・同解説 共通編 日本道路協会 H29.7

③ その他の形式の橋梁

その他の形式の橋梁の橋げた部分に作用する風荷重は、けた形状に応じ①あるいは②を適用する。①あるいは②で規定されていないような部材に作用する風荷重は、断面形状に応じ下表に示す値とする。なお、活荷重載荷時には、橋軸方向の長さ1mにつき $3.0(V/40)^2$ kN/mの値とし、橋面上1.5mの位置に作用させる。

鋼げたあるいは2主構トラス以外の橋梁の部材に作用する風荷重 (N/m²)

部材の断面形状	風荷重	
	風上側部材	風下側部材
円形	$1.5(V/40)^2$	$1.5(V/40)^2$
角形	$3.0(V/40)^2$	$1.5(V/40)^2$

(出典)道路橋示方書・同解説 共通編 日本道路協会 H29.7

(2) 下部構造に直接作用する風荷重は、橋軸直角方向および橋軸方向に作用する水平荷重とする。ただし、同時に2方向には作用しないものとする。風荷重の大きさは、風向方向の有効鉛直投影面積に対して次表に示す値とする。

下部構造に作用する風荷重 (kN/m²)

躯体の断面形状	風荷重
円形 小判形	$1.5\left(\frac{V}{40}\right)^2$
角形	$3.0\left(\frac{V}{40}\right)^2$

ここに、V：設計基準風速(m/s)

(出典)道路橋示方書・同解説 共通編 日本道路協会 H29.7

(3) 吊橋、斜張橋およびとくに可とう性に富む部材については、風の影響による動的な変形・応力等も考慮して設計する。

9 プレストレス力

構造物にプレストレス力を導入する場合には、設計にこれを考慮する。

- (1) プレストレス力は、プレストレッシング直後のプレストレス力及び有効プレストレス力について考慮する。また、プレストレス力により不静定力が生じる場合には、これも考慮する。
 - (2) プレストレッシング直後のプレストレス力の特性値は、PC鋼材の引張端に与えた引張力に、次の影響を考慮して定めなければならない。
 - ① コンクリートの弾性変形
 - ② PC鋼材とシースの摩擦
 - ③ 定着具におけるセット
 - (3) 有効プレストレス力は、(2)のプレストレッシング直後のプレストレス力の特性値に考慮される影響以外に、次の影響を考慮して定めなければならない。
 - ① コンクリートクリープ
 - ② コンクリートの乾燥収縮
 - ③ PC鋼材のリラクセーション
 - (4) 有効プレストレス力による不静定力は、プレストレッシング直後のプレストレス力による不静定力に、PC鋼材引張力の有効係数を部材全体にわたって平均した値を乗じて算出することができる。
- 10 コンクリートのクリープの影響及び乾燥収縮の影響
- コンクリート部材の設計に考慮するコンクリートのクリープ及び乾燥収縮の影響は、次のとおりとする。
- (1) コンクリートのクリープひずみは、次式により表わす。

$$\varepsilon_{cc} = \frac{\sigma_c}{E_c} \cdot \phi$$

ここに、 ε_{cc} ：コンクリートのクリープひずみ

σ_c ：持続荷重による応力度（N/mm²）

E_c ：コンクリートのヤング係数（N/mm²）

ϕ ：コンクリートのクリープ係数で下表の値

コンクリートのクリープ係数

持続荷重を載荷するときの コンクリートの材令(日)		4～7	14	28	90	365
クリープ係数	早強ポルトランドセメント使用	2.6	2.3	2.0	1.7	1.2
	普通ポルトランドセメント使用	2.8	2.5	2.2	1.9	1.4

(出典)道路橋示方書・同解説 コンクリート橋・コンクリート部材編 日本道路協会 H29.11

- (2) コンクリートの乾燥収縮度は、次表の値を標準とする。

コンクリートの乾燥収縮度

プレストレスを導入するときの コンクリートの材令(日)	4～7	28	90	365
乾燥収縮度	20×10^{-5}	18×10^{-5}	16×10^{-5}	12×10^{-5}

(出典)道路橋示方書・同解説 コンクリート橋・コンクリート部材編 日本道路協会 H29.11

- (3) (1)又は(2)によりがたい場合は、部材周辺の湿度、部材断面の形状寸法、荷重が作用するときのコンクリートの材料、材齢等を考慮して別途、乾燥収縮度を定め、不静定力を算出する。
- (4) コンクリートのクリープ及び乾燥収縮の影響により生じる不静定力は、次による。
 - ① 構造系に変化がない場合

構造物全体を一度に支保工上で施工し、施工中の構造系と施工後の構造系に変化がない場合には、一般に、コンクリートのクリープの影響を考慮しなくてよい。乾燥収縮の影響による不静定力を算出する場合には、コンクリートの乾燥収縮を 15×10^{-5} とする。ただし、軸方向鋼材が部材のコンクリート断面積の 0.5%未満の場合には、乾燥収縮度を 20×10^{-5} とする。
 - ② 構造系に変化がある場合

構造物全体を一度に施工せず、施工中の構造系と施工後の構造系に変化がある場合には、コンクリートのクリープの影響による不静定力は、(1)のコンクリートのクリープ係数の値を用いて算出する。また、乾燥収縮の影響による不静定力は、(4)により算出する。なお、この場合に考慮する持続荷重は、死荷重、プレストレス力、乾燥収縮の影響とする。

11 温度変化の影響

- (1) 設計に用いる基準温度は、+20℃を標準とする。ただし、気候寒冷地方においては、+10℃を標準とする。
- (2) 設計に用いる温度変化の範囲は次のとおりとし、構造物における温度の昇降は基準温度の差として考慮する。ただし、温度変化の範囲は、特に検討した場合には実情に応じて定めることができる。

① 鋼構造

鋼構造全体の一様な温度変化を考慮する場合の温度変化の範囲は、-10℃から+50℃までとする。ただし、気候寒冷地方においては、-30℃から+50℃までとする。

部材間又は部材各部における相対的な温度差は、15℃とする。

② 合成桁

床版コンクリートと鋼桁の温度差は10℃とし、温度分布は鋼桁及び床版コンクリートにおいてそれぞれ一様とする。

③ コンクリート構造

コンクリート構造全体の温度変化を考慮する場合の温度昇降は、一般に、基準温度から地域別の平均気温を考慮して定める。一般の場合、温度の昇降は、それぞれ15℃としてもよい。断面の最小寸法が70cm以上の場合には、上記の標準を10℃としてもよい。

床版とその他の部材の相対的な温度差は5℃とし、温度分布は床版その他の部材においてそれぞれ一様とする。

④ 水中又は土中にある構造物では、温度変化の影響を考慮しなくてもよい。

12 その他荷重

(1) 遠心荷重

厳密に言えば曲線部の橋や、自動車が蛇行する場合には遠心荷重が生じるが、その値は極めて小さいから通常考える必要はない。

(2) 制動荷重

制御荷重は、一般の道路橋においては、考える必要はない荷重であるが、自重が極端に軽い上部構造やトレススル橋脚の設計等、特別な場合には考慮する必要がある。

一般に自動車の制動荷重は非常に小さく、特に断面を増加する必要はない。

(3) 施工時荷重

施工時荷重とは、橋の施工時に作用する荷重であり、これによる応力は、施工方法によっては施工後の状態とまったく異なるものであったり、施工後の応力より大きな値を示すことがある。例えば、上部構造では橋げたの座屈・落橋といった事態にもなり得る。

また、下部構造では、ケーソン基礎本体の他に張出し架設中の上部構造を支持している橋脚や頭部ヒンジ固定のフレキシブルピア等においては、施工時の安定及び断面照査から躯体及び基礎の寸法諸元が決定されることも多い。したがって橋の設計時には施工方法と施工中の構造を考慮して、自重、施工機材、風、地震、温度変化等に対して検討が必要である。

(4) 衝突荷重

① 自動車の衝突

自動車の衝突のおそれのある橋脚については、コンクリート壁等の十分な防護施設を設ける。防護施設が設けられない場合は次の衝突荷重のいずれかが路面から1.8mの高さに水平に働くものとする。

② 流木等の衝突

流木その他流送物の衝突のおそれがある場合には、次式により衝突力を算出する。その作用高さは水面とする。

$$P = 0.1 \cdot W \cdot v$$

ここに、 P ：衝突力(tf)

W ：流送物の重量(kN)

v ：表面流速(m/s)

13 土圧

土圧は、壁面又は仮想背面に作用する分布荷重として、常時土圧及び地震時土圧に区分し、それぞれの設計条件及び計算方法は擁壁に準ずるものとする。

14 水圧

(1) 静水圧

次式により算出する。ただし、構造物の地中にある部分に働く水圧がこの理論水圧の値まで作用しないことが明らかな場合は、その明らかな値まで低減することができる。

$$P_h = \omega_o \cdot h$$

ここに、 P_h ：水面より深さ h のところの静水圧

h ：水面よりの深さ (m)

ω_o ：水の単位重量 (kN/m³)

(2) 流水圧

流水方向に対する橋脚の鉛直投影面積に作用する水平荷重として、次式により算出するものとする。作用位置は、河底より $0.6H$ とする。

$$P = K \cdot v^2 \cdot A$$

ここに、 P ：流水圧 (kN)

K ：次表による橋脚の抵抗係数

v ：最大流速 (m/s)

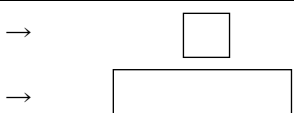
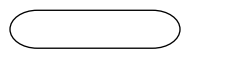
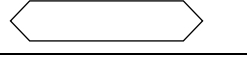
A ：橋脚の鉛直投影面積 (m²)

H ：水深 (m)

洗掘の影響がある場合における流水圧の算出に用いる水深は、常時にあっては、下部構造による洗掘の影響のないときの水深に常時下部構造の影響によって生じる洗掘の深さと、橋の耐用年数の間に予想される全体的な河床低下量を加えた深さとする。洪水時においては、常時の場合の設計水深に、洪水時の水位の増加と洪水時の洗掘深さを加えた深さとする。

(参考)

橋桁の抵抗係数

橋脚の流水方向端部の形状	係数
	0.7
	0.4
	
	0.2
	

(出典)道路橋示方書・同解説 共通編 日本道路協会 H29.11

【解説】

15 揚圧力

揚圧力とは、構造物の前後の水位差あるいは波浪等による一時的な構造物位置での水位の上昇によって生じる上向きの力をいう。

16 浮力

浮力とは、地盤中又は地盤と構造物の間に間隙水が存在する構造物の底面に作用する上向きの静水圧によって生じる力をいう。

1-3 材料の選定

橋梁の使用材料は、橋種、型式及び構造ごとに、現地諸条件に適合した品質、規格、寸法等を有し、安全性、施工性、経済性等を十分勘案して選定する。

【解説】

橋梁の上部構造及び下部構造に使用する材料は、橋種、形式及び構造ごとに、設計計算等に適用した許容応力度、物理定数等を確保した所要の品質、規格、寸法等を持つものとし、安全性、施工性、経済性等を十分に勘案して選定する。

1 コンクリート

コンクリートの品質は、材令 28 日における設計基準強度をもって示し、次表の値以上とする。

設計 基準強度	鉄筋コンクリート 床版		プレストレスコンクリ ート橋（中埋）		鉄筋コン クリート 橋	下 部 構 造	
	合成桁	非合成桁	プレテン ション	ポストテ ンション		無筋	鉄筋
$\sigma_{ck} (N/mm^2)$	27	24	36	30	24	18	21

2 鋼材

使用する鋼材は、できるだけ経済的な鋼種の中から選定する。

(1) 使用する鋼種は、次のような場合を除いて、無塗装処理の耐候性鋼材とする。

- ① 土砂、じん芥、流出錆等が鋼材に堆積する箇所
- ② 陰湿で通風の悪い箇所
- ③ 表面が機械的にはく離作用を受ける箇所
- ④ 閉断面を持つ箱げた、トラス又はアーチ等の構造
- ⑤ 周辺の環境等と調和しない箇所
- ⑥ 乾湿の変化に乏しく安定錆の発生しない箇所
- ⑦ 塩害の受けやすい箇所

(2) 鋼種を板厚によって選定する場合は、次表を標準とする。

板厚による鋼種選定標準

鋼種		板厚 (mm)							
		6	8	16	25	32	40	50	100
非溶接 構造用鋼	SS400	.....							●
溶接構造用鋼	SM400A	.....				●			
	SM400B	.....					●		
	Sm400C	.....							●
	SM490A	.....			●				
	SM490B	.....					●		
	SM490C	.....							●
	SM490YA	.....	●						
	SM490YB	.....					●		
	SM520C	.....							●
	SBHS400	.....							●
	SM570	.....							●
	SBHS500	.....							●
	SMA400AW	.....			●				
	SMA400BW	.....					●		
	SMACW	.....							●
	SMA490AW	.....	●						
	SMA490BW	.....					●		
	SMA490CW	.....							●
	SBHS400W	.....							●
	SMA570W	.....							●
	SBHS500W	.....							●

注：板厚が 8 mm 未満の鋼材については、腐食環境が良好な場合又は腐食に対して十分な配慮を行う場合に対象となる。

(出典)道路橋示方書・同解説 鋼橋編 日本道路協会 H29. 11

なお、気温が著しく低下する地方においては、所要の衝撃値を確保できる鋼種及び板厚を選定することが望ましい。

(3) 部材別の使用鋼種は、次により選定する。

- ① 主構に使用する鋼材は、SM400、SM490Y、SM520、SM570、SMA400、SMA490 及び SMA570 とする。
- ② 分配桁、床組、補鋼材又は対傾構等に使用する鋼材は、SS400、SMA400 及び SM490Y とする。
- ③ 接合用鋼材は、S10T 及び M22 を標準として、摩擦接合による高力ボルトを使用する。
ただし、専用締付機で施工できない箇所は、F10T 及び M22 を使用する。
- ④ ジベルは、径 22 mm のスタットジベルを標準とする。
- ⑤ 鉄筋は異形鉄筋として、SD295 又は SD345 とする。

1-4 設計

橋梁の設計に当たっては、安全性、施工性、経済性及び周辺環境との調和を考慮し、原則として設計計算によって構造を決定するものとする。

【解説】

橋梁の設計に当たっては、橋軸方向及び橋軸直角方向並びに常時及び地震時のそれぞれについて、構造物の強度、変形、安定度等を計算し、安全性、施工性、経済性及び周辺環境との調和を考慮した構造とする。

1 設計計算

設計計算は、上部構造と下部構造に区分し、各部の構造をできるだけ単純化して行う。

- (1) 部材の設計に当たっては、各荷重の組合せによって生ずる応力度が、許容応力度、安全率等を満足させる。
- (2) 設計計算の結果は、その計算内容を明らかにした設計計算書を作成する。
- (3) 構造計算の一部又は全部に電子計算機を使用した場合の設計計算書は、次の事項の一部又は全部を明示する。
 - ① 荷重、許容応力度、安全率等を含む各設計条件
 - ② プログラムの背景となった理論と解析方法の概要
 - ③ 入力データと出力された主な応力度及び算出された断面、寸法等
 - ④ その他必要な事項

1-5 木橋

木橋は、強度、耐朽性、美観等木材の特性及び現地での適合性等を検討し、用いるものとする。

【解説】

木橋は、木材利用の推進に資するものであることから、次の点に留意しつつ、積極的に取り組むことが望ましい。

- 1 安全性及び環境との調和を考慮する。
- 2 構造は、設置箇所の環境条件や支間長、幅員、荷重を考慮して適切に選定する。
- 3 防腐処理を行う場合は、環境への影響等を十分に検討して実施する。
- 4 適切な維持管理を行う。

第2節 上部構造

2-1 構造

橋梁の上部構造を構成する主要部位の構造は、所定の設計計算及び構造細目によるほか、橋種、橋格、交通形態、自然条件等に適合したものでなければならない。

【解説】

橋梁の上部構造を構成する主要部位は、設計計算によりその断面等を求め、各部材の配置及び組合せは所定の構造細目によって決定するものとするが、各部位の構成、形状、寸法等は、橋種、橋格、交通形態、自然条件等に十分に適合したものを選定する。

1 幅員

橋梁の幅員は、林道規程に定める車道幅員及び路肩幅員とする。

2 地覆及び高欄

- (1) 橋梁の幅員方向の両側には、地覆を設けて、防護柵等による高欄を取付ける。
- (2) 地覆寸法は幅 60cm 及び高さ 25cm を標準とする。
ただし 2、3 等林道橋にあつては、幅 40cm 及び高さ 15cm とすることができる。

3 橋面舗装

- (1) 床版上には、5 cm 厚を標準とする橋面舗装を行うものとし、コンクリート舗装又はアスファルト舗装とする。
- (2) コンクリート舗装とする場合は、コンクリートが床版から分離しないよう床版と同時に打設することが望ましい。

(3) アスファルト舗装で雨水等の浸透が有害となる場合にあっては、別に防水層を設ける。

4 横断勾配

床版及び橋面には、2%の横断勾配を設ける。

5 排水

(1) 橋面上の排水を必要とする場合は、集水ますを設けるものとし、橋台又は、橋脚の橋座外縁付近の両路肩に配置する。ただし、勾配橋にあっては設けないことができる。

(2) 集水ますは、橋面より10～20mm程度低くすり付け、内径15cm程度の排水管を取りつける。

6 支承

(1) 支承は、設計荷重、設計移動量等に対し、安全となるよう設計する。

(2) ソールプレート及びベースプレートの板厚は、22mm以上とし、ソールプレートは主桁に確実に定着させる。なお、勾配橋の傾斜は、ソールプレートの板厚で傾斜を調整するが、最小厚は22mm以上を確保する。

(3) アンカーボルトは、最小径25mm以上で、直径の10倍以上の長さを下部構造中に埋め込み、小支間で2本又は大支間で6本を標準として下部構造に固定する。

(4) 支承の固定端は、次のような箇所に設ける。

- ① 死荷重反力が大きい側の支点
- ② 勾配橋の場合は低い方の支点
- ③ 水平反力を取り易い支点
- ④ 可動支承の移動量を少なくする側の支点

(5) ゴム支承等におけるアンカーバーと桁の定着には、アンカーキャップ等を用いる。

7 伸縮装置

(1) 伸縮装置の型式は、伸縮量から設計可能な型式を選定し、更に設置箇所において要求される性能を総合的に判断して決定する。

(2) 支承の移動量は、温度変化、乾燥収縮、クリープ、桁のたわみ等に余裕量を加えて計算するが、次に示す温度変化を基にして算定することができる。

支承の移動量ならびに伸縮量算定に用いる温度変化の範囲

橋種	温度変化		線膨張係数
	普通の地方	寒冷な地方	
P C 橋・R C 橋	-5℃～+35℃	-15℃～+35℃	10×10^{-6}
鋼橋（上路橋）	-10℃～+40℃	-20℃～+40℃	12×10^{-6}
鋼橋 （下路橋及び鋼床版橋）	-10℃～+50℃	-20℃～+40℃	12×10^{-6}

