

第4章 排水

第1節 設計一般（標準）

この土木管理規程集は兵庫県管内の排水設計に適用する。ただし、各設計は法令、通達、示方書類が全てに優先するので、示方書類の改訂、新しい通達等により内容が規程集と異なった場合は規程集の内容を読み変えること。また、内容の解釈に関する疑問点は、その都度、主管課と協議を行うこと。

なお、土石流対策を講じる必要がある場合は、『第Ⅱ編 3. 道路防災 第5章 土石流対策』を参照すること。

表4-1-1 示方書等の名称

示方書・指針	発刊年月	発刊者
道路土工―道路土工要綱	平成21年6月	日本道路協会
道路土工―カルバート工指針	平成22年3月	〃
設計便覧 第3編 道路編	平成24年4月	近畿地方整備局
国土交通省制定 土木構造物標準設計第1巻 ―側こう類・暗きょ類―	平成12年9月	全日本建設技術協会
道路防雪便覧	平成2年5月	日本道路協会
土木構造物設計ガイドライン 土木構造物設計マニュアル（案） 〔土工構造物・橋梁編〕 土木構造物設計マニュアル（案）に係わる設計・施工の手 引き（案）〔ボックスカルバート・擁壁編〕	平成11年11月	全日本建設技術協会
小型構造物標準図集	平成30年9月	兵庫県県土整備部
土木技術管理規程集 河川編（一部改訂）	平成15年4月 （平成28年4月）	〃
コンクリート二次製品標準図集（案）（側溝・水路編）	平成12年3月	近畿地方建設局
設計要領 第一集 土工建設編	平成28年8月	東・中・西日本高速道路 株式会社
道路土工構造物技術基準・同解説	平成29年3月	日本道路協会

第2節 排水の目的（標準）

- （1）降雨、融雪、地表水、地下水による道路土工構造物や舗装の弱化、崩壊の防止
- （2）路面の滞水による交通の渋滞やスリップ事故の防止
- （3）施工時のトラフィカビリティの確保や盛土材の施工含水比の低下

近畿地方整備局
設計便覧（案）
第3編 道路編
第4章 排水
p4-1

道路土工
道路土工要綱
P107

第3節 排水施設の区分と名称（標準）

排水施設は次のように区分する。なお、これらの施設には機能的に重複するものもある。

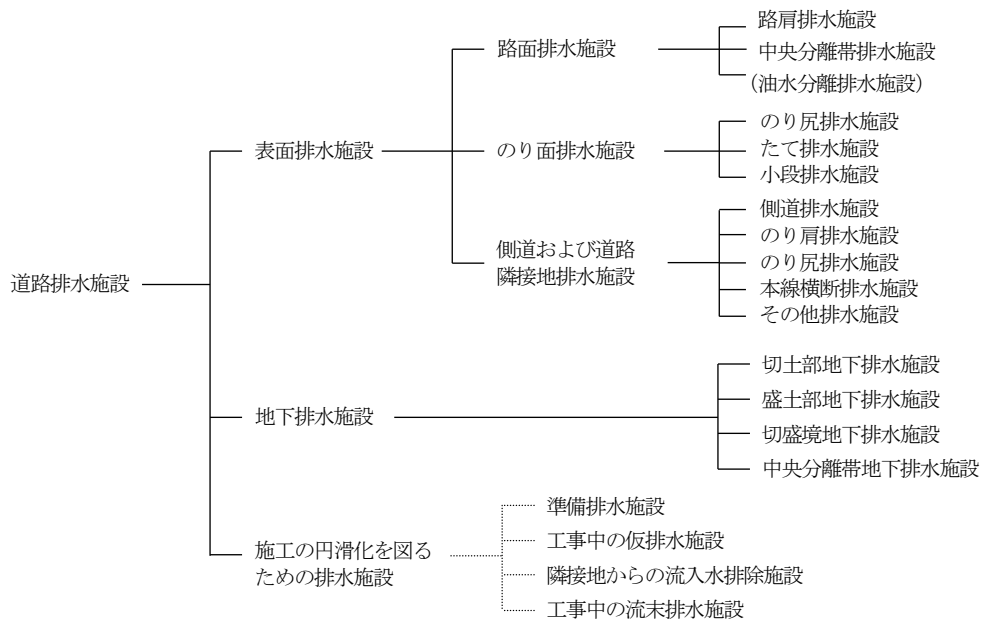


図4-3-1 排水施設の区分と名称

1. 表面排水

表面排水は、降雨または降雪によって生じた路面及び道路隣接地からの表面水を排除するために行う。

2. 地下排水

地下排水は、地下水位を低下させるため、及び道路に隣接する地帯ならびに路面・のり面から浸透してくる水や、路床から上昇してきた水をしゃ断したり、すみやかに除去するために行う。

3. のり面排水

のり面排水は、盛土のり面、切土のり面あるいは自然斜面を流下する水や、のり面から湧出する地下水によるのり面の浸食や安定性の低下を防止するために行う。

4. 構造物の排水

構造物の裏込め部の湛水や構造物内の漏水および降雨、降雪により生じた表面水等を除去するために行う。

5. 道路横断排水

道路横断排水は、道路が在来の水路あるいは溪流等を横断する場合、及び降雨または降雪によって生じた道路隣接地からの表面水をカルバート等道路横断構造物により排除するために行う。

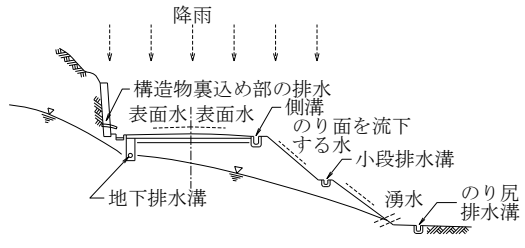


図4-3-2 排水の種類

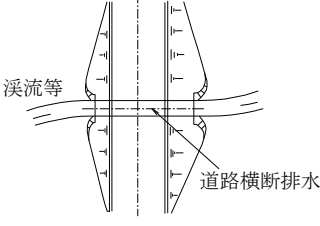


図4-3-3 排水の種類

東・中・西日本高速道路株式会社 設計要領
第一集
土工 建設編
p7-1

近畿地方整備局
設計便覧（案）
第3編 道路編
第4章 排水
p4-2

道路土工
道路土工要綱
P101

第4節 排水施設の設計上の基本事項（標準）

1. 供給源の種類

排水施設の設計は降雨のみでなく、その施設に集まる水の総量によって行う。異った供給源の水として次のものがあり、設計に当っては各々の水の流出について十分配慮すべきである。

- ① 降雨 ② 融雪 ③ 散水消雪 ④ 地下水 ⑤ その他

なお、散水消雪を考慮する場合は「道路防雪便覧」を参照のこと。

2. 降雨強度

合理式による雨水流出量の算定においては、降雨が集水区域の最遠点から流下してくるまでの時間、すなわち流達時間 t (min) に対応した降雨強度 I (mm/h) を求めることが必要である。そのためには任意の継続時間に対応する降雨量を過去の観測資料から抽出して各流達時間 t に対する降雨強度に換算する方法が用いられる。

この方法は実測された降雨強度の資料から任意の継続時間に対応した降雨量の毎年最大値を用いて、その生起確率の評価を行って降雨強度式を作成するものである。

しかし、流出量の算出に含まれる各種の誤差要因等を勘案した結果、実測したデータを用いて厳密に各流達時間毎の降雨強度を求め確率評価することは、流出量の算出に含まれる各種の誤差要因等を勘案したうえで、実務上から不必要と判断し、次の三方式を採用することとした。

- (1) 近傍観測所の確率降雨強度式の適用
- (2) 標準降雨強度図の利用（図4-4-1）
- (3) 特性係数法の適用

側溝ますのような路面排水施設の設計には上記(2)の方法を用いるものとする。

道路を横断するカルバートの通水断面を決定するといった重要な排水施設の設計にあたっては、上記(1)の方法によるものとする。ただし、近傍における雨量観測所の降雨量の資料が得られない場合には(3)の方法によるものとする。

2-1 地域別降雨強度

降雨強度は路面排水に用いる場合と道路隣接地の排水に用いる場合の2種類がある。

- (1) 路面排水に用いる降雨強度は、兵庫県は90mm/hとする。（図4-4-1）

ただし、山地は上記の2割増、特に要注意地域は4割増とする。

- (2) 道路隣接地の排水に用いる降雨強度は特性係数式により求めるものとする。

$$I_n = R_n \cdot \beta_n = R_n \cdot \frac{a'}{t + b}$$

ここに、 I_n : n 年確率の降雨強度 (mm/h)

