

「林道洗越工設計上の留意点等」(案)

林道洗越工設計上の留意点等は、現地調査及び事例調査等から、林道の洗越工の設計にあたって留意しなければならない事項について整理したものであり、設計上の基礎情報となるものである。洗越工を設計する地形・地質、降水量等の気象情報は地域で様々であることから、現地の状況を勘案し、機能を発揮する上で最適なものとするとともに、経済性も兼ね備えたものとする必要がある。

1 調査

1-1 設置条件調査

洗越工を検討する縦断勾配の凹型変移点の設定が可能な箇所で、次のような場合に該当するか調査する。

- (1)扇状地を横断する場合
- (2)崖錐地帯を横断する場合
- (3)上流部が荒廃溪流である場合
- (4)土石流の堆積地帯を通過する場合
- (5)なだれ発生の危険地帯を通過する場合
- (6)常水が少なく、一時的出水が多い場合
- (7)破碎帯のように一時的な出水が多い場合
- (8)流路が不特定で散流幅が広い場合
- (9)雨水流出量が多く、土かぶり厚が不足する場合
- (10)洗越工とすることにより工事費の低減が図れる場合

(参考)

適した箇所：溪床勾配が緩く、溪床幅の広いところ。

適さない場所：溪床勾配が急であり、溪床幅の狭いV字谷のようなところ。

路面部による通水断面が広く取れる箇所が路面部の処理量を増やせることから、常水に対する排水施設を小型化できるため有利である。また、溪床勾配が緩いと呑口側と吐口側の構造物の設置高を低く抑えることができる。

溪床幅が狭く、溪床勾配が急な場合は、路面部による通水断面が確保できないため、付帯する排水施設に流量を分担させることになるため、コンクリート路面工の処置も必要になる。このため呑口と吐口の構造物の設置高が高くなる場合は、経済的なメリットがなくなる。

また、冬期に車両の通行があり、路面凍結の恐れがある地域では、車両の安全な走行が確保できない。このような地域において洗越工を検討する場合は注意する必要がある。

1-2 現地調査

洗越工を設置しようとする箇所では、次の事項を調査する。

(1) 溪流状況

溪流の横断、長さ、幅、侵食又は堆積土砂の深さ及び溪床勾配を調査する。あわせて排水施設が目詰まりの原因となる石礫、流木について、大きさ、流出状況を調査する。

(2) 流水状況

現在の流量を測定するため水深、流水幅を調査する。常水がない場合は、浸水痕跡、植被のはがれ等兩岸の痕跡から水位を推定する。

(3) 擁壁工調査

林道技術基準第3章調査・測量・設計第4節4-11 擁壁工調査に準ずる。

(参考)

現地調査は、横断する溪流の上流側、下流側の溪流横断面を測量するとともに、排水施設の設置位置、方向、傾斜、延長を測定し、必要に応じて本測線と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、横断測量等に応じて実測する。

流水状況調査は現在の流量を求めるために行うものであるため、計画路線の上流側の複数の断面及び水深を測定し、その平均値により現在の流量断面を決定する。

2 設計

2-1 構造

洗越工は、常水を流下させる開きよ又は暗きよ埋設の路面と一体化した構造とし、原則として、路体、路面、暗きよ等の適用は次による。

(1) 洗越工の設置位置は、流路の中央付近に路線の縦断勾配の凹変移点とし、縦断曲線内において雨水流出量に応じた通水断面を設定して、取付路面にあふれ出させない流路幅を確保する。

(2) 洗越工の路体を土砂で構築する場合は、上下流路側をコンクリート擁壁とし、路面はコンクリート路面工等として、流心部に常水に対する開きよ又は暗きよを設置する。

(3) 洗越工の路体を岩砕を活用して構築する場合は、かご工等による透水性構造により常水を処理するほか、必要に応じて常水の流心箇所に開きよ又は暗きよを配置する。なお、路面は、コンクリート路面工とする。

(4) 洗越工の吐口が洗掘されるおそれがある場合は、水叩工を設置する。

(参考)

設計事例では、洗越工部の計画高が設計と一致しているタイプと設計線よりも洗越工部の計画高を掘下げたタイプがあった。設計線どおりバーチカルカーブを設けると必要な断面が確保できないため、カーブ中であっても直線で掘下げている場合がみられた。

また、縦断勾配の変化点の間隔が、林道規程で定められている「20m 又は縦断曲線長を最小とする。」を満たしていない場合や縦断勾配の代数差が5%以上であっても縦断曲線が設けられていない場合がみられた。

このような使い分けがされている理由として、洗越工部の計画高を設計線よりも掘下げた場合では、施工が容易であること、現場の状況によって流下方向を現場あわせしやすいこと、縦断曲線がないため大きな通水断面を確保しやすいこと、設計の段階において洗越工部だけ部分的に掘下げて通水断面が確保しやすいことから前後に無理な縦断勾配をとらなくてもよいことがあげられる。