基準温度は+20℃を標準とし、寒冷な地域においては+10℃とする。

（出典）道路橋示方書・同解説 共通編 日本道路協会 H29.11

(3) 伸縮装置の天端面は、橋面に合わせて横断勾配を設ける。

8 塗装

(1) 無塗装処理の耐候性鋼材使用で不適当な場合は、鍍安定化促進処理の塗装を行うことができる。ただし、閉断面を持つ箱桁、トラス、アーチ等については、十分な検討が必要である。

(2) 普通鋼材使用の場合は、工場塗装1回及び現場塗装2回とする。

9 落橋防止システム

桁端においては、「3-1 構造」の「4 桁かかり長」に示したSEの長さを確保するとともに、落橋防止構造、変位制限構造を設けることにより、想定を超える地震力や変位、変形による橋桁の落下を防止する。

（参考）

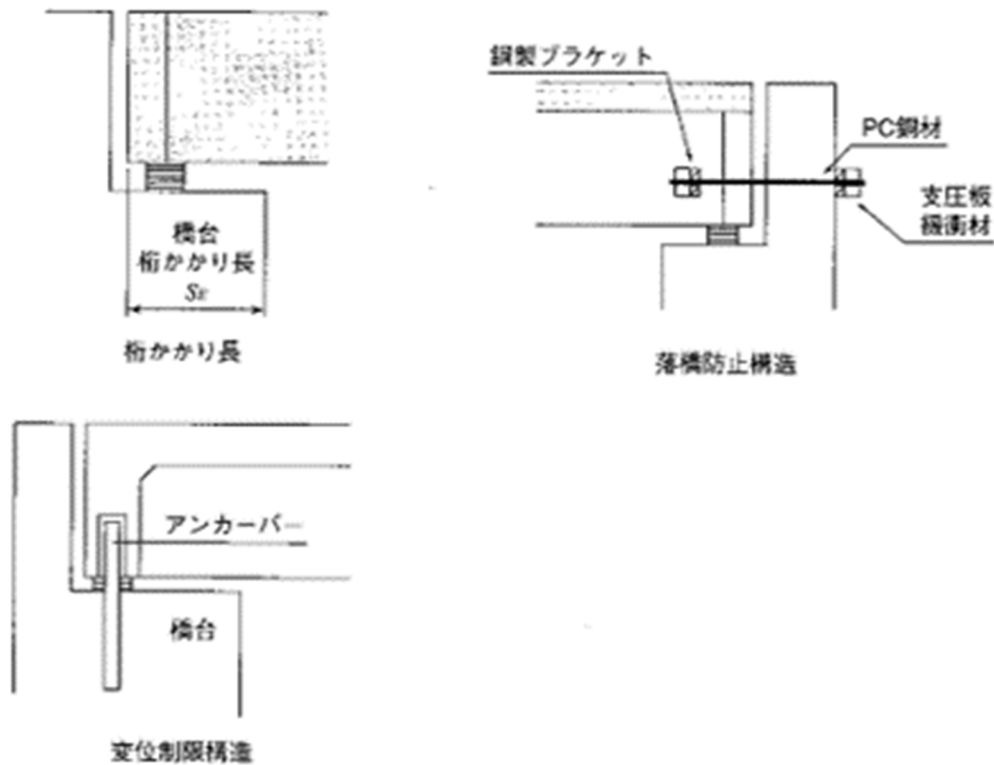
落橋防止システムの組合わせは、次による。

	橋軸方向	直角方向
桁かかり長	○	—
落橋防止構造	○*1	—
変位制限構造	○	○*2

注 ○：必要、—：不要

- *1 両端の橋台がⅠ種地盤で支持され、長さ 50m以下の一連の上部構造を有する橋又は両端の橋台がⅡ・Ⅲ種地盤で支持され、長さ 25m以下の一連の上部構造を有する橋で、*2 に該当しない場合は不要
- *2 斜角の小さい橋、交角の大きい曲線橋、下部構造の頂部幅が狭い橋、1 支承線状の支承数が少ない橋、地盤の流動化の影響がある橋に限り必要

(参考図)



(出典)道路橋示方書・同解説 耐震設計編 日本道路協会 H29.11

2-2 特殊線形

上部構造の線形が特殊な斜橋、勾配橋及び曲線橋は、それぞれの線形特性に応じた強度、安定度等のほか、現地の条件に順応した構造でなければならない。

【解説】

特殊線形の上部構造は、平面線形が橋下空間と斜角となる斜橋、縦断線形が傾斜する勾配橋及び平面線形が曲線となる曲線橋に区分し、それぞれの特性に応じた強度、変形、安定度等を計算し、現地の条件に順応した構造とする。

1 斜橋

- (1) 斜橋は、橋軸方向と橋台幅方向の鋭角が 60° 以上とし、これ以下となる場合は、橋長によって調整する。
- (2) 斜橋は、支間 35m以下の静定構造とする。

2 勾配橋

- (1) 勾配橋は、縦断勾配の変移点及び縦断曲線を設定しない線形とする。
- (2) 勾配装置又は遊間で調整できない場合の桁端部は、鉛直とする。
- (3) 勾配の調整は、支承で行うものとする。

3 曲線橋

- (1) 曲線橋は直線桁とし、曲線又は直線床版とする。
- (2) 床版の張出長は、地覆幅程度を最小として、1.0~1.2m程度を超える場合にブラケット又は枝桁を設ける。
- (3) 2支間以上にわたる曲線橋は、斜橋の組合せによる多角形曲線とする。
- (4) 曲線の中点は、なるべく橋長の中心とする。

2-3 設計計算

設計計算に当たっては、上部構造の荷重等に基づく設計条件を基に、設計計算、各部材の構造計算等を行うものとする。

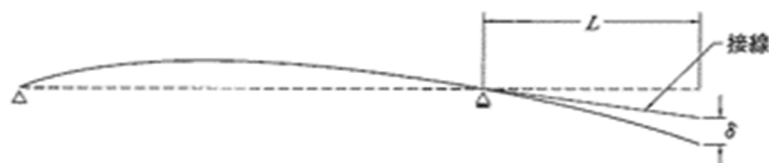
【解説】

- 1 上部構造の設計計算に当たっては、荷重の組合せによって生じる応力度が各部材の許容応力度以下とする。
- 2 衝撃を含まない活荷重による鋼橋の主桁、床桁及び縦桁のたわみ量は、次の値以下とする。

たわみの許容値(m)

橋の形式			最大たわみ	
			単純支持桁・連続桁	ゲルバー桁の片持部
鋼げた形式	コンクリート床版を持つ鋼げた	L ≤ 10	$\frac{L}{2,000}$	$\frac{L}{1,200}$
		10 < L ≤ 40	$\frac{L}{20,000/L}$	$\frac{L}{12,000/L}$
		L > 40	$\frac{L}{500}$	$\frac{L}{300}$
	その他の床版をもつ鋼げた		$\frac{L}{500}$	$\frac{L}{300}$
ラーメン形式			$\frac{L}{500}$	
吊橋形式			$\frac{L}{350}$	
斜張橋形式			$\frac{L}{400}$	
その他の形式			$\frac{L}{600}$	$\frac{L}{400}$

注 L=支間(m)



ゲルバー桁片持部のたわみ



ラーメン橋のたわみ

(出典)道路橋示方書・同解説 鋼橋編 日本道路協会 H14.3

2-4 架設

上部構造の架設に当たっては、架設時の荷重条件、支持条件等を基に、安全で経済的な工法を選定するものとする。

【解説】

上部構造の架設に当たっては、仮設物等調査、現場環境調査等に基づく架設場所、運搬路、施工期間中の気象等を基に、架設時の荷重条件、支持条件等に適合した安全かつ経済的な工法を選定する。

架設工法は、設計時に考慮した設計条件、施工法及び施工順序によるものとし、次のような工法を選定する。

- 1 桁下高が 20m 程度以下で、橋下空間の良質地盤を利用することができる場合は、自走クレーン工法、ベント工法又は他の工法との併用工法とする。
- 2 桁下高が高い場合又は橋下空間を利用できない場合は、ケーブル式工法とする。
- 3 架設地点に隣接して桁の地組等が可能で、橋下空間が利用できない場合は、送出式工法又は架設桁工法とする。
- 4 桁高が高く連続桁構造の場合は、片持式工法とする。

第3節 下部構造

3-1 構造

橋の下部構造は、上部構造から伝えられる支点反力、下部構造に作用する荷重等を支持し、安全に地盤に伝える構造のものでなければならない。

【解説】

橋梁の下部構造は、橋梁工調査による現地条件、上部構造の設計条件等を基に、上部構造から伝えられる支点反力、下部構造自体に作用する自重、土圧等の荷重その他を支持し、これらを安全に基礎地盤に伝達する構造とする。

1 形式の選定

下部構造の橋台又は橋脚の形式は、次により選定する。

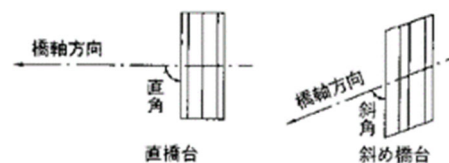
- (1) 全高が5m程度までは重力式とし、それ以上の場合は逆T式橋台又はT形橋脚として、全高、全幅等の規模が大きい場合は、控え壁式橋台又はラーメン橋脚とする。
- (2) 重力式橋台及び橋脚においては、コンクリート構造、その他の形式にあつては鉄筋コンクリート構造とする。
- (3) 次のような場合は、鋼製等による橋台又は橋脚とすることができる。
 - ① 上部構造と一体化構造にする場合
 - ② 上部構造の支点反力が小さい場合
 - ③ 全高が15mを超える場合
 - ④ 基礎工と一体化構造にする場合

2 形状の選定

橋台又は橋脚の形状は、水平面、鉛直面及び橋軸を基準として構成し、地形、基礎地盤、上部構造等に応じて選定する。

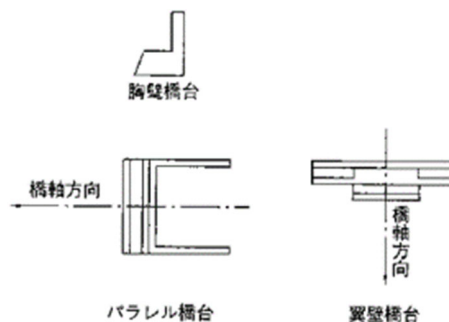
- (1) 橋台の形状は、次により選定する。

- ① 橋軸直角方向に設置する場合は直橋台とし、橋軸と斜角になる場合は斜橋台とする。
- ② 施工基面の近くに岩盤又は堅硬な地山がある場合は、胸壁橋台とする。
- ③ 流水等により橋台背面が洗掘するおそれのある場合は翼壁橋台とする。
- ④ 取付道路の路側施設に接続する場合又は兼用する場合は、平行橋台とする。



- (2) 橋脚の形状は、次により選定する。

- ① 流水がほとんどなく、基礎地盤の洗掘するおそれのない場合は、長方形橋脚とする。
- ② 流水のある場合は小判形橋脚とする。
- ③ 乱流部又は合流点等の箇所、流水の方向が一定でない場合は、円形橋脚とする。
- ④ 上部構造又は基礎工と一体化構造の場合は、柱式のラーメン橋脚とする。



3 躯体幅

橋台又は橋脚の橋軸直角又は橋軸斜角方向の躯体幅は、次により決定する。

- (1) 躯体幅は、上部構造の全幅員に地覆幅を加えた総幅員とする。ただし、翼壁天端幅が地覆幅を上回る場合は全幅員に翼壁天端幅を加えたものを躯体幅とする。
- (2) 躯体幅が、橋座の必要幅以下の場合は、橋座を張出し構造とすることができる。また、橋座を張出し構造とできない場合は、橋座幅を躯体幅とする。
- (3) 躯体幅が、橋座の必要幅以上の橋脚の場合は、橋座幅を躯体幅とすることができる。

4 桁かかり長

橋座の橋軸方向及び橋軸直角又は橋軸斜角方向の寸法は、次により求める。

- (1) 橋台の橋軸方向の長さは、次式により求める。

$$B = S_E + e$$

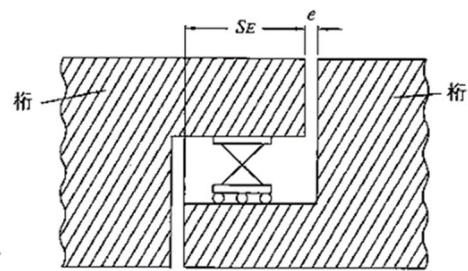
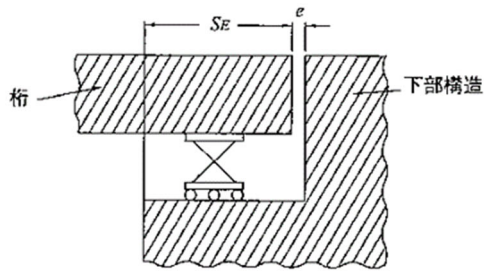
ここに B : 橋座の橋軸方向の長さ(m)

e : 遊間(m)

S_E : 桁端から下部構造頂部縁端までの長さ(m)

$$S_E = 0.7 + 0.005 \ell$$

ここに ℓ : 支間長 (m)



- (2) 橋脚の橋軸方向の長さは、次式により求める。

$$B = 2 S_E + e$$

ここに $S_E : u_R + u_G \geq S_{EM}$

$$S_{EM} : 0.7 + 0.005\ell$$

$$u_G : \varepsilon_G \cdot L$$

u_R : レベル 2 地震動により生ずる上部構造と下部構造天端間の相対変位 (m)。ただし、 u_R の算出に際して落橋防止構造及び変位制限構造の効果は見込まない。

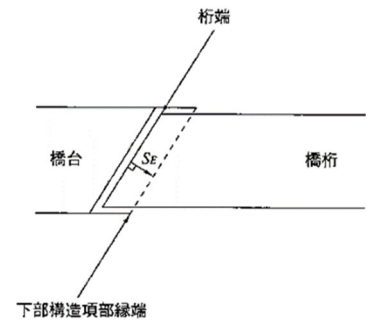
u_G : 地震時の地盤ひずみによって生ずる地盤の相対変位 (m)

S_{EM} : 桁かかり長の最小値 (m)

ε_G : 地震時地盤ひずみで、I 種地盤で 0.0025、II 種地盤で 0.00375、III 種地盤で 0.005 とする。

L : 桁かかり長に影響を及ぼす下部構造の距離 (m)

ℓ : 支間長 (m)



- (3) 橋軸直角又は橋軸斜角方向の幅は、外桁から支承端距離 S の値を確保する。なお、橋軸斜角方向の幅は、斜角で換算した寸法とする。
- (4) 支承は、橋座縁端から支承縁端距離以上の長さを確保する。

なお、ゴム支承等を用いた床版橋等の場合の支承縁端距離は、最外縁のアンカーバーからの距離とすることができる。

$$S = \text{支承縁端距離 (m)}$$

$$= 0.2 + 0.005\ell$$

5 胸壁の寸法

胸壁の寸法は、次により求めるものとする。

- (1) 胸壁の橋座面からの高さは、次式により求める。

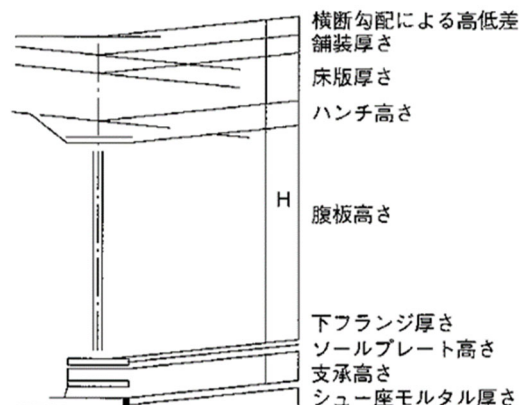
$$H = h + C + \alpha$$

ここに H : 胸壁幅の中心部における高さ (cm)

h : 上部構造の中心部における支承上面から橋面までの高さ (cm)

c : 支承高さ (cm)

α : 台座調整モルタル = 3 cm 以下 (標準)



(2) 胸壁は鉄筋コンクリート造の等厚鉛直壁とし、天端厚は 30cm 以上とする。

(3) 胸壁天端面は、橋面にならい横断形状を付ける。

6 橋台背面

橋台背面の裏込めは、特に良質で十分に締固められる材料を用いて設計施工するものとし、踏掛版は設けない。

3-2 設計計算

設計計算に当たっては、上部構造及び下部構造の荷重等に基づく設計条件を基に、安定計算、各部材の構造計算等を行うものとする。

【解説】

設計計算は、選定された位置的条件、荷重条件等に基づく上部構造及び下部構造の設計条件を基に安定計算を行い、その安定断面を構成する各部材について構造計算を行う。

1 設計区分

(1) 下部構造の設計に当たっては、橋軸方向及び橋軸直角又は橋軸斜角方向の 2 方向について計算するが、底版の橋軸直角又は斜角方向の幅が橋軸方向の長さの 1.5 倍程度以上の場合、又は橋軸直角若しくは斜角方向に作用する水平力より小さい場合は、橋軸方向についてのみ計算する。

(2) 安定計算は、1 m 当たりの単位断面又は全断面について行うが、断面間に変化のある場合は、全断面を対象とする。

2 荷重の組合せ

下部構造に作用する主な荷重は、上部構造の死荷重、活荷重及び地震荷重並びに下部構造の土圧及び自重とし、下部構造に流水圧、浮力及び揚水圧等が大きく作用する場合は、その影響を考慮する。

(1) 橋台

① 常時における転倒及び滑動に対しては、死荷重、土圧及び自重とし、支持力及び応力に対しては、死荷重、活荷重、土圧及び自重の場合の組合せとする。

② 地震時においては、全ての計算に対して死荷重、地震時土圧、自重及び地震荷重の組合せとする。

(2) 橋脚

① 常時においては、全ての計算に対して死荷重、活荷重及び自重の組合せとする。

② 地震時においては、全ての計算に対して死荷重、自重及び地震荷重の組合せとする。

3 地震動

下部構造の設計で考慮すると算定方法は、次表による。

	震 度 法	地震時保有水平耐力法	
	発生する確率の高い地震動	タイプⅠの地震動	タイプⅡの地震動
橋台	○	—	—
橋脚	○	○	○

注 ○：必要、—：不要

ここに、タイプⅠの地震動は、関東大震災のようなプレート境界型の大きな自身を、タイプⅡの地震動とは、兵庫県南部地震のような内陸直下型地震を表わす。

4 支点反力

(1) 支点反力は、上部構造の死荷重及び活荷重又は地震荷重の組合せごとに計算するものとし、下部構造に最も不利な影響を与えるよう載荷する。ただし、支承部又は張出しの場合は、集中荷重とする。

