

治山技術基準（昭和46年3月27日付け46林野治第648号林野庁長官通知）参考の一部改訂新旧対照表

（下線部は改訂部分）

改 訂 案	現 行
<p style="text-align: center;">第1編 ～ 第3編 （略）</p> <p style="text-align: center;">第4編 地すべり防止事業</p> <p style="text-align: center;">第1章 事業の定義及び目的</p> <p><u>〔参考〕</u></p> <p>1 （略）</p> <p>2 地すべりの分類 地すべりの分類には、一般に地質によるものと、運動形態によるものがある。 (1) 地質による分類（小出博、日本の地すべり、1955） 地質による分類は種々あるが、その代表的なものは次の<u>とおりである。</u> ① 第三紀層地すべり 第三紀層は、一般に固結度が低く、水を含みやすい。中でも泥岩、頁岩等の多くは、含水率が高く、新たに水を含めば軟弱になり、乾燥・湿潤の繰り返しにより、速やかに粘土化するといった岩質的特徴を示す。東北、北陸、山陰、<u>九州北部等</u>の日本海側の丘陵山地に分布する地すべりの大部分は、第三紀層地すべりである。 ② 破碎帯地すべり 破碎帯地すべりは、地殻の運動で岩石がひずみを受け、<u>砕けたり</u>、粘土化しやすくなっている地帯に起こる地すべりで、火成岩、古生層及び中生層に起こるものであり、糸魚川―静岡<u>構造線</u>及び中央構造線沿いに分布する地すべりが破碎帯地すべりである。 ③ （略）</p> <p>(2) 運動形態による分類 運動形態は、表1-1のように分類することができる。</p>	<p style="text-align: center;">第1編 ～ 第3編 （略）</p> <p style="text-align: center;">第4編 地すべり防止事業</p> <p style="text-align: center;">第1章 事業の定義及び目的</p> <p><u>〔参考〕</u></p> <p>1 （略）</p> <p>2 地すべりの分類 地すべりの分類には、一般に地質によるものと、運動形態によるものがある。 (1) 地質による分類（小出博、日本の地すべり、1955） 地質による分類は種々あるが、その代表的なものは次の<u>とおり。</u> ① 第三紀層地すべり 第三紀層は、一般に固結度が低く、水を含みやすい。中でも泥岩、頁岩等の多くは、含水率が高く、新たに水を含めば軟弱になり、乾燥・湿潤の繰り返しにより、速やかに粘土化するといった岩質的特徴を示す。東北、北陸、山陰、<u>北九州等</u>の日本海側の丘陵山地に分布する地すべりの大部分は、第三紀層地すべりである。 ② 破碎帯地すべり 破碎帯地すべりは、地殻の運動で岩石がひずみを受け、<u>ブロック化</u>、粘土化しやすくなっている地帯に起こる地すべりで、火成岩、古生層及び中生層に起こるものであり、糸魚川―静岡<u>構造</u>及び中央構造線沿いに分布する地すべりが破碎帯地すべりである。 ③ （略）</p> <p>(2) 運動形態による分類 運動形態は、表1-1のように分類することができる。</p>

治山技術基準（昭和46年3月27日付け46林野治第648号林野庁長官通知）参考の一部改訂新旧対照表

（下線部は改訂部分）

改 訂 案

現 行

表 1-1 運動形態による分類

対策を考える上で具体的に 必要な調査項目	地すべりのタイプ
① 移動速度又はすべり層の有無	崩壊性、地すべり性
② 移動土塊の攪乱の度合	崩壊型、地塊型
③ 移動の規則性	継続性、間歇的
④ 移動の顕在性	活動性、休眠性、潜在性
⑤ 移動速度及びせん断形式	飴動型ないし粘稠型、流動型
⑥ すべり面形状	板状型ないし層すべり型、 円弧すべり型、複合すべり型
⑦ 力の釣り合い条件	主働的、受働的、退行性、進行性
⑧ 基岩の走向傾斜との対比	走向型、斜向型、流れ盤型、受け盤型
⑨ 発生の主副	一次、二次
⑩ 発達形式	幼年形、青年形、壮年形、老年形
⑪ 水文地質条件	自由地下水型、被圧地下水型
<u>⑫ 発生形態</u>	<u>初生型、再活動型</u>

表 1-1 運動形態による分類

対策を考える上で具体的に 必要な調査項目	地すべりのタイプ
① 移動速度又はすべり層の有無	崩壊性、地すべり性
② 移動土塊の攪乱の度合	崩壊型、地塊型
③ 移動の規則性	継続性、間歇的
④ 移動の顕在性	活動性、休眠性、潜在性
⑤ 移動速度及びせん断形式	飴動型ないし粘稠型、流動型
⑥ すべり面形状	板状型ないし層すべり型、 円弧すべり型、複合すべり型
⑦ 力の釣り合い条件	主働的、受働的、退行性、進行性
⑧ 基岩の走向傾斜との対比	走向型、斜向型、流れ盤型、受け盤型
⑨ 発生の主副	一次、二次
⑩ 発達形式	幼年形、青年形、壮年形、老年形
⑪ 水文地質条件	自由地下水型、被圧地下水型
<u>⑫ 材料物質の種類</u>	<u>岩石すべり、土砂すべり、混合すべり</u>

治山技術基準（昭和46年3月27日付け46林野治第648号林野庁長官通知）参考の一部改訂新旧対照表

（下線部は改訂部分）

改 訂 案	現 行
-------	-----

3 地すべりと崩壊の違い

「地すべり」と「崩壊（崖崩れ）」の一般的な違いは、表1-2のとおりである。

表1-2 「地すべり」と「崩壊（崖崩れ）」の見方の例

項 目	地すべり	崩壊（崖崩れ）
地 質	特定の地質又は地質構造のところに多く発生する。	地質との関係は少ない。
土 質	主として粘性土をすべり面として滑動する。	砂質土（マサ、ヨナ、シラスなど）の中でも多く発生する。
地 形	5°～20°の緩傾斜地に発生し、特に上部に台地状の地形を持つ場合が多い。 地すべり地形顕著	20°以上の急傾斜地の0次谷、谷頭部に多く発生する。
滑動状況	継続性、再発性、時間依存性大	突発性があり、時間依存性小
移動速度	0.01mm/day～10mm/dayのものが多く、一般に速度は小さい。	10mm/day以上で、速度は極めて大きい。
土 塊	土塊の乱れは少なく、原形を保ちつつ動く場合が多い。	土塊はかく乱される。
誘 因	地下水による影響が大きく、被圧地下水等によって発生する場合が多い。	降雨、特に降雨強度に影響され、自由地下水によって発生する場合が多い。
規 模	1～100haで規模が大きい。	面積的規模が小さい。
兆 候	発生前に亀裂の発生、陥没、隆起、地下水の変動などが生ずる。	発生前の兆候が少なく、突発的に滑落してしまう。

（渡ら1971の表を駒村が改変1992）（一部修正）

〔新設〕

改 訂 案	現 行
-------	-----

第2章 地すべり調査解析

第1節 （略）

第2節 予備調査

2-1 （略）

2-2 調査の種類

〔参考〕

日本に分布する地すべりの多くは、再活動地すべりであることが多く、地形図から等高線の形態によりこうした地すべりの範囲を読み取ることができる場合がある。また、空中写真を立体視して地形の判読や植生の被覆状況、地質構造等の判読、さらには、航空レーザ測量データ等による微地形表現図（赤色立体地図^{※1}、CS立体図^{※2}等）を用いた地形の把握も可能である。

※1 「赤色立体地図」は、アジア航測株式会社の特許（第3670274号等）

※2 「CS立体図」は長野県林業総合センターが考案した図法

2-3 （略）

第3節 現地踏査

3-1 （略）

3-2 踏査

〔参考〕

1 地すべり地形の特徴

地すべりにより形成される地形は、以下に示すような特徴を有する。

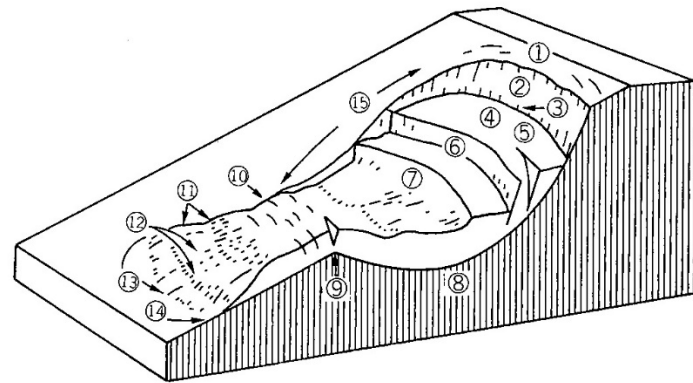


図2-2 地すべり各部の名称（D. J. Varnes 原図）

（出典）地すべり工学-理論と実践-（株）山海堂 H元.3 （一部修正）

第2章 地すべり調査解析

第1節 （略）

第2節 予備調査

2-1 （略）

2-2 調査の種類

〔参考〕

日本に分布する地すべりの多くは、再活動地すべりであることが多く、地形図から等高線の形態によりこうした地すべりの範囲を読みとることができる場合がある。また、空中写真を立体視して地形の判読や植生の被覆状況、地質構造等を判読することもできる。

2-3 （略）

第3節 現地踏査

3-1 （略）

3-2 踏査

〔参考〕

1 地すべり地形の特徴

地すべりにより形成される地形は、以下に示すような特徴を有する。

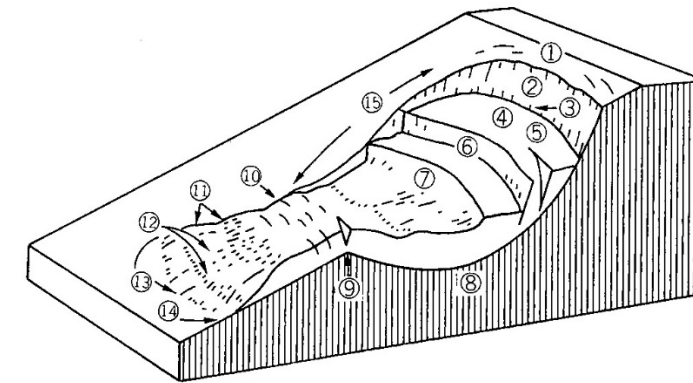


図2-2 地すべり各部の名称（D. J. Varnes 原図）

（出典）地すべり工学-理論と実践-（株）山海堂 H元.3

治山技術基準（昭和46年3月27日付け46林野治第648号林野庁長官通知）参考の一部改訂新旧対照表

（下線部は改訂部分）

改 訂 案	現 行
<p>①冠頭部(Crown)、②一次滑落崖(Main Scrap)、③頂点(Top)：移動土塊が一次滑落崖と接する最も高い地点、④頭部(Head)：一次滑落崖に接する上部土塊部分、⑤横断(引張り)亀裂(Transverse Crack)、⑥二次滑落崖(Minor Scrap)：これをはさんで上下小ブロックに区分される。⑦縦断断層帯(LongitudinalFault Zone)：これにより地すべりブロックがさらに左右いくつかの細ブロックに分割されることもある。⑧破断面(すべり面)(Surface of Rupture)、⑨脚部(Foot)：破壊面ともとの地表面とが交わる線で、埋もれている場合もある。⑩：横断亀裂(圧縮亀裂)、⑪横断鼻梁(Transverse Ridge)：隆起部、⑫放射状亀裂、⑬舌尖(Tip)：舌端部の先端、⑭舌端部(Toe)、⑮右側壁(Right Flank)</p> <p>2 地すべり地の植生 地すべり地内にある立木は、次のような特徴が見られることがある。 立枯れ、幹割れ、根曲り、浮出、傾倒(方向：山側、谷側、等高線沿い、斜向、背分け、放射状、不規則) また、<u>地すべりによって形成された窪地や陥没部分</u>には沼や湿地が生じることがあり、<u>そこには</u>沼や湿地特有の植生が侵入する。 一般に沼、湿原、湿地等に多く出現する植物は表2-1のとおりである。</p> <p style="text-align: center;">表 2-1 (略)</p> <p>3 (略)</p> <p>3-3 (略)</p> <p>第4節 地形測量 4-1 ・ 4-2 (略)</p> <p>4-3 航空レーザ測量 <u>[参考]</u> 1 <u>航空レーザ測量の種類の違いによる特徴</u> <u>小型飛行機やヘリコプターによる航空レーザ測量に比べ、UAVを活用した航空レーザ測量は、低高度による撮影となる。このため、高解像度のデータが取得でき、計測撮影範囲が狭い箇所では、短時間で計測ができ、低コストで実施することが可能である。</u></p> <p>2 <u>航空レーザ測量で取得できるデータ</u> (1) <u>オリジナルデータ</u> <u>地盤の高さだけでなく、建物や樹木の高さ等の情報が含まれている三次元座標値を持つ点群データ。オリジナルデータによる地球表面の高さのモデルを、数</u></p>	<p>①冠頭部(Crown)、②一次滑落崖(Main Scrap)、③頂点(Top)：移動土塊が一次滑落崖と接するもつとも高い地点、④頭部(Head)：一次滑落崖に接する上部土塊部分、⑤横断(引張り)亀裂(Transverse Crack)、⑥二次滑落崖(Minor Scrap)：これをはさんで上下小ブロックに区分される。⑦縦断断層帯(LongitudinalFault Zone)：これにより地すべりブロックがさらに左右いくつかの細ブロックに分割されることもある。⑧破壊面(Surface of Rupture)、⑨脚部(Foot)：破壊面ともとの地表面とが交わる線で、埋もれている場合もある。⑩：横断亀裂(圧縮亀裂)、⑪横断鼻梁(Transverse Ridge)：隆起部、⑫放射状亀裂、⑬舌尖(Tip)：舌端部の先端、⑭舌端部(Toe)、⑮右側壁(Right Flank)</p> <p>2 地すべり地の植生 地すべり地内にある立木は、次のような特徴が見られることがある。 立枯れ、幹割れ、根曲り、浮出、傾倒(方向：山側、谷側、等高線沿い、斜向、背分け、放射状、不規則) また、<u>地すべりの跡</u>には沼や湿地が生じることがあり、<u>そのため、</u>沼や湿地特有の植生が侵入する。 一般に沼、湿原、湿地等に多く出現する植物は表2-1のとおりである。</p> <p style="text-align: center;">表 2-1 (略)</p> <p>3 (略)</p> <p>3-3 (略)</p> <p>第4節 地形測量 4-1 ・ 4-2 (略)</p> <p>4-3 航空レーザ測量 <u>[新設]</u></p>

治山技術基準（昭和46年3月27日付け46林野治第648号林野庁長官通知）参考の一部改訂新旧対照表

（下線部は改訂部分）

改 訂 案	現 行
<p><u>値表層モデル(DSM: Digital Surface Model)という。</u></p> <p><u>(2) グラウンドデータ</u> <u>オリジナルデータから、建物や樹木等の地表面以外を取り除いた点群データ。</u> <u>グラウンドデータによる地盤の高さのモデルを、数値標高モデル(DEM: Digital Elevation Model)という。</u></p> <p>4 - 4 (略)</p> <p>第5節 土質・地質調査</p> <p>5 - 1 (略)</p> <p>5 - 2 物理探査</p> <p>5 - 2 - 1 総説</p> <p>[参考]</p> <p>地すべり調査では、上記の2つの方法以外に以下の方法も用いられることがある。</p> <p>1 地温探査</p> <p>地盤の相対的な温度差を利用して、地下水流動層の分布を把握<u>するもの</u>であり、地すべりの調査では一般に地下1mの地点で地温を計測する。</p> <p>2 . 3 (略)</p> <p>5 - 2 - 2 (略)</p> <p>5 - 2 - 3 電気探査</p> <p>[参考]</p> <p>1 高密度電気探査</p> <p>高密度電気探査は、多チャンネルの比抵抗測定器を用いて測線沿いに等間隔に多数点の電極を設置し、調査測線において、短時間で大量の地盤の比抵抗データを高密度に自動測定し、<u>見かけの比抵抗分布を求めた上で逆解析を行い</u>、地盤の真の比抵抗分布断面を求める探査方法である。</p> <p>高密度電気探査は、センサーをあらかじめ地山に密着固定するので比抵抗法に比べ測定精度が<u>良い</u>こと、有限要素法(FEM)、逆解析等の手法を用いて解析するので解析者の個人差が抑えられ解析精度が<u>良い</u>こと、電算化で比抵抗断面図の作成が容易であること等の利点を有する。</p> <p>2 主な岩石の比抵抗</p> <p>主な岩石の比抵抗は、図2-5 <u>を参考とされたい。</u></p>	<p>4 - 4 (略)</p> <p>第5節 土質・地質調査</p> <p>5 - 1 (略)</p> <p>5 - 2 物理探査</p> <p>5 - 2 - 1 総説</p> <p>[参考]</p> <p>地すべり調査では、上記の2つの方法以外に以下の方法も用いられることがある。</p> <p>1 地温探査</p> <p>地盤の相対的な温度差を利用して、地下水流動層の分布を把握<u>もの</u>であり、地すべりの調査では一般に地下1mの地点で地温を計測する。</p> <p>2 . 3 (略)</p> <p>5 - 2 - 2 (略)</p> <p>5 - 2 - 3 電気探査</p> <p>[参考]</p> <p>1 高密度電気探査</p> <p>高密度電気探査は、多チャンネルの比抵抗測定器を用いて測線沿いに等間隔に多数点の電極を設置し、調査測線において、短時間で大量の地盤の比抵抗データを高密度に自動測定し、<u>高密度解析により</u>地盤の真の比抵抗分布断面を求める探査方法である。</p> <p>高密度電気探査は、センサーをあらかじめ地山に密着固定するので比抵抗法に比べ測定精度が<u>よい</u>こと、有限要素法(FEM)、逆解析等の手法を用いて解析するので解析者の個人差が抑えられ解析精度が<u>よい</u>こと、電算化で比抵抗断面図の作成が容易であること等の利点を有する。</p> <p>2 主な岩石の比抵抗</p> <p>主な岩石の比抵抗は、図2-5 <u>のとおりである。</u></p>

治山技術基準（昭和46年3月27日付け46林野治第648号林野庁長官通知）参考の一部改訂新旧対照表

（下線部は改訂部分）

改 訂 案	現 行
<p style="text-align: center;">図 2-5 （略）</p> <p>5-3 ボーリング調査 5-3-1 総説 〔参考〕</p> <p>1 地質柱状図様式、試錐日報解析図の例</p> <p>(1) 地質柱状図の記載事項</p> <p>① 地質柱状図には、次の該当事項を記載する。 地区名、調査年度、調査地点番号、担当技術者名、ボーリング<u>機械名</u>、柱状記号、地質・土質名、色調、硬軟、コア採取率、RQD、孔内水位、送水・排水量、湧水・漏水の位置とその量、パイプひずみ計等孔内観測機器設置位置、土質<u>試料</u>採取位置、観察事項、その他必要事項</p> <p>② 観察事項の内容は、次の<u>とおりである。</u> 移動層の性状、含まれる礫種、礫径、礫質、円磨度、含有率等、含水量（乾いた、湿った、飽和した）、すべり面粘土の産状、基岩層の亀裂・破碎・風化状況、孔内変状（崩壊、孔曲り、ガスの存在、地温の急変等）</p> <p>(2) 試錐日報解析図の記載事項と解析</p> <p>① （略）</p> <p>② 解析は、掘削区間毎に行い、地層の透水性、帯水性を判定する。</p> <p style="text-align: center;">図 2-6 （略）</p>	<p style="text-align: center;">図 2-5 （略）</p> <p>5-3 ボーリング調査 5-3-1 総説 〔参考〕</p> <p>1 地質柱状図様式、試錐日報解析図の例</p> <p>(1) 地質柱状図の記載事項</p> <p>① 地質柱状図には、次の該当事項を記載する。 地区名、調査年度、調査地点番号、担当技術者名、ボーリング<u>機械工名</u>、柱状記号、地質・土質名、色調、硬軟、コア採取率、RQD、孔内水位、送水・排水量、湧水・漏水の位置とその量、パイプひずみ計等孔内観測機器設置位置、土質<u>資料</u>、採取位置、観察事項、その他必要事項</p> <p>② 観察事項の内容は、次の<u>とおり。</u> 移動層の性状、含まれる礫種、礫径、礫質、円磨度、含有率等、含水量（乾いた、湿った、飽和した）、すべり面粘土の産状、基岩層の亀裂・破碎・風化状況、孔内変状（崩壊、孔曲り、ガスの存在、地温の急変等）</p> <p>(2) 試錐日報解析図の記載事項と解析</p> <p>① （略）</p> <p>② 解析は、掘削区間毎に行い、地層の透水性、帯水性を判定する。</p> <p style="text-align: center;">図 2-6 （略）</p>