一方、デメリットとしては、車両の走行性が劣ることがあげられる。

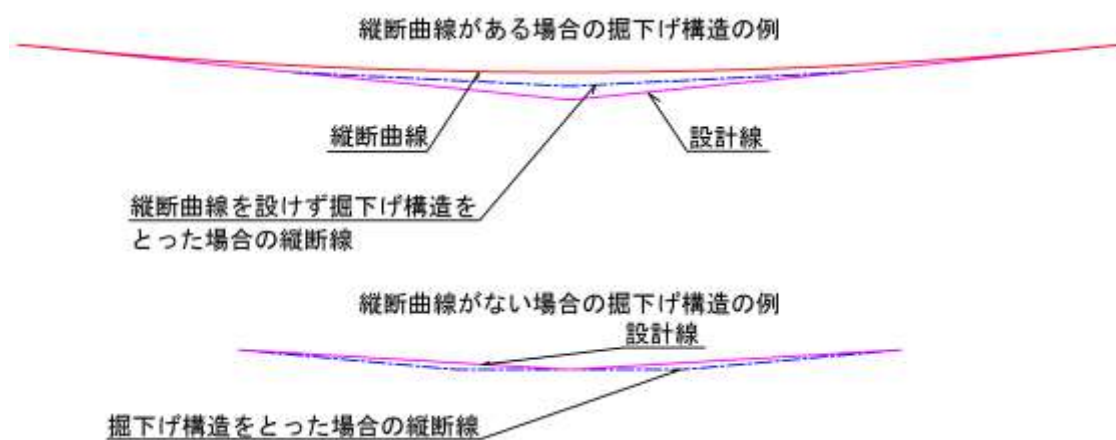


図1 掘下げ構造の断面の一例

表1 掘下げ構造の利点等

メリット	デメリット
縦断曲線を設置するよりも大きな通水断面を確保しやすい 前後に無理な縦断勾配をとらなくてもよい 施工が容易である 流心を現場あわせしやすい	車両の走行性が劣る

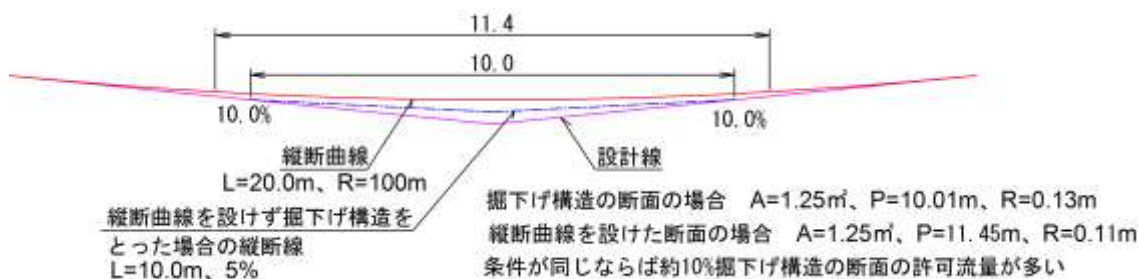


図2 掘下げ構造と縦断曲線の通水断面の比較例

2-2 排水施設

(1) 排水施設の選定

洗越工に付帯させる排水施設は次により選定する。

表 2 付帯する排水施設の適用

開渠併設	暗渠併設	洗越工単独
計画高が低い場合	計画高が高い場合	湧水箇所を横断する場合
溪床勾配が急な場合	溪床勾配が緩い場合	集水面積が小さい場合
荒廃溪流の場合	集水面積が大きい場合	地形が緩く散流幅が広い場合

(参考)

排水施設は、溪流内の不安定土砂の堆積状況、礫径、流れ木の発生状況も勘案して決定する必要がある。洗越工に付帯させる排水施設の種別は、現地の溪流の状況と既往の排水施設の機能発揮の状況を調査して選定する必要がある。なお、コンクリート二次製品の暗渠を選定する場合は、ラフテレーンクレーン等を用いることとなるため、アウトリガーの張り出し等設置状況についても調査する必要がある。