(2) 地震時における水平力は、固定端及び可動端別に算定する。

(3) 水平力の作用点は、橋軸方向にあっては支承底面、橋軸直角方向にあっては上部構造の重心位置とする。ただし、上部構造の重心位置は床版底面とすることができるが、長大な下路橋等のように、床版底面より重心位置が明らかに高い場合は、その重心を算定して決定する。

5 土圧

背面が土砂に接する下部構造においては、常時及び地震時ともに主働土圧が作用するものとし、擁壁の土圧計算法に準じて計算する。

6 その他の設計条件

背面土の種類、主要材料の単位体積重量、基礎地盤の許容支持力度、滑動摩擦係数、過載荷重、安定条件等の設計条件は、擁壁の設計条件に示す値を用いる。

なお、壁背面摩擦角は次表を標準とする。

土圧作用面の壁面摩擦角

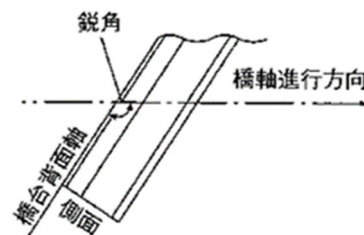
種類 区分	土とコンクリートの場合	土と土の場合
常 時	$\frac{\phi}{3}$	ϕ
地 震 動	0	$\frac{\phi}{2}$

(出典)道路橋示方書・同解説 共通編 日本道路協会 H14.3

7 特殊線形

(1) 斜め橋台又は橋脚の設計は、次による。

- ① 土圧は橋台背面直角方向に一樣に作用する。また、橋台の側面形状は、橋軸方向とするが、斜角が 75° より小さい場合は、橋軸方向と橋台背面軸方向との角度が鈍角となる側の橋台側面を橋台背面軸方向と直角にする。
- ② 上部構造による水平力は、橋軸斜角方向に直角に作用する。

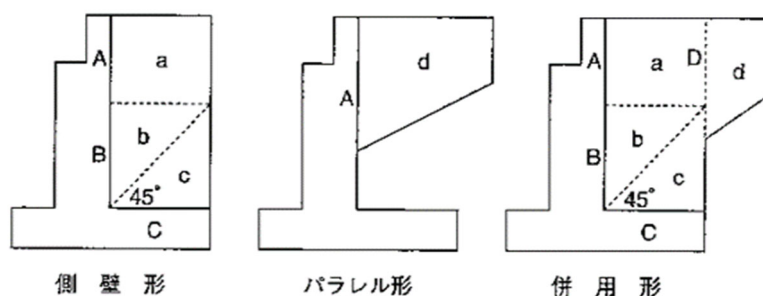


- (2) 勾配橋における支点反力は、勾配を考慮した鉛直力及び水平力とする。
- (3) 曲線橋においては、遠心荷重を考慮して片勾配を設けないことができる。

8 翼壁

翼壁の設計は、次による。

(1) 翼壁の形状は、側壁形、平行形及び併用形を標準とする。



- (2) 翼壁は、鉄筋コンクリート造の等厚鉛直壁とする。
- (3) 設計は、過載荷重を有する土圧が作用する版とし、天端長が 8 m 以下の場合は、橋台躯体又はかかと版に固定された片持ちばりとみなして計算する。
- (4) 翼壁に作用する土圧は、静止土圧とするが、翼壁の形状、寸法及び間隔、路側施設との接続、土圧の作用高さ、背面土の種類等に応じて、主働土圧とすることができる。

9 胸壁

胸壁の設計は、輪荷重による荷重強度及び常時土圧が作用し、次式により算定した断面力を基に、鉄筋コンクリート擁壁に準じて設計する。

$$M = M_p + M_e$$

$$S = S_p + S_e$$

ここに M : 曲げモーメント ($\text{kN} \cdot \text{m}$)

S : せん断力 (tf)

M_p : 輪荷重強度による曲げモーメント ($\text{kN} \cdot \text{m}$)

$$= \frac{K \cdot T}{1,375} \cdot \left[-H_1 + (H_1 + a) \log \left(\frac{a + H_1}{a} \right) \right]$$

ここに T : T 荷重の 1 後輪荷重 (kN) : 98 (標準)

K : 主働土圧係数=擁壁の計算に同じ

a : 車輪の接地長 (m) = 0.2 (標準)

H_1 : 胸壁高 (m)

M_e : 土圧強度による曲げモーメント ($\text{kN} \cdot \text{m}^3$)

$$=\frac{1}{6}W \cdot H_1^3 \cdot K \cdot \cos \delta$$

ここに W : 土の単位体積重量(kN/m³)

δ : 壁面摩擦角(度)

S_p : 輪荷重強度によるせん断力(tf/m)

$$=\frac{K \cdot T}{1,375} \cdot \log \left(\frac{a + H_1}{a} \right)$$

S_e : 土圧強度によるせん断力(tf/m)

$$=\frac{1}{2}W \cdot H_1^2 \cdot K \cdot \cos \delta$$

10 安定計算

橋台及び橋脚の安定計算は、常時及び地震時別の荷重により、擁壁の安定計算に準じて行う。

この場合、地震荷重は反力及び下部構造の自重に「1－2設計荷重」の「6地震の影響」で求めた水平震度を乗じた値とする。

11 構造計算

(1) 重力式橋台及び橋脚並びに逆T式橋台及び控え壁式橋台の構造計算は、擁壁に順じる。

(2) T形橋脚の計算は、次により行う。

① 張出し部は、柱断面が長方形の場合は柱前面における鉛直断面から、円形の場合は柱外面より柱直径の1/10内側へ入った位置からはり先端までの長さの片持ちばりとして、鉛直力及び水平力に対して計算する。

② 脚柱は、最も不利な状態となる軸力及び曲げモーメントの組合せに対して計算する。

(3) ラーメン橋脚の計算は、たわみ角法又は変形法とし、次により計算する。

① ラーメン部材接点部は、接続する部材相互に断面力が確実に伝達される構造とする。

② 断面力を算出する場合の軸線は、部材断面の図心軸線に一致させる。

(4) 鉄筋コンクリート橋脚は、T形、ラーメン等の形式にかかわらず、許容塑性率を基に求めた等価水平震度に相当する慣性力を受けてもぜい性的な破壊を生じないように地震時保有水平耐力の照査を行う。

(5) フーチング部の計算は、擁壁及び基礎工に準じて算定する。

12 鉄筋計算

鉄筋コンクリートの部材による橋台及び橋脚の鉄筋計算は、常時及び地震時別の荷重によって、擁壁の鉄筋量計算に準じて行う。

13 橋座の設計

橋座部は、地震時水平力に対し、十分な耐力を有し、次により鉄筋を配置する。

(1) 支承面に作用する鉛直力による支圧に対して、D16以上の支圧補強筋を格子状に配置する。

(2) 支承面に作用する水平力に対して、橋軸方向に水平にD16以上の補強筋を配置する。

14 基礎の設計

基礎の設計は、擁壁又は基礎工に準じて行う。

第10章 トンネル

第1節 通則

トンネルは、主として地形的な障害を克服し、林道の縦断、平面線形を確保することを目的に設置する。

【解説】

トンネルは、自然環境、地質構造、線形等の諸条件に基づき、山岳トンネル工法により設置し、地形、地質、その他の現地諸条件に適合して、安全かつ経済的な構造とする。

1 基礎条件

- (1) トンネルは、できるだけ岩石地帯に設けるものとし、その延長は必要最小限にとどめる。
- (2) トンネルの設計に当たって、地中の定量的な情報が得られない場合は、過去の実績及び経験に基づき適正に判断するほか、施工中は常に状況を把握する等、必要な措置を講じる。

(参考)

関連する主な書基準等

- | | | |
|---|--------------------------------|--------|
| 1 | トンネル標準示方書〔共通編〕・同解説／〔山岳工法編〕・同解説 | 土木学会 |
| 2 | 道路トンネル技術基準（構造編）・同解説 | 日本道路協会 |
| 3 | 道路トンネル技術基準（換気編）・同解説 | 〃 |
| 4 | 道路トンネル観測・計測指針（平成21年改訂版） | 〃 |
| 5 | 道路照明施設設置基準・解説 | 〃 |

注）最新版を参考とする。

(参考)

トンネルに関する用語の解説

- 1 山岳トンネル工法：地山を掘削した後、吹付けコンクリート、ロックボルト、鋼製支保工を支保材として地山を支持してトンネルを建設する工法をいう。
- 2 地 山 条 件：トンネル及びその周辺地山の地形、地質及び湧水に関する条件をいう。
- 3 地 山 分 類：掘削の難易や土圧等の地山挙動を評価できるように、地山を種々の物性により類型化して区分したものをいう。
- 4 支 保 工：トンネル周辺地山の安定を確保して、変形を抑制するための手段、処置等として構造物で、吹付けコンクリート、ロックボルト、鋼製支保工等をいう。
- 5 覆 工：トンネルとして必要な形状又は機能を与え、支保工を補完する手段、処置をいい、別作業として施工するコンクリート等による内巻き部材をいう。
- 6 掘 削 方 式：掘削の手段による分類方法等で、掘削方式には爆破掘削、機械掘削、人力掘削がある。
- 7 掘 削 工 法：掘削断面の分割方法によって決まる施工方法であり、全断面工法、上部半断面工法、導坑先進工法などがある。
- 8 補 助 工 法：切羽の安定性トンネルの安定性確保及び周辺環境の保護のために、主に地山条件の改善を図る目的で運用される補助的又は特殊な工法をいう。
- 9 観 察 ・ 計 測：トンネル構造物の安定性と安全性を確認し、設計・施工の妥当性を評価するため、トンネル掘削に伴う周辺地山の挙動、支保部材の効果、周辺構造物への影響等を把握することをいう。
- 10 管 理 基 準：観察・計測によって得られた結果を評価するための基準をいう。

第2節 計画

2-1 一般

トンネルの計画に当たっては、社会性、経済性を考慮するとともに、トンネル部及び接続する道路部を含めて総合的に検討するものとする。

【解説】

トンネルは、トンネル及びその前後に接続する道路が一体となって初めてその機能を果たすものであることに留意し、トンネル単体ではなく、道路の一部を構成するものとして計画する。

したがって、その路線全体の持つ社会性、経済性等を十分に把握し、計画する路線周辺の地形、地質等の地山条件、土地、環境等の立地条件等から技術的及び経済的に合理的な計画とする。

2-2 構造規格

トンネルの幅員構成、建築限界、線形等の構造規格は、林道規程によるものとする。

【解説】

トンネルは、林道の本体としての一構造物である。その構造規格は、林道規程の定めによる。

2-3 トンネル位置の選定

調査結果を基に、いくつかの比較路線を選定し、比較検討の上、予定路線を決定するものとする。

【解説】

路線の選定は、地形図及び各種の調査資料をもとに、考えられるいくつかの比較路線を選定し、これらについて技術的、経済的な検討を加え、最終的に1本の予定路線を決定する。

1 設置箇所の選定

トンネルは、現地条件を適切に把握し、開削道と経済的な比較を行った上で、次のような箇所に設置する。

- (1) 林地保全等のため、尾根等の凸部を短絡する箇所
- (2) 地すべり、崩壊又は落石等のおそれのある箇所
- (3) 周辺における自然環境等の保全を必要とする箇所
- (4) 林道規程に定める線形確保上必要とする箇所
- (5) 他の交通路、施設又は用地等を避けるため必要とする箇所

2 一般線形

- (1) 予定路線に基づいて、トンネル位置を決定するに当たっては、路線の性格、前後の線形バランスを考慮してトンネルの規模を定め、その規模に応じて地形、地質による施工の難易性、林道及び通行の安全性、走行性等について、特に坑口付近の状況に留意しながら検討を行う。
- (2) トンネルの平面線形は、安全な視距を確保するために、直線又は大きな曲線半径とし、縦断線形については3%以下にすることが望ましい

さらに前後の明かり部との線形の調和が必要であり、特にトンネルから明かり部へ出たところでの急激な曲率と縦断勾配の変化は避ける。

第3節 設計

3-1 一般

- 1 トンネルの設計は、所要の構造規格、安全性及び経済性を確保し、林道トンネルの特殊性と供用後の維持管理等を考慮して行わなければならない。
- 2 トンネル構造の設計に当たっては、地山条件、立地条件、トンネルの規模、工期、施工方法等を考慮しなければならない。
- 3 施工中、当初の設計が現場の条件に適合しないと認めた場合には、遅滞なく設計の変更を行わなければならない。

【解説】

- 1 トンネルの設計は、一般の構造物の設計と同様に、必要とする構造規格、安全性、経済性及び利用者の快適性を確保できるように実施するとともに、トンネルは一般の構造物と異なり補修等が極めて困難であることから耐久性についても十分に配慮する。
- 2 トンネルの構造の設計は施工と密接な関係を持つものであり、その設計に当たっては、地形、地質等の地山条件、断面等のトンネルの規模及び工期等の諸条件について総合的な検討を行い、安全かつ合理的な施工法を採用するよう努める。
- 3 トンネルの当初設計は、標準的な場合の目安を与えるものであるため、施工中の地山観察及び計測結果を分析し、当初の設計が現地の条件に適合しない場合は、積極的に設計の変更を行い、工事の安全性及び経済性を確保するよう努める。

3-2 平面線形

トンネルの平面線形は、原則として直線とし、やむを得ず曲線を設ける場合には、大半径の曲線を用いるものとする。

【解説】

- 1 トンネルの平面線形は、前後の道路部との接続が良好かつ、トンネルを含む相当区間がバランスの取れた線形でなければならず、地形、地質等の地山条件、施工性、走行安全等を考慮して直線とすることが望ましい。
 なお、曲線を設ける場合は、安全視距を確保する観点からトンネル断面の拡幅を必要としない大半径の曲線を用いる。
- 2 トンネルの線形は、付属施設や工事中設備の設置等の立地条件や施工性に十分に留意した線形とする。
- 3 トンネルの坑口は、斜面の滑動等のない安定した健全な地山に設けるように努める。

3-3 縦断勾配

- 1 トンネルの縦断勾配は、湧水等の排水を妨げない範囲で、極力小さくすることを原則とする。
- 2 原則として縦断勾配の変移点は設けないものとし、やむを得ず設ける場合は、極力大半径の縦断曲線を用いるものとする。

【解説】

- 1 トンネルの縦断勾配は、湧水等の排水を妨げない範囲で、林道規程に定める通常値以下で 0.5% 以上の緩勾配とする。
- 2 縦断勾配の変化点は、設けないことが望ましいが、やむを得ず設ける場合であっても凸形の拌み勾配として、流水又は空気の停留の排除、坑口間の視線確保等を考慮した位置とする。
- 3 縦断勾配の変移点には、極力大半径の縦断曲線を入れるものとする。

3-4 断面

- 1 トンネルの内空断面の形状と寸法は、林道規程に定める所定の建築限界及び換気等に必要断面を包含し、トンネルの安全性と経済性を考慮して定めなければならない。
- 2 トンネルの掘削断面は、内空断面、支保構造、掘削工法及び地山条件等を考慮して合理的な形状とする。

【解説】

トンネルの内空断面は、林道規程に定める必要な建築限界及び、舗装、排水工を設置する空間並びに覆工誤差に対する余裕等を採った断面を包含させる。

- 1 内空断面
 - (1) トンネルの内空断面の形状は、安全性を考慮して通常二～三心円からなる馬蹄形を用いるものとする。地山条件が良好な場合には、五心円等の扁平断面を採用し、地山条件が悪く土圧や水圧が大きい場合には、円形かそれに近い形状とする。
 - (2) トンネル内の舗装は、全面的な打替が困難なため通常、オーバーレイを行うことから建築限界の高さに 20cm 程度の余裕を見込む。
 なお、路肩部の余裕としては 5 cm 程度とする。
 - (3) トンネルの覆工仕上がり線は、設計断面に対してある程度の凸凹の誤差が生じることから、あらかじめトンネル断面の所要空間とは別に、施工誤差の許容範囲を見込んで断面を決定するものとするが、通常その許容誤差は 5 cm 程度とする。
 - (4) 馬蹄形断面が測点に対して左右対称の場合は、建築限界の切欠き部の余裕幅を決定し、各部の寸法を計算する。なお、余裕幅は 10cm 程度を標準とする。

（参考）

- 1 アーチ部の曲線半径は、切欠き部上縁と下縁の余裕幅を判別し、次式により求める。

- (1) $S_1 \leq S_2$ の場合

$$R_1 = \sqrt{0.25W^2 + H_1^2 + S_1}$$

ここに R_1 : アーチ部の曲線半径 (m)

W : 車道幅員 (m)

H_1 : アーチ部の中央における建築限界高さ (m)

S_1 : 切欠き部上縁の余裕幅 (m)

S_2 : 切欠き部下縁の余裕幅 (m)

$$R_1 = \sqrt{(0.5W + a)^2 + (H_1 - b)^2}$$

ここに a : 切欠き部の幅(m)

b : 切欠き部の高さ(m)

(2) $S_1 > S_2$ の場合

$$R_1 = \sqrt{(0.5W + a)^2 + (H_1 - b)^2} + S_2$$

ここに $S_2 = S_1$ とする。

2 側壁部の曲線半径は次式により求める。

$$R_2 = R_1 + A$$

ここに R_2 : 側壁部の曲線半径(m)

$$A = \frac{(a + 0.5W)^2 + H_2^2 - R_1^2}{2R_1 - (2a + W)}$$

ここに $H_2 = H - H_1$

ここに H : 建築限界の全高(m)

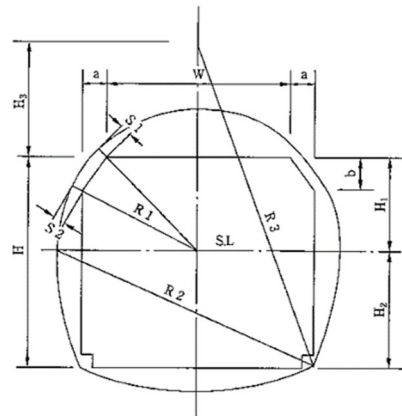
a 、 W 、 H_2 、 R_1 : (1)の計算式の記号に同じ

3 インバート部の曲線半径は、円弧の大きさに応じて、断面の鉛直二等分線上に円心位置を定め、次式により求める。

$$R_3 = \sqrt{(H + H_3)^2 + (0.5W - a)^2}$$

ここに R_3 : インバート部の曲線半径

H_3 : 建築限界の上縁から円心位置までの高さ(m)



【解説】

2 掘削断面

(1) トンネルの掘削断面は、内空断面を確保するために設計された支保構造を所定の位置に設けることができるよう定める。

支保構造を所定の位置に設けるためには、実際の理論上の掘削断面より若干大きく掘削する必要があり余掘りが生じるが、その量は通常の爆破掘削では、一般に平均 15～20cm 程度、機械掘削では、10～15cm を見込む。