R_n : n 年確率60分雨量強度

β_n : n 年確率特性係数

t : 降雨継続時間 (min)

a' b : 定数

近畿地方整備局
設計便覧（案）
第3編 道路編
第4章 排水
p4-3

近畿地方整備局
設計便覧（案）
第3編 道路編
第4章 排水
p4-3

近畿地方整備局
設計便覧（案）
第3編 道路編
第4章 排水
p4-3～4-4
【兵庫県独自基準】

a' , b の各定数は $t = 60$ 分で $\beta_n = 1$ という条件で 60 分雨量と 10 分雨量とから、下記のように決められる。

$$a' = b + 60$$

$$b = (60 - 10\beta_n^{10}) / (\beta_n^{10} - 1)$$

ここに、 β_n^{10} : 10 分間 n 年確率特性係数

注 1) R_n 、 β_n の値は「道路土工—道路土工要綱 P359～365」による。

注 2) 路面排水とは路面への雨水、融雪水などを集水し流末施設まで流下させることをいう。

注 3) 道路隣接地の排水とは隣接地から到達する水すなわち道路敷地外に降った雨水、融雪水などの内道路に影響を及ぼすもので隣接する沢などから流出する水、及び隣接する小規模な斜面、又は山地から流出する水の排水をいう。

標準降雨強度図
(1961-2008年気象官署データに基づく3年確率10分間降雨強度)

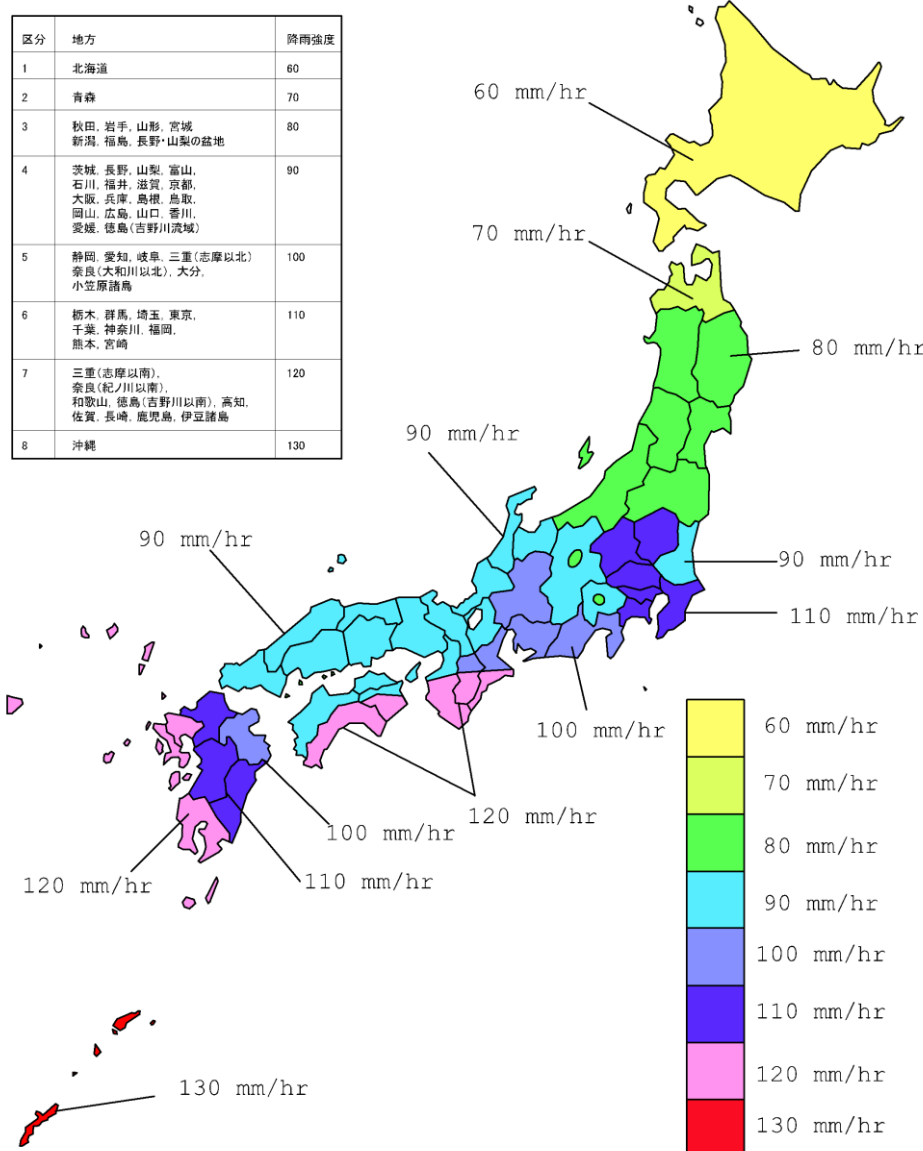


図 4-4-1 路面排水施設などに用いる標準降雨強度 (10 分値)

兵庫県における道路隣接地の排水に用いる降雨強度は、『土木技術管理規程集 河川編 平成 15 年 4 月 1 日（平成 28 年 4 月 1 日 一部改訂）』により、以下の通りとする。

表 4－4－1 適用地域および区域の地域係数

地 域	区 域	地域係数
神戸地域	神戸市(明石川流域以東)、尼崎市、明石市(明石川流域以東)、西宮市、芦屋市、伊丹市、宝塚市、三木市、川西市、小野市、三田市、加西市、加東市、猪名川町	1.0
	西脇市、篠山市、丹波市、多可町	1.2
姫路地域	神戸市(明石川流域より西側)、姫路市(安富町、夢前町、香寺町を除く。)、明石市(明石川流域より西側)、相生市、加古川市、赤穂市、高砂市、たつの市(千種川流域を除く。)、稲美町、播磨町、太子町、上郡町	1.0
	姫路市(安富町、夢前町、香寺町)、朝来市(市川流域)、宍粟市、たつの市(千種川流域)、市川町、福崎町、神河町、佐用町	1.1
豊岡地域	豊岡市(竹野町、日高町を除く。)	1.0
	豊岡市(竹野町、日高町)、養父市、朝来市(市川流域を除く。)、香美町、新温泉町	1.1
洲本地域	洲本市、南あわじ市、淡路市	1.0