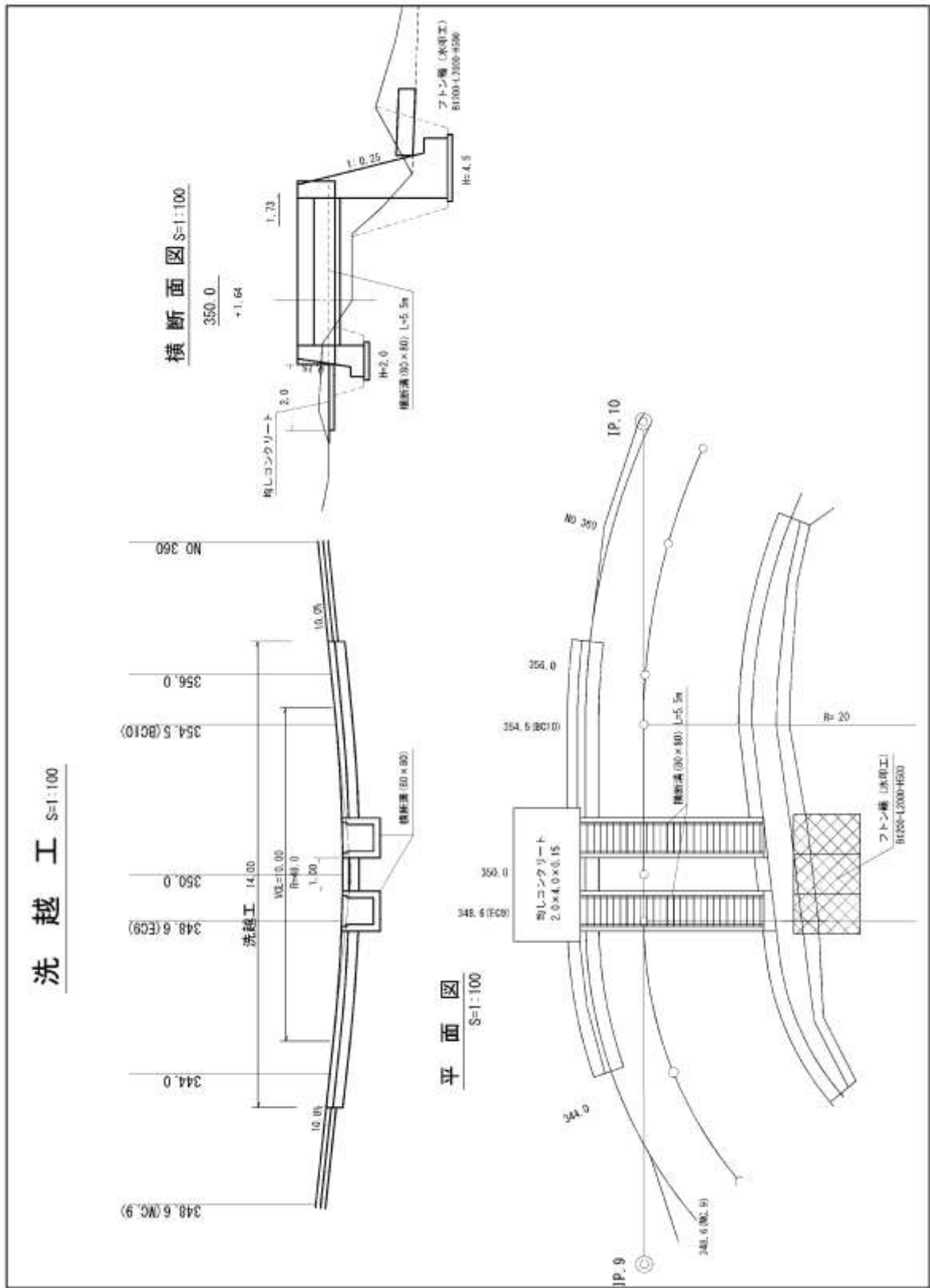


図3 開渠併設タイプの一例(縦断曲線を設けた例)

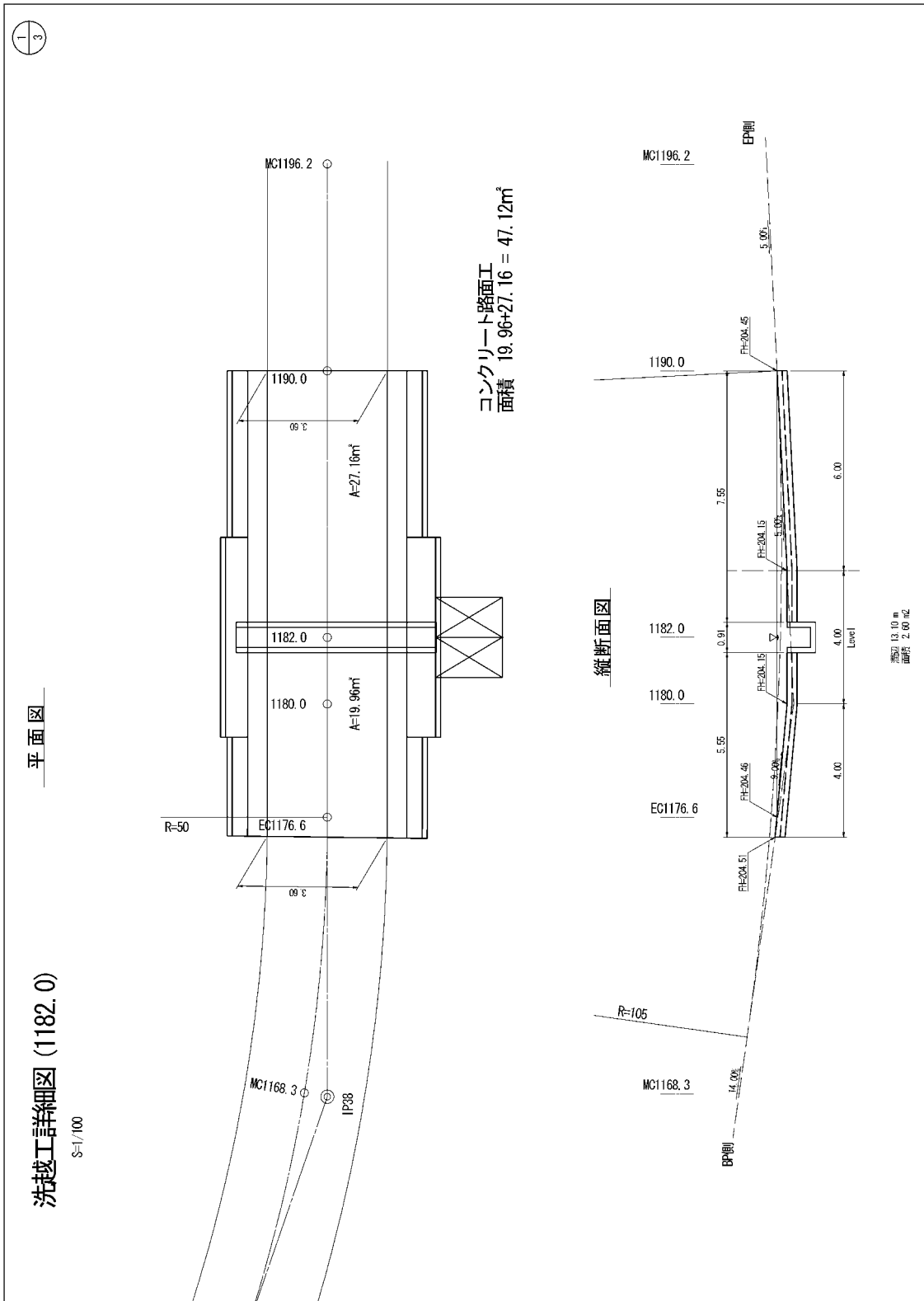


図 4 開渠併設タイプの一例(縦断曲線を設けず縦断線形を直線でつないだ例)