(2) 地山の状況により掘削後に著しい変形が生じると予想される場合には、余掘とは別に、予想される変形量に応じた変形余裕量をあらかじめ定め、掘削断面を見込む。

3-5 支保工

支保工の設計に当たっては、トンネルの掘削にともなう地山の挙動を的確にとらえ、施工の各段階に応じて支保構造部材を適切に配置し、地山条件に最も適合したものとしなければならない。

【解説】

1 支保工

- (1) 支保工は、掘削したトンネルを安定に保つために設けられる構造物であり、トンネルの長期にわたる供用に対して十分な信頼性を有すること。
- (2) 支保工を構成する部材は、吹付けコンクリート、ロックボルト、鋼製支保工等とする。

2 支保工の選定

- (1) 支保工は、地山条件、施工法等を考慮し、地山分類ごとに支保部材を適宜組合わせるものとする。
- (2) 支保パターンの設定には、地質調査結果にもとづく当初設定と掘削時の修正設計がある。当初設計では、一般的に地質調査で得られた地山条件を適切な指標により分類した地山等級に応じて、支保部材を適宜組み合わせたものを当初設計の支保パターンとする。修正設計では、掘削時の地山の観察・計測結果等から、当初設計の支保パターンの妥当性を検証し、必要に応じて修正し、現地の状況に適合した合理的な支保工とする。

（参考）

支保部材の選定の目安は、次表のとおりである。

地山の種類		支保部材				記事
		吹付け コンクリート	ロックボルト	鋼製支保工	インバート	
硬岩	割れ目が少ない	△	△	×	×	
	割れ目が多い	○	○	△	×	
軟岩	地山強度比が大きい	○	○	×	△	併用時の路盤状態確保から泥質岩等は原則的にインバートの設置が必要
	地山強度比が小さい	○	○	○	○	インバートの早期施工、断面の早期閉合を考慮する
土砂地山	（土被りが小さい）	○	△	○	○	覆工を構造部材として考慮する
破砕帯	（土被りが大きい）	○	○	○	○	断面の早期閉合、変形余裕量を考慮する
膨張性地山		○	○	○	○	断面の早期閉合、覆工の力学的機能、変形余裕量を考慮する

○：効果が大きい、△：効果がある、×：原則的に不要

（出典）トンネル標準示方書 山岳工法・同解説 土木学会 H18

【解説】

① 吹付けコンクリート

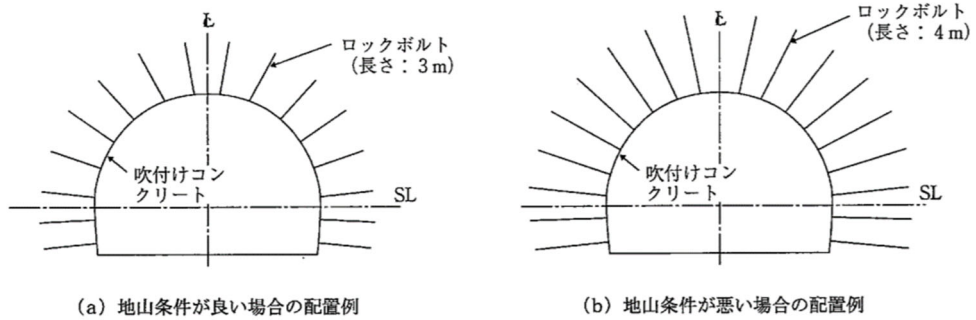
- ア 吹付けコンクリートの設計は、地山条件及び使用目的に適合したものとする。
- イ 吹付けコンクリートの配合は、付着性が良く、必要な強度特性が得られるように定める。
- ウ 吹付けコンクリートの設計厚は、地山条件、使用目的、断面の大きさ等を考慮して決定するが、最低 5 cm 以上、最大 25cm 程度とする。

② ロックボルト

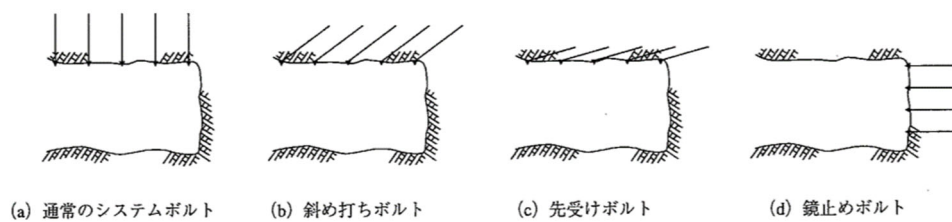
- ア ロックボルトの型式、配置及び長さは、地山条件と使用目的に合わせて設計する。
- イ ロックボルトには、適切な肌落ち防止対策の併用を検討する。

(参考)

ロックボルトの配置例は次のとおりである。



ロックボルトの配置例



ロックボルトの打設例

(出典) トンネル標準示方書 山岳工法・同解説 土木学会 H18

【解説】

③ 鋼製支保工

ア 鋼製支保工は、その使用目的を明確にし、使用目的に適合させる。

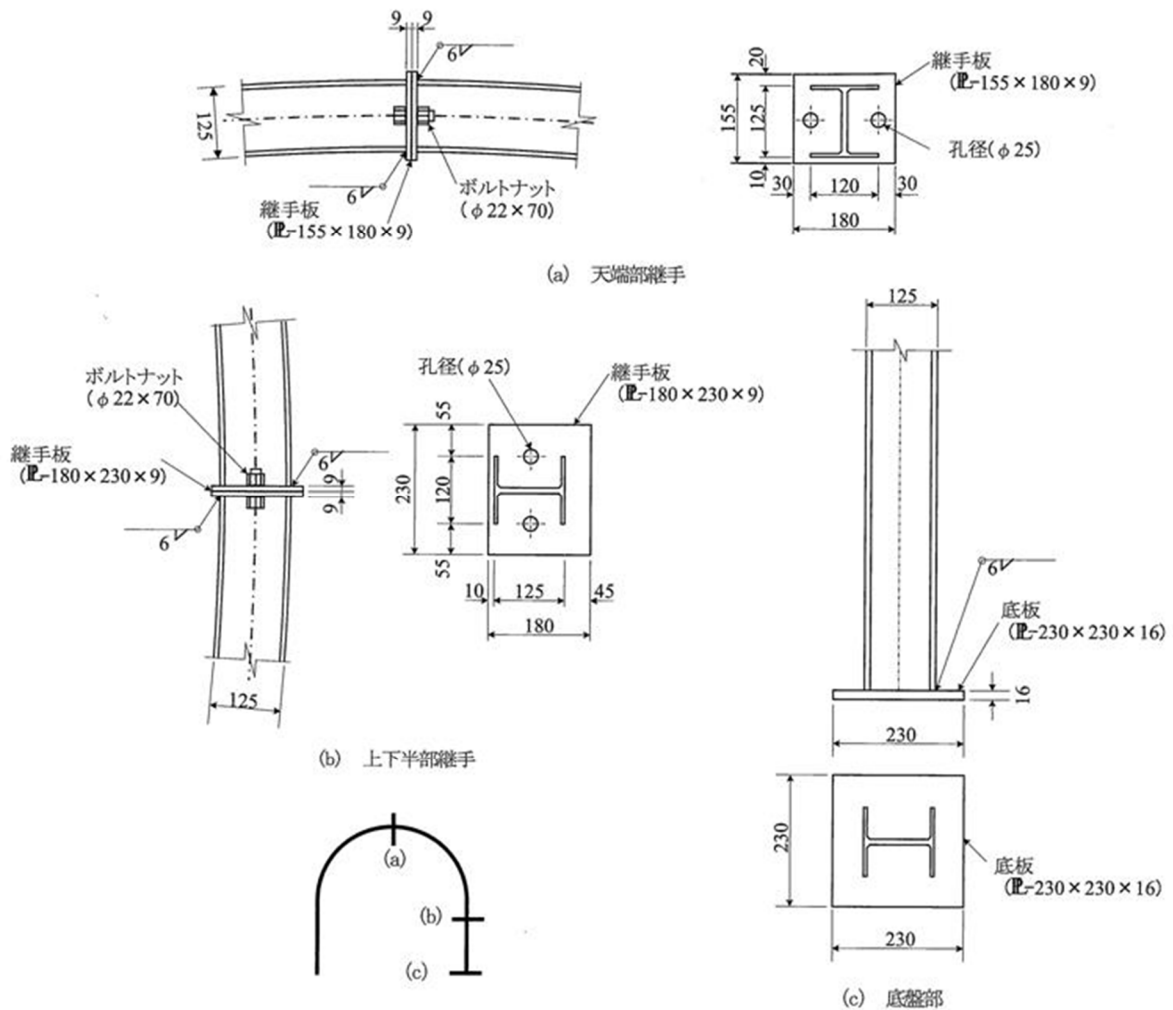
イ 鋼製支保工は、その支持地盤の支持力等について検討する。

ウ 鋼製支保工としては、一般的にはH-100~150、MU-21、MU-29程度の軽量の鋼製支保工を用い、どの部材を選択するかは、地山の緩みの程度と併用する支保構造部材との関連を考慮して定める。

エ 鋼製支保工はアーチとして荷重を支持するものであるからアーチとしての条件が保たれるよう設計する。

(参考)

鋼製支保工の継手板及び底板の構造を例示すると、次のとおりである。



(出典) トンネル標準示方書 [共通編]・同解説 / [山岳工法編]・同解説 土木学会 2016 年制定

3-6 覆工

覆工はその目的、作用荷重に対して合理的な構造でなければならない。

【解説】

- 1 覆工は、その目的、作用荷重に対して合理的な構造とする。
- 2 覆工コンクリートの配合は、耐久性、施工性及び強度を考慮して定める。
- 3 覆工は、外力を効果的に支持することができるようにするため円弧を組合わせてアーチとして、あるいはリングとして荷重を支持できる構造とし、荷重が作用する場合は、側壁部を直線とすることは避けるものとする。
- 4 覆工の耐荷力を最大限に利用するためには、断面を併合することが必要であり、側圧が作用する場合はインバートを設ける。

3-7 防水・排水工

- 1 防水工は、地山条件、使用目的等に応じて適切に設計しなければならない。また、防水工の材料は、耐久性及び施工性に富み、施工時等に破損しないものでなければならない。
- 2 トンネルの漏水等を速やかにトンネル外に排出できるように、排水工を設計しなければならない。

【解説】

トンネルの漏水は、覆工やトンネル内所設備の機能や耐久性を低下させるとともに、冬季には路面凍結や結氷による通行の阻害をもたらすため、防水工、排水工を適切に設計する。

- 1 防水工

防水工は、地山条件、使用目的に応じて適切に設計する。また、施工時に一見湧水が見当たらない箇所でも覆工完了後、地下水の状況が変化し、湧水、漏水が生じることもあるため、施工範囲は、慎重に判断して設計する必要がある。

2 排水工

トンネルの排水は、湧水等が自然落下できる断面及び勾配とする。

3-8 坑口部

- 1 坑口部は、地山条件、立地条件等について得られた精度の高い調査結果を基に斜面の安定、周辺構造物への影響を考慮して設計するものとする。
- 2 坑門は、地山条件、気象条件、周辺環境、車両の走行性等を考慮して位置、型式等を選定し、設計するものとする。

【解説】

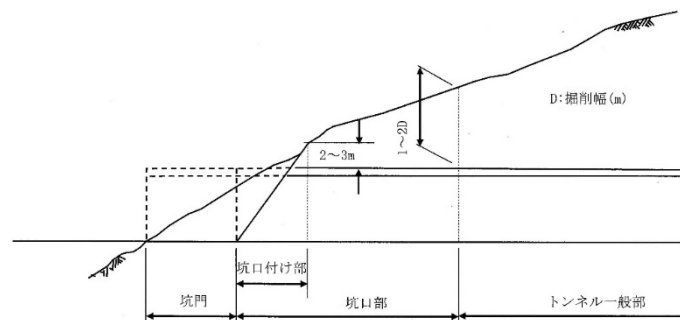
1 坑口の設計

- (1) トンネル坑口部は一般に土被りが小さく、地山がアーチ作用によって保持できない部分であり、通常は、土被りが $1 \sim 2D$ (D は掘削幅)とする。

ただし、トンネル坑口部の範囲を限定することは、地形、地質、周辺環境により異なるため困難であり、地山条件が良好な健岩の場合、洪積層台地のような地形勾配がなだらかな場合においては、トンネルの地山条件を考慮して、その範囲を定める。

（参考）

標準的な坑口部の範囲は、次のとおりである。



標準的な坑口部の範囲

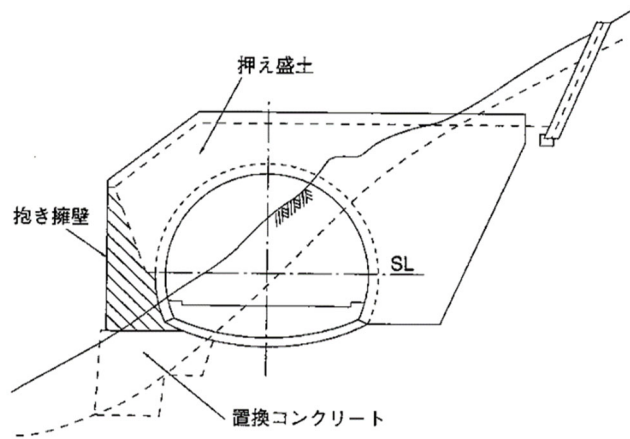
(出典) トンネル標準示方書 [共通編]・同解説／[山岳工法編]・同解説 土木学会 2016 年制定

【解説】

- (2) 斜面とトンネルの位置関係により、トンネル横断面に偏土圧が作用して、トンネルが安定化しない場合には、保護切取や押え盛土によって土圧のバランスをとる必要がある。急傾面部では、抱き擁壁と押え盛土及び抑止杭等による対策を講じる。

【参考】

抱き擁壁、押え盛土による安定対策工法の一例は、次のとおりである。



抱き擁壁、押え盛土による安定対策工法の例

(出典) 道路トンネル技術基準（構造編）・同解説 日本道路協会 H15.12

【解説】

2 坑門の設計

坑門は、落石、崩壊、なだれ、異常出水等から坑口部を守るものであり、設計に当たっては、次の項目に配慮する。

- (1) 坑門は、坑口付けでバランスを崩した斜面を安定化させるものであり、背面の土圧落石等に対して安定する構造とする。
- (2) 坑門は、坑口部の施工と密接に関連するものであり、施工が容易で無理のない構造とする。
- (3) 坑門は、なだれ、異常出水等気象災害の被害を受けないよう設計する。
- (4) 一般的な坑門の型式には、それぞれ得失があるので、前記1に留意のうえ、地形、地質等の条件に適合したものを選択する。

(参考) トンネル坑門の形式と特徴

トンネル坑門の形式と特徴

形式 項目	面 壁 型			突 出 型			
	重力式、反重力式	ウィング式	アーチウィング式	半突出式 パラペット式	突出式	竹割式 ベルマウス式	逆竹割式 逆ベルマウス式
概 念 図							
概 要	坑口付け位置より 10m 程度前方に重力式擁壁を設ける。最近ではウィング式で代用され、ほとんど採用されていない。	地山を切り込み、土留め壁として計画する。トンネル延長を短くでき経済的である。鉄道トンネルの大部分で採用される。	ウィング式に対してトンネル延長を長くし、丸みをもたせることにより圧迫感を軽減する形式である。	アーチ部を突出式とし、盛りこぼしに対する土留め壁を設ける。抗門としては合理的な構造である。	おもに景観を向上するため、トンネル本体と同一の内空断面を突出させて明かり巻を設ける形式である。	突出式のコンクリート露出部分をなくした形式であり、ラップ状に開いたものがベルマウス式である。	左記とは逆に頂部のコンクリート露出を多くした形式であり、坑門を大きく見せることができる。
地 形 条 件 に よ る 適 用 性	- 比較急峻な地形の場合や土留め擁壁的構造を必要とする場合。 - 落石が懸念される場合	- 比較急峻な地形で切り込んで坑口を設ける場合。 - 斜面に斜交する場合は側方に土留め壁や抱き擁壁を設ける。 - 斜坑門とする場合もある。	- 比較的地形がなだらかな場合。 - 左右の切土工が比較的少ない場合。	屋根状地形や左右に他の構造物との取合いが少ない場合。	- 周辺の地形が比較的なだらかな場合。 - 斜面に斜交する場合には適応しにくい。 - 斜面对策の押え盛土を施工する場合。 - 落石が懸念される場合。	- 周辺の地形がなだらかで、坑口周辺が開けた場合。 - 斜面に斜交する場合には適応しにくい。 - 坑門周辺の造成を伴う場合。	- 急斜面で地山の切込みができない場合。 - 落石が多い場合。
気 象 条 件 に よ る 適 用 性	積雪地でも問題は少ない。	積雪地でも問題は少ない。	積雪地でも問題は少ない。	積雪地でも問題は少ない。	積雪地でも問題は少ない。	積雪地では吹込み、雪庇が発生しやすい。	積雪地では吹込み、雪庇の防止効果が期待できる。
設計、施工上の留意点	地質条件によっては杭や大規模な置換え基礎が必要になる。	トンネル本体との一体化が必要になる。	地形によっては、一部明かり巻（とくにアーチ部）が必要である。	数mの本体工の明かり巻を必要とし、かつ盛りこぼしに対し多少の土留め壁が生じる。	- トンネル延長が長くなる。 - 一般に保護盛土が必要となる。 - 保護盛土を補強盛土とし、延長を短くすることもある。	- 型枠、配筋等にやや手間がかかる。 - 一般に保護盛土が必要となる。 - 保護盛土を補強盛土とし、延長を短くすることもある。	- 重心位置の関係から基礎の支持力の十分な検討を要する。 - 型枠、配筋等に手間がかかる。
景 観	- 壁面積が大きく輝度を下げる工夫（壁面のはつり等）が必要となる。 - 重量感はあるが、圧迫感を感じやすい。	- 壁面積が大きく輝度を下げる工夫（壁面のはつり等）が必要となる。 - 重量感はあるが、圧迫感を感じやすい。	- アーチ部の曲線により圧迫感を緩和できる。 - 周辺地形と違和感がないような配慮が必要。	- 壁面積が少なくなるため、圧迫感が比較的小さい。 - 坑口周辺地形と調和しやすい。	- 壁面積が少なくなるため、圧迫感が小さい。 - 坑口周辺地形と調和しやすい。	- 入口を広げたベルマウス式は進入しやすい。 - 周辺地形を修景することにより坑門との調和が図れる。	- 車両の走行に与える影響は少なくなる。 - 坑口周辺地形と調和しやすい。

(出典) トンネル標準示方書 [共通編]・同解説 / [山岳工法編]・同解説 土木学会 2016年 制定

3-9 トンネル内舗装

トンネル内の舗装は、コンクリート舗装を原則とする。

【解説】

- 1 トンネル内は、明かり部分に比べて維持・補修の実施が困難な場合が多いため、耐久性を持たせることを目的としてコンクリート舗装とすることを原則とする。
- 2 舗装にコンクリート資材が使用できない箇所等については、コンクリート舗装としないことができる。
- 3 トンネル内舗装の設計は、「第11章 舗装」に基づいて行う。