「土木技術管理規程集
河川編 平成 15 年 4
月 1 日」
H28. 4. 1 一部改訂
【兵庫県独自基準】

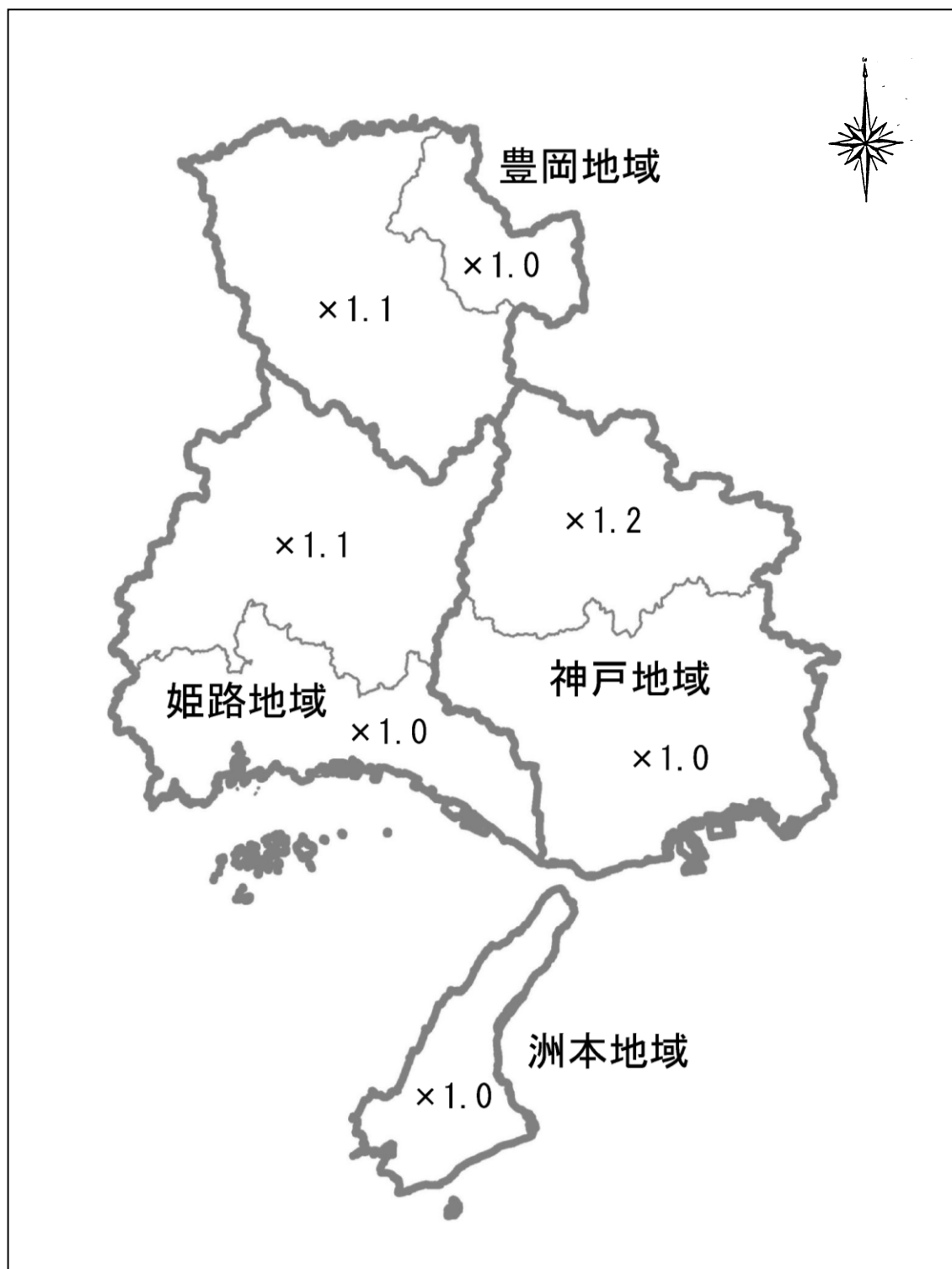


図 4-4-2 地域係数および適用地域図

表4-4-2 降雨強度式

地域		神戸地域				姫路地域				豊岡地域				洲本地域								
区域 (該当市町)		神戸市(明石川流域以東)、 尼崎市、明石市(明石川流域以東)、 西宮市、芦屋市、伊丹市、 宝塚市、二木市、川西市、 小野市、三田市、加西市、 加東市、猪名川町		西脇市、篠山市、丹波市、 多可町		神戸市(明石川流域から西側)、 姫路市(夢前町、安富町、香寺町を除く。)、明石市(明石川流域から西側)、相生市、加古川市、 赤穂市、高砂市、たつの市(千種川流域を除く。)、稲美町、播磨町、 太子町、上郡町		姫路市(夢前町、安富町、香寺町)、 朝来市(市川流域)、宍粟市、 たつの市(千種川流域)、市川町、 福崎町、神河町、佐用町		豊岡市 (竹野町、日高町を除く。)		豊岡市(竹野町、日高町)、 養父市、朝来市(市川流域を除く。)、香美町、新温泉町		洲本市、南あわじ市、淡路市								
地域係数		—		(左欄の値)×1.2		—		(左欄の値)×1.1		—		(左欄の値)×1.1		—								
洪水到達時間		10分≦t≦180分				10分≦t≦180分				10分≦t≦180分				10分≦t≦180分								
確率年		式		r _{60分}	式		r _{60分}	式		r _{60分}	式		r _{60分}	式		r _{60分}						
2		431.4/(t ^{0.6} +1.374)		33.1	517.7/(t ^{0.6} +1.374)		39.7	572.2/(t ^{2/3} +2.507)		32.1	629.4/(t ^{2/3} +2.507)		35.3	533.5/(t ^{2/3} +2.166)		30.5	586.9/(t ^{2/3} +2.166)		33.5	368.8/(t ^{0.5} +0.972)		42.3
3		505.3/(t ^{0.6} +1.405)		38.7	606.4/(t ^{0.6} +1.405)		46.4	674.4/(t ^{2/3} +2.809)		37.2	741.8/(t ^{2/3} +2.809)		40.9	612.8/(t ^{2/3} +2.269)		34.8	674.1/(t ^{2/3} +2.269)		38.3	426.3/(t ^{0.5} +0.965)		48.9
5		586.0/(t ^{0.6} +1.405)		44.8	703.2/(t ^{0.6} +1.405)		53.8	788.7/(t ^{2/3} +3.106)		42.8	867.6/(t ^{2/3} +3.106)		47.1	705.2/(t ^{2/3} +2.439)		39.7	775.7/(t ^{2/3} +2.439)		43.7	484.7/(t ^{0.5} +0.952)		55.7
7		638.5/(t ^{0.6} +1.465)		48.6	766.2/(t ^{0.6} +1.465)		58.4	856.4/(t ^{2/3} +3.197)		46.2	942.0/(t ^{2/3} +3.197)		50.9	759.9/(t ^{2/3} +2.473)		42.7	835.9/(t ^{2/3} +2.473)		47.0	533.6/(t ^{0.5} +1.065)		60.6
10		691.8/(t ^{0.6} +1.498)		52.6	830.2/(t ^{0.6} +1.498)		63.1	931.3/(t ^{2/3} +3.336)		49.9	1024.4/(t ^{2/3} +3.336)		54.9	820.6/(t ^{2/3} +2.596)		45.8	902.7/(t ^{2/3} +2.596)		50.4	582.9/(t ^{0.5} +1.148)		65.5
20		789.6/(t ^{0.6} +1.538)		59.8	947.5/(t ^{0.6} +1.538)		71.8	1070.9/(t ^{2/3} +3.538)		56.8	1178.0/(t ^{2/3} +3.538)		62.4	930.4/(t ^{2/3} +2.700)		51.6	1023.4/(t ^{2/3} +2.700)		56.8	677.8/(t ^{0.5} +1.294)		75.0
30		845.0/(t ^{0.6} +1.553)		63.9	1014.0/(t ^{0.6} +1.553)		76.7	1142.4/(t ^{2/3} +3.578)		60.4	1256.6/(t ^{2/3} +3.578)		66.5	991.5/(t ^{2/3} +2.715)		55.0	1090.7/(t ^{2/3} +2.715)		60.5	732.9/(t ^{0.5} +1.368)		80.4
40		883.7/(t ^{0.6} +1.567)		66.8	1060.4/(t ^{0.6} +1.567)		80.1	1203.3/(t ^{2/3} +3.687)		63.3	1323.6/(t ^{2/3} +3.687)		69.6	1035.6/(t ^{2/3} +2.744)		57.3	1139.2/(t ^{2/3} +2.744)		63.0	772.1/(t ^{0.5} +1.422)		84.2
50		915.0/(t ^{0.6} +1.594)		69.0	1098.0/(t ^{0.6} +1.594)		82.8	1246.9/(t ^{2/3} +3.730)		65.4	1371.6/(t ^{2/3} +3.730)		72.0	1070.5/(t ^{2/3} +2.768)		59.2	1177.6/(t ^{2/3} +2.768)		65.1	804.7/(t ^{0.5} +1.462)		87.2
60		940.0/(t ^{0.6} +1.623)		70.7	1128.0/(t ^{0.6} +1.623)		84.9	1279.7/(t ^{2/3} +3.741)		67.1	1407.7/(t ^{2/3} +3.741)		73.8	1097.6/(t ^{2/3} +2.770)		60.7	1207.4/(t ^{2/3} +2.770)		66.7	827.9/(t ^{0.5} +1.487)		89.7
70		959.6/(t ^{0.6} +1.619)		72.2	1151.5/(t ^{0.6} +1.619)		86.7	1307.2/(t ^{2/3} +3.750)		68.5	1437.9/(t ^{2/3} +3.750)		75.4	1121.3/(t ^{2/3} +2.778)		61.9	1233.4/(t ^{2/3} +2.778)		68.1	848.4/(t ^{0.5} +1.506)		91.7
80		978.0/(t ^{0.6} +1.628)		73.6	1173.6/(t ^{0.6} +1.628)		88.3	1332.5/(t ^{2/3} +3.775)		69.8	1465.8/(t ^{2/3} +3.775)		76.7	1142.1/(t ^{2/3} +2.798)		63.0	1256.3/(t ^{2/3} +2.798)		69.3	866.3/(t ^{0.5} +1.534)		93.4
90		994.3/(t ^{0.6} +1.644)		74.7	1193.2/(t ^{0.6} +1.644)		89.6	1353.1/(t ^{2/3} +3.773)		70.8	1488.4/(t ^{2/3} +3.773)		77.9	1164.1/(t ^{2/3} +2.850)		64.0	1280.5/(t ^{2/3} +2.850)		70.4	884.0/(t ^{0.5} +1.561)		95.0
100		1007.9/(t ^{0.6} +1.645)		75.7	1209.5/(t ^{0.6} +1.645)		90.9	1376.3/(t ^{2/3} +3.815)		71.9	1513.9/(t ^{2/3} +3.815)		79.1	1176.8/(t ^{2/3} +2.819)		64.9	1294.5/(t ^{2/3} +2.819)		71.3	898.7/(t ^{0.5} +1.578)		96.4
150		1062.2/(t ^{0.6} +1.682)		79.6	1274.6/(t ^{0.6} +1.682)		95.5	1455.0/(t ^{2/3} +3.877)		75.8	1600.5/(t ^{2/3} +3.877)		83.3	1244.0/(t ^{2/3} +2.893)		68.3	1368.4/(t ^{2/3} +2.893)		75.1	952.3/(t ^{0.5} +1.617)		101.7
200		1099.9/(t ^{0.6} +1.701)		82.3	1319.9/(t ^{0.6} +1.701)		98.7	1509.5/(t ^{2/3} +3.902)		78.5	1660.5/(t ^{2/3} +3.902)		86.4	1287.7/(t ^{2/3} +2.909)		70.6	1416.5/(t ^{2/3} +2.909)		77.7	991.2/(t ^{0.5} +1.650)		105.5
300		1153.6/(t ^{0.6} +1.730)		86.1	1384.3/(t ^{0.6} +1.730)		103.3	1593.0/(t ^{2/3} +3.982)		82.5	1752.3/(t ^{2/3} +3.982)		90.8	1350.2/(t ^{2/3} +2.966)		73.8	1485.2/(t ^{2/3} +2.966)		81.2	1045.3/(t ^{0.5} +1.686)		110.8
参考	観測所名	神戸地方気象台						姫路特別地域気象観測所						豊岡特別地域気象観測所				洲本特別地域気象観測所				
	統計期間	1937(S12)～2014(H26)						1949(S24)～2014(S26)						1926(S1)～2014(H26)				1919(T8)～2014(H26)				
	確率計算手法	対数ピアソンⅢ型						Gumbel 法						Gumbel 法				Gumbel 法				