改 訂 案	現 行
-------	-----

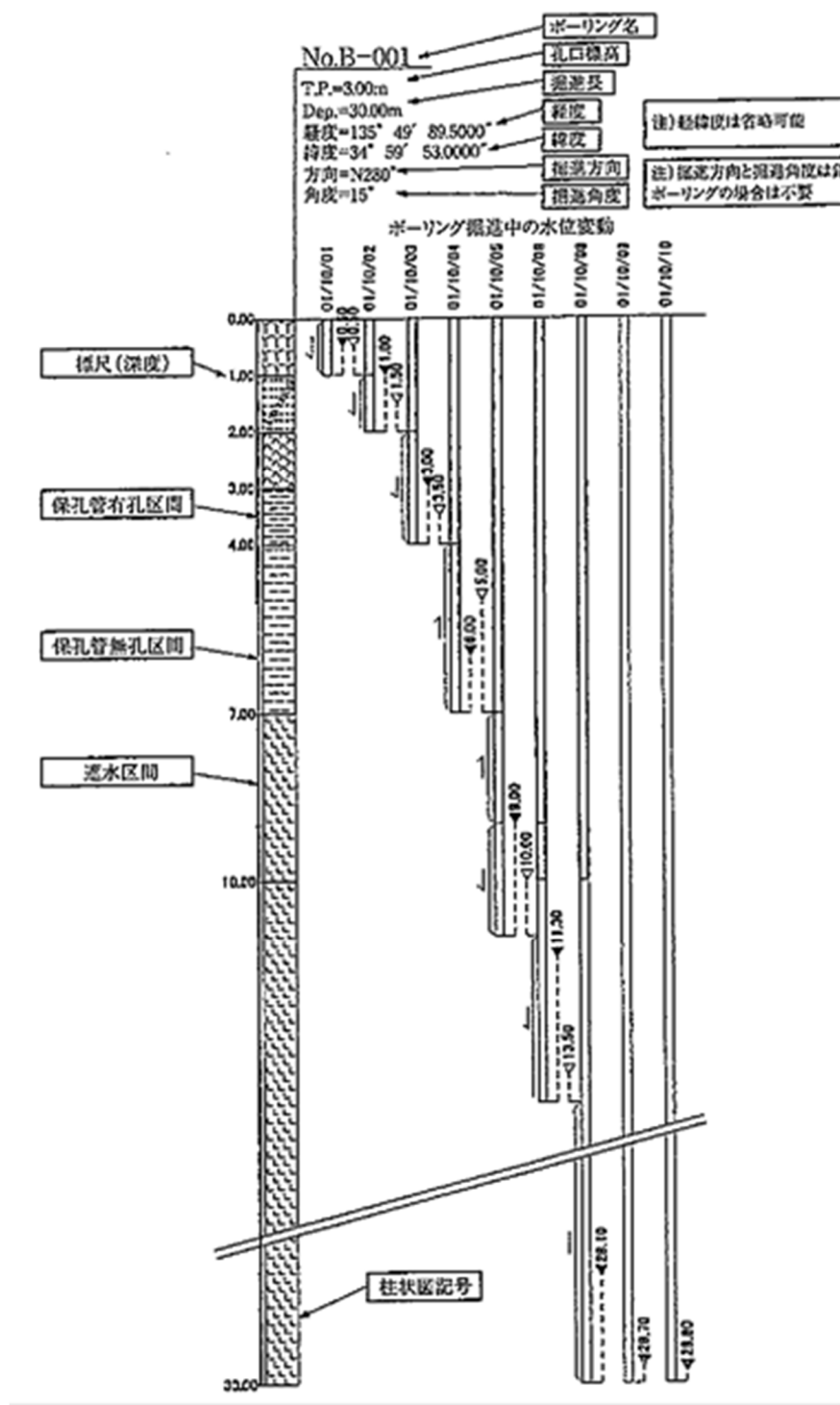


図 2-7 試錐日報解析図の例
 (出典) 土木研究所資料第 3868 号

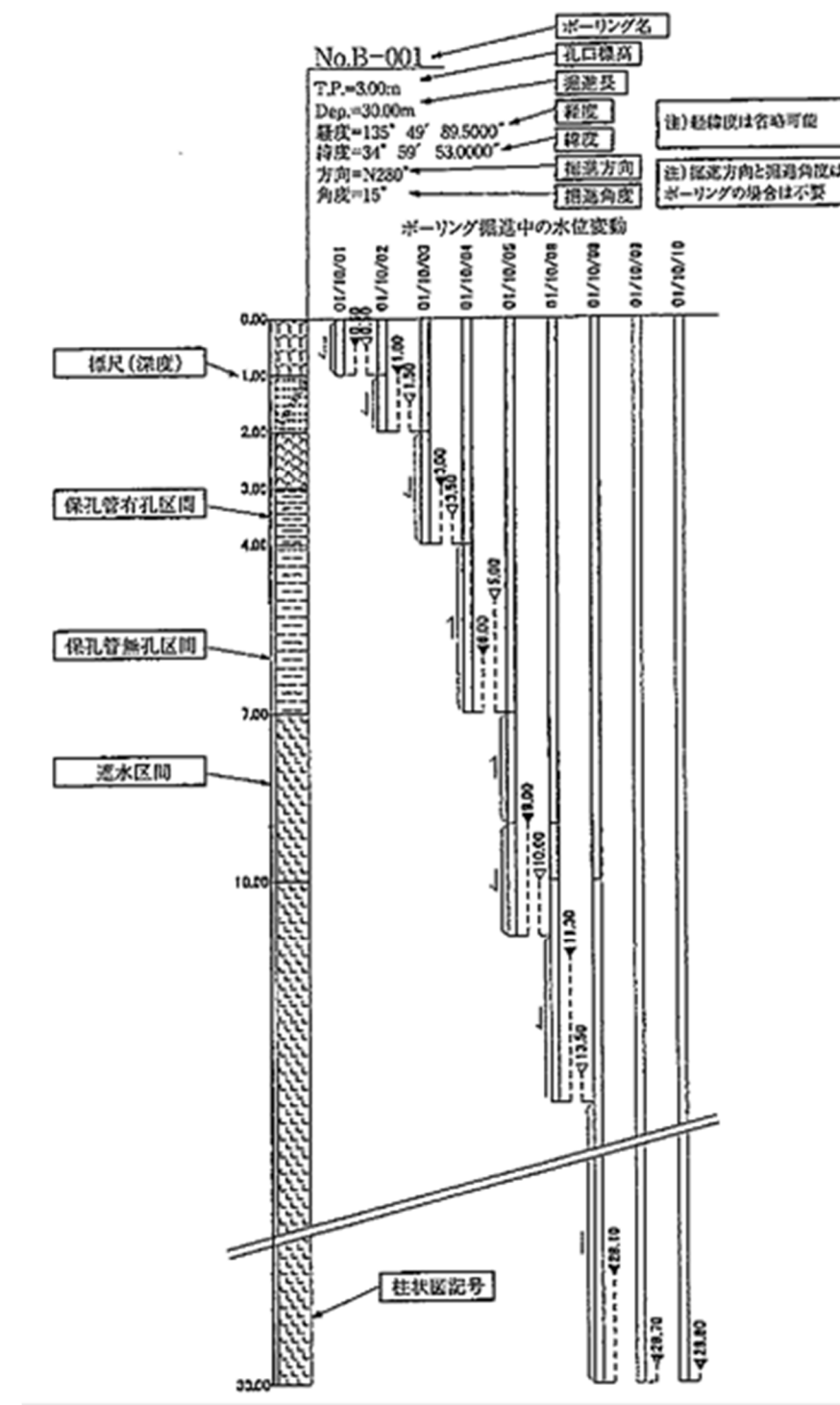


図 2-7 試錐日報解析図の例

2 (略)

3 ボアホールテレビュア (BHTV)
 (略)

2 (略)

3 ボアホールテレビュア
 (略)

治山技術基準（昭和46年3月27日付け46林野治第648号林野庁長官通知）参考の一部改訂新旧対照表

（下線部は改訂部分）

改 訂 案	現 行																																																
<p>5-3-2 (略)</p> <p>5-4 サウンディング調査</p> <p>5-4-1 (略)</p> <p>5-4-2 標準貫入試験 〔参考〕</p> <p>1 (略)</p> <p>2 標準貫入試験等により求めたN値から水平地盤反力係数を求める実験式 N値から水平地盤反力係数 (k_h) を <u>求める</u> 実験式が提案されており、代表例を以下に示す。 (1)・(2) (略)</p> <p>3 (略)</p> <p>5-5 土質・岩石試験</p> <p>5-5-1 総説 〔参考〕</p> <p>1 土質試験の種類 土質試験の種類は、以下に示すものが一般に用いられる。</p> <p style="text-align: center;">表 2-5 物理試験の種類</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>試験の種類</th> <th>試験の目的及び適用</th> <th>求める物理量</th> <th>摘要</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>①土粒子の密度試験</td> <td>粒度試験に必要</td> <td>土粒子の密度 ρ_s</td> <td>JIS A 1202</td> </tr> <tr> <td>②土の粒度試験 ア ふるい分け イ 比重計による分析</td> <td>粒度分布を求める。</td> <td>粒度分布 均等係数 U_c</td> <td>JIS A 1204</td> </tr> <tr> <td>③土の含水比試験</td> <td>含水比を求める</td> <td>含水比 w</td> <td>JIS A 1203</td> </tr> <tr> <td>④土の湿潤密度試験</td> <td>粘着性の土に対して求める。</td> <td>湿潤密度 ρ_t 乾燥密度 ρ_d</td> <td>JIS A 1225</td> </tr> <tr> <td>⑤コンシステンシー ア 液性限界 イ 塑性限界</td> <td>土の分類、土の性質の予備的試験</td> <td>液性限界 塑性限界</td> <td>JIS A 1205</td> </tr> </tbody> </table>	試験の種類	試験の目的及び適用	求める物理量	摘要	①土粒子の密度試験	粒度試験に必要	土粒子の密度 ρ_s	JIS A 1202	②土の粒度試験 ア ふるい分け イ 比重計による分析	粒度分布を求める。	粒度分布 均等係数 U_c	JIS A 1204	③土の含水比試験	含水比を求める	含水比 w	JIS A 1203	④土の湿潤密度試験	粘着性の土に対して求める。	湿潤密度 ρ_t 乾燥密度 ρ_d	JIS A 1225	⑤コンシステンシー ア 液性限界 イ 塑性限界	土の分類、土の性質の予備的試験	液性限界 塑性限界	JIS A 1205	<p>5-3-2 (略)</p> <p>5-4 サウンディング調査</p> <p>5-4-1 (略)</p> <p>5-4-2 標準貫入試験 〔参考〕</p> <p>1 (略)</p> <p>2 標準貫入試験等により求めたN値から水平地盤反力係数を求める実験式 N値から水平地盤反力係数 (k_h) を <u>求める求める</u> 実験式が提案されており、代表例を以下に示す。 (1)・(2) (略)</p> <p>3 (略)</p> <p>5-5 土質・岩石試験</p> <p>5-5-1 総説 〔参考〕</p> <p>1 土質試験の種類 土質試験の種類は、以下に示すものが一般に用いられる。</p> <p style="text-align: center;">表 2-5 物理試験の種類</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>試験の種類</th> <th>試験の目的及び適用</th> <th>求める物理量</th> <th>摘要</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>①土粒子の密度試験</td> <td>粒度試験に必要</td> <td>土粒子の密度 ρ_s</td> <td>JIS A 1202</td> </tr> <tr> <td>②土の粒度試験 ア ふるい分け イ 比重計による分析</td> <td>粒度分布を求める。</td> <td>粒度分布 均等係数 U_c</td> <td>JIS A 1204</td> </tr> <tr> <td>③土の含水比試験</td> <td>含水比を求める</td> <td>含水比 w</td> <td>JIS A 1203</td> </tr> <tr> <td>④土の湿潤密度試験</td> <td>粘着性の土に対して求める。</td> <td>湿潤密度 ρ_t 乾燥密度 ρ_d</td> <td>JIS A 1225</td> </tr> <tr> <td>⑤コンシステンシー ア 液性限界 イ 塑性限界</td> <td>土の分類、土の性質の予備的試験</td> <td>液性限界 塑性限界</td> <td>JIS A 1205 <u>JIS A 1205</u></td> </tr> </tbody> </table>	試験の種類	試験の目的及び適用	求める物理量	摘要	①土粒子の密度試験	粒度試験に必要	土粒子の密度 ρ_s	JIS A 1202	②土の粒度試験 ア ふるい分け イ 比重計による分析	粒度分布を求める。	粒度分布 均等係数 U_c	JIS A 1204	③土の含水比試験	含水比を求める	含水比 w	JIS A 1203	④土の湿潤密度試験	粘着性の土に対して求める。	湿潤密度 ρ_t 乾燥密度 ρ_d	JIS A 1225	⑤コンシステンシー ア 液性限界 イ 塑性限界	土の分類、土の性質の予備的試験	液性限界 塑性限界	JIS A 1205 <u>JIS A 1205</u>
試験の種類	試験の目的及び適用	求める物理量	摘要																																														
①土粒子の密度試験	粒度試験に必要	土粒子の密度 ρ_s	JIS A 1202																																														
②土の粒度試験 ア ふるい分け イ 比重計による分析	粒度分布を求める。	粒度分布 均等係数 U_c	JIS A 1204																																														
③土の含水比試験	含水比を求める	含水比 w	JIS A 1203																																														
④土の湿潤密度試験	粘着性の土に対して求める。	湿潤密度 ρ_t 乾燥密度 ρ_d	JIS A 1225																																														
⑤コンシステンシー ア 液性限界 イ 塑性限界	土の分類、土の性質の予備的試験	液性限界 塑性限界	JIS A 1205																																														
試験の種類	試験の目的及び適用	求める物理量	摘要																																														
①土粒子の密度試験	粒度試験に必要	土粒子の密度 ρ_s	JIS A 1202																																														
②土の粒度試験 ア ふるい分け イ 比重計による分析	粒度分布を求める。	粒度分布 均等係数 U_c	JIS A 1204																																														
③土の含水比試験	含水比を求める	含水比 w	JIS A 1203																																														
④土の湿潤密度試験	粘着性の土に対して求める。	湿潤密度 ρ_t 乾燥密度 ρ_d	JIS A 1225																																														
⑤コンシステンシー ア 液性限界 イ 塑性限界	土の分類、土の性質の予備的試験	液性限界 塑性限界	JIS A 1205 <u>JIS A 1205</u>																																														

治山技術基準（昭和46年3月27日付け46林野治第648号林野庁長官通知）参考の一部改訂新旧対照表

（下線部は改訂部分）

改 訂 案	現 行
-------	-----

表 2-6 力学試験の種類

性質	試験の種類	用いる試料	求められる値
締め固めの性質	突き固めによる土の締め固め試験 JIS A 1210	乱した	最適含水比 最大乾燥密度
	CBR試験 JIS A 1211	乱した (乱さない)	CBR値 (設計CBR、修正CBR)
土の圧縮性	土の圧密試験 JIS A1217、1227	乱さない	圧密降伏応力、圧縮指数、 体積圧縮係数、圧密係数
土の強さ	土の一面せん断試験 JGS 0560、0561	乱さない	せん断抵抗角 粘着力
	土の三軸圧縮試験 JGS 0520～0524	乱さない	せん断抵抗角 粘着力
	土の一軸圧縮試験 JIS A 1216	乱さない	一軸圧縮強さ 変形係数
土の透水性	土の透水試験 JIS A 1218	乱した (乱さない)	透水係数

JIS:日本産業規格 JGS:地盤工学会基準

表 2-7 (略)

2・3 (略)

5-5-2 (略)

5-6・5-7 (略)

第6節 地下水調査

6-1 総説

[参考]

地下水の形態

地下水の形態は、貯留されている形態により地層水と裂か水に分類され、また、被圧の有無等によって自由地下水、不圧地下水、被圧地下水、有圧地下水及び宙水とに分類される。

1～6 (略)

7 宙水

地域的な広がりを持つ地下水面と地表面との間(土壌帯)に、粘土層等の不透水層が局所的にレンズ状に介在するとその上に自由地下水の本体と分離した形で局所的に自由地下水が形成されているものをいう。

6-2 (略)

表 2-6 力学試験の種類

性質	試験の種類	用いる試料	求められる値
締め固めの性質	突き固めによる土の締め固め試験 JIS A 1210	乱した	最適含水比 最大乾燥密度
	CBR試験 JIS A 1211	乱した (乱さない)	CBR値 (設計CBR、修正CBR)
土の圧縮性	土の圧密試験 JIS A1217、1227	乱さない	圧密降伏応力、圧縮指数、 体積圧縮係数、圧密係数
土の強さ	土の一面せん断試験 JGS 0560、0561	乱さない	せん断抵抗角 粘着力
	土の三軸圧縮試験 JGS 0520～0524	乱さない	せん断抵抗角 粘着力
	土の一軸圧縮試験 JIS A 1216	乱さない	一軸圧縮強さ 変形係数
土の透水性	土の透水試験 JIS A 1218	乱した (乱さない)	透水係数

JIS:日本工業規格 JGS:地盤工学会規準

表 2-7 (略)

2・3 (略)

5-5-2 (略)

5-6・5-7 (略)

第6節 地下水調査

6-1 総説

[参考]

地下水の形態

地下水の形態は、貯留されている形態により地層水と裂か水に分類され、また、被圧の有無等によって自由地下水、不圧地下水、被圧地下水、有圧地下水及び宙水とに分類される。

1～6 (略)

7 宙水

地域的な広がりをもつ地下水面と地表面との間(土壌帯)に、粘土層等の不透水層が局所的にレンズ状に介在するとその上に自由地下水の本体と分離した形で局所的に自由地下水が形成されているものをいう。

6-2 (略)

治山技術基準（昭和46年3月27日付け46林野治第648号林野庁長官通知）参考の一部改訂新旧対照表

（下線部は改訂部分）

改 訂 案	現 行
<p>6-3 間隙水圧調査 〔参考〕 地下水位と地すべりとの関係 地下水位とは、地下水がある状態でもっている圧力水頭と位置水頭の合計を高さで表わしたものをいい、次の式で表わされる。</p> $h = P / \gamma_w + Z \quad \langle 2-6-1 \rangle$ <p>ここで、 h：地下水位 <u>(m)</u> P：地下水圧 <u>(kN/m²)</u> Z：基準面からの高さ <u>(m)</u> γ_w：水の単位体積重量 <u>(kN/m³)</u></p> <p>また、地すべりのすべり面充填物のせん断強さ（τ）と垂直応力（σ）との関係は次の式で表わされる。</p> $\tau = c + (\sigma - u) \tan \phi \quad \langle 2-6-2 \rangle$ <p>ここで、 c：粘着力 <u>(kN/m²)</u> ϕ：せん断抵抗角 <u>(°)</u>（粘土の場合では含水量によって著しく変化することがあり、c'、ϕ'とダッシュをつけ、有効応力による粘着力、せん断抵抗角と呼んで区別することがある。） u：間隙水圧 <u>(kN/m²)</u> （以下略）</p> <p>6-4 ・ 6-5 （略）</p> <p>6-6 簡易揚水試験 〔参考〕 回復法による透水係数の算定は、時間と水位との測定記録から次式を用いて行う。</p> <p style="text-align: center;">図 2-8 （略）</p> $k = \frac{(2.3)^2 R_w^2}{2L(t_2 - t_1)} \log \left(\frac{L}{r_w} \right) \log \left(\frac{h_1}{h_2} \right) \quad \langle 2-6-3 \rangle$	<p>6-3 間隙水圧調査 〔参考〕 地下水位と地すべりとの関係 地下水位とは、地下水がある状態でもっている圧力水頭と位置水頭の合計を高さで表わしたものをいい、次の式で表わされる。</p> $h = P / \gamma_w + Z \quad \langle 2-6-1 \rangle$ <p>ここで、 h：地下水位 P：地下水圧 Z：基準面からの高さ γ_w：水の単位体積重量</p> <p>また、地すべりのすべり面充填物のせん断強さ（τ）と垂直応力（σ）との関係は次の式で表わされる。</p> $\tau = c + (\sigma - u) \tan \phi \quad \langle 2-6-2 \rangle$ <p>ここで、 c：粘着力 ϕ：せん断抵抗角（粘土の場合では含水量によって著しく変化することがあり、c'、ϕ'とダッシュをつけ、有効応力による粘着力、せん断抵抗角と呼んで区別することがある。） u：間隙水圧 （以下略）</p> <p>6-4 ・ 6-5 （略）</p> <p>6-6 簡易揚水試験 〔参考〕 回復法による透水係数の算定は、時間と水位との測定記録から次式を用いて行う。</p> <p style="text-align: center;">図 2-8 （略）</p> $k = \frac{(2.3)^2 R_w^2}{2L(t_2 - t_1)} \log \left(\frac{L}{r_w} \right) \log \left(\frac{h_1}{h_2} \right) \quad \langle 2-6-3 \rangle$