3-10 矢板工法

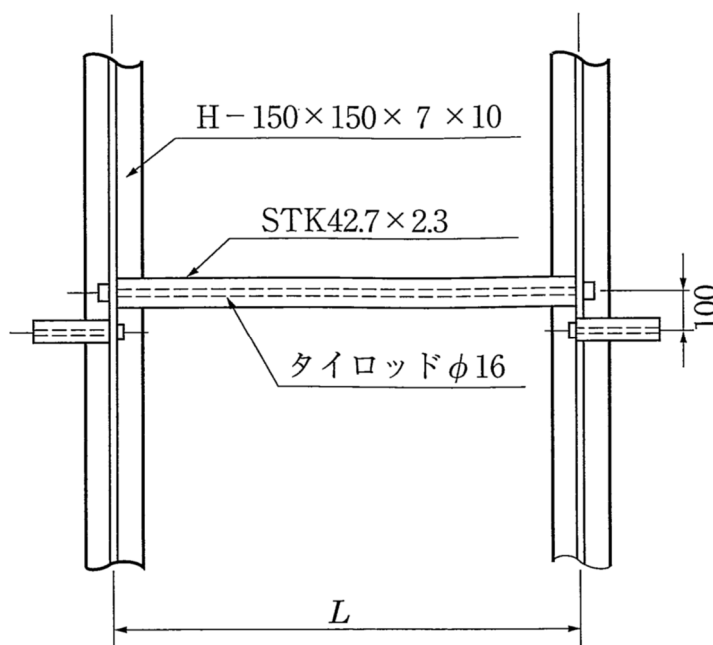
矢板工法は、支保構造部材として矢板類を併用した鋼製支保工を用いる工法であり、採用に当たっては、地山条件、各種支保構造部材の特徴等を考慮し、他工法との総合的な比較検討を行うものとする。

【解説】

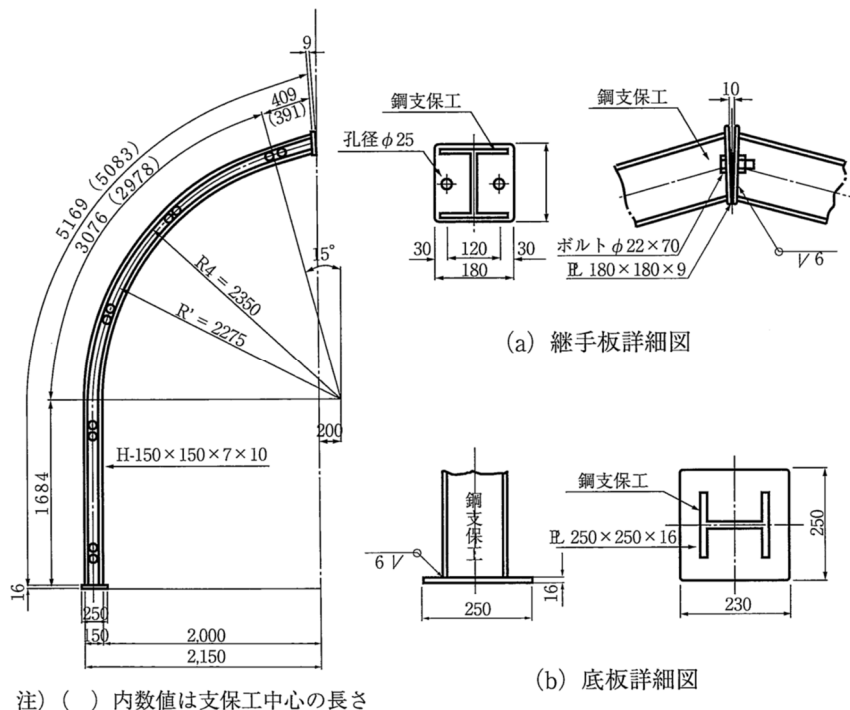
- 1 矢板工法は、次のような施工条件の場合に適用する。
 - (1) 掘削断面が小さく施工機械の選定上制約がある場合。
 - (2) トンネル延長が短く地山が安定していて、切羽の自立が確保できると想定され、他の工法より経済的である場合。
 - (3) 高圧多量の湧水を伴い、吹付けコンクリートが付着し難く、ロックボルトが定着できない等、施工に支障があると想定される場合。
 - (4) 切羽崩壊、割目が短い破碎帯区間の施工をする場合。
- 2 鋼製支保工
 - (1) 鋼製支保工は、覆工完了までの間、地山荷重を安全に支えられる強度を有するものとする。
 - (2) 鋼製支保工は、沈下、転倒、ねじれ等を起こさないように支保工相互を強固に連結した設計とする。
 - (3) 鋼製支保工の建込みは、150cm以下とし、定められた位置に正確に建込むこととする。
 - (4) 鋼製支保工は、その機能が十分に働くようにする。
 - (5) 鋼製支保工の部材の継手は、継手板、ボルト等により構造上の作用に適し、かつ強固に連結するようにし、支保工の荷重による沈下を防止するため、部材下端に底板を取り付け、十分な支持力を持つようにする。

(参考)

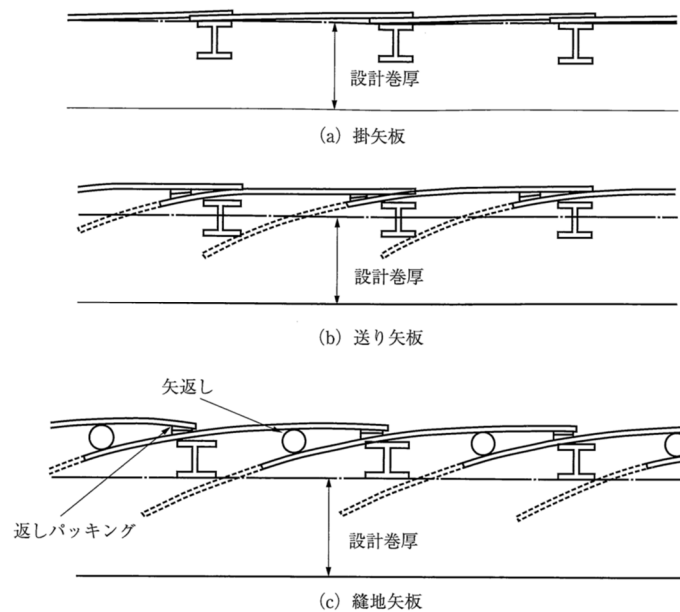
一般的な矢板工法の鋼製支保工の構造は、次のとおりである。



継ぎ材の構造例



鋼製支保工の構造例



矢板の掛け方

(出典) 道路トンネル技術基準（構造編）・同解説 日本道路協会 H15.12

【解説】

3 覆工

覆工の設計巻厚は、地山条件、トンネル断面の大きさ、覆工材料、施工法等を考慮して決定する。

4 裏込め注入

- (1) 覆工背面と掘削面の間に生ずる空隙部は、掘削面が不良な地質、薄い土かぶり又は水圧が作用する等の場合において、モルタル等による注入を行う。
- (2) 裏込め注入は、エアモルタルとし、注入後の設計基準強度は 147kN/cm^2 程度を標準とする。

第4節 施工

4-1 一般

トンネルの施工は、設計図書を基に、工事の安全と円滑な進捗及び周辺環境に与える影響に留意して行わなければならない。

【解説】

トンネルの施工に当たっては、設計の意図を十分に理解した上で、地山条件に的確に対応するとともに安全の確保と円滑な進捗に留意して進める。

4-2 施工計画

施工に当たっては、設計図書、工事規模、工期、地山条件、立地条件等に適合した施工計画を立てなければならない。

【解説】

トンネルの施工計画に当たっては、現地の特殊性を十分に考慮し、下記の1施工法から4-12補助工法までについて、きめ細かな施工計画を立てる。

なお、施工計画を立てる際には、作業員、資材、機械、設備の手配、用地の交渉等、地元関係者との事前協議等を行い、問題が生じないように事前に計画案を修正し、工事着手後に施工法の大幅な変更を生じないように努める。

1 施工法

地山条件、立地条件を考慮し最適な施工法を立案する。

2 工事用設備

施工法に基づいて必要な工事用設備等を選定し、その配置計画を行なう。

3 人員配置計画

工期、作業内容等を勘案して、適切な人員配置を行う。また、法令等に定められた責任者の選任を行う。

4 工程

各作業別に、サイクルタイムを算定し、工事工程表を作成する。

5 安全管理

施工に当たっては、関係法令等を遵守し事故、災害の未然防止等安全管理に十分に留意する。

6 環境保全

施工に当たっては、周辺の環境への影響を考慮し、必要に応じて騒音、振動、水質汚濁防止等に関する措置を取る。

7 施工管理

施工に当たっては、周辺地山が有する支保機能を有効に活用できるよう、地山及び支保工・覆工等に対する適切な施工管理を行う。

4-3 施工中の調査、計測

施工中は、地山及び周辺環境の変化、地山の挙動等に注意し、適切な施工ができるよう必要な調査、計測を行わなければならない。

【解説】

1 施工中の調査、計測

工事着工前に行った地質等の調査結果と施工の際の状態は、必ずしも一致しないため、施工中も地質、その他の調査を行って設計、施工法の変更の可否等を検討するための資料として、整理、記録しておくこと。施工中の調査及び計測は、次の項目について行う。

(1) 切羽地質(岩種、岩盤の状態等)

(2) 切羽湧水量や湧水圧、坑外への排水の状態(水量、水温、水質調査等)

(3) トンネルの周辺地山及び支保工の挙動

(4) 地表工、地上の建造物の挙動及び坑口の状況

(5) 坑内作業環境測定(温度、湿度、炭酸ガス濃度、酸素濃度、通気量、粉じん濃度、有害ガス等)

(6) 気象(気候、気温、気圧、降水量等)、地震等

(7) 地表水(河川の流量と水位、湧泉の湧水量等)及び地下水(井戸、観測井の水位等)

2 観測・計測

トンネルは、地中の線状構造物であることから、他の構造物と異なり設計・施工計画のために事前に行った調査結果のみでは、設計を確定できる精度にないことが一般的である。このため、施工中においても切羽や近傍の地山及び支保

構造について観測・計測、試験等の必要な調査を実施し、その結果を速やかに設計の変更及び施工に反映させる。

(1) 施工中の調査項目

施工中の調査は、日常の施工管理のために実施すべき調査と、地山条件等に応じて実施し、その後の設計、施工に反映するための調査に分けて行う。

① 日常の施工管理のために必要な調査項目は、次のとおりとする。

- ア 坑内観察調査
- イ 天端沈下測定
- ウ 内空変位測定
- エ 脚部沈下測定

【参考】

天端沈下測定及び内空変位測定の標準的な計測間隔は、次表のとおりである。

天端沈下測定、内空変位測定の計測間隔の目安

条件 地山等級	坑口付近 (坑口より 50m 間)	土被り 2D 以下 (D:トンネル掘削幅)	施工初期の段階 (200m 程度の施工が進むまでの段階)	ある程度施工の進んだ段階 (標準)
B、C	10m	10m	20m	30m (地山挙動が安定した場合には 50m 程度までのばすことができる)
D	10m	10m	20m	20m (地山挙動が安定した場合には 30m 程度までのばすことができる)
E	10m	10m	10m	10m

(出典) トンネル標準示方書 [共通編]・同解説 / [山岳工法編]・同解説 土木学会 2016 年制定

【解説】

② 地山条件等に応じて次の項目について調査を行う。

- ア 地山資料試験及び原位置試験
- イ 地中変位測定
- ウ ロックボルト軸力測定
- エ 地表面沈下測定

(2) 調査結果の設計、施工への反映

観察・計測結果は、周辺地山と支保の挙動を把握するために活用し、地山条件に適合した合理的な設計、施工に反映させる。

4-4 施工法の変更

施工中の現場の状況から、その施工法が不適切と認められた場合には、安全を旨として臨機の処置を取るとともに、遅滞なく施工法を変更しなければならない。

4-5 掘削

掘削に当たっては、極力地山を緩めないように、適切な掘削方式、掘削工法等を選定しなければならない。

【解説】

掘削に当たっては、トンネルの安定性、耐久性、経済性を考慮し、できるだけ地山を緩めず、余掘りを少なくし、総合的に安全で経済的となる掘削方式、掘削工法等を選定する。

1 掘削方式

(1) 掘削方式の選定に当たっては、地山条件、トンネルの規模、立地条件等を選定する。

- ① 爆破掘削は、硬岩から中硬岩の地山に適用し、周辺地山の緩みや余掘りができるだけ少なくなるよう施工するとともに、爆破による騒音、振動等の影響を極力抑える。
- ② 機械掘削は、主に中硬岩から軟岩の地山に適用し、施工延長、断面の大きさ、形状、湧水等の諸条件をもとに施工性、経済性を十分に検討の上で選定する。
- ③ 人力掘削は、主に土砂地山等で加背が小さく、機械の持ち込みが困難である等、やむを得ない場合に適用し、他の掘削方式では不利となる施工条件等に限定して選定する。

(2) 掘削方式は、工事の根幹となるものであり、施工途中での変更が極力生じないよう十分に検討の上で決定する。

2 掘削工法

掘削工法の選定は、断面の大きさ、形状、地山条件、立地条件、工期等を十分に考慮する。

(1) 全断面工法

トンネルの全断面を1回で掘削する工法であり、施工に大型機械が使用でき、切羽の管理も容易である。適用に当たっては、岩盤が堅固で全断面の切羽が安定であること及びトンネルの全長にわたって地質の変化が少ないことが必要である。

(2) ベンチカット工法

トンネル断面を上半部と下半部とに掘削する工法で、広い範囲の地山条件に適合可能であり、地山条件によって、ロングベンチ、ショートベンチ等、ベンチ長を分けて適用する。施工機械も通常のダンプトラックにより、ずりの運搬ができる等、汎用性の高い工法である。

(3) 導坑先進工法

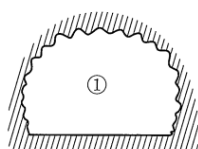
トンネル断面内に導坑を先進させた後、上半及び下半の切掘げを追従させる工法である。導坑は、地質が複雑な箇所での地山状態の確認、湧水に対する水抜き切羽の自立性を高めるための断面分割、地耐力が不足する場合の上半アーチの基礎工事等の目的で特殊な地山で採用する。

(4) 中壁分割工法

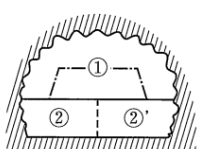
トンネルを大きく左右に分割して掘削切掘げを行う工法である。特に土砂～軟岩のように切羽の自立性の悪い地山で扁平な断面を採用する場合や土被りが小さい箇所で地表沈下を抑える必要がある場合等に適用する。

(参考)

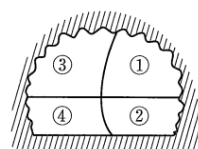
代表的な掘削工法及び特徴は、次のとおりである。



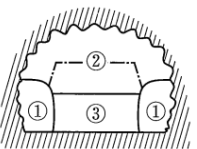
全断面工法



ベンチカット



中壁分割工法



側壁導坑先進工法

注1) ①、②……は掘削順序を示す。

注2) 切羽の安定が悪い場合は、図中――で示したように掘削断面を細分割することがある。

上半部ではリングカットまたは核残しという。

(出典) 道路トンネル技術基準 (構造編) ・同解説 日本道路協会 H15. 12

(参考)

標準的な掘削工法の分類と特性

掘削工法	主として地山条件からみた適用条件	長 所	短 所
全断面工法	- 水路等の小断面トンネルでは、ほぼすべて地山。 30 m²以上の断面では比較的安定した地山で適用可能だが、60 m²以上ではきわめて安定した地山でなければ適用は困難。 - 良好な地山が多くても不良地山が挟在する場合には段取替えが多くなり不適	- 機械化による省力化急速施工に有利。 - 切羽が単独であるので作業の錯綜がなく安全面等の施工管理に有利。	- トンネル全長が単一工法で施工可能とは限らないので、補助ベンチ等の施工法の変更体制が必要。 - 天端付近から肌落ちがある場合には、落下高さに比例して衝突エネルギーを増大するので注意する。
ベンチカット工法	- ロングベンチ（ベンチ長＞5 D）は、全断面では施工困難であるが、比較的安定した地山。 - ショートベンチ（D＜ベンチ長≤5 D）は、良好な地山から不良地山まで幅広い変化に対応しやすい。 - ミニベンチ（ベンチ長≤D）は、膨張性地山等で内空変位を抑制する場合や早期閉合が必要な場合。 - 切羽の安定性が悪い場合、核残しなどによって対応する。	- 上半と下半を交互に掘削するため、機械設備と作業員が少なくすむ。 - ショートベンチは、地山の変化に対応しやすい。 - ミニベンチは、インバートの早期閉合がしやすい。	- 交互掘削方式の場合、工期がかかる。 - ショートベンチやミニベンチでは、同時掘削の場合には上半と下半の作業時間サイクルのバランスがとりにくい。 - ミニベンチでは、上半盤に掘削機械を載せる場合、施工機械が限定されやすい。
側壁導杭先進工法	- 地盤支持力の不足する地山であらかじめ十分な支持力を確保したうえ、上半部の掘削を行う必要がある場合。 - 偏土圧、地すべり等の懸念される土被りの小さい軟岩や未固結地山。 - 側壁コンクリートを打ち込まない場合もある。	- 導杭断面の一部を比較的マッシブな側壁コンクリートとして先行施工するため支持力が期待できるとともに、偏土圧に対する抵抗力も高い。 - 側壁コンクリートを打ち込まない場合、中堅分割工法の中壁の撤去に比較して、側壁部の仮壁撤去が容易。	- 導杭掘削に用いる施工機械が小さくなる。 - 導杭掘削時に上方の地山を緩ませることが懸念される。
中壁分割工法	- 地表面沈下を最小限に防止する必要のある土被りの小さい土砂地山。 - 大断面トンネルで比較的不良な地山	- 断面を分割することによって切羽の安定性が確保しやすい。 - 地表面沈下を小さくすることが可能。 - 側壁導杭先進工法より加背が大きく、施工機械をやや大きくすることが可能。	- 中壁撤去時の変形等に留意が必要。 - 中壁の撤去工程が加わる。 - 坑内からの特殊な補助工法の併用が困難。