注) 各降雨強度式における t の適用は、10 分≦t≦180 分の範囲とする。

2-2 排水施設別降雨確率年

道路排水の対象は主として降雨であり、いかなる強い降雨の場合でも完全に排水することが望ましいが、これを完全に実施することはその発生頻度との関係から必ずしも合理的とはいえない。したがって、排水施設の能力は、計画道路の種類、規格、交通量及び沿道の状況を十分考慮するとともに、個々の排水施設についても排水の目的、排水施設の立地条件、計画流量を超過した場合に予想される周辺地域に与える影響の程度、経済性を考慮して設定しなければならない。

表面排水施設の計画基準の目安として、道路区分による選定基準を表4-4-3に、表4-4-3により選定された区分に応じた排水施設別の採用確率降雨年の標準を表4-4-4に示す。

表4-4-3 道路区分による選定基準

計画 交通量 (台/日)	道路の 種別	高速自動車国 道および自動 車専用道路	一般国道	都道府県道	市町村道
10,000以上		A	A	A	A
10,000～4,000		A	A、B	A、B	A、B
4,000～500		A、B	B	B	B、C
500未満		—	—	C	C

注) う回路のない道路については、その道路の重要性等を考慮して、区分を1ランク上げてよい。

表4-4-4 排水施設別採用降雨確率年の標準

分 類	排水能力の高さ	降 雨 確 率 年	
		(a)	(b)
A	高 い	3 年	10 年以上
B	一般的		7 年
C	低 い		5 年

注1) (a)は路面、小規模なり面等の一般の道路排水施設に適用する。

注2) (b)は長大なり面等から流出する水を排除する道路横断排水施設、平坦な都市部で内水排除が重要な場所の道路横断排水施設等、重要な排水施設に適用する。

注3) 道路管理上、構造上重要性の高い沢部の盛土等の道路横断排水施設については30年程度とするのがよい。

3. 集水面積

集水面積を求める場合は1/5,000地形図から算出するのを基本とする。やむを得ない場合及び面積が広いときは1/10,000～1/50,000地形図によって求めるものとする。

道路土工
道路土工要綱
P110～111

近畿地方整備局
設計便覧（案）
第3編 道路編
第4章 排水
p4-4

4. 流出係数

流出係数は、路面排水施設など降雨確率の低い排水施設に対して表4-4-5(a)、(b)を、又カルバートのように降雨確率年の比較的高い排水施設に対して表4-4-5(c)を使用する。

表4-4-5(a) 地表面の工種別基礎流出係数

地表面の種類			流出係数	採用値
路面	舗砂利装道		0.70～0.95	0.83
			0.30～0.70	0.50
路肩、のり面など	細粒土 粗粒土 硬岩 軟岩		0.40～0.65	0.53
			0.10～0.30	0.20
			0.70～0.85	0.78
			0.50～0.75	0.63
砂質土の芝生	勾配0～2% " 2～7% " 7%以上		0.05～0.10	0.08
			0.10～0.15	0.13
			0.15～0.20	0.18
粘性土の芝生	勾配0～2% " 2～7% " 7%以上		0.13～0.17	0.15
			0.18～0.22	0.20
			0.25～0.35	0.30
屋根 間地 芝、樹林の多い公園 勾配の緩い山地 勾配の急な山地			0.75～0.95	0.85
			0.20～0.40	0.30
			0.10～0.25	0.18
			0.20～0.40	0.30
			0.40～0.60	0.50
田、水面 畑			0.70～0.80	0.75
			0.10～0.30	0.20

表4-4-5(b) 用途地域別平均流出係数

敷地内に間地が非常に少ない商業地域及び類似の住宅	0.80
浸透面の屋外作業場等の間地を若干もつ工場地域及び若干庭がある住宅地域	0.65
住宅公園団地等の中層住宅団地及び1戸建て住宅の多い地域	0.52
庭園を多く持つ高級住宅地域及び畑地等が割合残っている郊外地域	0.35

表4-4-5(c) 高降雨確率年の排水施設に対する流出係数

地表面の種類	流出係数	採用値
路面および法面	0.70～1.00	0.85
急 峡 の 山 地	0.75～0.90	0.83
緩 い 山 地	0.70～0.80	0.75
起伏のある土地および樹林	0.50～0.75	0.63
平 坦 な 耕 地	0.45～0.60	0.53
た ん 水 し た 田	0.70～0.80	0.75
市 街	0.60～0.90	0.75
森 林 地 帯	0.20～0.40	0.30
山 地 河 川 流 域	0.75～0.85	0.80
平 地 小 河 川 流 域	0.45～0.75	0.60
半分以上平地の大河川流域	0.50～0.75	0.63

近畿地方整備局

設計便覧(案)