治山技術基準（昭和46年3月27日付け46林野治第648号林野庁長官通知）参考の一部改訂新旧対照表

（下線部は改訂部分）

改 訂 案	現 行
<p>ここで、 k : 透水係数 <u>(cm/s)</u> R_w : ケーシングの内径半径 <u>(cm)</u> t₁ : 測定開始時間 <u>(s)</u> t₂ : 測定終了時間 <u>(s)</u> h₁ : 測定開始水位(自然水位から) <u>(cm)</u> h₂ : 測定終了水位(自然水位から) <u>(cm)</u> L : 先端試験区間長 <u>(cm)</u> r_w : 先端試験区間の外径半径 <u>(cm)</u></p> <p>6-7 揚水試験 [参考] 1 揚水試験の解析 揚水試験の解析方法は数多くあるが、Thiem(ティーム)の式は次のとおりである。 境界面がなく単独井の場合の式が基本形である。 (1) 境界面がない場合の式(基本形) ① 自由地下水 $Q = \pi k (H^2 - h_w^2) / \ln(R/r_w) \quad \langle 2-6-4 \rangle$ $\pi k (H^2 - h^2) = Q \cdot \ln(R/r)$ ここで、 Q : 完全井の揚水量 <u>(cm³/s)</u> k : 透水係数 <u>(cm/s)</u> H : 原水位高 <u>(cm)</u> h_w : 井戸水位高 <u>(cm)</u> h : 井戸中心から r 離れた任意の点 P(x, y)での水位高 <u>(cm)</u> R : 影響半径 <u>(cm)</u> r_w : 井戸半径 <u>(cm)</u> r : 井戸中心からの距離 <u>(cm)</u> ② 被圧地下水 $Q = 2\pi T(H - h_w) / \ln(R/r_w) \quad \langle 2-6-5 \rangle$ $2\pi T(H - h) = Q \cdot \ln(R/r)$ ここで、 T : 透水量係数 = kb_w <u>(cm²/s)</u> b_w : 被圧帯水厚 <u>(cm)</u></p> <p>地すべり地の場合、被圧地下水が一般的である。</p>	<p>ここで、 k : 透水係数 R_w : ケーシングの内径半径 t₁ : 測定開始時間 t₂ : 測定終了時間 h₁ : 測定開始水位(自然水位から) h₂ : 測定終了水位(自然水位から) L : 先端試験区間長 r_w : 先端試験区間の外径半径</p> <p>6-7 揚水試験 [参考] 1 揚水試験の解析 揚水試験の解析方法は数多くあるが、Thiem(ティーム)の式は次のとおりである。 境界面がなく単独井の場合の式が基本形である。 (1) 境界面がない場合の式(基本形) ① 自由地下水 $Q = \pi k (H^2 - h_w^2) / \ln(R/r_w) \quad \langle 2-6-4 \rangle$ $\pi k (H^2 - h^2) = Q \cdot \ln(R/r)$ ここで、 Q : 完全井の揚水量 k : 透水係数 H : 原水位高 h_w : 井戸水位高 h : 井戸中心から r 離れた任意の点 P(x, y)での水位高 R : 影響半径 r_w : 井戸半径 r : 井戸中心からの距離 ② 被圧地下水 $Q = 2\pi T(H - h_w) / \ln(R/r_w) \quad \langle 2-6-5 \rangle$ $2\pi T(H - h) = Q \cdot \ln(R/r)$ ここで、 T : 透水量係数 = kb_w b_w : 被圧帯水厚</p> <p>地すべり地の場合、被圧地下水が一般的である。</p>

治山技術基準（昭和46年3月27日付け46林野治第648号林野庁長官通知）参考の一部改訂新旧対照表

（下線部は改訂部分）

改 訂 案	現 行
<p>(2) 境界面が一つの場合</p> <p>① 片側不透水壁の場合</p> <p>ア 自由地下水</p> $Q = \pi k (H^2 - h_w^2) / \ln(R^2 / 2a_1 r_w) \quad \langle 2-6-6 \rangle$ $\pi k (H^2 - h^2) = Q \cdot [\ln(R/d_1) + \ln(R/d_2)]$ <p>ここで、</p> <p>a_1 : 実井中心から不透水壁までの距離 <u>(cm)</u></p> <p>d_1 : $[x^2 + y^2]^{1/2}$ 実井からの距離 <u>(cm)</u></p> <p>d_2 : $[x^2 + (2a_1 - y)^2]^{1/2}$ 虚井からの距離 <u>(cm)</u></p> <p>イ (略)</p> <p>② (略)</p> <p>この他、群井の場合や互いに直交、又は平行する二つの境界面の式などが提案されている。</p> <p>2 (略)</p> <p>6-8 ~ 6-10 (略)</p> <p>第7節 地表移動量調査</p> <p>7-1 総説 (略)</p> <p>7-2 標識観測</p> <p>[参考]</p> <p>標柱・標識観測の方法</p> <p>地すべり調査では、次の方法が一般に用いられる。</p> <p>1・2 (略)</p> <p>3 空中写真</p> <p>地すべり地内外に測標を設定して、<u>小型飛行機・ヘリコプター・UAV等から空中写真を撮影し</u>、一定期間後に再撮影したもの又は図化した地形図との比較により移動量を把握する。この場合、空中写真の縮尺は、地すべり移動の激しい場合は3000分の1～5000分の1、移動の少ない場合は500分の1～1000分の1（ヘリコプターによる撮影）とする場合が多い。</p>	<p>(2) 境界面が一つの場合</p> <p>① 片側不透水壁の場合</p> <p>ア 自由地下水</p> $Q = \pi k (H^2 - h_w^2) / \ln(R^2 / 2a_1 r_w) \quad \langle 2-6-6 \rangle$ $\pi k (H^2 - h^2) = Q \cdot [\ln(R/d_1) + \ln(R/d_2)]$ <p>ここで、</p> <p>a_1 : 実井中心から不透水壁までの距離</p> <p>d_1 : $[x^2 + y^2]^{1/2}$ 実井からの距離</p> <p>d_2 : $[x^2 + (2a_1 - y)^2]^{1/2}$ 虚井からの距離</p> <p>イ (略)</p> <p>② (略)</p> <p>この他、群井の場合や互いに直交、又は平行する二つの境界面の式などが提案されている。</p> <p>2 (略)</p> <p>6-8 ~ 6-10 (略)</p> <p>第7節 地表移動量調査</p> <p>7-1 総説 (略)</p> <p>7-2 標識観測</p> <p>[参考]</p> <p>標柱・標識観測の方法</p> <p>地すべり調査では、次の方法が一般に用いられる。</p> <p>1・2 (略)</p> <p>3 空中写真</p> <p>地すべり地内外に測標を設定して<u>空中写真を撮影し</u>、一定期間後に再撮影したもの又は図化した地形図との比較により移動量を把握する。この場合、空中写真の縮尺は、地すべり移動の激しい場合は3000分の1～5000分の1、移動の少ない場合は500分の1～1000分の1（ヘリコプターによる撮影）とする場合が多い。</p>

治山技術基準（昭和46年3月27日付け46林野治第648号林野庁長官通知）参考の一部改訂新旧対照表

（下線部は改訂部分）

改 訂 案	現 行
<p>4 <u>G N S S 測 量</u> <u>地すべり地外と地すべり地内に設置したG N S S受信機の相対位置を高精度に求める測量方法である。また、電子基準点から作成された補正情報を取得することでリアルタイムに高精度の位置を求めることができるネットワーク型R K T（リアル・キネマティック）法等の活用も進んでいる。</u></p> <p>5 <u>L P 測 量</u> <u>L P（レーザプロファイラ）測量は、レーザを地表面に照射し、特徴のある地物又は標識を基に、地すべりの移動状況を把握するために行う。レーザ測距装置をU A V等に搭載し、空中から計測する方法や地上に設置して計測する方法がある。定期的に地表面の観測を行い、観測点の差分解析（計測時期の異なるD E Mデータを利用）を行う事で、地表面の変動を把握することが可能となる。</u></p> <p>7 - 3 ~ 7 - 5 （略）</p> <p>第 8 節 ・ 第 9 節 （略）</p> <p>第 1 0 節 機 構 解 析 1 0 - 1 ~ 1 0 - 5 （略）</p> <p>1 0 - 6 安 定 解 析 1 0 - 6 - 1 （略）</p> <p>1 0 - 6 - 2 安 定 解 析 の 方 法 及 び 種 類 [参考] （略）</p> <p>1 被 圧（有 圧）地 下 水 対 応 の 二 次 元 安 定 解 析 式 <u>被 圧（有 圧）地 下 水 対 応 の 代 表 的 な 二 次 元 安 定 解 析 式 は、次 の <u>と お り で あ る。</u></u></p> <p>(1) 簡 易 Janbu（ヤ ン ブ） 式 非 円 弧 す べ り 対 応 の 安 定 解 析 式 は 多 数 提 案 さ れ て い る が、代 表 的 な 式 と し て 簡 易 Janbu 式 が あ る。簡 易 Janbu 式 は 実 用 的 な 計 算 精 度 を 持 ち、簡 易 な 安 定 解 析 式 と し て 広 く 利 用 さ れ て い る。</p> $F = f_0 \frac{1}{\sum W \tan \alpha + Q} \sum \frac{c' b + (W - ub) \tan \phi'}{n_\alpha}$ $n_\alpha = \cos^2 \alpha (1 + \tan \alpha \cdot \tan \phi' / F) \quad \langle 2-10-1 \rangle$ $f_0 \cong \left[50 \frac{d}{L} \right]^{1/33.6}$	<p>4 <u>G P S 測 量</u> <u>一般に、静的干渉測位法と呼ばれる方法が用いられる。これは、地すべり地外と地すべり地内に設置したG P S受信機で4個以上の衛星からの電波を受信し、その位相差から受信機器の相対位置を高精度に求める測量方法である。</u></p> <p><u>[新設]</u></p> <p>7 - 3 ~ 7 - 5 （略）</p> <p>第 8 節 ・ 第 9 節 （略）</p> <p>第 1 0 節 機 構 解 析 1 0 - 1 ~ 1 0 - 5 （略）</p> <p>1 0 - 6 安 定 解 析 1 0 - 6 - 1 （略）</p> <p>1 0 - 6 - 2 安 定 解 析 の 方 法 及 び 種 類 [参考] （略）</p> <p>1 被 圧（有 圧）地 下 水 対 応 の 二 次 元 安 定 解 析 式 <u>被 圧（有 圧）地 下 水 対 応 の 代 表 的 な 二 次 元 安 定 解 析 式 は、次 の <u>と お り。</u></u></p> <p>(1) 簡 易 Janbu（ヤ ン ブ） 式 非 円 弧 す べ り 対 応 の 安 定 解 析 式 は 多 数 提 案 さ れ て い る が、代 表 的 な 式 と し て 簡 易 Janbu 式 が あ る。簡 易 Janbu 式 は 実 用 的 な 計 算 精 度 を 持 ち、簡 易 な 安 定 解 析 式 と し て 広 く 利 用 さ れ て い る。</p> $F = f_0 \frac{1}{\sum W \tan \alpha + Q} \sum \frac{c b + (W - ub) \tan \phi'}{n_\alpha}$ $n_\alpha = \cos^2 \alpha (1 + \tan \alpha \cdot \tan \phi' / F) \quad \langle 2-10-1 \rangle$ $f_0 \cong \left[50 \frac{d}{L} \right]^{1/33.6}$

治山技術基準（昭和46年3月27日付け46林野治第648号林野庁長官通知）参考の一部改訂新旧対照表

（下線部は改訂部分）

改 訂 案	現 行
<p>ここで、f_0：修正係数、ただし、$d/L \leq 0.02$ 以下では $f_0 = 1.0$ Q：作用する水平力（kN/m） W：スライスの重量 <u>(kN/m)</u> α：すべり面傾斜角（°） c'：粘着力 <u>(kN/m²)</u> b：細片の幅（m） u：平均間隙水圧 <u>(kN/m²)</u> ϕ'：せん断抵抗角（°） L：舌端部と冠頭部亀裂の深さの点を結んだ直線長 <u>(m)</u> d：LとLに平行でかつすべり面に接する直線との間の距離 <u>(m)</u></p> <p style="text-align: center;">図 2-10 （略）</p> <p>(2) SHIN-Janbu（シン-ヤンプ）法 岩盤地すべりにおける陥没帯の形成過程を模式的に示すと図 2-11 のようになる。SHIN-Janbu 法は、岩盤地すべりにおける陥没帯の形成過程の各段階に応じてすべり面のせん断抵抗や陥没帯内の地下水圧の影響が変化することを考慮して、Janbu 式を改良したものであり、その代表的な式として初動すべりの式と一体すべりの式について示す。</p> <p style="text-align: center;">図 2-11 （略）</p> <p>ア 岩盤初動すべり 初動すべりは陥没帯形成過程の初期段階であり、主滑落崖でのせん断抵抗が十分に発揮されていない状態の安定解析式である。 図 2-12 において、①面 a-a' に水圧 V が作用する、②面 a-a' にはせん断抵抗が働かない、③細片 n の有効重量は細片 (n-1) と合体させて細片 (n-1) のすべり面に働くこととする。</p> $F = f_0 \frac{\sum_{i=1}^{n-1} \left[\frac{cb + (W - ub)\tan\phi'}{n\alpha} \right] + \frac{W_n \tan\phi'}{n\alpha_{n-1}}}{\sum_{i=1}^{n-1} (W \tan\alpha) + W_n \tan\alpha_{n-1} + Q} \quad \langle 2-10-2 \rangle$ <p>ここで、W_n：スライス n の重量（kN/m²） W_n'：スライス n の有効重量 = $W_n - V \cdot \cos\theta$（kN/m²）</p>	<p>ここで、f_0：修正係数、ただし、$d/L \leq 0.02$ 以下では $f_0 = 1.0$ Q：作用する水平力（kN/m） W：スライスの重量 α：すべり面傾斜角（°） c'：粘着力 b：細片の幅（m） u：平均間隙水圧 ϕ'：せん断抵抗角（°） L：舌端部と冠頭部亀裂の深さの点を結んだ直線長 d：LとLに平行でかつすべり面に接する直線との間の距離</p> <p style="text-align: center;">図 2-10 （略）</p> <p>(2) SHIN-Janbu（シン-ヤンプ）法 岩盤地すべりにおける陥没帯の形成過程を模式的に示すと図 2-11 のようになる。SHIN-Janbu 法は、岩盤地すべりにおける陥没帯の形成過程の各段階に応じてすべり面のせん断抵抗や陥没帯内の地下水圧の影響が変化することを考慮して、Janbu 式を改良したものであり、その代表的な式として初動すべりの式と一体すべりの式について示す。</p> <p style="text-align: center;">図 2-11 （略）</p> <p>ア 岩盤初動すべり 初動すべりは陥没帯形成過程の初期段階であり、主滑落崖でのせん断抵抗が十分に発揮されていない状態の安定解析式である。 図 2-12 において、①面 a-a' に水圧 V が作用する、②面 a-a' にはせん断抵抗が働かない、③細片 n の有効重量は細片 (n-1) と合体させて細片 (n-1) のすべり面に働くこととする。</p> $F = f_0 \frac{\sum_{i=1}^{n-1} \left[\frac{cb + (W - ub)\tan\phi'}{n\alpha} \right] + \frac{W_n \tan\phi'}{n\alpha_{n-1}}}{\sum_{i=1}^{n-1} (W \tan\alpha) + W_n \tan\alpha_{n-1} + Q} \quad \langle 2-10-2 \rangle$ <p>ここで、W_n：スライス n の重量（kN/m²） W_n'：スライス n の有効重量 = $W_n - V \cdot \cos\theta$（kN/m²）</p>

改訂案

現行

$$V = \frac{1}{2} \gamma_w Z_w^2 / \sin \theta$$

$$Q = V \cdot \sin \theta = \frac{1}{2} \gamma_w Z_w^2$$

γ_w : 水の単位体積重量 (kN/m³)
 θ : 亀裂面の水平面に対する傾斜角 (°)
 Z_w : 亀裂内水位高 (m)
 f_0 : 簡易 Janbu 式の修正係数

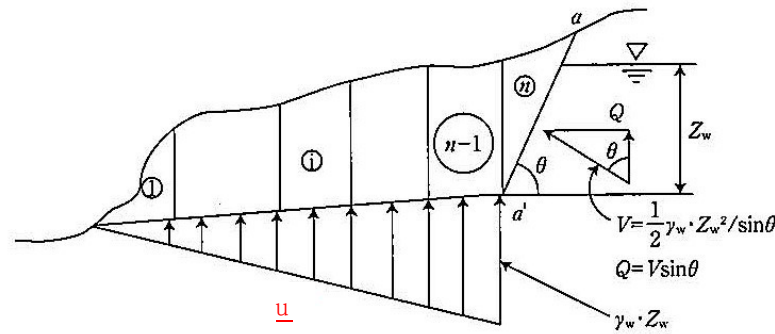


図 2-12 亀裂内水位 Z_w と揚圧力 u の分布
 (出典) 地すべり工学-最新のトピックス- 株式会社山海堂 H7.3

イ 一体すべり

図 2-13 において、①水圧 V は面 $a-a'$ に作用し、②面 $b-b'$ に沿うすべり面でのせん断抵抗は有効とする。

$$F = f_0 \frac{\sum_{i=1}^n \frac{c'b + (W - ub) \tan \phi'}{n\alpha}}{\sum_{i=1}^n W \tan \alpha + Q} \quad \langle 2-10-3 \rangle$$

ここで、 $W_n = 1/2 \gamma_t (h+h')b + V \cos \theta - 1/2 (\gamma_t - \gamma') Z_w^2 \cot \theta$

W_n : 壁脚部スライスの重量 (kN)
 γ_t 、 γ' : 土塊の湿潤、水中の単位体積重量 (kN/m³)
 Z_w : 壁脚部尻 a' での水位高 (m)

図 2-13 ・ 図 2-14 (略)

$$V = \frac{1}{2} \gamma_w Z_w^2 / \sin \theta$$

$$Q = V \cdot \sin \theta = \frac{1}{2} \gamma_w Z_w^2$$

γ_w : 水の単位体積重量
 θ : 亀裂面の水平面に対する傾斜角 (°)
 Z_w : 亀裂内水位高 (m)
 f_0 : 簡易 Janbu 式の修正係数

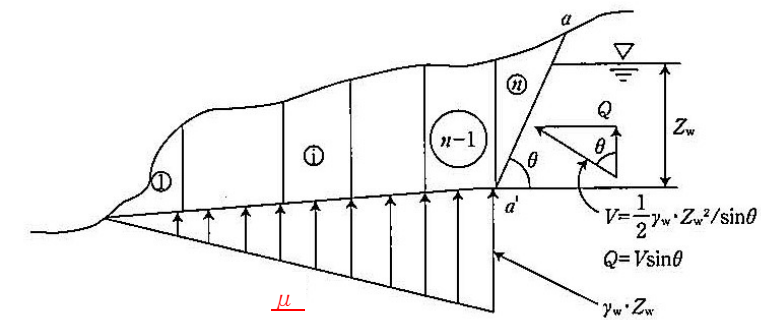


図 2-12 亀裂内水位 Z_w と揚圧力 u の分布
 (出典) 地すべり工学-最新のトピックス- 株式会社山海堂 H7.3

イ 一体すべり

図 2-13 において、①水圧 V は面 $a-a'$ に作用し、②面 $b-b'$ に沿うすべり面でのせん断抵抗は有効とする。

$$F = f_0 \frac{\sum_{i=1}^n \frac{c'b + (W - ub) \tan \phi'}{n\alpha}}{\sum_{i=1}^n W \tan \alpha + Q + E} \quad \langle 2-10-3 \rangle$$

ここで、 $W_n = 1/2 \gamma_t (h+h')b + V \cos \theta - 1/2 (\gamma_t - \gamma') Z_w^2 \cot \theta$

W_n : 壁脚部スライスの重量 (kN)
 γ_t 、 γ' : 土塊の湿潤、水中の単位体積重量 (kN/m³)
 Z_w : 壁脚部尻 a' での水位高 (m)

図 2-13 ・ 図 2-14 (略)