(出典) トンネル標準示方書 [共通編]・同解説／[山岳工法編]・同解説 土木学会 2016 年制定

4-6 支保工一般

- 1 支保工は、掘削後、速やかに施工するものとする。
- 2 支保工掘削後は、支保工規模の妥当性を確認し、状況に応じて適切な措置を講じなければならない。

【解説】

1 支保工

- (1) トンネルの支保構造部材のうち、吹付けコンクリート、ロックボルト、鋼製支保工を総称して支保工という。
- (2) 支保工は、ゆるみ範囲が増大しないで切羽近くで掘削後すみやかに施工する。また、支保工は、切羽掘削後の地山の緩みを防ぐため、できるだけ地山と一体化するよう施工する。
- (3) 支保工施工後は、支保工の規模の妥当性を確認するために観察、天端沈下、内空変位等の計測を行う。

2 吹付けコンクリート

- (1) 吹付けコンクリートの配合は、地山条件及び施工条件を考慮して、試験吹付けを行い、その結果を確認して定める。
- (2) 吹付け面に湧水がある場合は、コンクリートの付着効果を低下させるので、吹付けに先立ち適切な対策を講じる。
- (3) 吹付けに当たっては、吹付効率が低下しないように注意し、吹付け面はできるだけ平滑に仕上げ、鋼製支保工を併用する場合は、支保工と吹付けコンクリートが一体となるようにする。
- (4) 吹付け作業中は、適切な防塵対策を講じる。

3 ロックボルト

- (1) 穿工機械は、地山条件、掘削工法、ロックボルトの種類、長さ、本数等を考慮して選定する。
- (2) ロックボルトは、所定の深さに挿入し、十分に定着するよう打設する。

4 鋼製支保工

- (1) 鋼製支保工は、地山を十分に支持するよう所定の位置に正確に建込む。
- (2) 鋼製支保工は、吹付けコンクリートと一体化させることとし、鋼製支保工の背面に空隙が生じないように、吹付けコンクリートを入念に施工する。

5 変状対策

支保工に変状が生じた場合には、すみやかに対策を講じる。

4-7 覆工

覆工は、その機能及び構造を考慮し、支保工施工後、適切な時期及び方法により施工しなければならない。

【解説】

覆工は、支保工を補強して安全率を高めたり、永久構造物として地山を支持する機能やトンネル内の化粧の役割を果たすものである。施工に当たっては、これらの機能を失わないようにする。

1 コンクリートの運搬及び打設

- (1) 運搬及び打設は、材料の分離等により品質が低下しないよう留意する。
- (2) 打設は、型枠に偏圧がかからないようにし、コンクリートがすみずみまで行きわたるよう締固める。また、防水シート等のある場合にはこれらに損傷を与えないよう注意する。

2 インパート

- (1) インパートのコンクリートは、地山状況、支保構造、施工性等を考慮し適切な方法で施工する。
- (2) 打設は、掘削面等の清掃を行い、湧水のあるときは排水設備を設ける。
- (3) 打設コンクリートは、仕上がり形状に注意して十分に締固める。なお、打設後の載荷は、所要の強度に達するまでに行わない。

4-8 防水工

防水工は、材料の損傷等により防水効果を損なうことのないよう十分留意して施工しなければならない。

【解説】

防水工は、材料の損傷等により防水効果を損なうことがないよう十分に留意して施工する。

4-9 排水工

排水工は、排水機能を損なうことのないよう十分留意して施工しなければならない。

4-10 坑口部

坑口部の施工に当たっては、地質等の調査結果並びに採用する補助工法等の機能及び相互の補完関係を十分理解し、施工順序及び観測方法を的確に決定し、実施しなければならない。

4-11 矢板工法

- 1 矢板工法の設計に当たっては、地山の緩みが発生する等工法の特質を十分検討の上、地山条件等を考慮して掘削、覆工の施工方法を選定しなければならない。
- 2 施工後の矢板背面の空隙はできるだけ速やかに、適切な材料で充填するものとする。

【解説】

矢板工法による施工に当たっては、騒音、振動、地山の条件、汚濁排水、交通障害、安全管理に留意し、防護及び安全の施設又は規制、制限等の措置を講じる。

1 掘削工法

掘削工法の選定に当たっては、断面形状、地山条件、工期等を十分に考慮する。

2 鋼製支保工

- (1) 鋼製支保工は、地山を十分に支持するよう所定の位置に正確に建込むとともに、鋼製支保工相互を緊結する。
- (2) 鋼製支保工は、地山を十分に支持するよう矢板等を設置するとともに、クサビによって地山との間を締め付ける。

3 覆工

- (1) 覆工が逆巻きの場合、アーチコンクリートと側壁コンクリートの継目は、十分に密着するように施工する。
- (2) 覆工が逆巻きの場合、側壁コンクリートはアーチコンクリートに悪影響を及ぼさないよう土平掘削後、速やかに施工する。
- (3) 覆工の施工に当たっては、可能な限り木材等を取り除く。

4 裏込め注入

裏込め注入は、覆工コンクリートが所定の強度に達した後、早期に能率良く効果的な施工を行うとともに、十分な施工管理が必要である。

4-12 補助工法

トンネルの施工中に補助工法が必要と認められた場合は、地山条件及び立地条件等を考慮して、効果的で、かつ経済性、施工性に優れた工法を選定しなければならない。

【解説】

通常の支保パターンでは対処できないか、対処することが得策でない場合に、切羽の安定性・トンネルの安全確保ならびに周辺環境の保全のため、主に地山条件の改善を図る目的で適用される補助的又は特殊な工法をいう。

1 切羽安定対策

切羽天端の安定が悪い場合の対策としてはフォアボーリング・注入式フォアボーリング、長尺鋼管フォアパイリング等の工法の採用を検討する。

2 鏡面の安定対策

鏡面の安定が悪い場合の対策としては鏡吹付け、鏡ボルト等の工法の採用を検討する。

3 脚部の安定対策

上半鋼製支保工と吹付けコンクリートの脚部支持地盤の強度が不足し、変形が生じてトンネルの安定を損なう場合の対策は、支保工脚部の拡幅、仮インバート等の工法を採用する。

4 湧水対策

湧水により、切羽の自立性の不足や吹付けコンクリート、ロックボルト等の支保構造部材の施工が困難となる場合は、その対策として、排水工法(水抜き工法)及び止水工法等を採用する。

第11章 舗装

第1節 通則

1-1 一般

舗装は、交通荷重を安定的に支持して路床に広く分布させ、車両の円滑かつ安全な通行を図ることを目的として設置する。

【解説】

舗装は、交通荷重を安定的に支持し、車両の円滑な通行の確保及び周辺の環境保全に資するほか、降雨等による路面侵食の発生を防止する性能とする。

舗装の構造は、路床土の強度特性等に適合させる。

1-2 舗装の種類

舗装は、特別な場合を除き、アスファルト舗装又はコンクリート舗装とする。

【解説】

舗装の種類を選定に当たっては、林道の種類、級別の区分、幹線及び支線・分線の別、気象条件、交通の安全性や快適性、施工性、初期費用と生涯費用の経済性、維持補修の難易等の条件を踏まえ、舗装の種類ごとの特性を十分に考慮して適切に選定する。

（参考）

関連する主な諸基準

- | | |
|------------|--------|
| 1 舗装設計施工指針 | 日本道路協会 |
| 2 舗装設計便覧 | 〃 |

注) 最新版を参考とする。

1-3 排水工

排水工は、舗装の構造等に有害な地表水、地下水等を排除し、路床及び路盤を保持して舗装の耐久性を高めるために設置する。

【解説】

排水工は、舗装の構造等に有害な地表水、地下水等を速やかに排除し、路床及び路盤を保持して舗装の耐久性を高めるため、舗装に接して設ける。

1 地表水

地表水は、側溝で処理するものとするが、必要に応じてアスカーブ等を用いる。

2 地下水

地下水位又は凍結深度の高い箇所にあつては、地下排水工を設けることができる。

3 路肩

路面水及び路肩の排水又は路肩標示等のため、路肩部分の横断勾配を、3割を限度として急にすることができる。

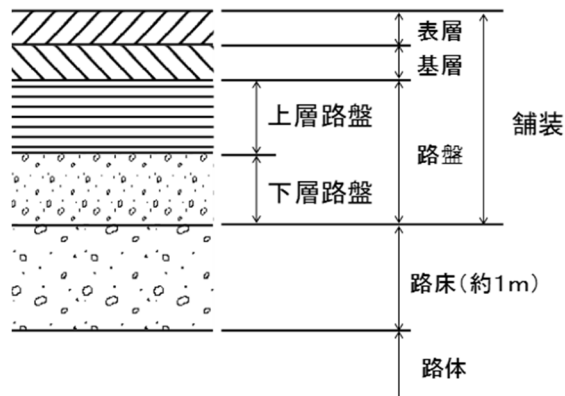
第2節 アスファルト舗装

2-1 舗装の構造

アスファルト舗装の構造は、骨材と瀝青材料を結合した表層と基層、これを支持する路盤によって構成する。

【解説】

アスファルト舗装の構造は、表層、基層及び路盤で構成し、路盤は、上層及び下層に区分する。また、必要に応じて磨耗層、遮断層又は凍上抑制層を設ける。



(出典) 舗装設計便覧 日本道路協会 H18.2

1 路肩の舗装

路肩の舗装は、次による。

- (1) 路肩又は路肩に接して舗装止め、縁石、アスカーブ、側溝及び擁壁等のある場合は、車道と同一構造とする。
- (2) 路肩は、路床や舗装各層を入念に締め固めて仕上げ、車道と路肩間の継目部から表面水が浸透したり、凍上等の凍害が生じない構造とする。

2 上層路盤材

上層路盤材に粒度調整された碎石又はクラッシャラン、再生骨材等を用いる場合は、最大乾燥密度の95%における修正CBRが80以上で、塑性指数(PI)が4以下のねりとする。

3 下層路盤材

下層路盤材は、現地発生材、クラッシャラン、鉄鋼スラグ等を用い、修正CBRは20以上で425 μ mふるい通過分のPIは6以下とする。なお、規定値を満たす現地発生材が入手できない場合は、セメントや石灰等で安定処理をして使用することができる。

路床が岩盤からなる場合は、クラッシャラン等を用い、平均10cm程度を敷き均して路盤とする。

2-2 設計

舗装の設計に当たっては、交通条件、路床条件、気象条件、施工性、耐久性、経済性等を考慮し、構造を選定する。

【解説】

舗装の設計に当たっては、交通量、路床土の強度特性、気象条件、経済性等に基づき舗装厚及びこれを構成する各層を決定する。路床土の調査・試験は、予備調査とCBR試験による。

1 予備調査

- (1) 予備調査では、地形、地質の変化、地下水位、地表の状況、切土・盛土の種類と状態、過去の土質調査等の資料の収集及び路床土又は路床土となるべき土の適用性等の土質試験を行う。
- (2) 予備調査における土質試験は、CBR試験に先立ち数多く行うことが望ましい。

2 設計CBR

- (1) 現地において舗装工調査の試料は、JIS A 1211によるCBR試験を行い、同一地点における2個以上の供試体の平均値をその地点のCBRとする。
- (2) 強度特性が一定区間内で、試験箇所が3以上の場合は、各地点におけるCBRのうち、最小値をその区間の設計CBRとするが、最小値が極端に小さい場合は、棄却判定を行い決定する。
- (3) 棄却判定は、次式によるものとし、この式を満足した場合は、その最小判定値を棄却する。

$$\gamma = \frac{CBR_{n-1} - CBR_n}{CBR_1 - CBR_n} > \gamma_n$$

ここに CBR_1 : 最大CBR

CBR_n : 最小CBR

CBR_{n-1} : 2番目の最小CBR

γ_n : 棄却判定値 = 次表による

棄却判定値に用いる γ_n の値

n	3	4	5	6	7	8	9	10	11
$\gamma(n, 0.05)$	0.941	0.765	0.642	0.560	0.507	0.468	0.437	0.412	0.392
n	12	13	14	15	16	17	18	19	20
$\gamma(n, 0.05)$	0.376	0.361	0.349	0.338	0.329	0.320	0.313	0.306	0.300

注 n : CBR数

(出典) 舗装設計便覧 日本道路協会 H18.2

3 路床の評価

予備調査及びCBR試験の結果より、区間のCBR及び設計CBRを次により定める。

- (1) 路床が深さ方向に異なるいくつかの層をなしている場合には、その地点のCBRは路床面以下1までの各層のCBRを用いて、次式により求まる値(CBR_m)とする。

$$CBR_m = \left[\frac{h_1 CBR_1^{1/3} + h_2 CBR_2^{1/3} + \dots + h_n CBR_n^{1/3}}{100} \right]^3$$

ここに CBR_m : m地点のCBR

CBR₁、CBR₂、…、CBR_n : m地点の各層のCBR

h_1 、 h_2 、…、 h_n : m地点の各層の深さ(cm)

$$h_1 + h_2 + \dots + h_n = 100$$

- (2) 均一な舗装厚で施工する区間を決定し、この区間の中にあるCBRのうち、極端な値を除いて、次式により区間のCBRを求める。

区間のCBR = 各地点のCBRの平均値 - 各地点のCBRの標準偏差値(σ_{n-1})

- (3) 設計CBRは、区間のCBRから、次表により求める。

区間のCBRと設計CBRの関係

区間のCBR	設計CBR
(2以上3未満)	(2)
3以上4未満	3
4以上6未満	4
6以上8未満	6
8以上12未満	8
12以上20未満	12
20以上	20

注 ()は、改良工事等で既存の路床の設計CBRが2であるものの、路床を改良することが困難な場合に適用する。

(出典) 舗装設計便覧 日本道路協会 H18.2

4 舗装厚さ

- (1) 舗装厚さの設計に当たっては、路床の設計CBRに応じて次表の必要厚を下回らないように舗装の各層の厚さを決定する。

目標とするT_A (cm)

設計CBR 舗装計画交通量(台/日・方向)	3	4	6	8	12	20
100以上250未満	19	18	16	14	13	11
40以上100未満	15	14	12	11	10	9*
15以上40未満	12	11	10*	9*	8*	7*
15未満	9*	9*	8*	7*	7*	7*

*T_Aが11未満となる場合、路盤各層の最小厚さを満足しない場合があるので、注意する必要がある。

(出典) 舗装設計便覧 日本道路協会 H18.2

- (2) 舗装の表層と基層を加えた最小厚は次表のとおりとする。

表層と基層を加えた最小厚さ

舗装計画交通量(台／日・方向)	表層と基層を加えた最小厚さ
100以上250未満	5
40以上100未満	5
40未満	4 (3)

〔注〕 () 内は、上層路盤に瀝青安定処理工法及びセメント・瀝青安定処理工法を用いる場合の最小厚さを示す。

(出典)舗装設計便覧 日本道路協会 H18.2

(3) 路盤各層の1層の最小厚さは、次表のとおりとする。

路盤各層の最小厚さ（舗装計画交通量40台／日・方向以上）

工法・材料	1層の最小厚さ
瀝青安定処理（加熱混合式）	最大粒径の2倍かつ5cm
その他の路盤材	最大粒径の3倍かつ10cm

路盤各層の最小厚さ（舗装計画交通量40台／日・方向未満）

工法・材料	1層の最小厚さ
粒度調整碎石、クラッシャラン	7cm
瀝青安定処理（常温混合式）	7cm
瀝青安定処理（加熱混合式）	5cm
セメント・瀝青安定処理	7cm
セメント安定処理	12cm
石灰安定処理	10cm

(出典)舗装設計便覧 日本道路協会 H18.2

(4) 舗装の断面は、舗装断面列や従来用いられていた断面を参考にして、 T_A' （設定した断面の等値換算厚）が目標とする必要厚さ T_A (cm)を下回らないよう定める。

$$T_A' = a_1 T_1 + a_2 T_2 + \dots + a_i T_i + \dots + a_n T_n$$

ここに a_1 、 a_2 、 $\dots$ a_i 、 $\dots$ a_n ：等値換算係数

T_1 、 T_2 、 $\dots$ T_i 、 $\dots$ T_n ：各層の厚さ(cm)

なお、等値換算係数は、次表による。

等値換算係数

使用する層	材料・工法	品質規格	等値換算係数 a
表層 基層	加熱アスファルト混合物	ストレートアスファルトを使用	1.00
上層路盤	瀝青安定処理	加熱混合：安定度 3.43kN 以上	0.80
		常温混合：安定度 2.45kN 以上	0.55
	セメント・瀝青安定処理	一軸圧縮強さ〔7日〕1.5～2.9MPa	0.65
		一次変位量〔7日〕5～30 1/100cm	
		残留強度率〔7日〕65%以上	
	セメント安定処理	一軸圧縮強さ〔7日〕2.9MPa	0.55
	石灰安定処理	一軸圧縮強さ〔10日〕0.98MPa	0.45
下層路盤	粒度調整碎石・粒度調整鉄鋼スラグ	修正 CBR80 以上	0.35
	水硬性粒度調整鉄鋼スラグ	修正 CBR80 以上	0.55
		一軸圧縮強さ〔14日〕1.2MPa	
	クラッシャラン、鉄鋼スラグ、砂等	修正 CBR30 以上	0.25
		修正 CBR20 以上 30 未満	0.20
	セメント安定処理	一軸圧縮強さ〔7日〕0.98MPa	0.25
	石灰安定処理	一軸圧縮強さ〔10日〕0.7MPa	0.25

注 []は養生日数を示す。

(出典)舗装設計便覧 日本道路協会 H18.2

【参考】

T_A法による舗装断面の一例を下表に示す。

（例 1）舗装計画交通量が100台未満の場合

設計 CBR	表層＋基層	上層路盤		下層路盤	T _A '	合計厚さ
	加熱アスファルト混合物	瀝青安定処理路盤材	粒度調整砕石	クラッシャーラン		
(2)	(5)	—	(20)	(20)	(17.0)	(45*)
3	5	—	15	20	15.3	40
4	5	—	15	15	14.0	35
6	5	—	10	15	12.3	30
8以上	5	—	10	10	11.0	25

*15～30cmの厚さの遮断層を設ける

注（ ）は、打替え工事などで既存の路床の設計CBRが2であるものの、構築路床を設けることが困難な場合に適用する。

（例 2）自動車の交通量が少ない道路（舗装計画交通量が40台未満）の場合

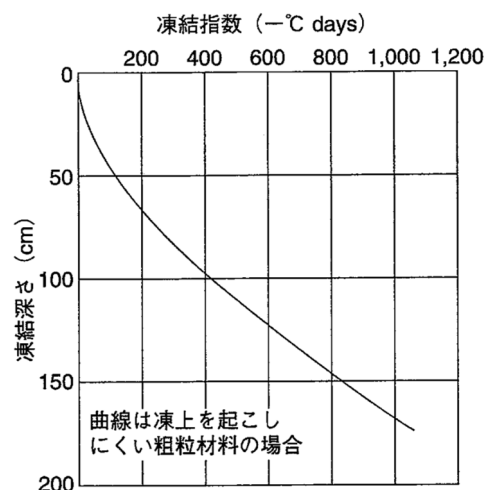
設計CBR			1.6	2	3	4	6	8	12	20以上
全舗装厚 (cm)			50	40	33	27	22	18	14	10
表層厚 (cm)			3～4（積雪寒冷地は4～5cmとし、上部1～2cmは摩耗層）							
表層厚＋上層路盤厚 (cm)	下層路盤の修正CBR	10～20	15以上							
		20以上	10以上							
下層路盤厚 (cm)			全舗装厚－（表層厚＋上層路盤厚）、在来砂利層含む							
しゃ断層（砂層） (cm)			10以上	－						
工種ごとの上層路盤の厚さの一例										
粒度調整、クラッシャーラン		7～12cm								
瀝青安定処理（常温混合式）		7～12cm								
瀝青安定処理（加熱混合式）		5～6cm								
セメント安定処理		10～20cm								
石灰安定処理		10～20cm								