第3編 道路編

第4章 排水

p4-5

道路土工要綱

p134

5. 流出量

5-1 算出手順

雨水流出量の算出手順は図4-4-3に示す。

雨水以外の水が流出する場合にはその流量も加えなければならない。

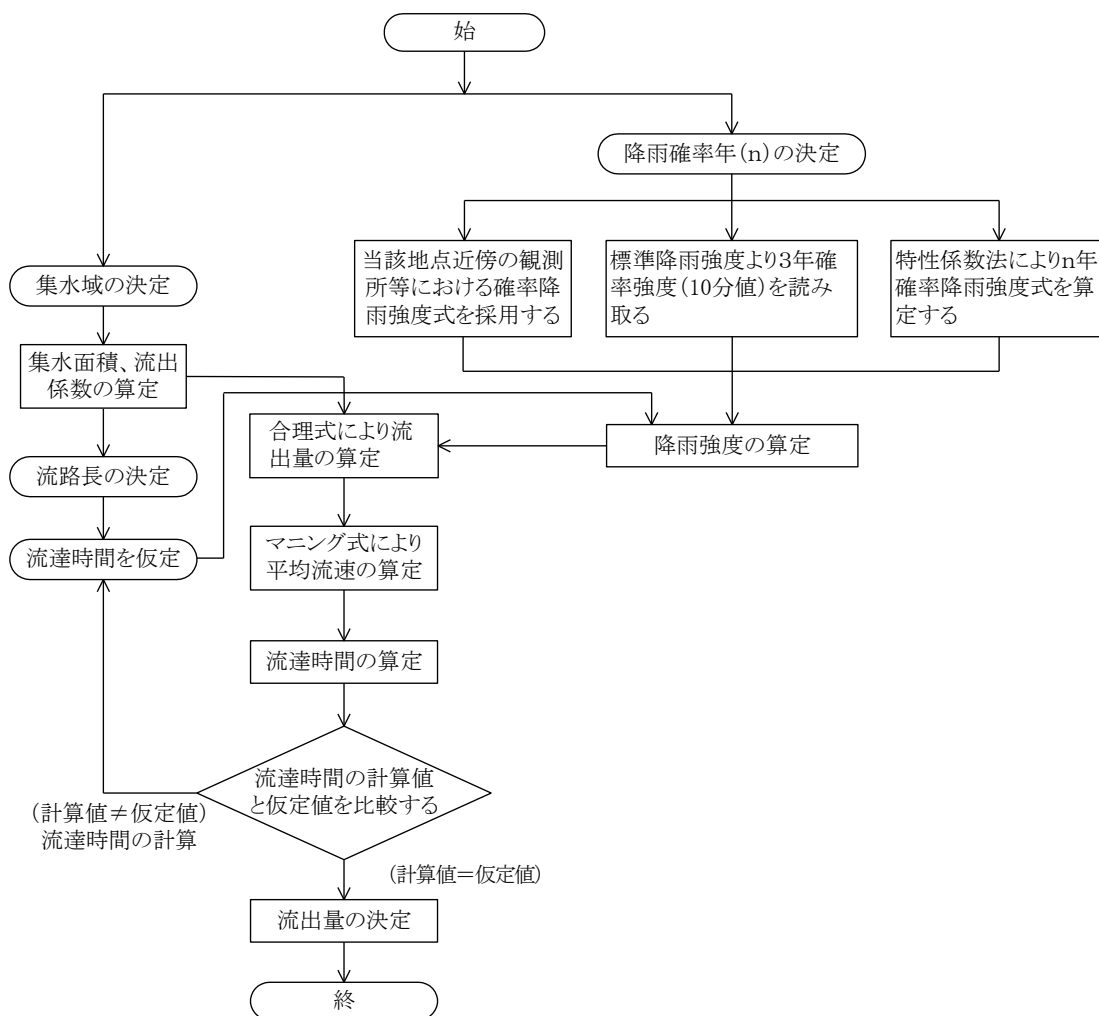


図4-4-3 雨水流出量の算出手順

5-2 流出量の計算式

合理式で求めるものとする。

$$Q = \frac{1}{3.6 \times 10^6} C \cdot I \cdot a \quad (\text{式4-4-1})$$

ただし、Q：雨水流出量（m³/sec）

C：流出係数

I：流達時間内の降雨強度（mm/h）

a：集水面積（m²）

5-3 流達時間

流達時間 t は、集水区域の最遠点から排水施設に達するまでの時間（流入時間 t_1 ）と管きよなどを流れて計画地点に達するまでの時間（流下時間 t_2 ）に分けられる。

$$\left. \begin{array}{ll} \text{路面排水の場合} & t = t_1 \\ \text{排水管、カルバートの場合} & t = t_1 + t_2 \end{array} \right\}$$

(1) 流域面積が比較的狭い場合（ $L \leq 370\text{m}$ の場合）

t_1 （流入時間）は W. S. Kerby の式より流入時間を求めるものとする。

$$t_1 = 1.445 \left(\frac{N \cdot L}{\sqrt{S}} \right)^{0.467} \quad (\text{式 4-4-2})$$

ここに t_1 : 流入時間 (min)

L : 流下長 (m) ($L \leq 370\text{m}$ の場合)

S : 勾配

N : Kerby の粗度係数

表 4-4-6 Kerby の粗度係数 N

(「道路土工—道路土工要綱」資表 5-3)

工 種	粗度係数 N
アスファルト、コンクリート面	0.013
滑らかな不浸透面	0.02
滑らかな締固め土面	0.10
低密な芝地面、耕地	0.20
芝地牧草地	0.40
落葉樹林	0.60
針葉樹林	0.80

図 4-4-4 は (式 4-4-2) をノモグラム化したものである。

t_2 （流下時間）は (式 4-4-3) 及び (式 4-4-4) より求める。

近畿地方整備局

設計便覧（案）

第3編 道路編

第4章 排水

p4-6

道路土工要綱

p 135

近畿地方整備局

設計便覧（案）

第3編 道路編

第4章 排水

p4-6

道路土工要綱

p 366, 367

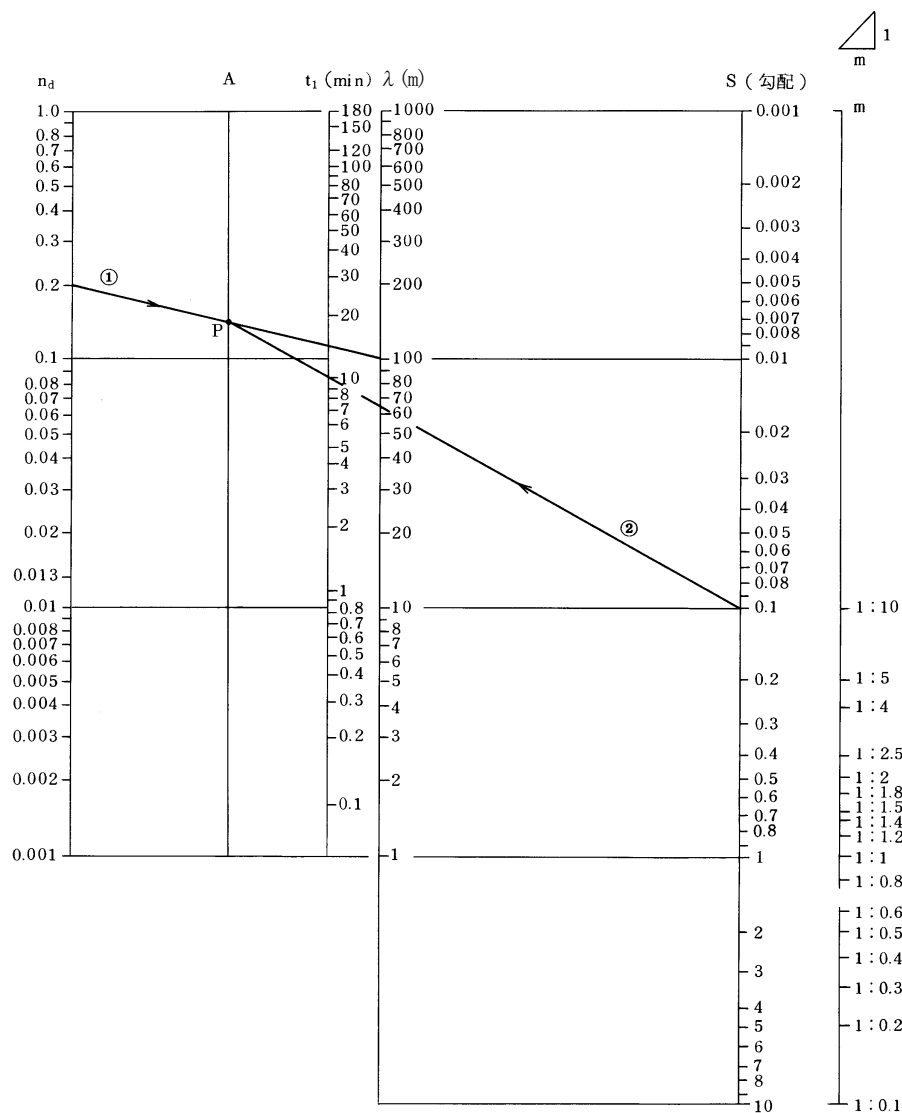


図4-4-4 流入時間算定用ノモグラム

〔計算例〕

勾配 10% (S=0.1)、流路長 100m の畑 ($n_d = 0.20$) における流入時間 t_1 を求める。

図4-4-2において $n_d=0.2$ と $\lambda=100$ を結ぶ (図中の①)。A線との交差をPとする。S=0.1 の点とPを結ぶ。 t_1 の線から $t_1=10$ 分を得る。

(2) 流域面積が広い場合

集水域が河川や渓谷を含むような広い範囲である場合には、雨水が斜面から流路に流入するまでの時間 t_1 は t_2 に比べて無視できる場合が多い。 t_1 を無視することによって流達時間 t が短くなり大きな降雨強度を与えることになるので、安全側となる。従って通常の場合は t_1 を無視してよい。

① 流路の平均流速の値を知ることができるとき

$$t_2 = \frac{\ell}{60V} \quad (\text{式4-4-3})$$

ここに、 t_2 : 流出量を求めようとする地点までの流路区間の雨水流下時間 (分)

ℓ : 流出量を求めようとする地点までの流路の水平長 (m)

V : 流路の平均流速 (m/sec)

② 流路の平均流速の値がわからないとき ルチーハ式(Rziha)

$$t_2 = \frac{L}{V} (\text{hr}) \quad (\text{式} 4-4-4)$$

$$V = 72 \left(\frac{H}{L} \right)^{0.6} (\text{km/hr}) \quad (\text{式} 4-4-5)$$

ここに、L：最上流地点から流量を求めようとする地点までの流路の水平距離 (km)

H：Lの区間の落差 (km)