治山技術基準（昭和46年3月27日付け46林野治第648号林野庁長官通知）参考の一部改訂新旧対照表

（下線部は改訂部分）

改 訂 案	現 行
<p>(3) ・ (4) (略)</p> <p>2 自由地下水対応の二次元安定解析式</p> <p>(1) (略)</p> <p>(2) 水中重量と浸透水圧を考慮する方法</p> <p>① (略)</p> <p>② 自由地下水対応 Janbu (ヤンプ) 式</p> $F = \frac{1}{\sum(W'+\Delta X) \tan \alpha + \sum P(\sin \theta \tan \alpha + \cos \theta) + E_b - E_a} \times \sum \frac{c'b + (W' + \Delta X + P \sin \theta) \tan \phi'}{n_\alpha} \quad \langle 2-10-8 \rangle$ <p>ここで、α : すべり面傾斜角 (°) θ : 地下水面傾斜角 (°) W' : 土塊の有効重量 (kN/m) ΔX : 細片の両壁に作用するせん断力の差 ($\sum \Delta X = 0$) P : 地下水の浸透力 (kN/m) E_a : 末端部に働く水平外力 (kN/m) E_b : 冠頭部に働く水平外力 (kN/m)</p> <p>(3) 全重量と全間隙水圧を考慮する方法</p> <p>① 自由地下水対応 Bishop 式</p> $F = \frac{1}{\sum(W \sin \alpha + \Delta U \cos \alpha)} \sum \left[\frac{c'b + (W - ub) \tan \phi'}{\cos \alpha + \sin \alpha \tan \phi' / F} \right] \quad \langle 2-10-9 \rangle$ <p>ここで、W : 土塊の重量 (kN/m) b : 細片の幅 (m) α : すべり面傾斜角 (°) c' : 粘着力 (kN/m²) ϕ' : せん断抵抗角 (°) u : すべり面に作用する平均間隙水圧 (kN/m²) ΔU : 細片両側に作用する水圧の差 (kN/m)</p> <p>② (略)</p> <p>3 (略)</p>	<p>(3) ・ (4) (略)</p> <p>2 自由地下水対応の二次元安定解析式</p> <p>(1) (略)</p> <p>(2) 水中重量と浸透水圧を考慮する方法</p> <p>① (略)</p> <p>② 自由地下水対応 Janbu (ヤンプ) 式</p> $F = \frac{1}{\sum(W'+\Delta X) \tan \alpha + \sum P(\sin \theta \tan \alpha + \cos \theta) + E_b - E_a} \times \sum \frac{c'b + (W' + \Delta X + P \sin \theta) \tan \phi'}{n_\alpha} \quad \langle 2-10-8 \rangle$ <p>ここで、α : すべり面傾斜角 (度) θ : 地下水面傾斜角 (度) W' : 土塊の有効重量 (kN/m) ΔX : 細片の両壁に作用するせん断力の差 ($\sum \Delta X = 0$) P : 地下水の浸透力 (kN/m) E_a : 末端部に働く水平外力 (kN/m) E_b : 冠頭部に働く水平外力 (kN/m)</p> <p>(3) 全重量と全間隙水圧を考慮する方法</p> <p>① 自由地下水対応 Bishop 式</p> $F = \frac{1}{\sum(W \sin \alpha + \Delta U \cos \alpha)} \sum \left[\frac{c'b + (W - ub) \tan \phi'}{\cos \alpha + \sin \alpha \tan \phi' / F} \right] \quad \langle 2-10-9 \rangle$ <p>ここで、W : 土塊の重量 (kN/m) b : 細片の幅 (m) α : すべり面傾斜角 (°) c' : 粘着力 ϕ' : せん断抵抗角 (°) u : すべり面に作用する平均間隙水圧 (kN/m²) ΔU : 細片両側に作用する水圧の差 (kN/m)</p> <p>② (略)</p> <p>3 (略)</p>

治山技術基準（昭和46年3月27日付け46林野治第648号林野庁長官通知）参考の一部改訂新旧対照表

（下線部は改訂部分）

改 訂 案	現 行
<p>4 近似三次元安定解析式</p> <p>近似的に三次元効果を評価する方法の1つにLamb&Whitman（ラム・フィットマン）らが提案した方法がある。これは複数の縦断面での二次元安全率を<u>求め</u>、縦断面の断面積で重み付け平均を<u>取る</u>方法であり、図2-15に示すように各二次元安定解析断面での安全率Fと断面積Aを用い、次式をもって近似三次元安全率とすることとしている。三次元安定解析であるLeshchinsky（レシュチンスキー）法との比較で計算精度や手法の有効性が確認されており、排土工や地下水排除工の効果を三次元的に評価することが可能となる。</p> $F_{3D} = \frac{A_1 \cdot F_1 + A_2 \cdot F_2 + A_3 \cdot F_3}{A_1 + A_2 + A_3} \quad \langle 2-10-11 \rangle$ <p>ここに、F_{3D}：三次元安全率の近似値 F_1、F_2、F_3：二次元解析による安全率 A_1、A_2、A_3：同上における断面積</p> <p style="text-align: center;">図 2-15 （略）</p> <p>10-6-3 強度定数の設定 [参考] 極限平衡法による安定解析では、一般に先ず安全率を決定してから強度定数を逆算して求める方法（逆算解析）が用いられることが多い。 逆算解析には、c'、ϕ'の設定の仕方により、次の方法がある。</p> <p>1 （略）</p> <p>2 c'を設定してϕ'を逆算する手法 すべり面粘土の土質試験結果等からc'を与える方法のほか、中・古生層や結晶片岩地帯での地すべりや、第三紀層地すべりで冠頭部亀裂と末端部押し出し現象が見られるものは、すべり面せん断強度は残留強度に低下していると考えてよく、$c' = 0$と設定することができる。また、すべり面粘土の土質試験結果等を与える方法もある。<u>。</u> （以下略）</p> <p>3 残留係数法 すべり面に期待される実際の平均せん断強さが、ピークせん断強さと残留せん断強さとの間のどの状態にあるかを示す残留係数Rを特定することで現在の平均せん断強さを推定する方法である。残留係数Rは次式で表され、0～1の間に値を<u>取る</u>。</p>	<p>4 近似三次元安定解析式</p> <p>近似的に三次元効果を評価する方法の1つにLamb&Whitman（ラム・フィットマン）らが提案した方法がある。これは複数の縦断面での二次元安全率を<u>もとめ</u>、縦断面の断面積で重み付け平均を<u>とる</u>方法であり、図2-15に示すように各二次元安定解析断面での安全率Fと断面積Aを用い、次式をもって近似三次元安全率とすることとしている。三次元安定解析であるLeshchinsky（レシュチンスキー）法との比較で計算精度や手法の有効性が確認されており、排土工や地下水排除工の効果を三次元的に評価することが可能となる。</p> $F_{3D} = \frac{A_1 \cdot F_1 + A_2 \cdot F_2 + A_3 \cdot F_3}{A_1 + A_2 + A_3} \quad \langle 2-10-11 \rangle$ <p>ここに、F_{3D}：三次元安全率の近似値 F_1、F_2、F_3：二次元解析による安全率 A_1、A_2、A_3：同上における断面積</p> <p style="text-align: center;">図 2-15 （略）</p> <p>10-6-3 強度定数の設定 [参考] 極限平衡法による安定解析では、一般に先ず安全率を決定してから強度定数を逆算して求める方法（逆算解析）が用いられることが多い。 逆算解析には、c'、ϕ'の設定の仕方により、次の方法がある。</p> <p>1 （略）</p> <p>2 c'を設定してϕ'を逆算する手法 すべり面粘土の土質試験結果等からc'を与える方法のほか、中・古生層や結晶片岩地帯での地すべりや、第三紀層地すべりで冠頭部亀裂と末端部押し出し現象が見られるものは、すべり面せん断強度は残留強度に低下していると考えてよく、$c' = 0$と設定することができる。また、すべり面粘土の土質試験結果等を与える方法もある。<u>。</u> （以下略）</p> <p>3 残留係数法 すべり面に期待される実際の平均せん断強さが、ピークせん断強さと残留せん断強さとの間のどの状態にあるかを示す残留係数Rを特定することで現在の平均せん断強さを推定する方法である。残留係数Rは次式で表され、0～1の間に値を<u>とる</u>。</p>

改 訂 案	現 行
-------	-----

$$R = \frac{\tau_p - \tau}{\tau_p - \tau_r}$$

ここに、 τ ：平均せん断強さ、 τ_p ：ピーク強度、 τ_r ：残留強度

具体的な測定方法は、現状安全率での $c' - \tan \phi'$ 図（曲線 A）を作成し、さらにピーク強度と残留強度を結ぶ直線（直線 B）を図示し、この曲線 A と直線 B の交点位置の強度を現在の平均せん断強さとするものである。

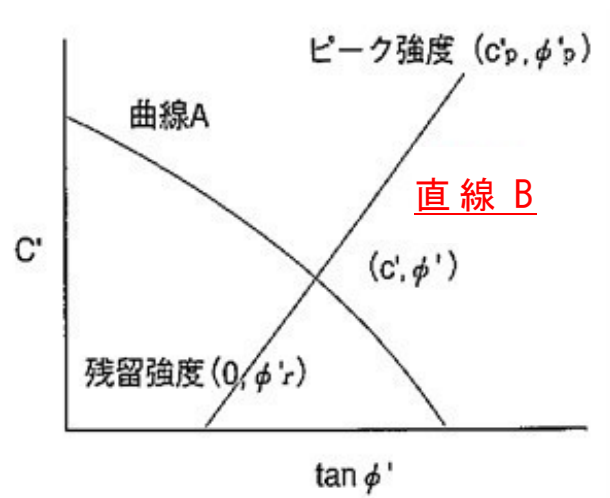


図 2-16 $c' - \tan \phi'$ 図

既にせん断面が生じているすべり面粘土では、ピーク強度を測定できない ことから、完全軟化強度をもって便宜的にピーク強度とみなす。

10-6-4 (略)

10-7 (略)

第3章 地すべり防止工事計画

第1節 ・ 第2節 (略)

第3節 地すべり防止工事計画の策定

3-1 (略)

$$R = \frac{\tau_p - \tau}{\tau_p - \tau_r}$$

ここに、 τ ：平均せん断強さ、 τ_p ：ピーク強度、 τ_r ：残留強度

具体的な測定方法は、現状安全率での $c' - \tan \phi'$ 図（曲線 A）を作成し、さらにピーク強度と残留強度を結ぶ直線（直線 B）を図示し、この曲線 A と直線 B の交点位置の強度を現在の平均せん断強さとするものである。

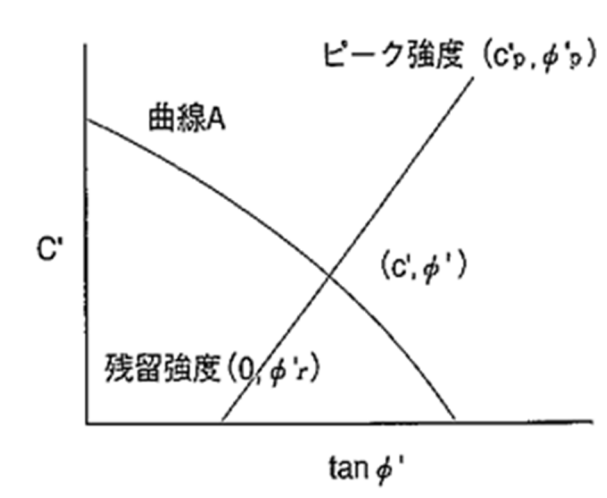


図 2-16 $c' - \tan \phi'$ 図

既にせん断面が生じているすべり面粘土では、ピーク強度を測定できない ことら、完全軟化強度をもって便宜的にピーク強度とみなす。

10-6-4 (略)

10-7 (略)

第3章 地すべり防止工事計画

第1節 ・ 第2節 (略)

第3節 地すべり防止工事計画の策定

3-1 (略)

治山技術基準（昭和46年3月27日付け46林野治第648号林野庁長官通知）参考の一部改訂新旧対照表

（下線部は改訂部分）

改 訂 案	現 行
<p>3-2 環境の保全 〔参考〕 環境に対する保全行為の概念 開発により損なわれる環境の影響を最小限に抑えるための保全行為に対して、「ミティゲーション」という概念があり、回避、最小化、修正、軽減、代償の5つの段階がある。 事業により想定される環境への負荷は、個々にその事象が異なるため、どのような行為を選択するかは個別に判断するものであるが、場合によっては関係者等との協議が必要となることもある。 ミティゲーションについては、<u>第2編第3章3-2-6</u>「環境の保全・形成への寄与」の〔参考〕に記されている。</p> <p>第4節 （略）</p> <p style="text-align: center;">第4章 地すべり防止工の設計</p> <p>第1節 総説 〔参考〕 1 設置目的（要求性能等）の設定とその検証 <u>第2編第4章第2節2-1</u>「溪間工設計の基本的考え方」の〔参考〕に準じる。 2 （略）</p> <p>第2節 （略）</p> <p>第3節 抑制工の設計 3-1 ～ 3-5 （略）</p> <p>3-6 ボーリング暗きょ工 3-6-1 ～ 3-6-3 （略）</p> <p>3-6-4 効果の算定 〔参考〕 ボーリング暗きょ工の効果の推定手法 ボーリング暗きょ工の効果推定し、適切な間隔を理論的に<u>求める</u>方法として、管暗きょ公式を利用する方法がある。複雑な地すべり地の地下水挙動を正確に把握する</p>	<p>3-2 環境負荷の低減 〔参考〕 環境に対する保全行為の概念 開発により損なわれる環境の影響を最小限に抑えるための保全行為に対して、「ミティゲーション」という概念があり、回避、最小化、修正、軽減、代償の5つの段階がある。 事業により想定される環境への負荷は、個々にその事象が異なるため、どのような行為を選択するかは個別に判断するものであるが、場合によっては関係者等との協議が必要となることもある。 ミティゲーションについては、<u>第2編山地治山事業第3章3-2-6</u>「環境の保全・形成への寄与」の〔参考〕に記されている。</p> <p>第4節 （略）</p> <p style="text-align: center;">第4章 地すべり防止工の設計</p> <p>第1節 総説 〔参考〕 1 設置目的（要求性能等）の設定とその検証 <u>第2編山地治山編第4章2-1</u>「溪間工設計の基本的考え方」の〔参考〕に準じる。 2 （略）</p> <p>第2節 （略）</p> <p>第3節 抑制工の設計 3-1 ～ 3-5 （略）</p> <p>3-6 ボーリング暗きょ工 3-6-1 ～ 3-6-3 （略）</p> <p>3-6-4 効果の算定 〔参考〕 ボーリング暗きょ工の効果の推定手法 ボーリング暗きょ工の効果推定し、適切な間隔を理論的に<u>もとめる</u>方法として、管暗きょ公式を利用する方法がある。複雑な地すべり地の地下水挙動を正確に把握す</p>

治山技術基準（昭和46年3月27日付け46林野治第648号林野庁長官通知）参考の一部改訂新旧対照表

（下線部は改訂部分）

改 訂 案	現 行
<p>ことは難しいが、ボーリング<u>暗きよ工</u>の位置の検証には有効な方法である。 その他に有限要素法などによる浸透流解析を用いて効果を推定する方法がある。</p> <p>1 管暗きよの公式 (1) 被圧地下水の場合 小柳・前川の式より、ストレーナ有効区間でのボーリング間隔 2d はボーリングの中間点での水位低下計画高 s との関係から次式で表される。</p> $d = \frac{2b_w}{\pi} \sinh^{-1}[\exp(x)] \quad \langle 4-3-1 \rangle$ $\theta = 2 \sin^{-1} \frac{d}{a} \quad \langle 4-3-2 \rangle$ $x = \ln \left[\sinh \frac{\pi r_o}{2b_w} \right] + \pi k \frac{s_0 - s/2}{q} \quad \langle 4-3-3 \rangle$ $q = \pi k \frac{s_0}{\ln \frac{\sinh(\pi R / 2b_w)}{\sinh(\pi r_o / 2b_w)}} \quad \langle 4-3-4 \rangle$ <p>ここで、 L_s : 有効ストレーナ区間長 (m) s_0 : 管暗きよ位置での水圧低下高 = $H - h_0 - b_w$ (m) ($h_0 \doteq r_0$) H : 原水位高 (m) h_0 : 管暗きよ内水位高 (m) b_w : 地下水帯厚 (m) k : <u>透水係数 (m/s)</u> R : 影響圏 (m) s : ボーリングの中間点での水圧低下計画高 (m) a : 集水井からストレーナ区間中間までの距離 (m) d : <u>ストレーナ区間でのボーリング</u>間隔の 1/2 (m) r_o : <u>管暗きよ半径 (m)</u></p>	<p>ことは難しいが、ボーリング<u>排水工</u>の位置の検証には有効な方法である。 その他に有限要素法などによる浸透流解析を用いて効果を推定する方法がある。</p> <p>1 管暗きよの公式 (1) 被圧地下水の場合 小柳・前川の式より、ストレーナ有効区間でのボーリング間隔 2d はボーリングの中間点での水位低下計画高 s との関係から次式で表される。</p> $d = \frac{2b_w}{\pi} \sinh^{-1}[\exp(x)] \quad \langle 4-3-1 \rangle$ $\theta = 2 \sin^{-1} \frac{d}{a} \quad \langle 4-3-2 \rangle$ $x = \ln \left[\sinh \frac{\pi r_o}{2b_w} \right] + \pi k \frac{s_0 - s/2}{q} \quad \langle 4-3-3 \rangle$ $q = \pi k \frac{s_0}{\ln \frac{\sinh(\pi R / 2b_w)}{\sinh(\pi r_o / 2b_w)}} \quad \langle 4-3-4 \rangle$ <p>ここで、 L_s : 有効ストレーナ区間長 (m) s_0 : 管暗きよ位置での水圧低下高 = $H - h_0$ (m) ($h_0 \doteq r_0$) H : 原水位高 (m) h_0 : 管暗きよ内水位高 (m) b_w : 地下水帯厚 (m)、<u>k : 透水係数 (m/s)</u>、 R : 影響圏 (m) s : ボーリングの中間点での水圧低下計画高 (m) a : 集水井からストレーナ区間中間までの距離 (m) d : <u>集水ボーリング先端</u>間隔の 1/2 (m)</p>

改訂案

現行

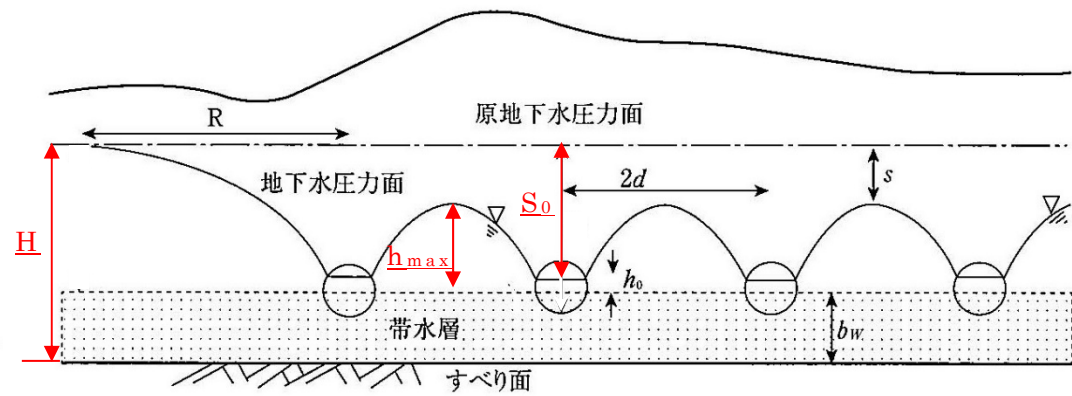


図4-6 ボーリング暗きょ工の影響範囲（横断方向）

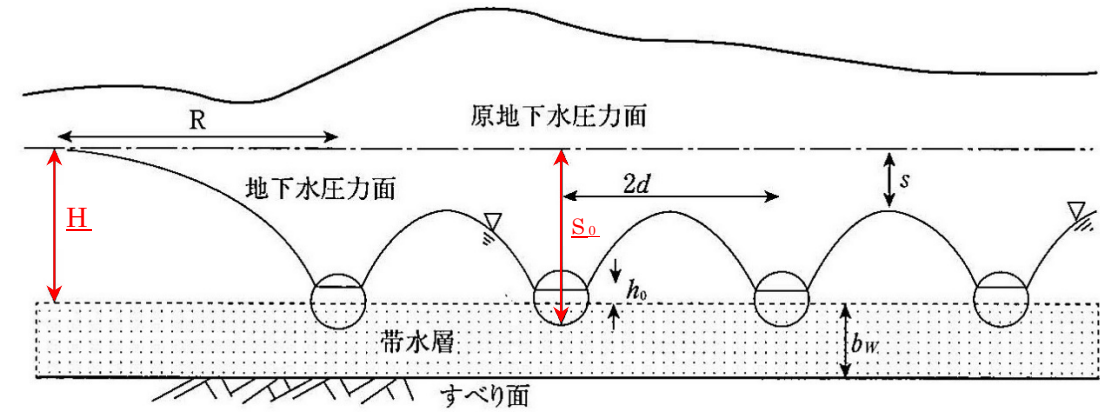


図4-6 ボーリング暗きょ工の影響範囲（横断方向）

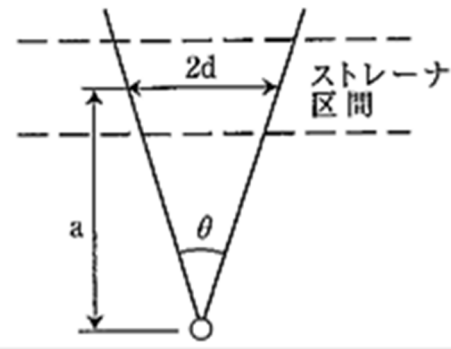


図4-7 ボーリング暗きょ工の先端間隔

(出典) 地すべり工学-理論と実践- 株式会社山海堂 H元.3を一部修正

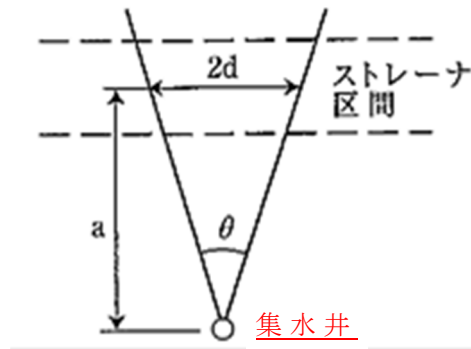


図4-7 ボーリング暗きょ工の先端間隔

(出典) 地すべり工学-理論と実践- 株式会社山海堂 H元.3を一部加筆

(2) 自由地下水の場合

ア・エヌ・コスチャコフの式より、原水位の低下及び雨水の浸透の両方を対象とする場合の管暗きょ先端間隔 $2d$ と平均水位高 \bar{h} の関係を求めると次式となる。

$$\bar{h} = \frac{q_0 + \omega d}{\alpha k} \left(\ln \frac{d}{r_0} + \frac{r_0}{d} - 1 \right) \quad \langle 4-3-5 \rangle$$

$$q_0 \cong \alpha_0 k \frac{H_1}{\ln(R/r_0)} \quad \langle 4-3-6 \rangle$$

ここで、 \bar{h} ：管暗きょ標高から測った平均水位高 (m)

h_{max} ：管暗きょ間での最高水位高 (m)

q_0 ：雨水の浸透を考慮しない場合の流入量 (m³/s)

r_0 ：管暗きょ半径 (m)