（出典）舗装設計施工指針 日本道路協会 H13.12

【解説】

5 凍上抑制層

- 寒冷地域の舗装では、凍結深さから求めた必要な置換えと舗装の厚さとを比較し、もし置換え深さが大きい場合は、路盤の下にその厚さの差だけ、凍上の生じにくい材料の層を設ける。なお、凍上抑制層は路床の一部と考えるとともにT_Aの計算には含めない。
- 気象観測データから、凍結指数の年変動を統計処理して凍結深さを推定するには、まずn年確率凍結指数を求めたのち、次表に示す凍結指数と凍結深さの関係をjを用いて求める。なお、実測により凍結深さを求める場合は「道路土工要綱」を参照し、n年確率凍結指数については、舗装設計便覧を参照する。



凍結指数と凍結深さとの関係
(出典) 舗装設計便覧 日本道路協会 H18.2

(3) 凍上抑制層を設けるために 20cm 以上の置換えを行った場合は、設計 CBR の再計算を行う。

2-3 舗装工法

舗装に適用する各工法は、気象条件、路床条件、交通条件、地域条件、施工条件及び維持・補修等の条件を考慮し、耐久的な舗装構造に適したものでなければならない。

【解説】

舗装を構成する表層、基層、上層路盤、下層路盤等にそれぞれ適用される工法は、気温等の気象条件、路床土の強度特性、工事規模、骨材条件、混合所の位置及び能力、施工時期等を勘案して、耐久的な舗装構造に適したものを選定する。

1 基層及び表層

アスファルト混合物は、気象条件、地域条件、交通条件、材料条件、一層の仕上がり厚、施工法等を考慮のうえ、次表のアスファルト混合物の種類を標準とする。

一般的に使用されるアスファルト混合物の種類

アスファルト混合物の種類
粗粒度アスファルト混合物 (20)
密粒度アスファルト混合物 (20、13)
細粒度アスファルト混合物 (13)
密粒度ギャップアスファルト混合物 (13)
密粒度アスファルト混合物 (20F、13F)
細粒度ギャップアスファルト混合物 (13F)
細粒度アスファルト混合物 (13F)
密粒度ギャップアスファルト混合物 (13F)
開粒度アスファルト混合物 (13)
ポーラスアスファルト混合物 (20、13)

注 ()内の数字は最大粒径を、Fはフィラーを多く使用していることを示す。

(出典) 舗装設計施工指針 日本道路協会 H18.2

2 上層路盤

上層路盤の工法は、粒度調整工法を標準とするが、現地条件等に応じて、次表の基準により選定することができる。

工 法	選 定 基 準
粒度調整工法	敷均し及び締固めが容易であり、機械化施工に適し、広く適用されている。
切込砕石工法	粒度が未調整で分布が悪く、良好な路床及び路盤の場合に適用される。

マカダム工法	荷重又は衝撃に弱く、人工施工の可能な場合に適用する。
セメント安定処理工法	含水量又は気象変化の激しい箇所若しくは骨材の入手が困難な地方に適用する。
石灰安定処理工法	セメント安定処理に準じて適用できるが、低温、雨期の施工又は地下水位の高い箇所は不適當である。
瀝青安定処理工法	施工性、平坦性、たわみ性、耐久性又は早期に交通開放を要する場合に適用する。
浸透式工法	平坦性又は水密性を要する場合及び熟練作業員の確保が可能な場合に適し、寒冷期の施工は一般に不適當である。

3 下層路盤

下層路盤又は凍上抑制層は、砂、クラッシャラン、再生クラッシャラン、スラグ等を敷均し、所定密度になるよう締固める。

4 橋面舗装

橋面舗装に当たっては、床版との付着及び床版の防水に留意し、接着層にはゴムアスファルト系接着材及び防水層はメンブレン式防水を行うことが望ましい。

5 トンネル舗装

短いトンネルの場合は、前後の路面に合わせてアスファルト舗装とすることができる。

第3節 コンクリート舗装

3-1 舗装の構造

コンクリート舗装の構造は、交通荷重を直接支持するコンクリート版の表層とこれを分散し伝達する路盤によって構成する。

【解説】

コンクリート舗装の構造は、コンクリート版の表層と石材による路盤で構成し、交通荷重は直接表層で支持して路盤に分散伝達させる。

なお、路肩の舗装及び在来砂利層の活用は、アスファルト舗装に準じる。

1 表層

コンクリート舗装の表層は、下表を標準とするコンクリート版とし、鉄鋼補強鉄筋を用いる。

コンクリート版の版厚等

舗装計画交通量 (台/日・方向)	コンクリート版の設計	
	設計基準曲げ強度	版 厚
100 台未満	4.4MPa (3.9MPa)	15cm (20cm)
100 台以上 250 台未満	4.4MPa (3.9MPa)	20cm (25cm)

〔注〕表中の版厚の欄における（ ）内の値は、設計基準曲げ強度 3.9MPa のコンクリートを使用する場合の値である。

(出典)舗装設計便覧 日本道路協会 H18.2

2 路盤

- 路盤は、路盤厚が 30cm 以上の場合は、上層路盤と下層路盤に区分する。
- 上層路盤材は、アスファルト舗装に準じて選定し、粒度調整された砕石又はクラッシャラン等を用いる場合は、最大粒径 40 mm 以下とし、修正 CBR80 以上、425 μ m ふるい通過分の PI は 4 以下とする。
- 下層路盤材は、現地発生材、クラッシャラン、スラグ等を用い、最大粒径 50 mm 以下として修正 CBR20 以上で 425 μ m ふるい通過分の PI は、6 以下とし、規定値を満たす現地発生材が入手できない場合は、セメントや石灰等で安定処理をして使用することができる。
- 路床が岩盤からなる場合は、均しコンクリート又はクラッシャラン等を用い、平均 10cm 程度を敷均して路盤とする。

3-2 設計

舗装の設計に当たっては、交通条件、路床条件、気象条件、施工性、耐久性、経済性等を考慮し、構造を選定する。

【解説】

路盤厚及びこれを構成する各層は、路床土の強度特性に基づき設計する。

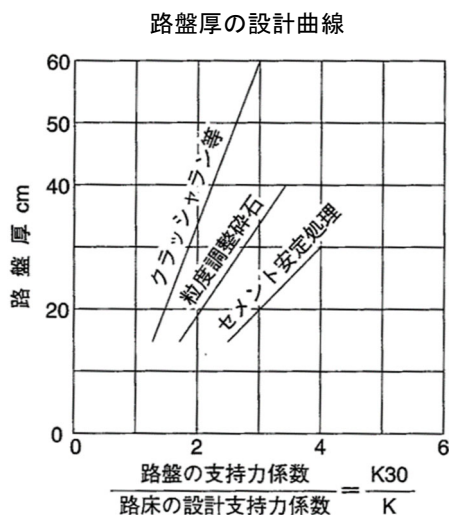
1 設計支持係数

- (1) 路盤厚の設計は、設計支持力係数によることとし、路盤の支持力係数（K30）は 1.5MPa/cm 以上とする。
- (2) 設計支持力係数は、舗装工調査による測定値を基に、次式により求める。

$$\text{設計支持力係数} = \text{各地点の支持力係数の平均値} - \text{各地点の支持力係数の標準偏差} (\sigma_{n-1})$$

2 路盤厚

- (1) 路盤厚を設計支持力係数から求める場合は、次の設計曲線図により決定する。



(出典)舗装設計便覧 日本道路協会 H18.2

- (2) 路盤厚を設計 CBR によって求める場合は、アスファルト舗装に準じて求めた設計 CBR を基に、次表から路盤厚を決定する。

ただし、この場合の路盤厚は、舗装計画交通量が 250 台未満で、粒度調整碎石を用いた場合とし、上層路盤と下層路盤に区分する場合は、設計支持力係数の設計曲線図を参考にして決定する。

設計 CBR と路盤厚の関係

路床の設計 CBR	(2)	3	4	6	8	12 以上
路 盤 厚 (cm)	(50)	35	25	20	15	15

(注) () 内は、工事条件等の制約で路床の構築が困難な場合に適用する。

(出典)舗装設計便覧 日本道路協会 H18.2

- (3) 寒冷地における路盤厚は、アスファルト舗装に準じて決定する。

3 コンクリート版

- (1) コンクリート版の設計に用いるコンクリートの設計基準曲げ強度は、4.4MPa を基準とする。
- (2) コンクリート版に用いる鉄網は、縁部におけるかぶりを 10cm 程度とし、単位鉄網間の合わせしろは 20cm 程度とする。
- (3) 鉄網は、径 6mm の異形棒鋼を、1 m² 当たり 3kg を標準として用い、その位置は、板厚のほぼ中間に配置する。
- (4) 次のような場合は、横収縮目地間隔を 5m 以下として、鉄網を配置しないことができる。

- ① 小規模な舗装の場合
- ② 路床が岩盤の場合
- ③ 施工が困難な場合
- ④ 大型車の通行量が少ない場合

4 目地

路線の進行方向に対して直角に設ける横収縮目地間隔は、8 mを標準として、その目地にはスリップバーを配置する。また、横膨張目地は、舗装が冬期にあつては 60m～120mとし、夏期にあつては 120m～240mごとに設ける。

5 トンネルの舗装

トンネル内のコンクリート版は、20cm 厚を標準とし、横膨張目地は坑口付近のみとする。

3-3 舗装工法

舗装に適用する各工法は、気象条件、路床条件、交通条件、地域的条件、施工条件及び維持・補修等の条件を考慮し、耐久的な舗装構造に適合したものでなければならない。

【解説】

舗装を構成する表層、上層路盤、下層路盤等に用いる工法は、気温等の気象条件、施工時期等を勘案して、耐久的な舗装構造に適合したものを選定する。

1 コンクリート版

コンクリート版の舗装に当たっては、気象条件、地域条件、交通条件、材料条件、施工法等を考慮のうえ施工する。

2 路 盤

路盤の施工に当たっては、路盤材料としての品質規格に適合する材料を用い、締固めて必要かつ均一な支持力が得られ所定の形状に仕上げるができるよう、材料の供給や施工機械の選択等について、十分な検討を行う。

第12章 交通安全施設

第1節 通則

1-1 一般

- 1 交通安全施設は、交通の安全と車両の円滑な通行を確保することを目的として設置する。交通安全施設は、性能を十分発揮できる位置に設置するものとする。
- 2 交通安全施設は、設置箇所の諸条件のほか、経済性、走行性、気象条件等に適合し、かつ周辺環境と調和したものを選定するものとする。

【解説】

- 1 交通安全施設の標準的な種類は、次による。
 - (1) 防護柵
 - (2) 視線誘導標
 - (3) 反射鏡
 - (4) 反射シート
 - (5) 照明施設
 - (6) マーキング
- 2 交通安全施設は、林道規程に定める設計車両の諸元、設計速度、線形、路肩の構造等に適合させる。
- 3 交通安全施設は、林道の種類、機能、構造を考慮して、必要なものを適切に配置する。

(参考)

関連する主な諸基準等

- | | |
|------------------|--------|
| 1 防護柵の設置基準・同解説 | 日本道路協会 |
| 2 車両用防護柵標準仕様・同解説 | 〃 |
| 3 視線誘導標設置基準・同解説 | 〃 |
| 4 道路反射鏡設置指針 | 〃 |
| 5 道路標識設置基準・同解説 | 〃 |

注) 最新版を参考とする。

第2節 防護柵

2-1 一般

防護柵は、走行車両の路外への逸脱及び逸走等を防止することを目的として設置する。

【解説】

防護柵は、車両防護柵を標準とし、林道規程に定める設計車両の諸元、設計速度、線形、路肩の構造等に適合させる。防護柵は、車両の逸脱・逸走防止のほかに、乗員の安全の確保、車両の正常な方向への誘導、ドライバーの視線の誘導等の性能とする。

- 1 防護柵の種類
防護柵の種類は、たわみ性防護柵、剛性防護柵とし、それぞれの機能に応じた箇所に設置する。
- 2 防護柵の材料
 - (1) たわみ性防護柵は、鋼材、木材等を主材料としたものとし、ビーム型防護柵、ケーブル型防護柵を標準とする。
 - (2) 剛性防護柵は、コンクリート、鉄筋コンクリート又は鋼材等を主材料とした駒止め構造とし、2次製品又は現場製品とする。

2-2 設置

- 1 防護柵の設置箇所は、路線の横断線形及びこれに隣接する地形、地質、地物等と、平面線形、縦断線形又は森林施業等との関連を考慮して設置するものとする。
- 2 防護柵の設置に当たっては、現地の状況を十分調査し、防護柵の機能を十分発揮できる位置に設置するものとする。

【解説】

- 1 設置箇所
防護柵の設置箇所は、路側とし、次のような現地条件を有し、交通の実態等から特に必要と認められる最小区間を選定する。ただし、現地条件から設置を要する区間においても、路側付近の樹木、施設等がその効用を発揮する区間、他

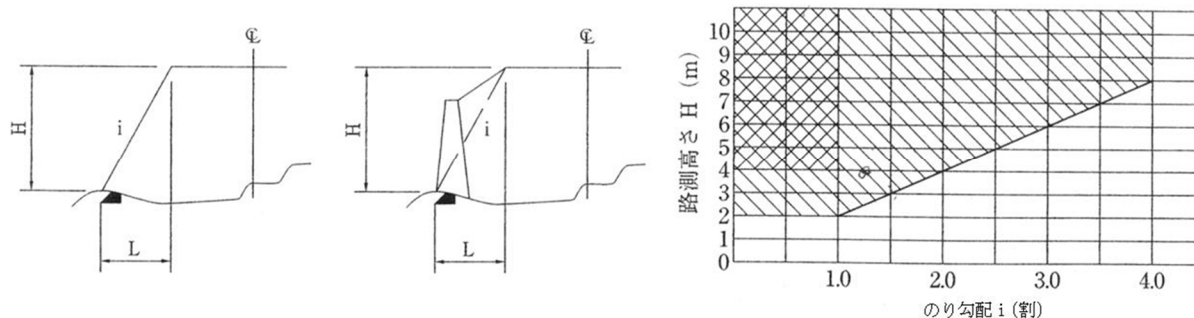
の交通安全施設で安全が確保される区間等は除く。

なお、集材、除雪、その他の作業の妨げになる区間は、他の施設による代替を検討する。

- (1) 自然斜面、盛土、構造物等と関連したのり面勾配(i)と路側高さ(H)が、次図に示した斜線の範囲内にある区間（路側高さ4m以上かつのり面勾配1.0以下の区間では特に危険度が高い。）
- (2) のり面及びのり尻付近に突出した岩石、激しい凹凸等のある区間
- (3) 河川、湖沼、水路等に接する区間
- (4) 鉄道、道路、人家等に接する区間
- (5) 橋梁、高架、トンネル等の前後の区間
- (6) 気象状況その他、交通安全上特にその効果があると認められる区間

のり勾配 i ：自然のままの地山ののり面の勾配 (L/H)。盛土部におけるのり面の勾配及び構造物との関連によって想定したのり面の勾配を含む。

路側高さ H ：在来地盤から路面までの垂直高さ。



(出典) 防護柵の設置基準・同解説 日本道路協会 H20.1

2 防護柵の設置

- (1) 防護柵の設置に当たっては、設置箇所の線形、路側の形状、視線位置等を考慮して、防護柵の種類及び形式を選定のうえ、防護柵の性能を十分発揮できるように設置する。
- (2) 防護柵は、林道規程に定める建築限界外に設置するものとする。
- (3) 土工区間に防護柵を設置する場合は、設置する地盤の形状、土質条件等を十分に照査した上で設置する。
- (4) 橋梁、構造物上に防護柵を設置する場合は、防護柵の支柱の支持条件を十分に照査した上で設置する。
- (5) L型プレキャスト擁壁等の構造物に沿って土中埋込型支柱を設置する場合は、構造物壁面から0.7m以上の距離を確保する。

2-3 形式の選定

防護柵の形式は、設置箇所の諸条件のほか、経済性、走行性、気象条件等に適合し、かつ周辺環境と調和したものを選定するものとする。

【解説】

1 防護柵の形式は、次の形式を適用する。

- (1) ガードレール
- (2) ガードケーブル
- (3) 駒止め

(参考)

- 1 防護柵は、国土交通省道路局長が定める防護柵の設置基準による実車衝突実験により性能が確認されたものを用いる。
- 2 実車衝突実験は、車両総重量が25tの車両が衝突速度26km/h、衝突角度15度で路面から1.4mの高さで衝突する衝突条件A及び車両総重量が1tの車両が衝突速度60km/h、衝突角度20度で衝突する衝突条件Bで行う。
- 3 防護柵は、国土交通省の「車両用防護柵標準仕様について」で認められているものを使用する。
- 4 林道で用いる防護柵の種別は、C種とする。

【解説】

- 2 防護柵の構造及び形式は、設置箇所の線形、地形、地物等のほか、経済性、走行性、安全性、視線誘導、気象条件、

維持管理等に適合したものとし、周辺環境との調和を考慮の上、次により選定する。

- (1) たわみ性防護柵の形式はガードレール及びガードケーブルを、剛性防護柵は、駒止めを標準とする。
- (2) たわみ性防護柵の支柱は、鉛直に設置するものとする。ただし、建築限界に抵触する等の場合は、曲柱又は斜柱とすることができる。
- (3) 剛性防護柵又は駒止めは、路側擁壁又は堅固な基礎工と一体化構造とする。
- (4) ガードレールの端部は、できるだけ路外方向に曲げて設置する。
- (5) 防護柵は、路面から柵上端までの高さ（有効高）を、0.6m以上、1.0m以下とする。
- (6) 駒止めは、通行車両の実態に適合した寸法とし、その有効高は0.6m以上とし、その間隔は0.5～1.0mに配置する。
- (7) 豪雪地域においては、既往の実態等を勘案してガードレールを嫌けることが望ましい。やむを得ず設ける場合にあっては、雪質又は雪量等に応じて、支柱の根巻き及び支柱間隔の縮減等の措置を講ずるものとする。
- (8) 湿雪の多い豪雪地域においては、原則として駒止め又はガードケーブルを用いるものとする。