○流達時間の例

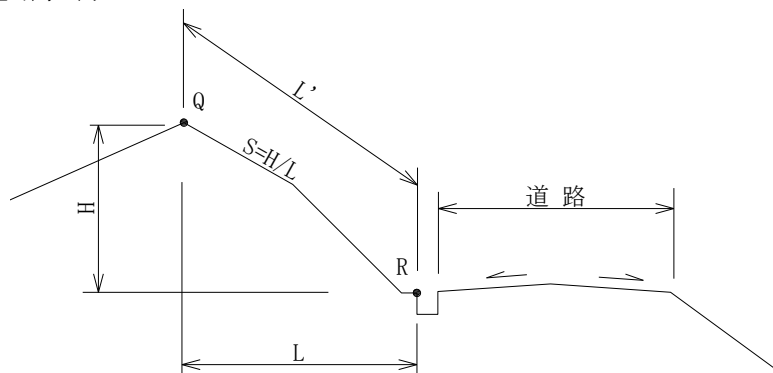


図 4-4-5 一般排水の場合（路側部の側溝）

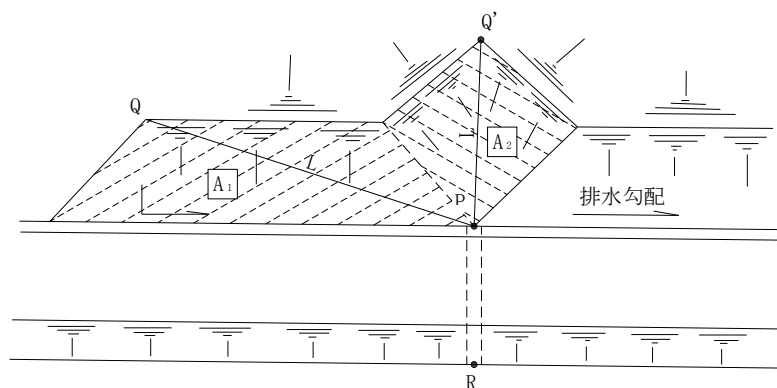


図 4-4-6 重要な排水の場合（横断管等）

注) Q点、Q'点よりP点に達する時間を求め、長い方の時間を流入時間

とし、集水区域は A_1 と A_2 の和とする。

近畿地方整備局

設計便覧（案）

第3編 道路編

第4章 排水

p4-9

東・中・西日本高速道

路株式会社 設計要領

第一集

土工 建設編

p7-11, 12

【兵庫県独自基準】

6. 通水量

6-1 計算式

$$Q = A \cdot V \quad (\text{式} 4-4-6)$$

ここに、Q：通水量 (m³/sec)

A：通水断面積 (m²)

V：平均流速 (m/sec)

平均流速はマンニングの公式により求める。

$$V = \frac{1}{n} \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot i^{\frac{1}{2}}$$

V：平均流速

R：径深 $\frac{A}{P}$ (m) [A：通水断面積 P：潤辺長]

i：水面勾配

n：粗度係数

表 4-4-7 粗度係数の値

水路の形式	水路の状況	n の 範 囲	n の標準値
カルパート	現場打ちコンクリート		0.015
	コンクリート管		0.013
	コルゲートメタル管（1形）		0.024
	〃（2形）		0.033
	〃（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
	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
ライニングした水路	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
	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
	整正断面水路	0.025～0.033	0.030
自然水路	非常に不整正な断面、雑草、立木多し	0.075～0.150	0.100

近畿地方整備局

設計便覧（案）

第3編 道路編

第4章 排水

p4-9

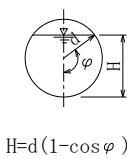
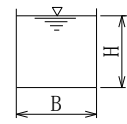
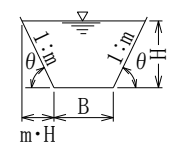
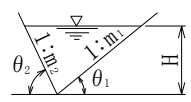
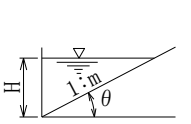
道路土工要綱

p 136、140

道路土工要綱

p 137

表 4-4-8 各種断面の通水断面積および径深

断 面		通水断面積 A	径 深 R
円 形	 $H=d(1-\cos \varphi)$	$d^2\left(\varphi-\frac{1}{2}\sin 2\varphi\right)$ (φ : ラジアン)	$\frac{d}{2}\left(1-\frac{\sin 2\varphi}{2\varphi}\right)$ (φ : ラジアン)
長 方 形		$B \cdot H$	$\frac{B \cdot H}{B+2H}$
台 形	 $m \cdot H$	$H(B+m \cdot H)$ または $H(B+H \cot \theta)$	$\frac{H(B+m \cdot H)}{B+2H\sqrt{1+m^2}}$ または $\frac{H(B+H \cot \theta)}{B+2H \operatorname{cosec} \theta}$
三 角 形		$\frac{H^2}{2}(m_1+m_2)$ または $\frac{H^2}{2}(\cot \theta_1+\cot \theta_2)$	$\frac{H}{2} \cdot \frac{m_1+m_2}{\sqrt{1+m_1^2}+\sqrt{1+m_2^2}}$ または $\frac{H}{2} \cdot \frac{\sin (\theta_1+\theta_2)}{\sin \theta_1+\sin \theta_2}$
		$\frac{m \cdot H^2}{2}$ または $\frac{H^2 \cdot \cot \theta}{2}$	$\frac{H}{2} \cdot \frac{m}{1+\sqrt{1+m^2}}$ または $\frac{H}{2} \cdot \frac{\cos \theta}{1+\sin \theta}$

6-2 流速の許容範囲

側溝の勾配断面の決定に際して、流速の点からの検討を忘れてはならない。

表 4-4-9 に規定する範囲の値を使用するのが望ましい。

表 4-4-9 許容される平均流速の範囲

(「道路土工—道路土工要綱」解表 2-5)

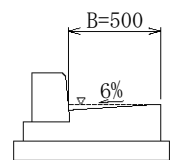
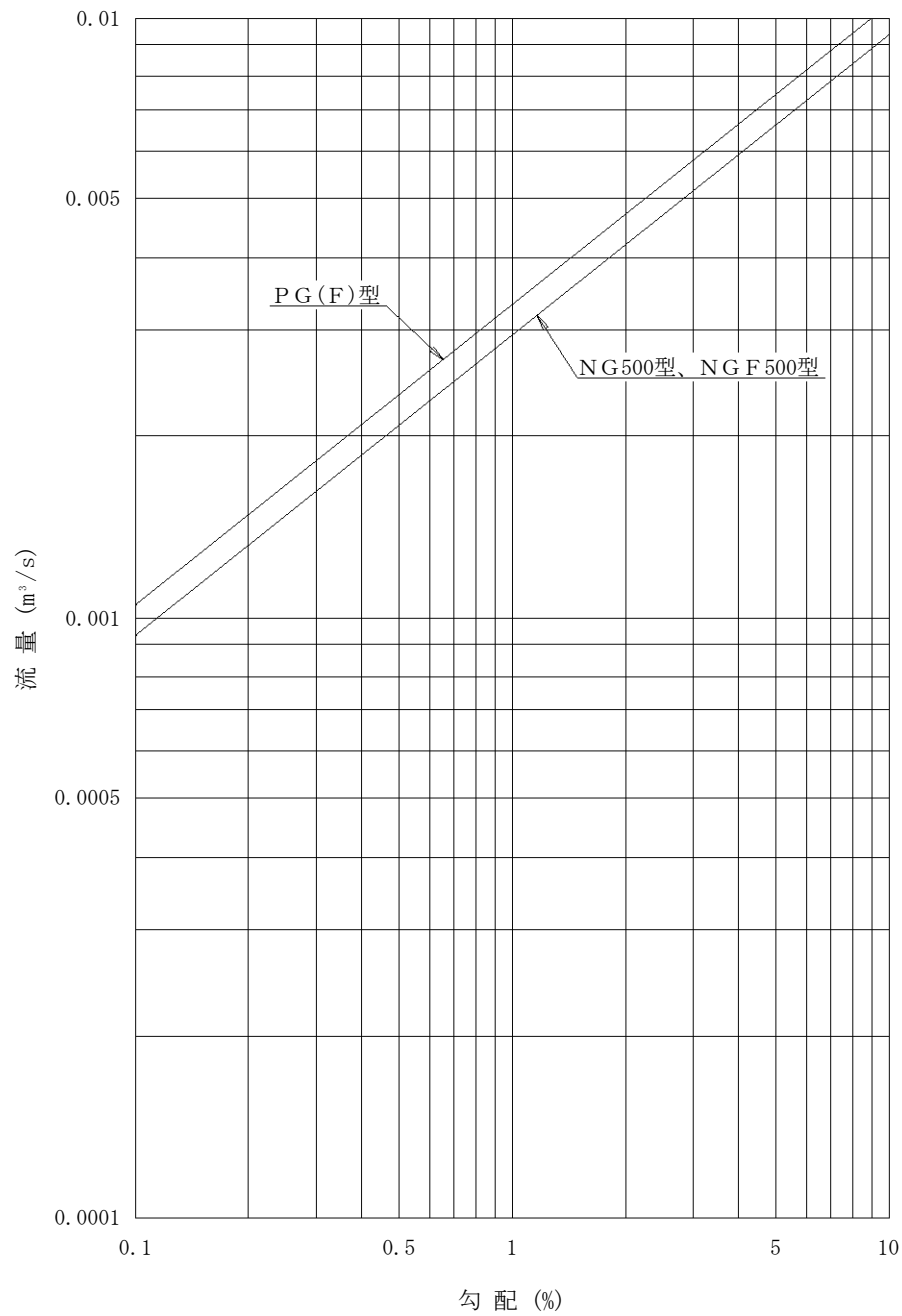
側溝の材質	平均流速の範囲 (m/sec)
コンクリート	0.6~3.0
アスファルト	0.6~1.5
石張りまたはブロック	0.6~1.8