ω ：浸透能(雨量強度程度) (m/s)

k ：透水係数 (m/s)

(2) 自由地下水の場合

ア・エヌ・コスチャコフの式より、原水位の低下及び雨水の浸透の両方を対象とする場合の管暗きょ先端間隔 $2d$ と平均水位高 \bar{h} の関係を求めると次式となる。

$$\bar{h} = \frac{q_0 + \omega d}{\alpha k} \left[\ln \frac{d}{r_0} + \frac{r_0}{d} - 1 \right] \quad \langle 4-3-5 \rangle$$

$$q_0 \cong \alpha_0 k \frac{H_1}{\ln(R/r_0)} \quad \alpha_0 \cong \frac{\pi}{2} + \frac{H_1}{R} \quad \langle 4-3-6 \rangle$$

ここで、 \bar{h} ：管暗きょ標高から測った平均水位高 (m)

h_{max} ：管暗きょ間での最高水位高 (m)

q_0 ：雨水の浸透を考慮しない場合の流入量 (m³/s)

r_0 ：管暗きょ半径 (m)

ω ：浸透能(雨量強度程度) (m/s)

k ：透水係数 (m/s) ; $\alpha = \pi/2 + h_{max}/d$

治山技術基準（昭和46年3月27日付け46林野治第648号林野庁長官通知）参考の一部改訂新旧対照表

（下線部は改訂部分）

改 訂 案	現 行
<p><u>α_0：係数（$\pi/2 + h_{max}/d$）</u> H_1：管暗きよ標高からの原水位（m） <u>R：影響圏（m）</u></p> <p>2 管暗きよの影響半径 管暗きよの影響半径は、揚水試験等で求めることが望ましいが、理論式から求める場合の方法としてイ・ペ・クサキンの式がある。次に<u>被圧地下水</u>の場合と自由地下水の場合の式を示す。 (1) 被圧地下水の場合の影響半径 R は次式で表される。</p> $R = 575 \cdot s_0 \sqrt{kb_w} \quad (\text{m}) \quad \langle 4-3-7 \rangle$ <p>ここで、R：影響圏（m） b_w：地下水帯厚（m） s_0：管暗きよ位置での水位低下高 = $H - h_0 - b_w$（m） k：透水係数（m/s） h_0：帯水層上面から管暗きよ内の水位までの高さ（m） <u>H：原水位高（m）</u></p> <p>(2) 自由地下水の場合の影響半径 R は次式で表される。</p> $R = 575 \cdot s_0 \sqrt{kH} \quad \langle 4-3-8 \rangle$ <p>ここで、R：影響圏（m） H：原水位高（m） <u>s_0：管暗きよ位置での水位低下高（m）</u> <u>k：透水係数（m/s）</u></p> <p>3-7 集水井工 3-7-1 ~ 3-7-6（略）</p> <p>3-7-7 安定性の検討 [参考] 1（略）</p> <p>2 ライナープレートの板厚 ライナープレートは、弧形の波形鋼板の4辺にフランジを取り付けた部材を使用し、円環に<u>組み立て</u>て井筒とするもので、円環に荷重が作用すると楕円形に変形し、荷重の作用した側はへこんで土圧が減少し、ふくらんだ部分に荷重が伝達されて全体として安定し、座屈を防止する構造となっている。</p>	<p>H_1：管暗きよ標高からの原水位（m）</p> <p>2 管暗きよの影響半径 管暗きよの影響半径は、揚水試験等で求めることが望ましいが、理論式から求める場合の方法としてイ・ペ・クサキンの式がある。次に<u>被圧地下水位</u>の場合と自由地下水の場合の式を示す。 (1) 被圧地下水の場合の影響半径 R は次式で表される。</p> $R = 575 \cdot s_0 \sqrt{kb_w} \quad (\text{m}) \quad \langle 4-3-7 \rangle$ <p>ここで、R：影響圏（m） b_w：地下水帯厚 s_0：管暗きよ位置での水位低下高 = $H - h_0$（m） k：透水係数（m/s） h_0：帯水層上面から管暗きよ内の水位までの高さ（m）</p> <p>(2) 自由地下水の場合の影響半径 R は次式で表される。</p> $R = 575 \cdot h_0 \sqrt{kH} \quad \langle 4-3-8 \rangle$ <p>ここで、R：影響圏（m） H：原水位高（m） <u>h_0：不透水層から管暗きよ内の水位までの高さ（m）</u></p> <p>3-7 集水井工 3-7-1 ~ 3-7-6（略）</p> <p>3-7-7 安定性の検討 [参考] 1（略）</p> <p>2 ライナープレートの板厚 ライナープレートは、弧形の波形鋼板の4辺にフランジを取り付けた部材を使用し、円環に<u>組み立て</u>て井筒とするもので、円環に荷重が作用すると楕円形に変形し、荷重の作用した側はへこんで土圧が減少し、ふくらんだ部分に荷重が伝達されて全体として安定し、座屈を防止する構造となっている。</p>

治山技術基準（昭和46年3月27日付け46林野治第648号林野庁長官通知）参考の一部改訂新旧対照表

（下線部は改訂部分）

改 訂 案	現 行
<p>しかし、変形の程度が大きい場合には座屈することになるため、集水井に使用するライナープレートの板厚は、楕円ずれ量を考慮して決定する。</p> <p>(1) 最大曲げモーメント</p> <p>楕円ずれ量は、円環に周囲から土圧が作用した場合に図4-14のように円形が楕円形に変形した場合の変形量(U_0)をいい、一様な土圧Pの下で最大曲げモーメントM_{max}は、次式により求められる。</p> $M_{max} = PR \left(U_0 + \frac{U_0 P}{P_{cr} - P} \right) = \frac{PU_0 R}{1 - P/P_{cr}} \quad \langle 4-3-22 \rangle$ <p>ここで、M_{max}：最大曲げモーメント <u>(kN・m)</u> P：土圧 = $p_{max} \times 1.0$ <u>(kN/m)</u> R：集水井の半径 (m) U_0：初期楕円ずれ量 <u>(m)</u> P_{cr}：座屈危険土圧</p> $= 1.5 \times \frac{2EI}{R^3} = \frac{3EI}{R^3} \quad \text{(kN/m}^2\text{)}$ <p>$E \cdot I$：ライナープレートと補強リングの合成曲げ剛性 E：ヤング率 <u>(kN/m²)</u> I：断面2次モーメント <u>(m⁴)</u></p> <p>ただし、有効断面積<u>及び</u>有効断面二次モーメントは集水孔、ボルト孔等を考慮して減じる。</p> <p>また、初期楕円ずれ量は、崩壊性の地盤又は押し出し性の地盤でない場合であっても、施工時の余掘りがあるため、ライナープレート集水井の初期楕円ずれ量(U_0)は、ライナープレートの波高(図4-15のa)の1/2に安全率1.5を乗じた値を見込む。なお、補強リング周辺は、部分的に固定するボルトを含めた範囲(図4-15のb)まで余掘りをするようになる。</p> <p style="text-align: center;">図4-14 ・ 図4-15 (略)</p> <p>(2) 許容圧縮応力度</p> <p>最大圧縮応力は、M_{max}のときに生ずる最大圧縮応力と圧縮力$P \cdot R$を加えたものとなり、次式で求められる。</p> $\sigma_{max} = \frac{PR}{A} + \frac{M_{max}}{Z} \leq \sigma_a \quad \langle 4-3-23 \rangle$	<p>しかし、変形の程度が大きい場合には座屈することになるため、集水井に使用するライナープレートの板厚は、楕円ずれ量を考慮して決定する。</p> <p>(1) 最大曲げモーメント</p> <p>楕円ずれ量は、円環に周囲から土圧が作用した場合に図4-14のように円形が楕円形に変形した場合の変形量(U_0)をいい、一様な土圧Pの下で最大曲げモーメントM_{max}は、次式により求められる。</p> $M_{max} = PR \left(U_0 + \frac{U_0 P}{P_{cr} - P} \right) = \frac{PU_0 R}{1 - P/P_{cr}} \quad \langle 4-3-22 \rangle$ <p>ここで、M_{max}：最大曲げモーメント P：土圧 = $p_{max} \times 1.0$ R：集水井の半径 (m) U_0：初期楕円ずれ量 P_{cr}：座屈危険土圧</p> $= 1.5 \times \frac{2EI}{R^3} = \frac{3EI}{R^3}$ <p>$E \cdot I$：ライナープレートと補強リングの合成曲げ剛性 E：ヤング率 I：断面2次モーメント</p> <p>ただし、有効断面積<u>並びに</u>有効断面二次モーメントは集水孔、ボルト孔等を考慮して減じる。</p> <p>また、初期楕円ずれ量は、崩壊性の地盤又は押し出し性の地盤でない場合であっても、施工時の余掘りがあるため、ライナープレート集水井の初期楕円ずれ量(U_0)は、ライナープレートの波高(図4-15のa)の1/2に安全率1.5を乗じた値を見込む。なお、補強リング周辺は、部分的に固定するボルトを含めた範囲(4-15のb)まで余掘りをするようになる。</p> <p style="text-align: center;">図4-14 ・ 図4-15 (略)</p> <p>(2) 許容圧縮応力度</p> <p>最大圧縮応力は、M_{max}のときに生ずる最大圧縮応力と圧縮力$P \cdot R$を加えたものとなり、次式で求められる。</p> $\sigma_{max} = \frac{PR}{A} + \frac{M_{max}}{Z} \leq \sigma_a \quad \langle 4-3-23 \rangle$

治山技術基準（昭和46年3月27日付け46林野治第648号林野庁長官通知）参考の一部改訂新旧対照表

（下線部は改訂部分）

改 訂 案	現 行
<p>ここで、σ_{max}：最大圧縮応力度 <u>(kN/m²)</u> <u>P：土圧 = $p_{max} \times 1.0$ (kN/m)</u> <u>R：集水井の半径 (m)</u> A：集水井の断面積 (m²) Z：集水井の断面係数 (m³) σ_a：許容圧縮応力度 <u>(kN/m²)</u></p> <p>なお、補強リングを使用するときは、補強リングとライナープレートの許容応力度がそれぞれ異なるので、応力計算はそれぞれについて行う。</p> <p>(3) (略)</p> <p>3 (略)</p> <p>3-7-8 (略)</p> <p>3-7-9 排水ボーリング [参考] 1 ~ 3 (略)</p> <p>4 排水管径は、次式を使用して算出することがある。 (1) (略)</p> <p>(2) Manning (マニング) の式</p> $Q = \frac{1}{n} A \cdot R^{2/3} \cdot I^{1/2} \quad \langle 4-3-34 \rangle$ <p><u>ここで、Q：管内流量 (m³/s)</u> <u>A：管の断面積 (m²)</u> <u>n：マニングの粗度係数 (=0.012)</u> <u>R：径深 (D/4)</u> <u>D：管径 (m)</u> <u>I：動水勾配</u></p> <p>(3) (略)</p> <p>3-7-10 (略)</p>	<p>ここで、σ_{max}：最大圧縮応力度 A：集水井の断面積 Z：集水井の断面係数 σ_a：許容圧縮応力度</p> <p>なお、補強リングを使用するときは、補強リングとライナープレートの許容応力度がそれぞれ異なるので、応力計算はそれぞれについて行う。</p> <p>(3) (略)</p> <p>3 (略)</p> <p>3-7-8 (略)</p> <p>3-7-9 排水ボーリング [参考] 1 ~ 3 (略)</p> <p>4 排水管径は、次式を使用して算出することがある。 (1) (略)</p> <p>(2) Manning (マニング) の式</p> $Q = \frac{1}{n} A \cdot R^{2/3} \cdot I^{1/2} \quad \langle 4-3-34 \rangle$ <p><u>ここで、n：マニングの粗度係数 (=0.012)</u></p> <p>(3) (略)</p> <p>3-7-10 (略)</p>

治山技術基準（昭和46年3月27日付け46林野治第648号林野庁長官通知）参考の一部改訂新旧対照表

（下線部は改訂部分）

改 訂 案	現 行
<p>3-8 排水トンネル工 3-8-1 ~ 3-8-7 (略)</p> <p>3-8-8 集水ボーリング 〔参考〕 集水ボーリングをすべり面上部に貫入させる長さは、地下水帯の分布を考慮して効率良く集水できるように決定するが、貫入長が長すぎると不経済となる。すべり面の形状が波状の起伏を<u>持つ</u>場合などは、実際の貫入長が設計と異なることもあり、掘進状況等を常にチェックして個々の集水ボーリングの最終的な掘進長を決定する。 貫入長の判断の例として有圧地下水帯の場合は2 m程度、自由地下水帯の場合は5 m程度とする事例がある。</p> <p>3-8-9 (略)</p> <p>3-9 ~ 3-13 (略)</p> <p>第4節 抑止工の設計 4-1 (略)</p> <p>4-2 杭工 4-2-1・4-2-2 (略)</p> <p>4-2-3 杭の型式 〔参考〕 1 主な杭の型式 主な杭の型式の特徴は、次の<u>とおりである</u>。 (1) 杭の谷側移動層の有効抵抗力を期待した杭の<u>型式</u> ① ~ ③ (略)</p> <p>(2) 杭の谷側移動層の有効抵抗力を期待しない杭の<u>型式</u> 抑え杭：杭を片持ち梁として扱うもの。</p> <p>(3) すべり面が浅い<u>場合の杭の型式</u> 半剛体杭：杭を半剛体と考え、移動層内では剛体杭として扱い、基岩層では弾性杭とするもの。</p> <p>2・3 (略)</p>	<p>3-8 排水トンネル工 3-8-1 ~ 3-8-7 (略)</p> <p>3-8-8 集水ボーリング 〔参考〕 集水ボーリングをすべり面上部に貫入させる長さは、地下水帯の分布を考慮して効率良く集水できるように決定するが、貫入長が長すぎると不経済となる。すべり面の形状が波状の起伏を<u>もつ</u>場合などは、実際の貫入長が設計と異なることもあり、掘進状況等を常にチェックして個々の集水ボーリングの最終的な掘進長を決定する。 貫入長の判断の例として有圧地下水帯の場合は2 m程度、自由地下水帯の場合は5 m程度とする事例がある。</p> <p>3-8-9 (略)</p> <p>3-9 ~ 3-13 (略)</p> <p>第4節 抑止工の設計 4-1 総説</p> <p>4-2 杭工 4-2-1・4-2-2 (略)</p> <p>4-2-3 杭の型式 〔参考〕 1 主な杭の型式 主な杭の型式の特徴は、次の<u>とおり</u>。 (1) 杭の谷側移動層の有効抵抗力を期待した杭の<u>式</u> ① ~ ③ (略)</p> <p>(2) 杭の谷側移動層の有効抵抗力を期待しない杭の<u>式</u> 抑え杭：杭を片持ち梁として扱うもの。</p> <p>(3) すべり面が浅い<u>場合</u> 半剛体杭：杭を半剛体と考え、移動層内では剛体杭として扱い、基岩層では弾性杭とするもの。</p> <p>2・3 (略)</p>

改 訂 案	現 行
<p>4 半剛体杭の設計理論</p> <p>半剛体杭（剛弾性杭）は、すべり面が浅い地すべりや急傾斜地でのすべりの場合、杭の強度に比べて移動層の土質強度が小さく、移動層の部分では杭は剛体杭の挙動を示し、また、杭の基岩層に位置する部分は土質強度が大きいため、杭は弾性杭の挙動を示すと考えられている。<u>したがって</u>、杭の回転中心より上を剛体杭、それより下を Y. L. Chang（チャン）の式のたわみ杭としてその挙動を表すものとしている。</p> <p style="text-align: center;">図 4-18 （略）</p> <p>(1) 杭の回転中心の地表からの深さ z の決定</p> <p>$h_1 = \beta_2 h$ に対して表 4-1 から $z_1 (= \beta_2 z)$ を読み取り、次式により z を求める。</p> $z = \frac{z_1}{\beta_2} \quad \langle 4-4-7 \rangle$ $\beta_1 = \sqrt[4]{\frac{k_{h1}d}{4EI}}, \quad \beta_2 = \sqrt[4]{\frac{k_{h2}d}{4EI}} \quad \langle 4-4-8 \rangle$ $n = \frac{\beta_1}{\beta_2} = \sqrt{\frac{k_{h1}}{k_{h2}}} \quad \langle 4-4-9 \rangle$ <p>ここで、 h : 杭打地点におけるすべり面深さ k_{h1}、k_{h2} : 移動層と基岩層の水平地盤反力係数 β_1、β_2 : 移動層と基岩層の β 値 (m^{-1}) d、$E I$: 杭の外径 (m) と曲げ剛性 ($kN \cdot m^2$)</p> <p style="text-align: center;">表 4-1 （略）</p> <p>[z_1 の方程式]</p> $z_1^3 - 2h_1 z_1^2 - (3 - h_1^2) z_1 - \left(\frac{1}{6} n^4 h_1^3 - 2h_1 + 3 \right) = 0 \quad \langle 4-4-10 \rangle$ <p>(2) 回転角 θ の算定</p> $\theta = \frac{H}{2\beta_2^2 EI \left\{ n^4 h_1 \left(z_1 - \frac{2}{3} h_1 \right) + (z_1 - h_1)^2 - 1 \right\}} \quad \langle 4-4-11 \rangle$	<p>4 半剛体杭の設計理論</p> <p>半剛体杭（剛弾性杭）は、すべり面が浅い地すべりや急傾斜地でのすべりの場合、杭の強度に比べて移動層の土質強度が小さく、移動層の部分では杭は剛体杭の挙動を示し、また、杭の基岩層に位置する部分は土質強度が大きいため、杭は弾性杭の挙動を示すと考えられている。<u>従って</u>、杭の回転中心より上を剛体杭、それより下を Y. L. Chang（チャン）の式のたわみ杭としてその挙動を表すものとしている。</p> <p style="text-align: center;">図 4-18 （略）</p> <p>(1) 杭の回転中心の地表からの深さ z の決定</p> <p>$h_1 = \beta_2 h$ に対して表 4-1 から $z_1 (= \beta_2 z)$ を読み取り、次式により z を求める。</p> $z = \frac{z_1}{\beta_2} \quad \langle 4-4-7 \rangle$ $\beta_1 = \sqrt{\frac{k_{h1}d}{4EI}}, \quad \beta_2 = \sqrt{\frac{k_{h2}d}{4EI}} \quad \langle 4-4-8 \rangle$ $n = \frac{\beta_1}{\beta_2} = \sqrt{\frac{k_{h1}}{k_{h2}}} \quad \langle 4-4-9 \rangle$ <p>ここで、 h : 杭打地点におけるすべり面深さ k_{h1}、k_{h2} : 移動層と基岩層の水平地盤反力係数 β_1、β_2 : 移動層と基岩層の β 値 (m^{-1}) d、$E I$: 杭の外径 (m) と曲げ剛性 ($kN \cdot m^2$)</p> <p style="text-align: center;">表 4-1 （略）</p> <p>[z_1 の方程式]</p> $z_1^3 - 2h_1 z_1^2 - (3 - h_1^2) z_1 - \left(\frac{1}{6} n^4 h_1^3 - 2h_1 + 3 \right) = 0 \quad \langle 4-4-10 \rangle$ <p>(2) 回転角 θ の算定</p> $\theta = \frac{H_u}{2\beta_2^2 EI \left\{ n^4 h_1 \left(z_1 - \frac{2}{3} h_1 \right) + (z_1 - h_1)^2 - 1 \right\}} \quad \langle 4-4-11 \rangle$