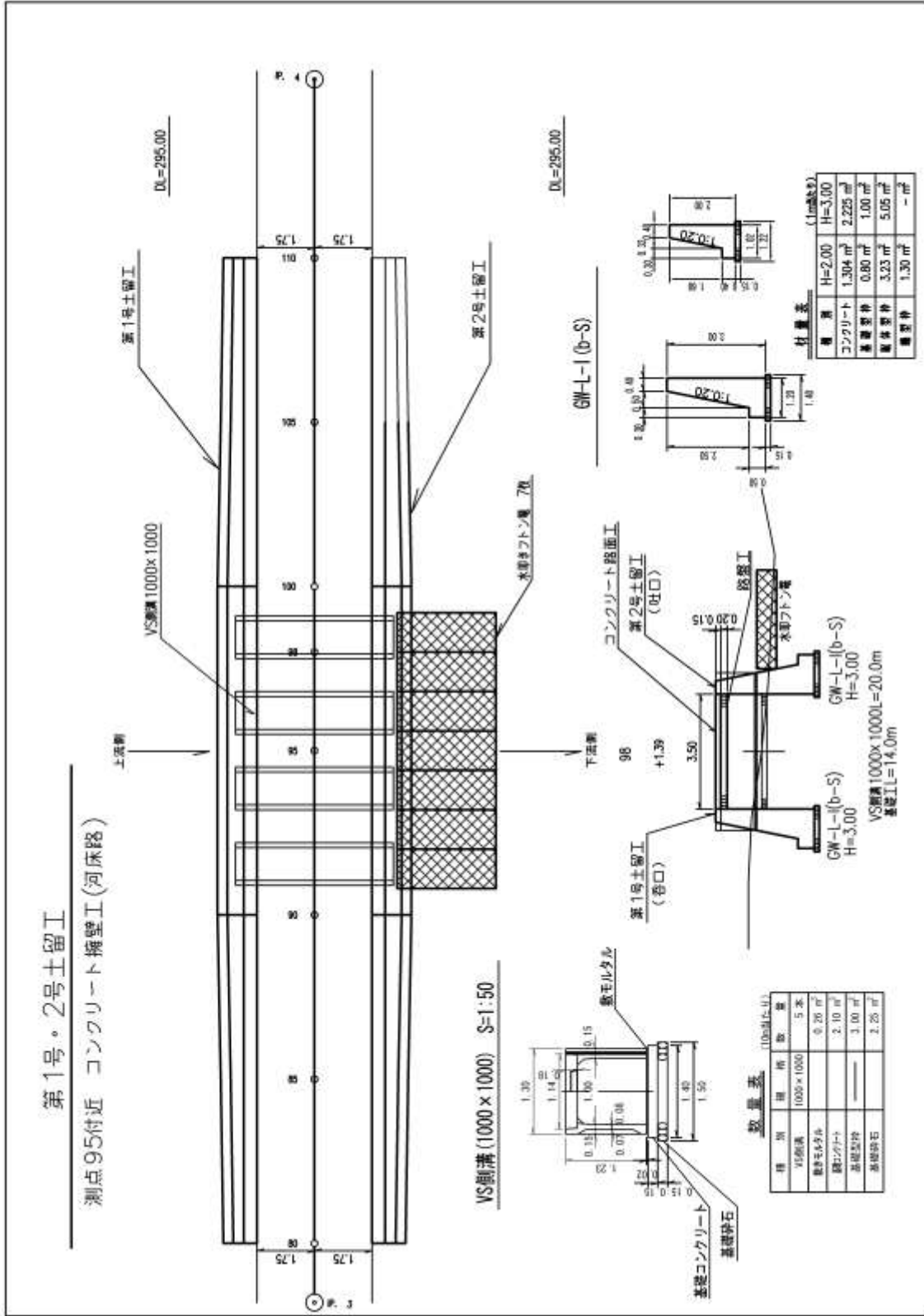


図5-1 開渠併設タイプの一例(開渠を複数用い縦断線形を直線につないだ例 2葉中1枚目)