なお排水断面決定の時必要な流量—勾配—流速の関係を図 4-4-7 (a)~(j) に示した。

(旧)道路土工
排水工指針 (S62.2)
p23

近畿地方整備局
設計便覧 (案)
第 3 編 道路編
第 4 章 排水
p4-10
道路土工要綱
p 141

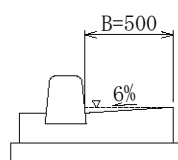
注) は、「小型構造物標準図集 H25.12 兵庫県県土整備部」における記号を表す。



PL1型

NG500 型

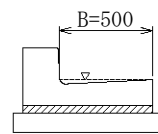
粗度係数 0.015



PL2型

NG F 500 型

粗度係数 0.015



PG(F)型

粗度係数 0.013

図4-4-7 (a) 満流流量一勾配

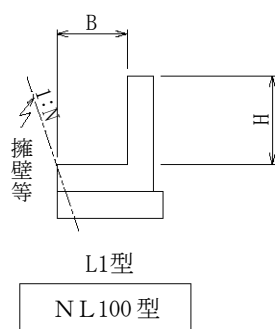
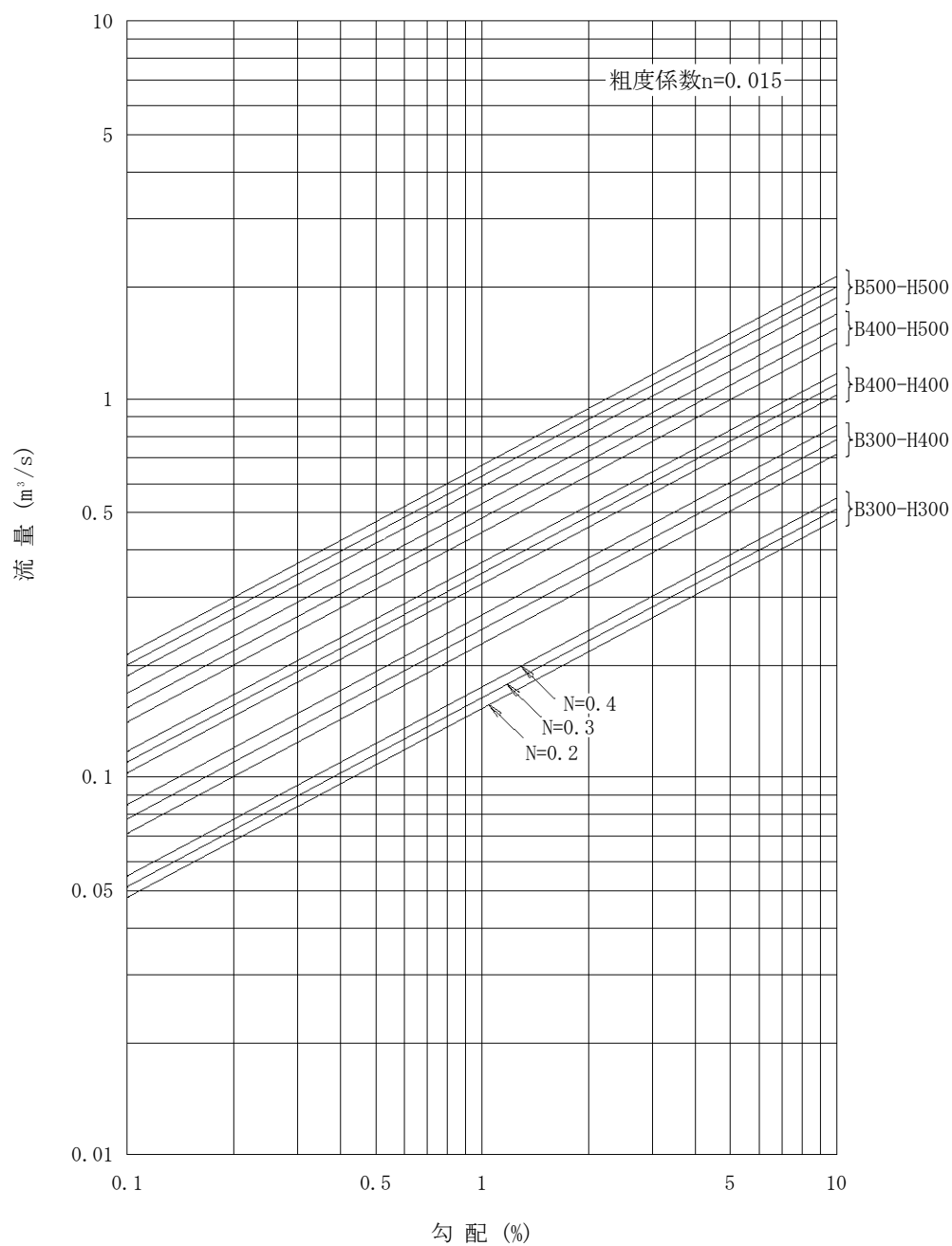