第3節 視線誘導施設

3-1 一般

視線誘導施設は、走行車両の運転者の視線を誘導することにより、安全な通行を確保することを目的として設置する。

【解説】

- 1 視線誘導施設は、林道に沿って路端及び林道の線形を明示するとともに、運転者に走行上の安定感を与える性能を有するものとする。また、視線誘導施設は林道規程に定める設計車両の諸元、線形、路肩の構造等に適合させる。
- 2 視線誘導施設には、夜間の視線誘導を行うために、反射体を取り付けることが望ましい。

3-2 設置

視線誘導施設の設置箇所は、路線の横断線形及びこれに隣接する地形、地質、地物等と、平面線形、縦断線形又は森林施業等との関連を考慮して設置するものとする。

なお、視線誘導施設の設置に当たっては、現地の状況を十分調査し、視線誘導の機能を十分発揮できる位置に設置するものとする。

【解説】

- 1 視線誘導施設の設置箇所は、路側とし、次のような現地条件を有し、視線誘導上必要と認められる区間を選定する。
ただし、現地条件から設置を要する区間においても、路側付近の樹木、施設等がその効用を発揮する区間等は除く。
なお、集材、除雪、その他の作業の妨げになる区間は、他の施設による代替を検討する。
- (1) 余幅員が急激に狭くなる箇所、急曲線又は急勾配の箇所等で、特にその効果があると認められる区間
- (2) 気象状況その他、交通安全上特にその効果があると認められる区間
- 2 視線誘導施設の設置に当たっては、設置箇所の線形、路側の形状、視線位置等を考慮して、選定した視線誘導施設の機能が十分発揮する位置とする。視線誘導施設は連続して設置し、設置間隔は、林道の線形等を勘案して定める。
- 3 視線誘導施設の支柱は、原則として建築限界の外側0.3m程度離して鉛直に設置する。ただし、建築限界に抵触する等の場合は、曲柱又は斜柱とすることができる。
- 4 視線誘導用駒止めは、路側擁壁又は堅固な基礎工と一体構造とする。

3-3 構造形式の選定

視線誘導施設の形式は、設置箇所の諸条件のほか、経済性、走行性、気象条件等に適合し、かつ周辺環境と調和したものを選定するものとする。

【解説】

視線誘導施設の構造及び形式は、設置箇所の線形、地形、地物等のほか、経済性、安全性、視線誘導、気象条件、維持管理等に適合し、周辺環境との調和を考慮の上で、次により選定する。

- 1 視線誘導施設の種類は、視線誘導用駒止め又は木柵等とする。
- 2 視線誘導施設は、通行車両の実態に適合した寸法とし、反射体の高さは、路面上0.4～1.0mを標準とする。
- 3 反射体は、夜間において運転者が十分に視認できる反射性能を持つとともに、支柱等に確実に固定する。
- 4 視線誘導用駒止めは、通行車両の実態に適合した寸法とし、その有効高は0.3m以上とし、それぞれ0.5～1.0mの空間を確保して配置する。

(参考)

反射体の反射性能は、国土交通省の道路局長が定める視線誘導標設置基準によるものとする。

第4節 その他の交通安全施設

4-1 一般

- | |
|--|
| <ol style="list-style-type: none">1 その他の交通安全施設は、設置箇所の諸条件のほか、経済性、走行性、気象条件等に適合し、かつ周辺環境と調和したものを選定するものとする。2 その他の交通安全施設は、それ自体が有する性能を十分発揮できる位置に設置するものとする。 |
|--|

【解説】

その他の交通安全施設は、林道規程第31条の規定に従い配置する。

第13章 林業作業用施設

第1節 通則

1-1 一般

- 1 林業作業用施設は、森林の適正な整備及び保全を円滑に実施するとともに、車両の安全かつ円滑な通行を確保することを目的に設置する。
- 2 林業作業用施設は、森林施業用と防火用に区分し、それぞれの設置位置は、森林施業団地の分布状況、森林作業道の路網配置、森林のレクリエーション利用、過去の山火事の発生状況等を踏まえて選定する。

【解説】

- 1 林業作業用施設の区分及び種類は、林道規程において次のとおり定めている。

(1) 森林施業用

- ① 作業場所
- ② 土場
- ③ 森林作業道の取付口

(2) 防火用

- ① 防火水槽
- ② 貯水池
- ③ 防火林帯
- ④ ヘリポート
- ⑤ 消防自動車の設置場所等

- 2 林業作業用施設は、森林施業団地の分布状況、作業システム、森林作業道の路網配置、木材生産量、森林施業の計画、森林のレクリエーション利用、過去の山火事発生に関する実態等に応じ、適切な種類及び規模を選定する。

- 3 林業作業用施設は、その機能・性能を十分に発揮させるため、待避所及び車廻しとの兼用、森林施業用と防火用の兼用は行わない。

また、林業作業用施設と残土処理場は、設置目的、作設方法、強度等が異なることから、これを明確に区分して取り扱う。

第2節 森林施業用

2-1 一般

森林施業用の各施設は、中間土場を除くすべての林道において、必要な箇所に適切な規模及び構造で設置しなければならない。

【解説】

林業作業用施設のうち森林施業用の各施設は、林道の機能・性能を発揮するため、森林施業団地の分布状況、作業システム、森林作業道の配置、木材生産量、森林施業の計画等を勘案し、最も適切な位置に適切な規模で設置する。

なお、中間土場は、地域における木材需給の状況、木材生産の状況等を勘案し、必要に応じて設置する。

第3節 作業場所

3-1 一般

作業場所は、全木又は全幹で集材された伐採木の枝払い、造材や末木枝条等を移動式チップパー等によりチップ化する等の作業を円滑に実施することを目的に設置する。

3-2 設置

作業場所は、最も効率的に全木又は全幹で集材が行える位置に、枝払い、造材等の作業が効率的に実施可能な広さで設置する。

【解説】

1 設置箇所

作業場所の設置箇所は、全木又は全幹での集材に利用する森林作業道の取付口付近、架線系作業システムの元柱付近等とする。

2 規模

- (1) 作業場所は、全木材等の一時的な集積場所、枝払い、造材の作業、発生する末木枝条の集積場所、末木枝条のチップ化等に必要な広さを確保する。

広さは、集積される全木材等の長さ、集積に必要な幅、造材後の丸太の長さ及び量、末木枝条の発生量、林業機械

の規格、林業従事者の通勤用自動車の駐車場所等を考慮して決定する。

- (2) 作業場所において移動式チップパー等により末木枝条等のチップ化まで行う場合は、使用する機械の規模や積込み等の作業方法等を考慮する。

3 構造等

(1) 構造

- ① 作業場所は、林道路体に接続して路体と同時に締固めを行い、交通荷重を支持する性能を有するように構築する。
- ② 盛土による作業場所の構築には現地発生土を使用することを基本とするが、現地発生土が盛土不適土である場合はこれを使用してはならない。盛土に適した現地発生土が得られない場合には、セメント等による改良、購入等により盛土材を確保する。
- ③ 盛土構造とする場合ののり勾配は、盛土ののり勾配に準じることとし、盛土のり尻が基礎地盤にすり付かないなど、地形条件等により土留工等の構造物が必要な場合には、適切な工種及び規模を選定して設置する。

(2) 設置位置

- ① 設置位置は、林道路体の川側を基本とする。
- ② 林道路体の川側に土留工等の構造物を用いても作業場所の設置が不可能な場合には、山側の切土により設置する。
なお、作業場所としての機能が損なわれない場合は、林業従事者の通勤用自動車等の駐車場所とその他の作業場所を分割して差し支えない。
- ③ 架線集材を行う場合には、本線に接続する尾根部の切土による設置を検討する。

第4節 土場

4-1 一般

- 1 土場は、搬出される丸太を安全に集積して運搬するトラックへの積込みを円滑かつ安全に行うことを目的に設置する。
- 2 中間土場は、複数の林道を通じて出材される木材を多量に集積することを目的に公道等の沿線に設置する。

【解説】

土場は、搬出される丸太を安全に集積して運搬するトラックへの積込みを円滑かつ安全に行う場所、複数の林道を通じて出材される丸太を集積してセミトレーラ等の大型トラックで運搬することを目的とする場所のほか、林業従事者が通勤に使用する自動車や林業機械の駐車場所、森林施業に使用する資機材等の積下ろしや仮置き場所等として設置する。

4-2 設置

- 1 土場は、林業従事者が現場作業に就きやすく、搬出される丸太を安全かつ効率的に集積可能な森林作業道の取付口付近に設置する。
- 2 中間土場は、複数の林道を通じて出材される木材を最も効率的に集積し、運搬が可能な位置に設置する。

【解説】

1 設置箇所

土場の設置箇所は、森林作業道の取付口付近で、林業従事者の速やかな作業への従事、作業に必要な資機材等の保管及び現場への効率的な運搬、森林作業道等から搬出される丸太の安全な集積が可能な箇所に設置する。

また、中間土場は、複数の支線が分岐している幹線林道、複数の林道が取り付けられている公道等の沿線に設置することを基本とし、幹線、支線、分線の各林道から運搬される丸太を効率的に集積でき、セミトレーラ等の大型自動車が出入りしやすい箇所に設置する。

2 規模

- (1) 森林作業道の取付口付近に設置する土場は、丸太の集積量や木材運搬を行うトラックの規格及び積込み作業の方法、木材生産や森林整備に使用する資機材の量、林業従事者の通勤用自動車や林業機械の駐車場所等に必要な広さを確保する。
- (2) 中間土場は、集積する丸太の量、選別作業、木材運搬を行うトラックの規格や積込み作業の方法、林業従事者の通勤用自動車や丸太積込み用機械等の駐車場所に必要な広さを確保する。

3 構造等

(1) 構造

- ① 森林作業道の取付口付近に設置する土場の構造は、林道路体に接続して路体と同時に締固めを行い、交通荷重を支持する性能を有するように構築する。
- ② 盛土による土場の構築には、現地発生土を使用することを基本とするが、現地発生土が盛土不適土である場合はこれを使用してはならない。盛土に適した現地発生土が得られない場合は、セメント等による改良、購入等により盛土材を確保する。

③ 盛土構造とする場合ののり勾配は、盛土ののり勾配に準じることとし、盛土のり尻が基礎地盤にすり付かないなど、基礎地盤の地形条件等により土留工等の構造物が必要な場合には、適切な工種及び規模を選定して設置する。

④ 中間土場は、出入口の視距を確保し、公道への合流が安全かつ円滑に行えるように設置する。

(2) 設置位置

① 森林作業道の取付口付近に設置する土場の設置位置は、林道路体の川側を基本とする。

② 林道路体の川側に土留工等の構造物を用いても土場の設置が不可能な場合には、山側の切土により設置する。

なお、土場としての機能が損なわれない場合は、林業従事者の通勤用自動車等の駐車場所とその他の作業場所を分割して差し支えない。

③ 架線集材を行う場合には、本線に接続する尾根部の切土による設置を検討する。

第5節 森林作業道の取付口

5-1 一般

森林作業道の取付口は、森林施業実施区域の森林作業道の路網配置を踏まえて適切な箇所に設置する。

【解説】

森林作業道の取付口は、森林施業実施区域の森林作業道の路網配置、使用される林業用機械の規模、基礎地盤の地形、地質、土質等を考慮し、森林作業道の路網を最も展開しやすい位置に適切な方法により設置する。

5-2 設置

森林作業道の取付口は、森林施業に使用する林業用機械の種類及び規模を踏まえ、切土又は盛土により林業用機械の通行に必要な幅員及び支持力を有する構造で設置する。

【解説】

- 1 森林作業道の取付口は、森林施業実施区域の作業システム、森林作業道の路網の配置、使用される林業用機械の規模に応じ、必要な幅員、支持力を有するよう切土又は盛土により構築する。
- 2 森林作業道の取付口の延長は、林道に接する点からおおむね地形が緩傾斜となるまでの範囲における急勾配区間とし、勾配は森林作業道作設指針に示す範囲とする。
- 3 森林作業道の取付口の路面が路面水等により侵食されると判断される場合には、コンクリート路面工等の路面処理を行う。
- 4 林道の川側に盛土で森林作業道の取付口を設置する場合は、十分に締固めを行うとともに、森林作業道や林内に林道の路面水等が流入しないよう、森林作業道の取付口に排水施設を設置する。

第6節 防火用

6-1 一般

林業作業用施設のうち防火用は、防火林道等において森林レクリエーション等での森林への人の入込状況、森林と人家等の位置関係、過去の山火事の発生状況、近年の山火事の発生頻度及び延焼規模、地形及び水系の状況等を勘案し、必要に応じて設置する。

第7節 防火水槽

7-1 一般

防火水槽は、消防ポンプ等の機材による初期消火及び鎮圧時の延焼根株の消火活動を行う際に必要な水を確保することを目的に設置する。

7-2 設置

防火水槽は、山火事による近隣の人家、森林レクリエーション施設等への延焼を防止するために、当該山火事の発生後速やかに消火活動を行う必要がある場合に設置する。

【解説】

1 設置箇所

防火水槽は、山火事発生直後の初期消火活動による人家等への延焼防止、鎮圧時の延焼根株の消火活動に最も適した位置に設置する。

防火水槽の設置にあたっては、常水のある溪流等に近く防火水槽に溜める水を確保しやすいこと、防火水槽の維持管理が行いやすいこと、消防ポンプ等の設置が行いやすいこと等を考慮する。

2 規模

防火水槽の規模は、設置箇所周辺の地形や山火事が発生しやすい時期の風向等と森林の面積から山火事によって延焼する範囲、消防機関による本格的な消火活動が開始されるまでの初期消火に必要な時間を想定し、おおむね 40 m³程度の水が確保可能な規模とする。

3 構造

防火水槽は、コンクリート等による水密性の高い構造とし、渓流水等の取水口及び余水吐きを設ける。

渓流水等の取水口については、必要に応じて枯葉等の流下物による目詰り防止を行い、水槽内への枯葉等の堆積や目詰りを原因とする越水の発生を防止するとともに、余水吐きについては、排水を溪流等まで確実に導水するなどにより、地盤の侵食等を防止する。

また、防火水槽への人の立入りや車両の転落等の事故が生じないように、柵や注意標識等を設置して安全を確保する。

第8節 貯水池

8-1 一般

貯水池は、消防自動車等による本格的な消火活動に必要な水を確保することを目的に設置する。

8-2 設置

貯水池は、山火事による近隣の人家、森林レクリエーション施設等への延焼及び大規模な林野火災への展開を防止するため、消防自動車等による本格的な消火活動を行う際に必要な水を確保する必要がある場合に設置する。

【解説】

1 設置箇所

貯水池は、消防自動車等による本格的な消火活動に使用するものであるため、常水があり土石等の流下量が少ない溪流等が存在して貯水が行いやすく、消防自動車等を配置する場所が確保しやすく、貯水池の維持管理が行いやすい位置に設置する。

2 規模

貯水池の規模は、消防自動車等による本格的な消火活動の実施に支障が生じないように、おおむね 40 m³以上の水が貯留可能な規模とすることを基本とする。

3 構造

貯水池の構造は、常水のある溪流等にコンクリート等の構造物で渓流水をせき止める等の構造とし、構造物の設置に当たっては、安定計算により水圧等の外部応力に対して安全な構造とする。

また、人や車両等の転落による事故が生じないように、柵や注意標識等を設置して安全を確保する。

第9節 防火林帯

9-1 一般

防火林帯は、防火林道等の自動車道の沿線に延焼しにくい樹木により林帯を造成し、防火林道等の自動車道と併せて防火線の効果を発揮させることを目的として設置する。

防火林帯は、発生した山火事により近隣の人家や森林レクリエーション施設等への延焼を防止する必要がある場合に設置する。

9-2 設置

【解説】

1 設置箇所

防火林帯は、水系等の条件から貯水槽や貯水池を利用した初期消火活動の実施による延焼防止が行えない箇所において、山火事発生箇所と人家や森林レクリエーション施設等との位置関係、地形や風向等を考慮し、防火林帯がその機能を適切に発揮できる位置に設置する。

2 規模

山火事の延焼防止に必要な防火線の幅は、一般的に数メートルから十数メートルとされていることから、防火林帯の造成に当たっては、山火事発生場所及び延焼方向等の既往実績を基に、地形や風向等と人家等の位置関係、防火林道等の自動車道の幅員等を総合的に勘案し、適切な幅及び延長を決定する。

3 構造

防火林帯を造成する樹種は、防火効果及び生育に係る地域的な条件を考慮して選定する。

なお、防火効果の高い樹種としては、一般的に、イチョウ、サンゴジュ、シイ、カシ、ツバキなどがある。

第10節 ヘリポート

10-1 一般

ヘリポートは、大規模な林野火災その他の災害時の迅速な被害状況の把握、消火活動等に必要なヘリコプターの活動拠点とすることを目的に設置する。

10-2 設置

ヘリポートは、大規模な林野火災その他の災害発生時の迅速な被害状況の把握、林野火災の消火活動等を行うためヘリコプターの離着陸場所、駐機場所、燃料、資機材等の保管場所等として設置する。

【解説】

1 設置箇所

ヘリポートは、ヘリコプターの離着陸を行う場所であるため、尾根等が遠い開けた地形で、上空に架空電線等の飛行の障害となるものがない箇所に設置する。

2 規模

ヘリポートは、ヘリコプターの離着陸、燃料や消火機材等の保管場所等として使用する場所であることから、過去の大规模な林野火災における航空消火等の実績やその他の災害におけるヘリコプターの活用状況等を参考に、必要な広さを確保する。

3 構造

ヘリポートは、盛土又は切土により築造するが、燃料や消火資機材等の搬入、消防自動車等の進入等を考慮し、必要に応じてコンクリート等による舗装を行うことも検討して十分な支持力を有するように構築する。

第11節 消防自動車の設置場所等

11-1 一般

消防自動車の設置場所等は、大規模な林野火災その他の災害時の救助等の活動を行うため、消防自動車又は指揮所の設置場所等として使用することを目的に設置する。

11-2 設置

消防自動車の設置場所等は、大規模な林野火災における消防自動車等による本格的な消火活動等のほか、災害時の救助等の活動を行う際の消防自動車又は指揮所の設置場所、燃料、消火資機材等の保管場所等として使用することを目的に設置する。

【解説】

1 設置箇所

消防自動車等の設置場所等は、消防自動車等による消火活動やその他の災害における救助活動等を行う際の指揮所等を設置するため、公道等から比較的近く、通信に支障の生じない位置に適切な広さで設置する。

2 規模

消防自動車の設置場所等は、過去の大规模な林野火災における消防自動車等による本格的な消火活動やその他の災害における救助活動等の実績を踏まえ、消防自動車や指揮所、燃料及び消火資機材等の保管場所の設置等に必要な広さを確保する。

3 構造

消防自動車の設置場所等は、盛土又は切土により築造するが、燃料や消火資機材等の搬入、消防自動車等の進入等を考慮し、必要に応じてコンクリート等による舗装を行うことも検討し、十分な支持力を有するように構築する。