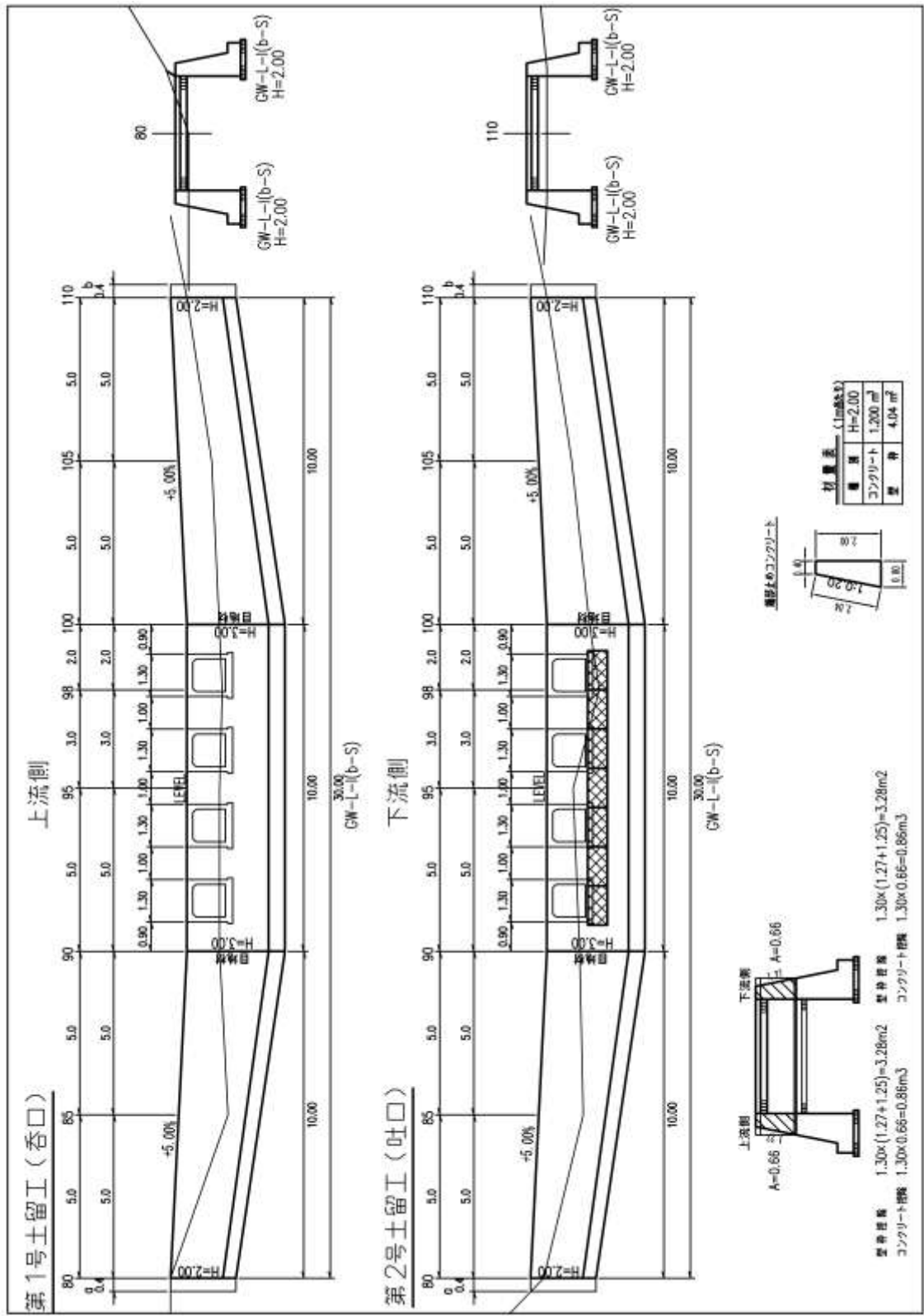


図 5-2 開渠併設タイプの一例(開渠を複数用い縦断線形を直線でないだ例 2 葉中 2 枚目)

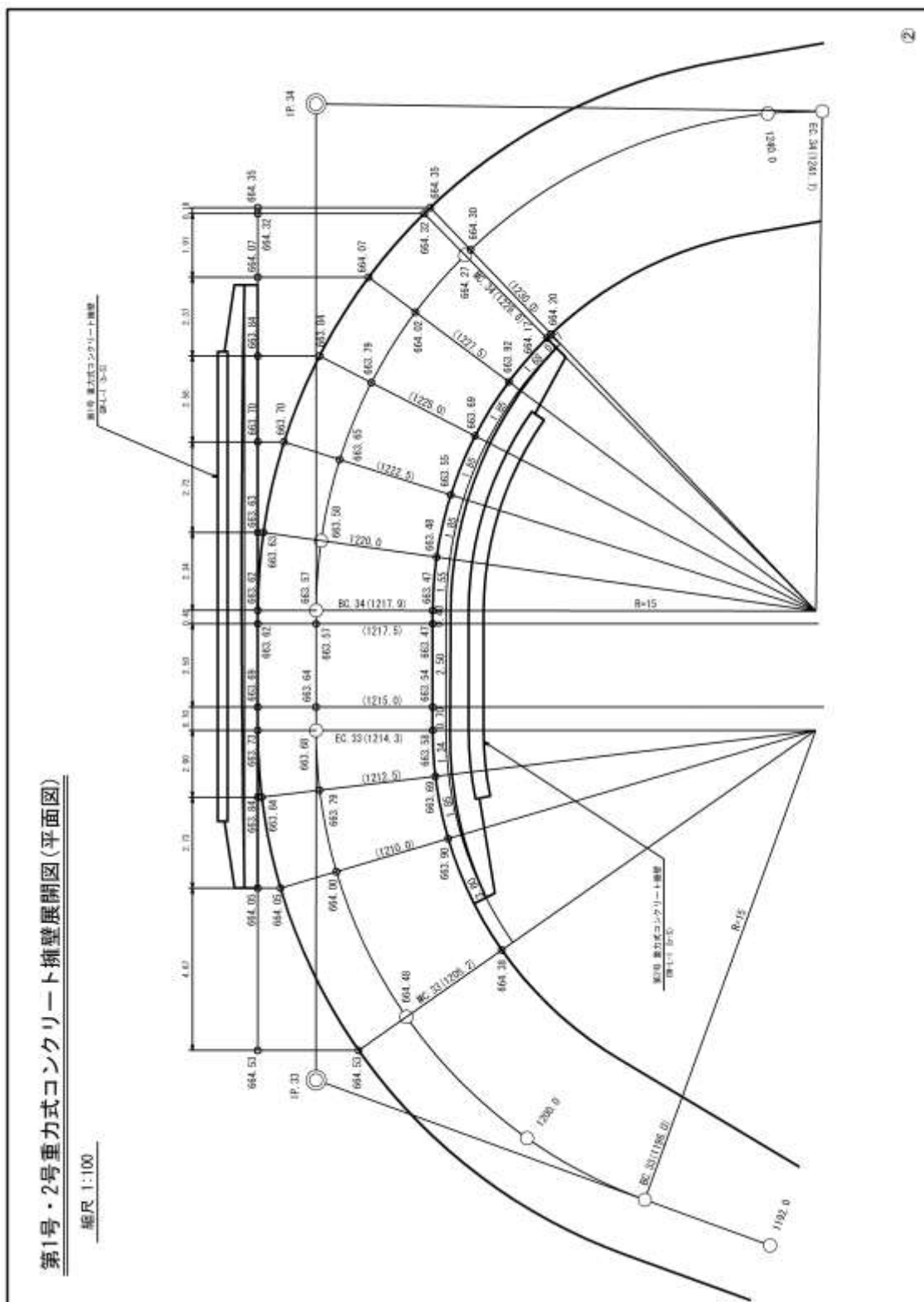


図 6-2 暗渠併設タイプの一例(縦断曲線を設けず縦断線形を直線でつないだ例 4 葉中 2 枚目)