治山技術基準（昭和46年3月27日付け46林野治第648号林野庁長官通知）参考の一部改訂新旧対照表

（下線部は改訂部分）

改 訂 案	現 行
<p>ここで、<u>H</u>：杭に作用する奥行き1 m当たりの地すべり水平推力（kN/m）</p> <p>(3) 杭頭のたわみΔ_0の算定 $\Delta_0 = z \cdot \theta$ (mm) <4-4-12></p> <p>(4) 最大曲げモーメント M_{max}、<u>最大せん断力</u> S_{max} の算定 ① 最大曲げモーメント M_{max} 最大曲げモーメントが発生する位置は、地すべり推力が作用する位置（B点）か、基岩内において曲げモーメントがピークとなる位置（x_p：C～D区間）のいずれかである。</p> <p>B点での曲げモーメント $M_B = \frac{4E_1\theta h^2}{81} \left[z - \frac{h}{3} \right]$ <4-4-13></p> <p>C～D区間の曲げモーメント $M_{x_p} = -H \left[x_p - \frac{2h}{3} \right] + \frac{E_1\theta h}{12} \{ 6zx_p - 4(z + x_p)h + 3h^2 \}$ <4-4-14></p> $x_p = z - \sqrt{z^2 - \frac{2H}{E_2\theta} + \frac{E_1h(3z-2h)}{3E_2} - h(2z-h)}$ <4-4-15> <p>最大曲げモーメント $M_{max} = \max(M_B , M_{x_p})$ <4-4-16></p> <p>② （略）</p> <p>4-2-4 杭材の種別 [参考] 1 ・ 2 （略）</p> <p>3 杭工に適する鋼管の JIS 規格</p>	<p>ここで、<u>Hu</u>：水平負担力（kN/m）</p> <p>(3) 杭頭のたわみΔ_0の算定 $\Delta_0 = z \cdot \theta$ <4-4-12></p> <p>(4) 最大曲げモーメント M_{max}、<u>せん断力</u> S_{max} の算定 ① 最大曲げモーメント M_{max} 最大曲げモーメントが発生する位置は、地すべり推力が作用する位置（B点）か、基岩内において曲げモーメントがピークとなる位置（x_p：C～D区間）のいずれかである。</p> <p>B点での曲げモーメント $M_B = \frac{4E_1\theta h^2}{81} \left[z - \frac{h}{3} \right]$ <4-4-13></p> <p>C～D区間の曲げモーメント $M_{x_p} = H \left[x_p - \frac{2h}{3} \right] + \frac{E_1\theta h}{12} \{ 6zx - 4(z + x_p)h + 3h^2 \}$ <4-4-14></p> $x_p = z - \sqrt{z^2 - \frac{2H}{E_2\theta} + \frac{E_1h(3z-2h)}{3E_2} - h(2z-h)}$ <4-4-15> <p>最大曲げモーメント $M_{max} = \max(M_B , M_{x_p})$ <4-4-16></p> <p>② （略）</p> <p>4-2-4 杭材の種別 [参考] 1 ・ 2 （略）</p> <p>3 杭工に適する鋼管の JIS 規格</p>

治山技術基準（昭和46年3月27日付け46林野治第648号林野庁長官通知）参考の一部改訂新旧対照表

（下線部は改訂部分）

改 訂 案	現 行
--------------	------------

表 4-2 地すべり抑止用の鋼管に関する JIS 規格

規格番号	名 称	規格記号と材質
JIS A 5525	鋼管ぐい	SKK400 (SKK41) SKK490 (SKK50)
JIS G 3444	一般構造用炭素 <u>鋼鋼管</u> (継目無鋼管及び外径 318.5mm 未満の溶接鋼管に限る)	STK400 (STK41) STK490 (STK50) STK540 (STK55)
JIS G 5201	溶接構造用遠心力鋳鋼管	<u>SCW490-CF (SCW50-CF)</u> <u>SCW520-CF (SCW53-CF)</u> <u>SCW570-CF (SCW57-CF)</u>

4 鋼管のヤング係数及び許容応力度

鋼管のヤング係数 $E=2.0 \times 10^5 \text{N/mm}^2$

表 4-3 鋼材の許容応力度

鋼材規格	肉厚 t (mm)	長期許容応力度 (N/mm ²)		短期許容応力度 (N/mm ²)	
				<u>(長期×1.5)</u>	
		せん断	曲げ	せん断	曲げ
SKK400 <u>及び同等品</u>	$t \leq 40$	78	137	117	205
	$t > 40$	73	127	109	<u>190</u>
SKK490 <u>及び同等品</u>	$t \leq 40$	108	186	162	279
	$t > 40$	98	171	147	256
<u>SCW490-CF</u> <u>及び同等品</u>	$t \leq 40$	108	186	162	279
	$t > 40$	108	186	162	279
<u>SCW570-CF</u> <u>及び同等品</u>	$t \leq 40$	147	254	—	—
	$t \leq 75$	142	245	—	—
	$t > 75$	137	240	—	—

(SCW570-CF は短期を認めていない。)

5 (略)

4-2-5 杭の構造、間隔及び配列

[参考]

1 杭間隔の決定

杭間隔 D は、次の3つの式により算定される値のうち最小の値とする。

$$D_s = \frac{\tau_a A}{\alpha_0 S_{max}} = \frac{S_a}{S_{max}} \quad \langle 4-4-20 \rangle$$

表 4-2 地すべり抑止用の鋼管に関する JIS 規格

規格番号	名 称	規格記号と材質
JIS A 5525	鋼管ぐい	SKK400 (SKK41) SKK490 (SKK50)
JIS G 3444	一般構造用炭素 <u>鋼管</u> (継目無鋼管及び外径 318.5mm 未満の溶接鋼管に限る)	STK400 (STK41) STK490 (STK50) STK540 (STK55)
JIS G 5201	溶接構造用遠心力鋳鋼管	<u>SCW490CF (SCW50CF)</u> <u>SCW520CF (SCW53CF)</u> <u>SCW570CF (SCW57CF)</u>

4 鋼管のヤング係数及び許容応力度

鋼管のヤング係数 $E=2.0 \times 10^5 \text{N/mm}^2$

表 4-3 鋼材の許容応力度

鋼材規格	肉厚 t (mm)	長期許容応力度 (N/mm ²)		短期許容応力度 (N/mm ²)	
				せん断	曲げ
		せん断	曲げ	せん断	曲げ
SKK400 <u>および同等品</u>	$t \leq 40$	78	137	117	205
	$t > 40$	73	127	109	<u>199</u>
SKK490 <u>および同等品</u>	$t \leq 40$	108	186	162	279
	$t > 40$	98	171	147	256
<u>SCW490CF</u> <u>および同等品</u>	$t \leq 40$	108	186	162	279
	$t > 40$	108	186	162	279
<u>SCW570CF</u> <u>および同等品</u>	$t \leq 40$	147	254	—	—
	$t \leq 75$	142	245	—	—
	$t > 75$	137	240	—	—

5 (略)

4-2-5 杭の構造、間隔及び配列

[参考]

1 杭間隔の決定

杭間隔 D は、次の3つの式により算定される値のうち最小の値とする。

$$D_s = \frac{\tau_a A}{\alpha_0 S_{max}} = \frac{S_a}{S_{max}} \quad \langle 4-4-20 \rangle$$

治山技術基準（昭和46年3月27日付け46林野治第648号林野庁長官通知）参考の一部改訂新旧対照表

（下線部は改訂部分）

改 訂 案	現 行
$D_m = \frac{\sigma_a - \frac{Nf_1}{A}}{\frac{Nf_2}{A} + \frac{M_{max}}{Z}} = \frac{Ma}{M_{max}}$ <p style="text-align: right;">〈4-4-21〉</p>	$D_m = \frac{\sigma_a - \frac{Nf_1}{A}}{\frac{Nf_2}{A} + \frac{M_{max}}{Z}} = \frac{Ma}{M_{max}}$ <p style="text-align: right;">〈4-4-21〉</p>
$D_y = \frac{\Delta_a}{y_{max}}$ <p style="text-align: right;">〈4-4-22〉</p>	$D_y = \frac{\Delta_a}{y_{max}}$ <p style="text-align: right;">〈4-4-22〉</p>
<p>ここで、D_s：せん断に関する所要杭間隔（m） ……抑え杭、補強杭、せん断杭で算出 D_m：モーメントに関する所要杭間隔（m） ……くさび杭、抑え杭、補強杭で算出 D_y：たわみに関する所要杭間隔（m） ……補強杭で算出 S_a、M_a：許容せん断力(kN)と許容曲げモーメント（kN・m） τ_a、σ_a：せん断とモーメントに関する杭材の許容応力度（kN/m²） Δ_a：杭の許容たわみ量（m） A、Z：杭の断面積（m²）、断面係数（m³） S_{max}：最大せん断力（kN/m） M_{max}：最大モーメント（kN・m/m） y_{max}：最大たわみ <u>（m）</u></p>	<p>ここで、D_s：せん断に関する所要杭間隔（m） ……抑え杭、補強杭、せん断杭で算出 D_m：モーメントに関する所要杭間隔（m） ……くさび杭、抑え杭、補強杭で算出 D_y：たわみに関する所要杭間隔（m） ……補強杭で算出 S_a、M_a：許容せん断力(kN)と許容曲げモーメント（kN・m） τ_a、σ_a：せん断とモーメントに関する杭材の許容応力度（kN/m²） Δ_a：杭の許容たわみ量（m） A、Z：杭の断面積（m²）、断面係数（m³） S_{max}：最大せん断力（kN/m） M_{max}：最大モーメント（kN・m/m） y_{max}：最大たわみ</p>
$\alpha_0 = \frac{2(3d^2 - 6d \cdot t + 4t^2)}{3(d^2 - 2d \cdot t + 2t^2)}$ <p style="text-align: right;">〈4-4-23〉</p>	$\alpha_0 = \frac{2(3d^2 - 6d \cdot t + 4t^2)}{3(d^2 - 2d \cdot t + 2t^2)}$ <p style="text-align: right;">〈4-4-23〉</p>
<p>（d、t：杭の外径と肉厚（m）、一般的には$\alpha_0 \cong 2.0$） N_{f1}：杭1本に作用する軸力（kN） （杭頭への載荷荷重、最大モーメント深度での杭荷重等） N_{f2}：単位幅当たりの軸力（kN/m） （鉛直負担力、杭頭アンカー力等）</p>	<p>（d、t：杭の外径と肉厚（m）、一般的には$\alpha_0 \cong 2.0$） N_{f1}：杭1本に作用する軸力（kN） （杭頭への載荷荷重、最大モーメント深度での杭荷重等） N_{f2}：単位幅当たりの軸力（kN/m） （鉛直負担力、杭頭アンカー力等）</p>
<p>また、杭間隔は、中抜けを起こさないように決定することから、施工位置での移動層厚を考慮した標準杭間隔として表4-4の値を目安とする。なお、この他に杭の直径の8倍以内を杭間隔の目安とすることもできる。</p> <p style="text-align: center;">表 4-4 （略）</p>	<p>また、杭間隔は、中抜けを起こさないように決定することから、施工位置での移動層厚を考慮した標準杭間隔として表4-4の値を目安とする。なお、この他に杭の直径の8倍以内を杭間隔の目安とすることもできる。</p> <p style="text-align: center;">表 4-4 （略）</p>
<p>2 ・ 3 （略）</p>	<p>2 ・ 3 （略）</p>

治山技術基準（昭和46年3月27日付け46林野治第648号林野庁長官通知）参考の一部改訂新旧対照表

（下線部は改訂部分）

改 訂 案	現 行
<p>4-2-6 安定性の検討 〔参考〕</p> <p>1 応力度の検討 杭に作用するせん断力及び曲げモーメントに関する応力度、許容たわみは次式により求められる。</p> <p>(1) せん断応力度……抑え杭、補強杭、せん断杭</p> $\tau_{max} = \alpha_0 \frac{D \cdot S_{max}}{A} \leq \tau_a \quad \langle 4-4-24 \rangle$ <p>ここで、τ_{max}：杭に生じる最大のせん断応力度（kN/m²） S_{max}：単位幅当りの力により発生する最大せん断力（kN/m） D：杭間隔（m） τ_a：許容せん断応力度（kN/m²）</p> $\alpha_0 = \frac{2(3d^2 - 6d \cdot t + 4t^2)}{3(d^2 - 2d \cdot t + 2t^2)} \quad \langle 4-4-25 \rangle$ <p>（d、t：杭の外径と肉厚（m）、一般的には$\alpha_0 \doteq 2.0$）</p> <p>(2) ・ (3) （略）</p> <p>2 （略）</p> <p>3 不動層への根入れ長の検討……全ての杭 たわみ杭の設計式は根入れ長が半無限長であることを前提としている。設計式ごとの算定法は次のとおりである。</p> <p>(1) くさび杭</p> $l_r = (1.0 \sim 1.5) \times \left(\tan^{-1} \frac{\beta_1 - \beta_2}{\beta_1 + \beta_2} + \pi \right) / \beta_2 \quad \langle 4-4-30 \rangle$ <p>（モーメント第1 <u>ゼロ点</u> の1.0～1.5倍） ここで、l_r：杭の根入れ長（m） β_1：杭の特性値（移動層）（m⁻¹） β_2：杭の特性値（不動層）（m⁻¹）</p> <p>(2) 補強杭、半剛体杭</p> $l_r = 2.5 \lambda_y / \beta_1 \quad \langle 4-4-31 \rangle$ <p>（たわみ第1 <u>ゼロ点</u> の2.5倍 λ_y：<u>たわみ第1</u> ゼロ点深さ係数）</p>	<p>4-2-6 安定性の検討 〔参考〕</p> <p>1 応力度の検討 杭に作用するせん断力及び曲げモーメントに関する応力度、許容たわみは次式により求められる。</p> <p>(1) せん断応力度……抑え杭、補強杭、せん断杭</p> $\tau_{max} = \alpha_0 \frac{D \cdot S_{max}}{A} \leq \sigma_a \quad \langle 4-4-24 \rangle$ <p>ここで、τ_{max}：杭に生じる最大のせん断応力度（kN/m²） S_{max}：単位幅当りの力により発生する最大せん断力（kN/m） D：杭間隔（m） τ_a：許容せん断応力度（kN/m²）</p> $\alpha_0 = \frac{2(3d^2 - 6d \cdot t + 4t^2)}{3(d^2 - 2d \cdot t + 2t^2)} \quad \langle 4-4-25 \rangle$ <p>（d、t：杭の外径と肉厚（m）、一般的には$\alpha_0 \doteq 2.0$）</p> <p>(2) ・ (3) （略）</p> <p>2 （略）</p> <p>3 不動層への根入れ長の検討……全ての杭 たわみ杭の設計式は根入れ長が半無限長であることを前提としている。設計式ごとの算定法は次のとおりである。</p> <p>(1) くさび杭</p> $l_r = (1.0 \sim 1.5) \times \left[\tan^{-1} \frac{\beta_1 - \beta_2}{\beta_1 + \beta_2} + \pi \right] / \beta_2 \quad \langle 4-4-30 \rangle$ <p>（モーメント第1 <u>零点</u> の1.0～1.5倍） ここで、l_r：杭の根入れ長（m） β_1：杭の特性値（移動層）（m⁻¹） β_2：杭の特性値（不動層）（m⁻¹）</p> <p>(2) 補強杭、半剛体杭</p> $l_r = 2.5 \lambda_y / \beta_1 \quad \langle 4-4-31 \rangle$ <p>（たわみ第1 <u>零点</u> の2.5倍 λ_y：<u>第1たわみ</u> ゼロ点深さ係数）</p>

改 訂 案	現 行
<p style="text-align: center;">図 4-20 （略）</p> <p>(3) （略）</p> <p>4 杭谷側移動層の状態の検討</p> <p>杭谷側移動層の地盤反力を期待する設計式を採用する場合は、地すべりが不安定化した時点で、杭谷側移動層の地盤反力が十分期待できるか検討する。この検討方法は、杭の設計式により異なっているが、補強杭理論では F_d 検定を用い、くさび杭理論や抑え杭理論では、杭谷側移動土塊の有効抵抗力の検討を行う。</p> <p>(1) F_d 検定……補強杭</p> <p>F_d 検定では以下の方法を用いて、杭谷側移動層の状態を検討する。杭谷側移動層単独での安全率 F_d は次式で表される。</p> $F_d = \frac{\sum^d S}{\sum^d T + r'_s \cos \alpha} \quad \langle 4-4-33 \rangle$ <p>ここで、F_d：杭谷側移動層単独の地すべり安全率 $\sum^d S$：杭谷側移動層単独の安定解析式の分子項の総和 $\sum^d T$：杭谷側移動層単独の安定解析式の分母項の総和 r'_s：杭谷側移動層の許容最大水平力 <u>(kN/m)</u> α：杭施工位置のすべり面傾斜角 <u>(°)</u> （ヤンプの安定解析式を用いる場合は $\cos \alpha = 1$ とする）</p> <p>よって、F_d が全体の目標安全率 F_p と等しくなる時の r'_s は次式となる。</p> $r'_s = \frac{\sum^d S - F_d \sum^d T}{F_d} \cdot \sec \alpha \quad \langle 4-4-34 \rangle$ <p>ここで、$\sum^d S$：杭谷側移動層単独の安定解析式の分子項の総和（F_p 対応の値）</p> <p>杭を介して下流に伝えられる地盤反力の合力 R_s に対し、次の関係を満足させる。</p> $r'_s \geq R_s \quad \langle 4-4-35 \rangle$ $R_s = H_{mu} \cdot \rho$	<p style="text-align: center;">図 4-20 （略）</p> <p>(3) （略）</p> <p>4 杭谷側移動層の状態の検討</p> <p>杭谷側移動層の地盤反力を期待する設計式を採用する場合は、地すべりが不安定化した時点で、杭谷側移動層の地盤反力が十分期待できるか検討する。この検討方法は、杭の設計式により異なっているが、補強杭理論では F_d 検定を用い、くさび杭理論や抑え杭理論では、杭谷側移動土塊の有効抵抗力の検討を行う。</p> <p>(1) F_d 検定……補強杭</p> <p>F_d 検定では以下の方法を用いて、杭谷側移動層の状態を検討する。杭谷側移動層単独での安全率 F_d は次式で表される。</p> $F_d = \frac{\sum^d S}{\sum^d T + r'_s \cos \alpha} \quad \langle 4-4-33 \rangle$ <p>ここで、F_d：杭谷側移動層単独の地すべり安全率 $\sum^d S$：杭谷側移動層単独の安定解析式の分子項の総和 $\sum^d T$：杭谷側移動層単独の安定解析式の分母項の総和 r'_s：杭谷側移動層の許容最大水平力 α：杭施工位置のすべり面傾斜角 （ヤンプの安定解析式を用いる場合は $\cos \alpha = 1$ とする）</p> <p>よって、F_d が全体の目標安全率 F_p と等しくなる時の r'_s は次式となる。</p> $r'_s = \frac{\sum^d S - F_d \sum^d T}{F_d} \cdot \sec \alpha \quad \langle 4-4-34 \rangle$ <p>ここで、$\sum^d S$：杭谷側移動層単独の安定解析式の分子項の総和（F_p 対応の値）</p> <p>杭を介して下流に伝えられる地盤反力の合力 R_s に対し、次の関係を満足させる。</p> $r'_s \geq R_s \quad \langle 4-4-35 \rangle$ $R_s = H_{mu} \cdot \rho$

治山技術基準（昭和46年3月27日付け46林野治第648号林野庁長官通知）参考の一部改訂新旧対照表

（下線部は改訂部分）

改 訂 案	現 行
<p>ここで、H_{mu}：たわみ解析に用いる水平負担力 <u>(kN/m)</u> ρ：地盤反力合力係数</p> <p>(2) (略)</p> <p>5 杭山側移動層の受働破壊の検討……全ての杭 杭山側の移動層に受働破壊による新しい地すべりが発生しないか検討を行う。 通常、仮想すべり面安全率 F_{AXY} は目標安全率以上となるようにする。</p> <p style="text-align: center;">図 4-21 (略)</p> $\alpha_p = 45^\circ - \phi_1 / 2$ $F_{AXY} = \frac{\sum\{(N_{AX} - U_{AX}) \tan \phi + C \cdot L_{AX}\}}{\sum T_{AX} + \sum T_{XY}} + \frac{\sum\{(N_{XY} - U_{XY}) \tan \phi_1 + C_1 \cdot L_{XY}\}}{\sum T_{AX} + \sum T_{XY}}$ <p style="text-align: right;"><4-4-37></p> <p>ここで、α_p：水平面と XY 面がなす角度 (°) F_{AXY}：仮想すべり面 AXY における安全率 Σ：各スライスの総和を意味する N_{AX}：すべり面 AX で各スライスのすべり面に働く法線力 (<u>単位幅</u> 当たり) <u>(kN/m)</u> N_{XY}：仮想すべり面 XY で各スライスのすべり面に働く法線力 (<u>単位幅</u> 当たり) <u>(kN/m)</u> U_{AX}：すべり面 AX で各スライスのすべり面に働く間隙水圧による力 (<u>単位幅</u> 当たり) <u>(kN/m)</u> U_{XY}：仮想すべり面 XY で各スライスのすべり面に働く間隙水圧による力 (<u>単位幅</u> 当たり) <u>(kN/m)</u> T_{AX}：すべり面 AX で各スライスのすべり面に働く接線力 (<u>単位幅</u> 当たり) <u>(kN/m)</u> T_{XY}：仮想すべり面 XY で各スライスのすべり面に働く接線力 (<u>単位幅</u> 当たり) <u>(kN/m)</u> L_{AX}：すべり面 AX で各スライスのすべり面の長さ (m) L_{XY}：仮想すべり面 XY で各スライスのすべり面の長さ (m) ϕ：すべり面 AX の内部摩擦角 (°) ϕ_1：仮想すべり面 XY の内部摩擦角 (°) c：すべり面 AX の粘着力 <u>(kN/m²)</u> c_1：仮想すべり面 AX の粘着力 <u>(kN/m²)</u></p>	<p>ここで、H_{mu}：たわみ解析に用いる水平負担力 ρ：地盤反力合力係数</p> <p>(2) (略)</p> <p>5 杭山側移動層の受働破壊の検討……全ての杭 杭山側の移動層に受働破壊による新しい地すべりが発生しないか検討を行う。 通常、仮想すべり面安全率 F_{AXY} は目標安全率以上となるようにする。</p> <p style="text-align: center;">図 4-21 (略)</p> $\alpha_p = 45^\circ - \phi_1 / 2$ $F_{AXY} = \frac{\sum\{(N_{AX} - U_{AX}) \tan \phi + c \cdot L_{AX}\}}{\sum T_{AX} + \sum T_{XY}} + \frac{\sum\{(N_{XY} - U_{XY}) \tan \phi_1 + c_1 \cdot L_{XY}\}}{\sum T_{AX} + \sum T_{XY}}$ <p style="text-align: right;"><4-4-37></p> <p>ここで、α_p：水平面と XY 面がなす角度 (°) F_{AXY}：仮想すべり面 AXY における安全率 Σ：各スライスの総和を意味する N_{AX}：すべり面 AX で各スライスのすべり面に働く法線力 (<u>単位巾</u> 当たり) <u>(tf/m)</u> N_{XY}：仮想すべり面 XY で各スライスのすべり面に働く法線力 (<u>単位巾</u> 当たり) <u>(tf/m)</u> U_{AX}：すべり面 AX で各スライスのすべり面に働く間隙水圧による力 (<u>単位巾</u> 当たり) <u>(tf/m)</u> U_{XY}：仮想すべり面 XY で各スライスのすべり面に働く間隙水圧による力 (<u>単位巾</u> 当たり) <u>(tf/m)</u> T_{AX}：すべり面 AX で各スライスのすべり面に働く接線力 (<u>単位巾</u> 当たり) <u>(tf/m)</u> T_{XY}：仮想すべり面 XY で各スライスのすべり面に働く接線力 (<u>単位巾</u> 当たり) <u>(tf/m)</u> L_{AX}：すべり面 AX で各スライスのすべり面の長さ (m) L_{XY}：仮想すべり面 XY で各スライスのすべり面の長さ (m) ϕ：すべり面 AX の内部摩擦角 (°) ϕ_1：仮想すべり面 XY の内部摩擦角 (°) c：すべり面 AX の粘着力 <u>(tf/m²)</u> c_1：仮想すべり面 AX の粘着力 <u>(tf/m²)</u></p>

治山技術基準（昭和46年3月27日付け46林野治第648号林野庁長官通知）参考の一部改訂新旧対照表

（下線部は改訂部分）

改 訂 案	現 行
<p>4-2-7 (略)</p> <p>4-3 シャフト工 4-3-1・4-3-2 (略)</p> <p>4-3-3 シャフト工の設計式 〔参考〕</p> <p>剛体杭として設計する場合は、一般的に力とモーメントの釣り合いから地中の回転中心を求める方法が用いられるが、杭谷側移動層の地盤反力が十分に期待できるか否かで、移動層の地盤反力が異なるので、その取扱いに注意する。杭谷側移動層の地盤反力の判定方法は杭工に準じ、杭本体の設計方法はケーソンに準ずる。</p> <p>たわみ杭の場合の設計方法は杭工に準ずるものとし、施工位置の状態や移動特性に応じて、補強杭、くさび杭、抑え杭等の設計式を選定する。</p> <p>1 水平外力</p> <p>シャフト杭は、たわみ杭に比べて直径2bが大きく、また躯体重量も無視できず回転に伴って底面に発生するせん断力と地盤反力度も考慮する。底面での地盤反力分布は、一般に図4-22に示す2つのケースがあり、ケース(1)のように台形分布の場合は躯体の浮き上がりを生じないが、ケース(2)では浮き上がりを生じ、その取扱いを異にする。</p> <p style="text-align: center;">図 4-22 (略)</p> <p>したがって、シャフト杭においては、考慮すべき水平外力は、回転点から上での地すべり滑動力H及び回転に伴って生ずる水平方向の地盤反力のpの合力P、回転点から下でのp'の合力P'及び底面でのせん断力R'の4項目である。ここでの未知数は、回転点0の深さh'と回転角θの2項目であり、点0について水平方向の力のつり合い条件とモーメントのつりあい条件の2式をとり、これを連立して解けばよい。以下、便宜的にkhをkの記号で示す。</p> <p>いま、図4-22に示すようにすべり面から下での地盤反力係数をk'とし、すべり面からの高さa=l/3のところから地すべり合力が働くものとする。すべり面から下h'(h≥0)の深さに回転点0があり、角θだけ回転したものとすれば、これによって地盤反力度の分布は図のとおりである。なお、最上層は地表面でk₃=0、底面層でk₃の三角形分布、たわみは高さyに関して(h'+y)θの直線で与えられており、これによる地盤反力度の合力をp₃、点0のまわりのモーメントをm₃とすれば、それぞれ(l-l₃)からlまで積分して、</p> $p_3 = \frac{1}{6}k_3l_3\theta(3h' + 3l - 2l_3) \quad \langle 4-4-39 \rangle$ $m_3 = \frac{1}{12}k_3l_3\theta(6l_2 + (6h' - 8l_3)l + (3l_3 - 4h')l_3) \quad \langle 4-4-40 \rangle$	<p>4-2-7 (略)</p> <p>4-3 シャフト工 4-3-1・4-3-2 (略)</p> <p>4-3-3 シャフト工の設計式 〔参考〕</p> <p>剛体杭として設計する場合は、一般的に力とモーメントの釣り合いから地中の回転中心を求める方法が用いられるが、杭谷側移動層の地盤反力が十分に期待できるか否かで、移動層の地盤反力が異なるので、その取扱いに注意する。杭谷側移動層の地盤反力の判定方法は杭工に準じ、杭本体の設計方法はケーソンに準ずる。</p> <p>たわみ杭の場合の設計方法は杭工に準ずるものとし、施工位置の状態や移動特性に応じて、補強杭、くさび杭、抑え杭等の設計式を選定する。</p> <p>1 水平外力</p> <p>シャフト杭は、たわみ杭に比べて直径2bが大きく、また躯体重量も無視できず回転に伴って底面に発生するせん断力と地盤反力度も考慮する。底面での地盤反力分布は、一般に図4-22に示す2つのケースがあり、ケース(1)のように台形分布の場合は躯体の浮き上がりを生じないが、ケース(2)では浮き上がりを生じ、その取扱いを異にする。</p> <p style="text-align: center;">図 4-22 (略)</p> <p>したがって、シャフト杭においては、考慮すべき水平外力は、回転点から上での地すべり滑動力H及び回転に伴って生ずる水平方向の地盤反力のpの合力P、回転点から下でのp'の合力P'及び底面でのせん断力R'の4項目である。ここでの未知数は、回転点0の深さh'と回転角θの2項目であり、点0について水平方向の力のつり合い条件とモーメントのつりあい条件の2式をとり、これを連立して解けばよい。以下、便宜的にkhをkの記号で示す。</p> <p>いま、図6-15に示すようにすべり面から下での地盤反力係数をk'とし、すべり面からの高さa=l/3のところから地すべり合力が働くものとする。すべり面から下h'(h≥0)の深さに回転点0があり、角θだけ回転したものとすれば、これによって地盤反力度の分布は図のとおりである。なお、最上層は地表面でk₃=0、底面層でk₃の三角形分布、たわみは高さyに関して(h'+y)θの直線で与えられており、これによる地盤反力度の合力をp₃、点0のまわりのモーメントをm₃とすれば、それぞれ(l-l₃)からlまで積分して、</p> $p_3 = \frac{1}{6}k_3l_3\theta(3h'+3l-2l_3) \quad \langle 4-4-39 \rangle$ $m_3 = \frac{1}{12}k_3l_3\theta(6l_2 + (6h'-8l_3)l + (3l_3 - 4h')l_3) \quad \langle 4-4-40 \rangle$

治山技術基準（昭和46年3月27日付け46林野治第648号林野庁長官通知）参考の一部改訂新旧対照表

（下線部は改訂部分）

改 訂 案	現 行
<p>p_1, p_2 は台形分布、p'_1, p'_2 は三角分布であるから、それぞれの合力及び重心の高さ c は計算により求められる。</p> $H - P - P' - R' = 0 \quad \langle 4-4-41 \rangle$ <p>ここで、$P = 2b(p'_1 + p_1 + p_2 + p_3)$、$P' = 2bp'_2$ $R' = k_s(h' - l')\theta \cdot A$</p> <p>A : 杭底面積 (図 4-22 のケース (2) の場合は式 4-4-46 の A') <u>(m^2)</u> k'_s : 水平方向のせん断ばね係数 = λk_v <u>(kN/m^3)</u> (∵ $\lambda = 1/3 \sim 1/4$) k_v : 鉛直方向の地盤反力係数 <u>(kN/m^3)</u></p> <p>なお、地盤反力係数 k_s, k_v については、k_0 を直径 30cm の鋼体円盤による平板載荷試験による値に相当する地盤反力係数とし、標準貫入試験 N 値を用いる場合は、地盤反力係数 k とし次式により求められる。</p> $k = 12.8k_0 \cdot B^{-3/4} \quad \langle 4-4-42 \rangle$ <p>ここで、B : 載荷幅 = $2b$ <u>(m)</u> $k_0 = \alpha \cdot E_0/30$, $\alpha = 1$ $E_0 = 28N$</p> <p>ただし、水平方向反力係数の場合は、前面に対する側面の分担による増加分を 20% 見込む。</p> <p>2 モーメントの釣り合い</p> $H(\alpha + h') - 2b\{p'_1 \cdot c'_1 + p_1(h' + c_1) + p_2(h' + l_1 + c_2) + m_3 + p_3h'\} - 2b \cdot p'_2 \cdot c'_2 - R'(l' - h') - M'_B = 0 \quad \langle 4-4-43 \rangle$ <p>ここで、M'_B は底面の地盤反力度に関するモーメントであり、これと地盤反力度 q_1, q_2 は次式で表される。</p> <p>台形分布 :</p> $M'_B = \frac{4}{3}b^4 \cdot kv \cdot \alpha_0 \cdot \theta \quad (\alpha_0 = 0.589) \quad \langle 4-4-44 \rangle$ $q_1, q_2 = \frac{W(l+l')-U}{A} \pm k_v \cdot b \cdot \theta \quad \langle 4-4-45 \rangle$	<p>p_1, p_2 は台形分布、p'_1, p'_2 は三角分布であるから、それぞれの合力及び重心の高さ c は計算により求められる。</p> $H - P - P' - R' = 0 \quad \langle 4-4-41 \rangle$ <p>ここで、$P = 2b(p'_1 + p_1 + p_2 + p_3)$、$P' = 2bp'_2$ $R' = k_s(h' - l')\theta \cdot A$</p> <p>A : 杭底面積 (図 4-22 のケース (2) の場合は式 4-4-46 の A') k'_s : 水平方向のせん断ばね係数 = λk_v (∵ $\lambda = 1/3 \sim 1/4$) k_v : 鉛直方向の地盤反力係数</p> <p>なお、地盤反力係数 k_s, k_v については、k_0 を直径 30cm の鋼体円盤による平板載荷試験による値に相当する地盤反力係数とし、標準貫入試験 N 値を用いる場合は、地盤反力係数 k とし次式により求められる。</p> $k = 12.8k_0 \cdot B^{-3/4} \quad \langle 4-4-42 \rangle$ <p>ここで、B : 載荷幅 = $2b$ $k_0 = \alpha \cdot E_0/30$, $\alpha = 1$ $E_0 = 28N$</p> <p>ただし、水平方向反力係数の場合は、前面に対する側面の分担による増加分を 20% 見込む。</p> <p>2 モーメントの釣り合い</p> $H(\alpha + h') - 2b\{p'_1 \cdot c'_1 + p_1(h' + c_1) + p_2(h' + l_1 + c_2) + m_3 + p_3h'\} - 2b \cdot p'_2 \cdot c'_2 - R'(l' - h') - M'_B = 0 \quad \langle 4-4-43 \rangle$ <p>ここで、M'_B は底面の地盤反力度に関するモーメントであり、これと地盤反力度 q_1, q_2 は次式で表される。</p> <p>台形分布 :</p> $M'_B = \frac{4}{3}b^2 \cdot kv \alpha_0 \cdot \theta \quad (\alpha_0 = 0.589) \quad \langle 4-4-44 \rangle$ $q_1, q_2 = \frac{W(l+l')-U}{A} \pm k_v \cdot b \cdot \theta \quad \langle 4-4-45 \rangle$

治山技術基準（昭和46年3月27日付け46林野治第648号林野庁長官通知）参考の一部改訂新旧対照表

（下線部は改訂部分）

改 訂 案	現 行
<p>ここで、W：シャフト杭単位長当たりの重量 <u>(kN/m)</u> U：杭に働く浮力 <u>(kN)</u></p> <p>三角形分布：$M'_B = K_v \cdot b^4 \cdot V_2 \cdot \theta$ $q_1 = k_v \cdot b \cdot \theta$</p> <p>ここで、$v$：底面の形状によって定まる定数 $v_2 = \frac{2}{3} \sin^3 \beta \cos \beta + \frac{1}{4}(\pi - \beta) + \frac{1}{16} \sin 4\beta$ <4-4-46></p> <p>また $A' = b^2(\pi - \beta + \sin \beta \cos \beta)$ <4-4-47></p> <p>とし、式<4-4-41>、<4-4-43>及び<4-4-44>～<4-4-47>から θ と h' を求め、一連の検定を行い、各応力を計算する。</p> <p>図 4-23 （略）</p> <p>4-3-4 ～ 4-3-7 （略）</p> <p>4-4 アンカー工 4-4-1 目的 〔参考〕 アンカー工の基準 アンカー工の詳細については、<u>地盤工学会「グラウンドアンカー設計・施工基準、同解説（JGS4101-2012）」</u>に準じる。</p> <p>4-4-2 位置及び打設角度、配列 〔参考〕 1・2 （略）</p> <p>3 所要アンカー力の算出 アンカー工の所要アンカー力は、次のとおりとする。なお、崩壊の危険性の高い斜面において、アンカー工に締め付け効果を期待する場合は、<u>第2編第5章第3節3-8「グラウンドアンカー工」</u>を参照する。</p> <p>(1) 通常の地すべりでの算出式 地すべりを抑止するためには「引き止め機能」のみ考慮するので、地すべり単位幅(m)当たりの所要アンカー力(P)は、安定解析式により次のようになる。</p>	<p>ここで、W：シャフト杭単位長当たりの重量 U：杭に働く浮力</p> <p>三角形分布：$M'_B = k_r \cdot b^4 \cdot v_2 \cdot \theta$ $q_1 = k_r \cdot b \cdot \theta$</p> <p>ここで、$v$：底面の形状によって定まる定数 $v_2 = \frac{2}{3} \sin^3 \beta \cos \beta + \frac{1}{4}(\pi - \beta) + \frac{1}{16} \sin 4\beta$ <4-4-46></p> <p>また $A' = b^2(\pi - \beta + \sin \beta \cos \beta)$ <4-4-47></p> <p>とし、式<4-4-41>、<4-4-43>及び<4-4-44>～<4-4-47>から θ と h' を求め、一連の検定を行い、各応力を計算する。</p> <p>図 4-23 （略）</p> <p>4-3-4 ～ 4-3-7 （略）</p> <p>4-4 アンカー工 4-4-1 目的 〔参考〕 アンカー工の基準 アンカー工の詳細については、<u>地盤工学会基準「グラウンドアンカー設計・施工基準」（JGS4101-2012）及び同解説</u>に準じる。</p> <p>4-4-2 位置及び打設角度、配列 〔参考〕 1・2 （略）</p> <p>3 所要アンカー力の算出 アンカー工の所要アンカー力は、次のとおりとする。なお、崩壊の危険性の高い斜面において、アンカー工に締め付け効果を期待する場合は、<u>第2編山地治山事業第5章第3節3-8「グラウンドアンカー工」</u>を参照する。</p> <p>(1) 通常の地すべりでの算出式 地すべりを抑止するためには「引き止め機能」のみ考慮するので、地すべり単位幅(m)当たりの所要アンカー力(P)は、安定解析式により次のようになる。</p>