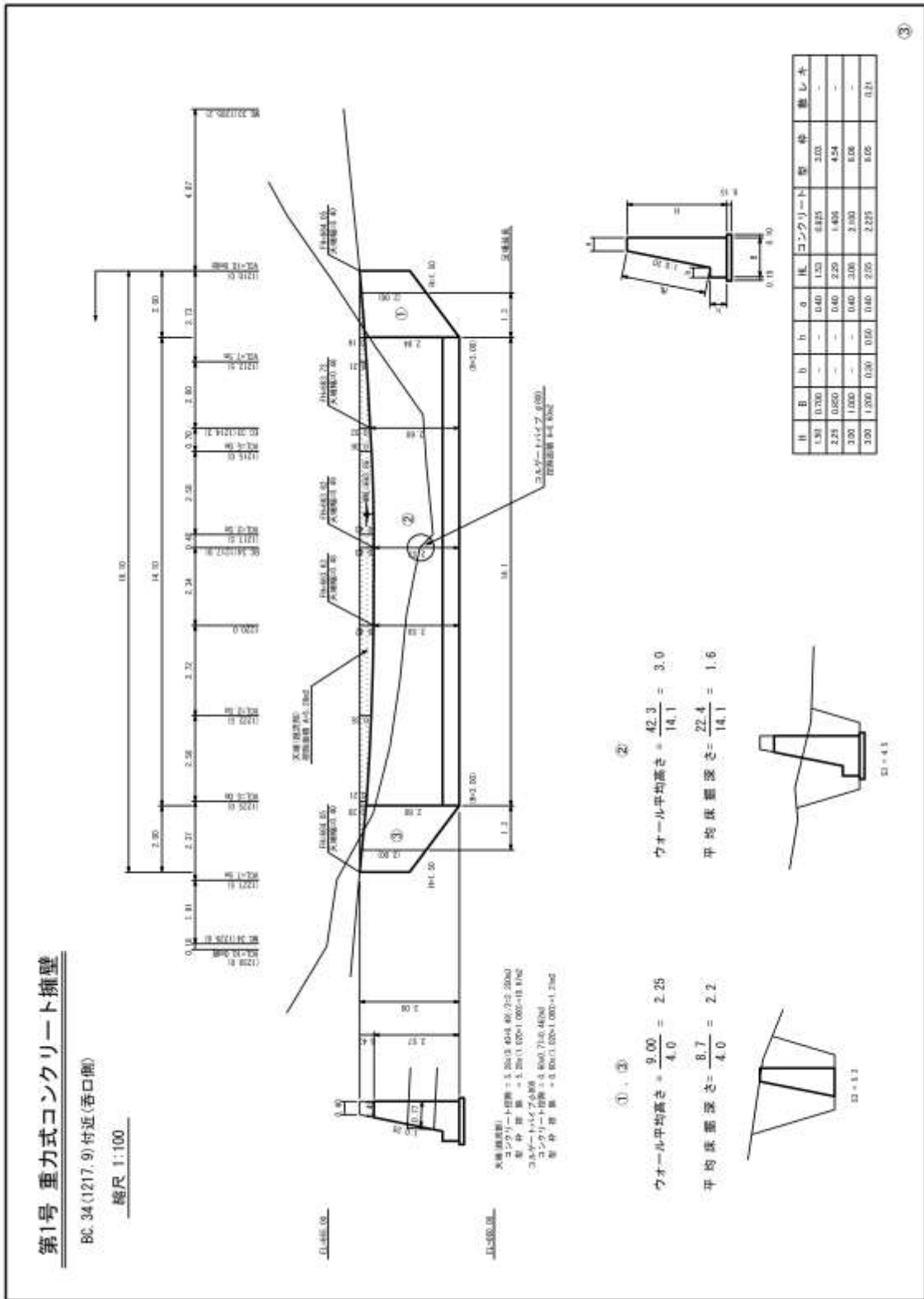


図 6-3 暗渠併設タイプの一例(縦断曲線を設けず縦断線形を直線でつないだ例 4 葉中 3 枚目)