治山技術基準（昭和46年3月27日付け46林野治第648号林野庁長官通知）参考の一部改訂新旧対照表

（下線部は改訂部分）

改 訂 案	現 行
<p>① Fellenius（フェレニウス）式による場合</p> $P = [(F - F_0) / F] \cdot \sec(\alpha + \theta) \cdot \Sigma T \quad \langle 4-4-48 \rangle$ <p>ここで、F：計画安全率 $F = \Sigma S / (\Sigma T - R)$ R：アンカーによる地すべり抑止力 <u>(kN/m)</u> $R = P \cdot \cos(\alpha + \theta)$ α：アンカーとの交点でのすべり面傾斜 <u>(°)</u> θ：アンカー傾斜角 <u>(°)</u> F_0：初期安全率 $F_0 = \Sigma S / \Sigma T$ $\Sigma T = \Sigma W \cdot \sin \alpha$ ΣS = 安定解析式右辺の分子項</p> <p>② Janbu（ヤンプ）式による場合</p> $P = \{ [F(\Sigma T + Q) - f_0 \Sigma S] / F \} \cdot \sec(\alpha + \theta) \cos \alpha \quad \langle 4-4-49 \rangle$ <p>ここで、$F = f_0 \Sigma S / (\Sigma T + Q - R)$ $R = P \cdot \cos(\alpha + \theta) / \cos \alpha$ $F_0 = f_0 \Sigma S / (\Sigma T + Q)$ $\Sigma T = \Sigma W \cdot \tan \alpha$ ΣS = 安定解析式右辺の分子項 Q：冠頭部の亀裂を埋めている水による水平水圧等の外力 <u>(kN/m)</u> f_0：修正係数 $\simeq (50 d / L)^{1/33.6}$</p> <p>ただし、$d / L \leq 0.02$ で $f_0 = 1$ L：舌端部と冠頭部亀裂の深さの点を結んだ直線長 <u>(m)</u> d：L と L に平行、かつ、すべり面に接する直線との間の距離 <u>(m)</u></p> <p>③ Bishop（ビショップ）式による場合</p> $P = (F \Sigma T - \Sigma S) / F \cos(\alpha + \theta) \quad \langle 4-4-50 \rangle$ <p>ただし、Bishop 式又は Janbu 式を用いる場合には、安定解析式の両辺に目標安全率 F を含んでいることから、求めた P をそれぞれの式に代入し、この P のもとで目標安全率 F が実現されることを確認する。</p>	<p>① Fellenius（フェレニウス）式による場合</p> $P = [(F - F_0) / F] \cdot \sec(\alpha + \theta) \cdot \Sigma T \quad \langle 4-4-48 \rangle$ <p>ここで、F：計画安全率 $F = \Sigma S / (\Sigma T - R)$ R：アンカーによる地すべり抑止力 $R = P \cdot \cos(\alpha + \theta)$ α：アンカーとの交点でのすべり面傾斜 θ：アンカー傾斜角 F_0：初期安全率 $F_0 = \Sigma S / \Sigma T$ $\Sigma T = \Sigma W \cdot \sin \alpha$ ΣS = 安定解析式右辺の分子項</p> <p>② Janbu（ヤンプ）式による場合</p> $P = \{ [F(\Sigma T + Q) - f_0 \Sigma S] / F \} \cdot \sec(\alpha + \theta) \cos \alpha \quad \langle 4-4-49 \rangle$ <p>ここで、$F = f_0 \Sigma S / (\Sigma T + Q - R)$ $R = P \cdot \cos(\alpha + \theta) / \cos \alpha$ $F_0 = f_0 \Sigma S / (\Sigma T + Q)$ $\Sigma T = \Sigma W \cdot \tan \alpha$ ΣS = 安定解析式右辺の分子項 Q：冠頭部の亀裂を埋めている水による水平水圧等の外力 f_0：修正係数 $\simeq (50 d / L)^{1/33.6}$</p> <p>ただし、$d / L \leq 0.02$ で $f_0 = 1$ L：舌端部と冠頭部亀裂の深さの点を結んだ直線長 d：L と L に平行、かつ、すべり面に接する直線との間の距離</p> <p>③ Bishop（ビショップ）式による場合</p> $P = (F \Sigma T - \Sigma S) / F \cos(\alpha + \theta) \quad \langle 4-4-50 \rangle$ <p>ただし、Bishop 式又は Janbu 式を用いる場合には、安定解析式の両辺に目標安全率 F を含んでいることから、求めた P をそれぞれの式に代入し、この P のもとで目標安全率 F が実現されることを確認する。</p>

治山技術基準（昭和46年3月27日付け46林野治第648号林野庁長官通知）参考の一部改訂新旧対照表

（下線部は改訂部分）

改 訂 案	現 行
<p>(2) 移動層が薄く、急傾斜崩壊タイプの地すべりでの算出式 斜面傾斜が急傾斜で、浅いすべりの場合は「引き止め機能」と「締め付け機能」の両方を考慮するので、アンカー力(P)は、安定解析式により次のようになる。</p> <p>① Fellenius 式による場合 $P = \Sigma T(F - F_0) / [F \cdot \cos(\alpha + \theta) + \sin(\alpha + \theta) \tan \phi] \quad \langle 4-4-51 \rangle$</p> <p>② Janbu 式による場合 $P = (F \Sigma T - f_0 \Sigma S) / [F \cos(\theta + \alpha) / \cos \alpha + f_0 \sin \theta \tan \phi' / n_a] \quad \langle 4-4-52 \rangle$</p> <p>ここで、$n_a = \cos^2 \alpha (1 + \tan \alpha \tan \phi' / F)$</p> <p>③ Bishop 式による場合 $P = (F \Sigma T - \Sigma S) / [F \cos(\theta + \alpha) + \sin \theta \tan \phi' / (\cos \alpha + \sin \alpha \tan \phi' / F)] \quad \langle 4-4-53 \rangle$</p> <p>4 アンカー工の配置の目安 (1) ・ (2) (略)</p> <p>(3) アンカー傾角 アンカー傾角は、注入材硬化時に生ずる残留スライム及びグラウトブリージングがアンカーの耐力に大きく影響するので、水平面より <u>-5° ~ +5°</u> の範囲は避ける。</p> <p>5 (略)</p> <p>4-4-3 (略)</p> <p>4-4-4 安定性の検討 [参考] 1 引張り材（テンドン）の選定 設計アンカー力(T_d)は次式により求め、T_dに対して安全な引張り材を選定する。</p> $T_d = P \cdot D / n \quad \langle 4-4-54 \rangle$ <p>ここで、<u>T_d</u>：設計アンカー力 (kN/本) P：地すべり単位幅当たりの所要アンカー力 (kN/m) D：アンカー設置間隔 (m) n：施工段数</p>	<p>(2) 移動層が薄く、急傾斜崩壊タイプの地すべりでの算出式 斜面傾斜が急傾斜で、浅いすべりの場合は「引き止め機能」と「締め付け機能」の両方を考慮するので、アンカー力(P)は、安定解析式により次のようになる。</p> <p>① Fellenius 式による場合 $P = \Sigma T(F - F_0) / [F \cdot \cos(\alpha + \theta) + \sin(\alpha + \theta) \tan \phi] \quad \langle 4-4-51 \rangle$</p> <p>② Janbu 式による場合 $P = (F \Sigma T - f_0 \Sigma S) / [F \cos(\theta + \alpha) / \cos \alpha + f_0 \sin \theta \tan \phi' / n_a] \quad \langle 4-4-52 \rangle$</p> <p>ここで、$n_a = \cos^2 \alpha (1 + \tan \alpha \tan \phi' / F)$</p> <p>③ Bishop 式による場合 $P = (F \Sigma T - \Sigma S) / [F \cos(\theta + \alpha) + \sin \theta \tan \phi' / (\cos \alpha + \sin \alpha \tan \phi' / F)] \quad \langle 4-4-53 \rangle$</p> <p>4 アンカー工の配置の目安 (1) ・ (2) (略)</p> <p>(3) アンカー傾角 アンカー傾角は、注入材硬化時に生ずる残留スライム及びグラウトブリージングがアンカーの耐力に大きく影響するので、水平面より <u>-10° ~ +10°</u> の範囲は避ける。</p> <p>5 (略)</p> <p>4-4-3 (略)</p> <p>4-4-4 安定性の検討 [参考] 1 引張り材（テンドン）の選定 設計アンカー力(T_d)は次式により求め、T_dに対して安全な引張り材を選定する。</p> $T_d = P \cdot D / \underline{n} \quad \langle 4-4-54 \rangle$ <p>ここで、<u>T_d</u>：設計アンカー力 (kN/本) P：地すべり単位幅当たりの所要アンカー力 (kN/m) D：アンカー設置間隔 (m) n：施工段数</p>

治山技術基準（昭和46年3月27日付け46林野治第648号林野庁長官通知）参考の一部改訂新旧対照表

（下線部は改訂部分）

改 訂 案	現 行
<p>引張り材の許容応力度は、鋼材の引張り強度の60%、又は降伏強度の75%のいずれか小さい値以下とする。</p> <p>2・3 (略)</p> <p>4 アンカー体の決定 アンカー体は、地すべり滑動力が発生した場合に受圧板と一体となって引き抜き作用に対して抵抗し、地すべり移動を抑止するもので、引抜抵抗力は、極限引抜力を基に十分な安全性を確保するよう設計する。なお、極限引抜力はアンカー試験により確認する。試験方法は、地盤工学会基準「グラウンドアンカー設計・<u>施工基準</u>、<u>同解説（JGS4101-2012）</u>」に準じて行い、必要に応じてアンカー計画の見直しを行う。</p> <p>(1) 摩擦型アンカー体の設計 摩擦型のアンカー体の定着長は理論的には、テンドン（引張り材）とグラウトとの付着力から求められる長さ、グラウトと地盤との摩擦抵抗から求められる長さを比較し、いずれか長い方をもって決定する。</p> <p>① テンドンとグラウトとの付着力により求まるテンドン拘束長（L_{sa}）</p> $L_{sa} = \frac{T_d}{U \cdot \tau_{ba}} \quad \langle 4-4-55 \rangle$ <p>ここで、L_{sa}：テンドン拘束長（m） T_d：設計アンカー力（kN/本） U：テンドンの見掛け周長（m） τ_{ba}：グラウトとテンドンの許容付着応力度（kN/m²）</p> <p>② グラウトと地盤の摩擦抵抗から求まるアンカー体長（L_a）</p> $L_a = f_s \frac{T_d}{\pi \cdot d_A \cdot \tau} \quad \langle 4-4-56 \rangle$ <p>ここで、L_a：アンカー体長（m） d_A：アンカー体径（m） τ：周面摩擦抵抗（kN/m²） f_s：安全率（2.5）</p> <p>（以下略）</p>	<p>引張り材の許容応力度は、鋼材の引張り強度の60%、又は降伏強度の75%のいずれか小さい値以下とする。</p> <p>2・3 (略)</p> <p>4 アンカー体の決定 アンカー体は、地すべり滑動力が発生した場合に受圧板と一体となって引き抜き作用に対して抵抗し、地すべり移動を抑止するもので、引抜抵抗力は、極限引抜力を基に十分な安全性を確保するよう設計する。なお、極限引抜力はアンカー試験により確認する。試験方法は、地盤工学会基準「グラウンドアンカー設計・<u>施工基準</u>」<u>（JGS4101-2012）及び同解説</u>」に準じて行い、必要に応じてアンカー計画の見直しを行う。</p> <p>(1) 摩擦型アンカー体の設計 摩擦型のアンカー体の定着長は理論的には、テンドン（引張り材）とグラウトとの付着力から求められる長さ、グラウトと地盤との摩擦抵抗から求められる長さを比較し、いずれか長い方をもって決定する。</p> <p>① テンドンとグラウトとの付着力により求まるテンドン拘束長（L_{sa}）</p> $L_{sa} = \frac{T_d}{U \cdot \tau_{ba}} \quad \langle 4-4-55 \rangle$ <p>ここで、L_{sa}：テンドン拘束長（m） T_d：設計アンカー力（kN/本） U：テンドンの見掛け周長（m） τ_{ba}：グラウトとテンドンの許容付着応力度（kN/m²）</p> <p>② グラウトと地盤の摩擦抵抗から求まるアンカー体長（L_a）</p> $L_a = f_s \frac{T_d}{\pi \cdot d_A \cdot \tau} \quad \langle 4-4-56 \rangle$ <p>ここで、L_a：アンカー体長（m） d_A：アンカー体径（m） τ：周面摩擦抵抗（kN/m²） f_s：安全率（2.5）</p> <p>（以下略）</p>

治山技術基準（昭和46年3月27日付け46林野治第648号林野庁長官通知）参考の一部改訂新旧対照表

（下線部は改訂部分）

改 訂 案	現 行
<p>(2) 支圧型アンカー体の設計</p> <p>支圧型アンカーは、アンカー体前面の支圧力により引き抜き作用に抵抗するものであるため、アンカー体前面の基盤内岩盤の一軸圧縮強度に応じた長さを次式により求め、アンカーの芯抜き閉塞長として決定する。</p> $h_r = \sqrt{3 \cdot m_k \cdot P / (\pi \cdot \sigma_c \cdot k_0 \cdot \tan^2 \phi)}$ <p style="text-align: right;"><4-4-57></p> <p>ここで、h_r：芯抜き閉塞長（m） m_k：安全係数 = 1.5 P：アンカー設計荷重（kN） σ_c：定着岩盤の一軸圧縮強度（kPa） k_0：基盤層内岩石のポアソン比による係数 $= \nu / (1 - \nu)$ ν：定着岩盤のポアソン比 ϕ：定着岩盤のせん断抵抗角（°）</p> <p>5 （略）</p> <p>4 - 4 - 5 （略）</p> <p style="text-align: center;">第5章 地すべり防止効果の検証</p> <p>第1節 総説 <u>[参考]</u> <u>概成とは、地すべり防止工事の施工効果が認められ、一定の安全性を維持していると判断される状態をいう。ただし、概成と判断された場合でも、必要に応じて、施工効果の検証を行うものとする。</u></p> <p>第2節 調査の種類 <u>[参考]</u> <u>1 調査計画立案に関する留意点</u> <u>地すべり防止効果の検証のための調査を円滑に実施するには、機構解析時点から検証のための調査を考えた調査計画を立案する必要がある。また、新たに調査を実施する場合も、機構解析の結果を十分に検討し、整合性をとらなければならない。</u></p>	<p>(2) 支圧型アンカー体の設計</p> <p>支圧型アンカーは、アンカー体前面の支圧力により引き抜き作用に抵抗するものであるため、アンカー体前面の基盤内岩盤の一軸圧縮強度に応じた長さを次式により求め、アンカーの芯抜き閉塞長として決定する。</p> $h_r = [3 \cdot m_k \cdot P / (\pi \cdot \sigma_c \cdot k_0 \cdot \tan^2 \phi)]$ <p style="text-align: right;"><4-4-57></p> <p>ここで、h_r：芯抜き閉塞長（m） m_k：安全係数 = 1.5 P：アンカー設計荷重（kN） σ_c：定着岩盤の一軸圧縮強度（kPa） k_0：基盤層内岩石のポアソン比による係数 $= \nu / (1 - \nu)$ ν：定着岩盤のポアソン比 ϕ：定着岩盤のせん断抵抗角（°）</p> <p>5 （略）</p> <p>4 - 4 - 5 （略）</p> <p style="text-align: center;">第5章 地すべり防止効果の検証</p> <p>第1節 総説 <u>[新設]</u></p> <p>第2節 調査の種類 <u>[参考]</u> <u>[新設]</u></p>

改 訂 案	現 行								
<p><u>2 調査方法</u></p> <p><u>防止工の効果判定を目的とする場合は、その工法の特徴により、一般的に次のような調査方法が用いられる。</u></p> <p style="text-align: center;">表5-1 評価判定の調査方法</p> <table border="1" data-bbox="273 483 1380 840"> <thead> <tr> <th>区 分</th> <th>主として用いられる調査方法</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>水路工・暗きょ工・ボーリング暗きょ工・集水井工・排水トンネル工</td> <td>現地点検・地表移動量調査・地中変動量調査・地下水位調査・地下水排出量調査・構造物挙動調査</td> </tr> <tr> <td>排土工・押え盛土工・治山ダム工・土留工等</td> <td>現地点検・地表移動量調査・地中変動量調査・構造物挙動調査</td> </tr> <tr> <td>杭工・シャフト工・アンカー工</td> <td>現地点検・地表移動量調査・地中移動量調査・構造物挙動調査</td> </tr> </tbody> </table> <p><u>3 構造物挙動調査</u></p> <p>構造物挙動調査は、施工した集水井工、杭工、アンカー工等にセンサーを設置することなどにより、これら構造物の変位や荷重を調査するものである。</p> <p><u>(1) 観察・計測</u></p> <p>構造物の変状を目視又は測量機械等で測定し、安定性を監視する。変位を連続的に測定するために、伸縮計等を構造物に取り付けることがある。</p> <p><u>(2) 孔内傾斜計</u></p> <p>杭工、シャフト工に孔内傾斜計を設置するもので、第2章<u>第8節8-3</u>「孔内傾斜計」に準ずる。</p> <p><u>(3) アンカー荷重計</u></p> <p>アンカー工にかかる荷重を測定し、地すべり滑動力の変化やアンカー工の安全性を監視する。</p> <p><u>(4) 土圧計</u></p> <p>土留工、集水井工、杭工等に土圧計を取り付け、構造物にかかる地盤の圧力を測定し、圧力の変化を把握するとともに構造物の安定性を監視する。</p> <p><u>(5) ひずみ計</u></p> <p>集水井工、杭工等に発生するひずみを測定し、地すべりの滑動力の変化や構造物の安定性を監視する。なお、ひずみゲージは劣化しやすく、長期間の調査には不向きである。</p> <p><u>(6) 鉄筋計</u></p>	区 分	主として用いられる調査方法	水路工・暗きょ工・ボーリング暗きょ工・集水井工・排水トンネル工	現地点検・地表移動量調査・地中変動量調査・地下水位調査・地下水排出量調査・構造物挙動調査	排土工・押え盛土工・治山ダム工・土留工等	現地点検・地表移動量調査・地中変動量調査・構造物挙動調査	杭工・シャフト工・アンカー工	現地点検・地表移動量調査・地中移動量調査・構造物挙動調査	<p><u>(新設)</u></p> <p>構造物挙動調査</p> <p>構造物挙動調査は、施工した集水井工、杭工、アンカー工等にセンサーを設置することなどにより、これら構造物の変位や荷重を調査するものである。</p> <p><u>1 観察・計測</u></p> <p>構造物の変状を目視又は測量機械等で測定し、安定性を監視する。変位を連続的に測定するために、伸縮計等を構造物に取り付けることがある。</p> <p><u>2 孔内傾斜計</u></p> <p>杭工、シャフト工に孔内傾斜計を設置するもので、第2章<u>第4節4-15-4</u>「孔内傾斜計」に準ずる。</p> <p><u>3 アンカー荷重計</u></p> <p>アンカー工にかかる荷重を測定し、地すべり滑動力の変化やアンカー工の安全性を監視する。</p> <p><u>4 土圧計</u></p> <p>土留工、集水井工、杭工等に土圧計を取り付け、構造物にかかる地盤の圧力を測定し、圧力の変化を把握するとともに構造物の安定性を監視する。</p> <p><u>5 ひずみ計</u></p> <p>集水井工、杭工等に発生するひずみを測定し、地すべりの滑動力の変化や構造物の安定性を監視する。なお、ひずみゲージは劣化しやすく、長期間の調査には不向きである。</p> <p><u>6 鉄筋計</u></p>
区 分	主として用いられる調査方法								
水路工・暗きょ工・ボーリング暗きょ工・集水井工・排水トンネル工	現地点検・地表移動量調査・地中変動量調査・地下水位調査・地下水排出量調査・構造物挙動調査								
排土工・押え盛土工・治山ダム工・土留工等	現地点検・地表移動量調査・地中変動量調査・構造物挙動調査								
杭工・シャフト工・アンカー工	現地点検・地表移動量調査・地中移動量調査・構造物挙動調査								

治山技術基準（昭和46年3月27日付け46林野治第648号林野庁長官通知）参考の一部改訂新旧対照表

（下線部は改訂部分）

改 訂 案	現 行
<p>土留工等の鉄筋コンクリート構造物に発生する鉄筋応力を測定し、構造物の変位を把握するとともに構造物の安定性を監視する。</p> <p><u>4 自動観測システム</u> データ通信技術を用いた地すべりの挙動を常時観測するシステムである。災害リスクの高まりをリアルタイムで監視することができる。</p> <p>第3節 （略）</p> <p>第4節 地すべり防止工の維持管理の検討 〔参考〕 <u>維持管理の留意点</u></p> <p><u>1 水路工</u> 水路内の堆積物の清掃を行う。また、水路に亀裂や目地の開きが認められた場合、補修を行う。</p> <p><u>2 地下水排除工</u> ボーリング暗きょ工や集水ボーリング工において、目詰まりが原因で機能低下している可能性が高い場合には、高圧水による洗浄を行う。 集水井本体については、井筒の変形や腐食について確認するとともに、井筒につながる集水ボーリングや排水ボーリング、昇降階段、天蓋及び立入防止柵等の付帯施設の健全性も併せて点検する。 排水トンネル内部については、亀裂やゆがみ、押し出し等の有無を確認する。</p> <p><u>3 杭工、シャフト工</u> 杭工やシャフト工の配列の乱れや、杭等の頭部の突出・傾倒、杭等の周辺地盤の変状の有無について確認する。また、孔内傾斜計がある場合には、杭等の挙動・応力解析を行い、健全性を評価する。</p> <p><u>4 アンカー工</u> アンカー工は、アンカー頭部の腐食状況や受圧構造物の変状等を定期的に点検する。また、アンカー頭部に荷重計を設置し、緊張力の変化を観測する。観測結果から、必要に応じて、再緊張や除荷、追加施工等を検討する。</p> <p><u>参考文献</u> 地すべり対策技術の現状と今後のありかたに関する調査研究 （平成25年版 治山技術基準 解説 地すべり防止編 手引き） 公益社団法人 森林保全・管理技術研究所（H28.6） グラウンドアンカー設計・施工基準、同解説 公益社団法人 地盤工学会（H24.5）</p>	<p>土留工等の鉄筋コンクリート構造物に発生する鉄筋応力を測定し、構造物の変位を把握するとともに構造物の安定性を監視する。</p> <p><u>（新設）</u></p> <p>第3節 （略）</p> <p>3-4 地すべり防止工の維持管理の検討 〔参考〕 <u>ボーリング暗きょ工や集水ボーリング工からの集水量が、施工後の時間の経過とともに減少する場合がある。この主な原因の一つにスライム付着による目詰まりがある。このような場合に高圧水による洗浄を行うことで、ボーリング暗きょ工の機能が回復することがある。</u></p>