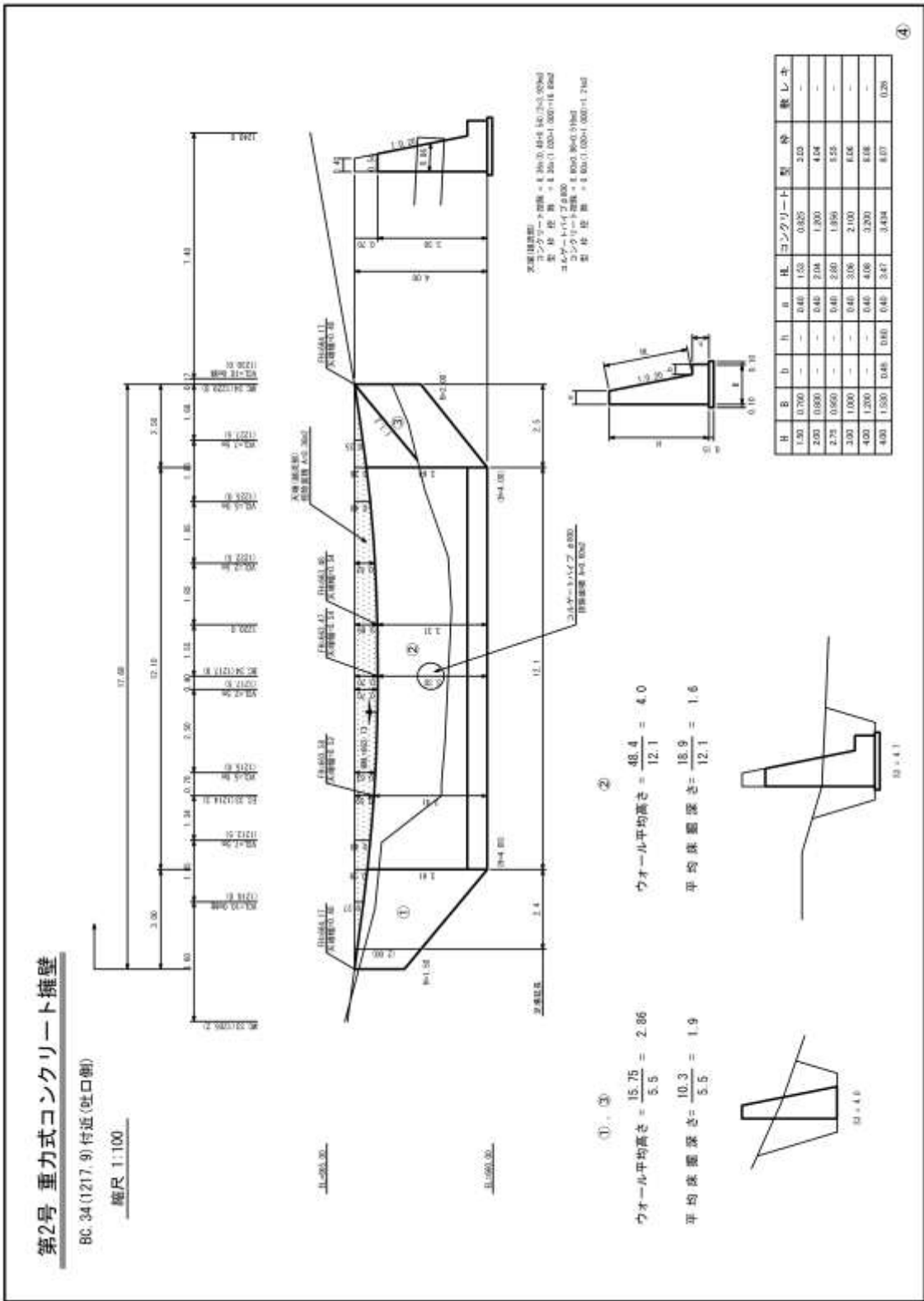


図 6-4 暗渠併設タイプの一例 (縦断曲線を設けず縦断線形を直線でつないだ例 4 葉中 4 枚目)

(2) 安全率

1)開渠併設タイプ

開渠併設タイプの場合は、排水施設部、洗越工部を併せて10年確率雨量に対して1.2倍以上の安全率となる通水断面を確保することが望ましい。

2)暗渠併設タイプ

暗渠併設タイプの場合は、排水施設部、洗越工部を併せて10年確率雨量に対して1.2倍以上の安全率となる通水断面を確保することが望ましい。

3) 洗越工単独の場合は、洗越工部により1.2倍以上の安全率を確保する。

表3 安全率の考え方

種別	安全率の考え方
開渠併設タイプ	排水施設部と洗越工部をあわせて1.2倍以上とすることが望ましい。
暗渠併設タイプ	原則として排水施設部と洗越工部をあわせて1.2倍以上とすることが望ましい。なお、付帯させる暗渠の安全率は溪流の状況によって判断することが望ましい。
洗越工単独タイプ	洗越工部で1.2倍以上とする。

(参考)

開渠、暗渠とも、計画径の最小のものは林道技術基準に従い開渠は30cm×30cm、暗渠では最小径60cmとする。

暗渠併設タイプの付帯させる暗渠の通水断面は、常水の有無、溪流の荒廃の程度、流木等の堆積の状況等から、暗渠の閉塞が発生しやすいと判断した場合は、最小径にとられず、現地に適した大きさのものを選定する。

(3) 設計条件

洗越工部の粗度係数は、原則として林道技術基準の1-3雨水流出量の解説3(3)②の排水施設の粗度係数のうち、ライニングなし水路の砂利、直線水路を用いることが望ましい。

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（ペーピングあり）				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（ペーピングあり）			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
ライニングなし水路	アスファルト、平滑	0.013			0.013
	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

(参考)

全国的设计事例をみると、粗度係数は 0.015~0.016 が用いられており、従前の排水施設設計の考え方に従えば、前記のような粗度係数を用いることになる。しかし、洗越工は付帯させる排水施設が目詰まりしたときの代替施設としても機能するものであることから、流水抵抗が増加したときのことを考慮する必要がある。したがって、洗越工部分を流水が通過する場合は、石礫や流木によって通常よりも流水抵抗が高まっていると予想されるため、人工水路や現場打ちコンクリートの粗度係数を用いることは望ましくないと考えられる。ただし、呑口側に流路を併設する場合は、その状況にあわせた粗度係数を用いる必要がある。

(4) 通水断面の幅

洗越工部の通水断面の幅は、10 年確率雨量に対する越流水を流下させるのに十分な幅を確保するものとし、高水位の幅は現在の溪床幅を超えてはならない。

(参考)

洗越工部の通水断面の幅は、排水計算だけで定めるのではなく、渡河予定箇所の溪床幅より広くなならないようにしなければならない。計算結果のみで通水断面を決定すると、現在の溪床幅よりも広がる場合もあり、越流水が発生した場合に、溪岸部の侵食を発生させるおそれがあることから注意する必要がある。

(5) 通水断面の高さ

洗越工部の通水断面の高さは、安全に車両が走行できる水深とすることが望ましいため、原則として 20cm 程度とする。

(参考)

最小曲線半径等道路の幾何構造を定めるためには、走行する車両のうち最も大型の車両にあわせることになるが、洗越工部を走行する車両は、走行が予想される最小の車両を前提とする必要があるため、軽自動車の諸元にあわせて通水断面の高さを定めた。なお、軽自動車の最低地上高は 150~190mm であり、一般的なタイヤ外径は 542mm であることより、通水断面の高さは 20cm 程度とした。

(6) 通水断面の検討位置等

洗越工部の通水断面は、呑口側と吐口側では同一とし、設計にあたっては最小となる断面で検討することが望ましい。

(参考)

洗越工はカーブ中に計画される場合が多いことから、カーブ中心に向かってコンクリート路面工が計画される場合が多いが、その場合は吐口側の断面を縮小することとなるため、流心に並行にコンクリート路面工部を計画する。また、計画するコンクリート路面工については、通水断面だけを確保するのではなく、溪床幅等を勘案して余幅を設ける。

また、通水断面の大きさについては、洗越工は片勾配がついていることから、呑口側、道路中心、吐口側の断面をよく検討し、最小断面となるものを用いて安全率を算出する。

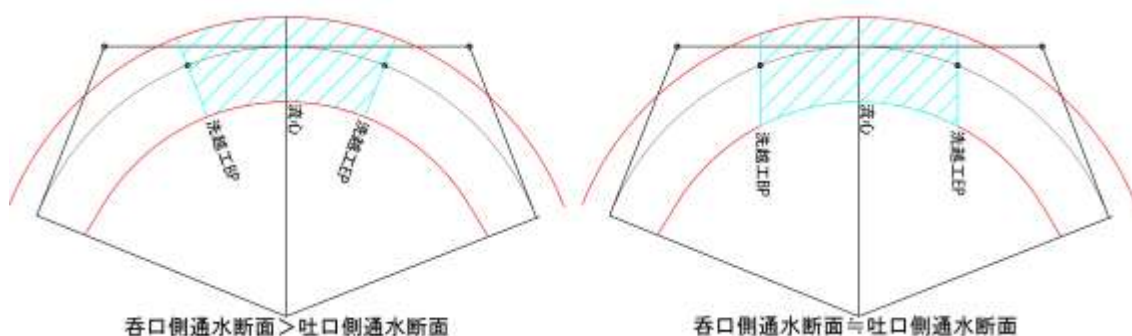


図 8 曲線中の洗越工部のとりかたの一例

(7) 洗掘防止

洗越工の基礎地盤が洗掘されるおそれがある場合は、洗掘防止を図る。

(参考)

① 水叩きの厚さ

水叩きの厚さは、治山技術基準総則・山地治山編 3-12-2-2 水叩きの厚さを参考とする。

$$d=0.2(0.6H1+3hc-1.0)$$

d : 水叩きの厚さ(m)

H1 : 有効落差(水叩き天端から擁壁天端までの高さ)(m)

hc : 洗越工の計画水深(m)

例えば H1=3m、計画水深 0.1m の場合、0.22m となる。これは布団籠(厚さ 0.5m) の約 1/2 となる。これはコンクリートによる厚さであるが、ふとん籠、現場発生の礫等も使用されることが多いため、洗掘に対して十分なものであるか否か検討する。

2-3 擁壁工

(1) 擁壁工の選定

洗越工に使用する擁壁は次を標準とする。

表 4 擁壁工の種別

呑口部	吐口部	適さないもの
重力式擁壁	重力式擁壁	木製擁壁
コンクリートブロック擁壁	コンクリートブロック擁壁	補強土擁壁
石積擁壁	石積擁壁	
プレキャスト製品	ふとん籠工	
	プレキャスト製品	

(参考)

洗越工で用いる擁壁は、呑口部は水密性を持つ必要がある。また、吐口部については、洗越工部をあふれ出る水に耐える構造を持つ必要があることから、間隙水圧の上昇によって安定性が損なわれるような補強土壁や浮力が働く木製擁壁は選定しない。

(2) 有効高さ

吐口側の有効落差は 3.0m 以内とすることが望ましい。

(3) 根入れの深さ

林道技術基準第 6 章基礎工第 1 節 1-6 根入れ条件に準ずる。

(参考)

呑口部は侵食、洗掘等の程度に応じて、地山線からフーチング天端まで 0.5m 以上の深さとする。

吐口部は侵食、洗掘等の程度に応じて、岩盤地帯は 0.5m 以上、土砂地帯は 1.0m 以上とする。

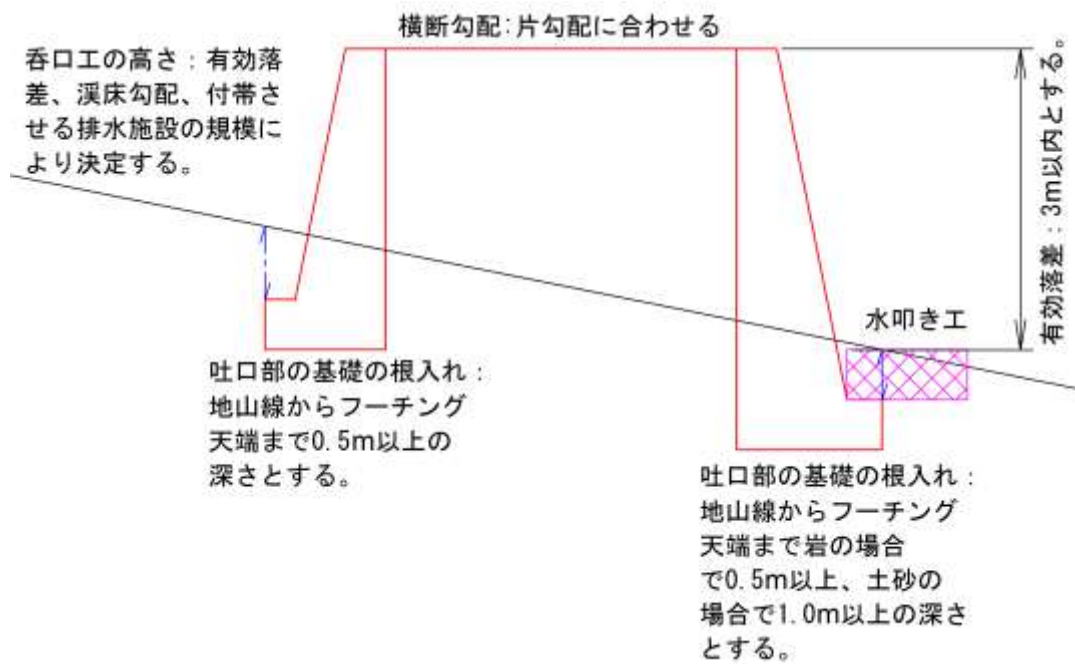


図8 有効落差等の考え方の一例