図4-4-7 (b) 満流流量—勾配

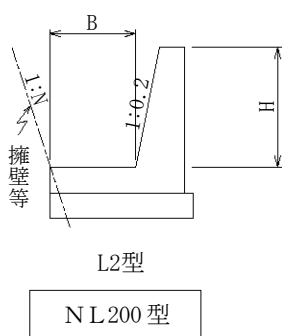
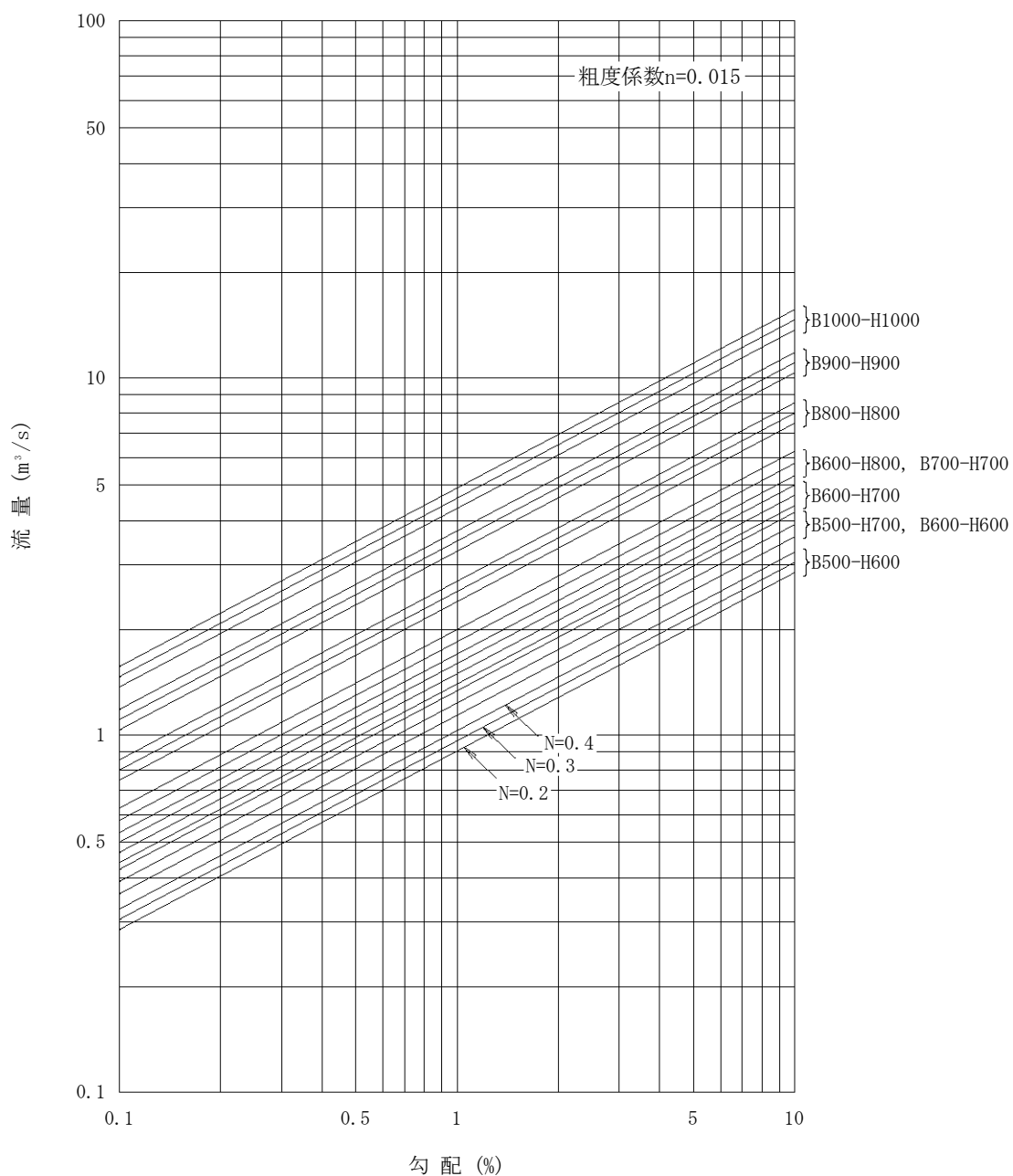
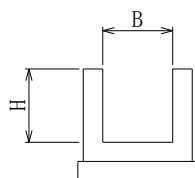
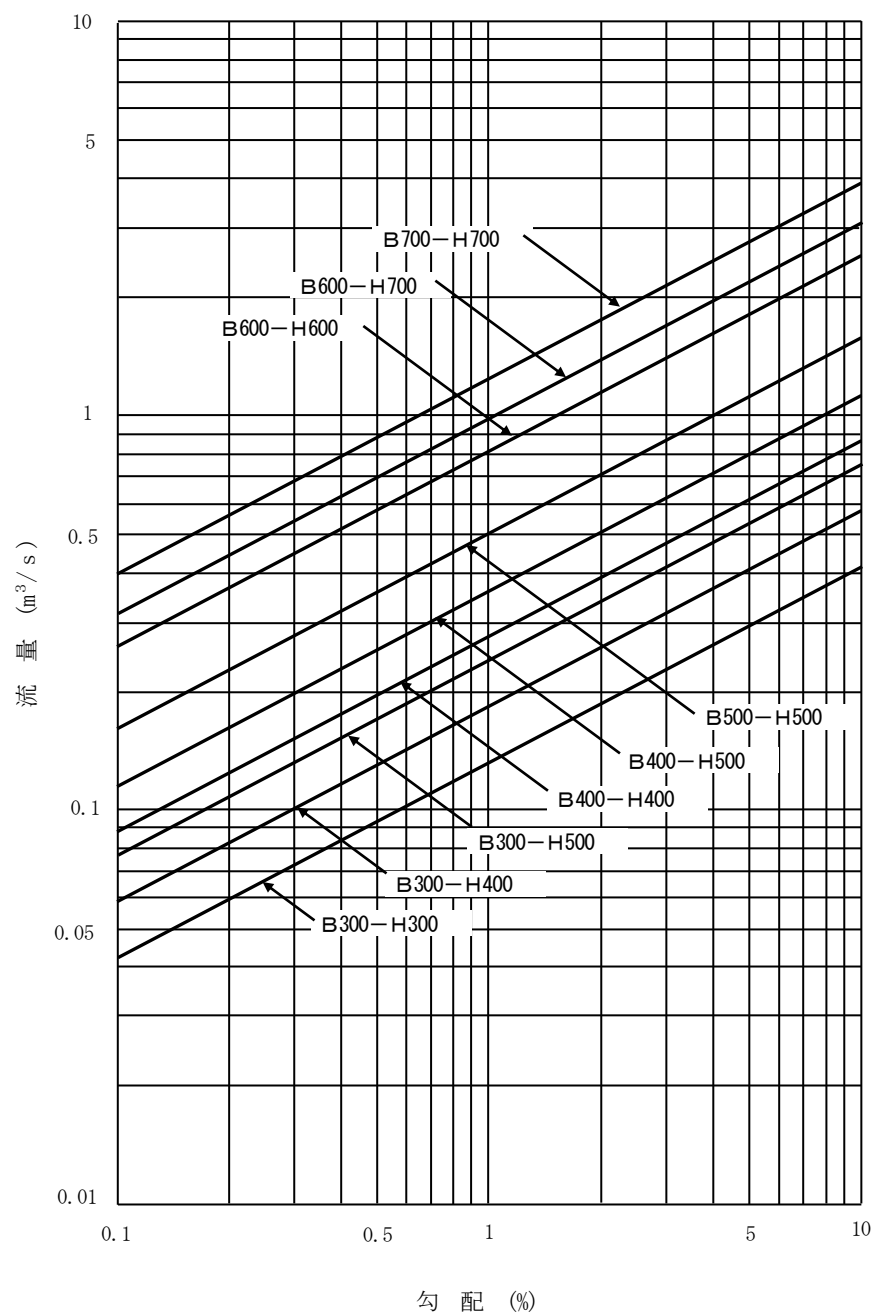


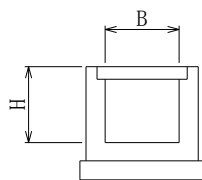
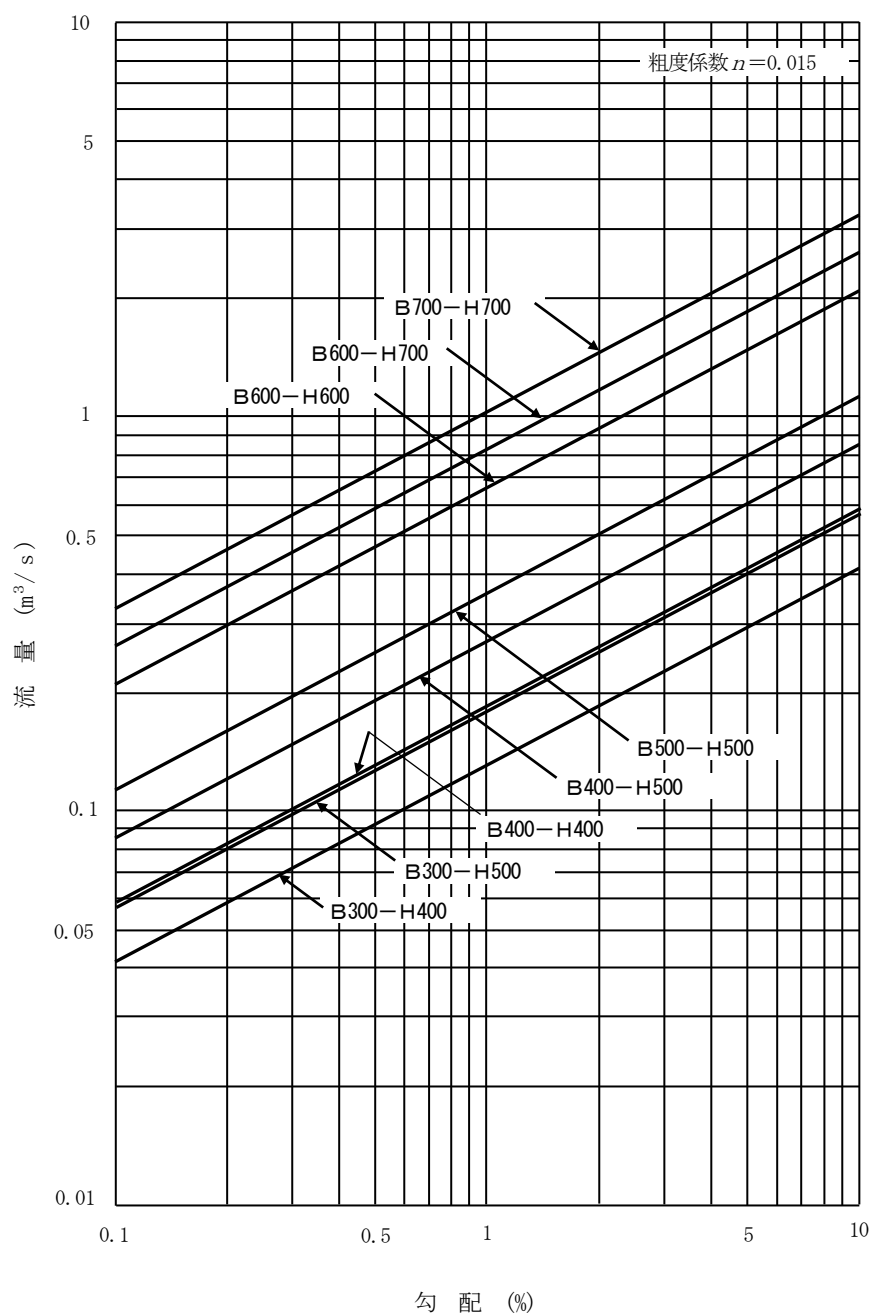
図4-4-7(c) 満流流量一勾配



U 1 型

NU100 型

図 4-4-7 (d) 満流流量一勾配



U2型

NU200 型

図 4-4-7 (e) 満流流量—勾配

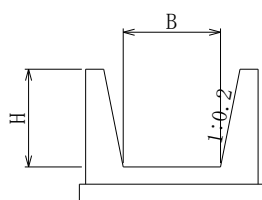
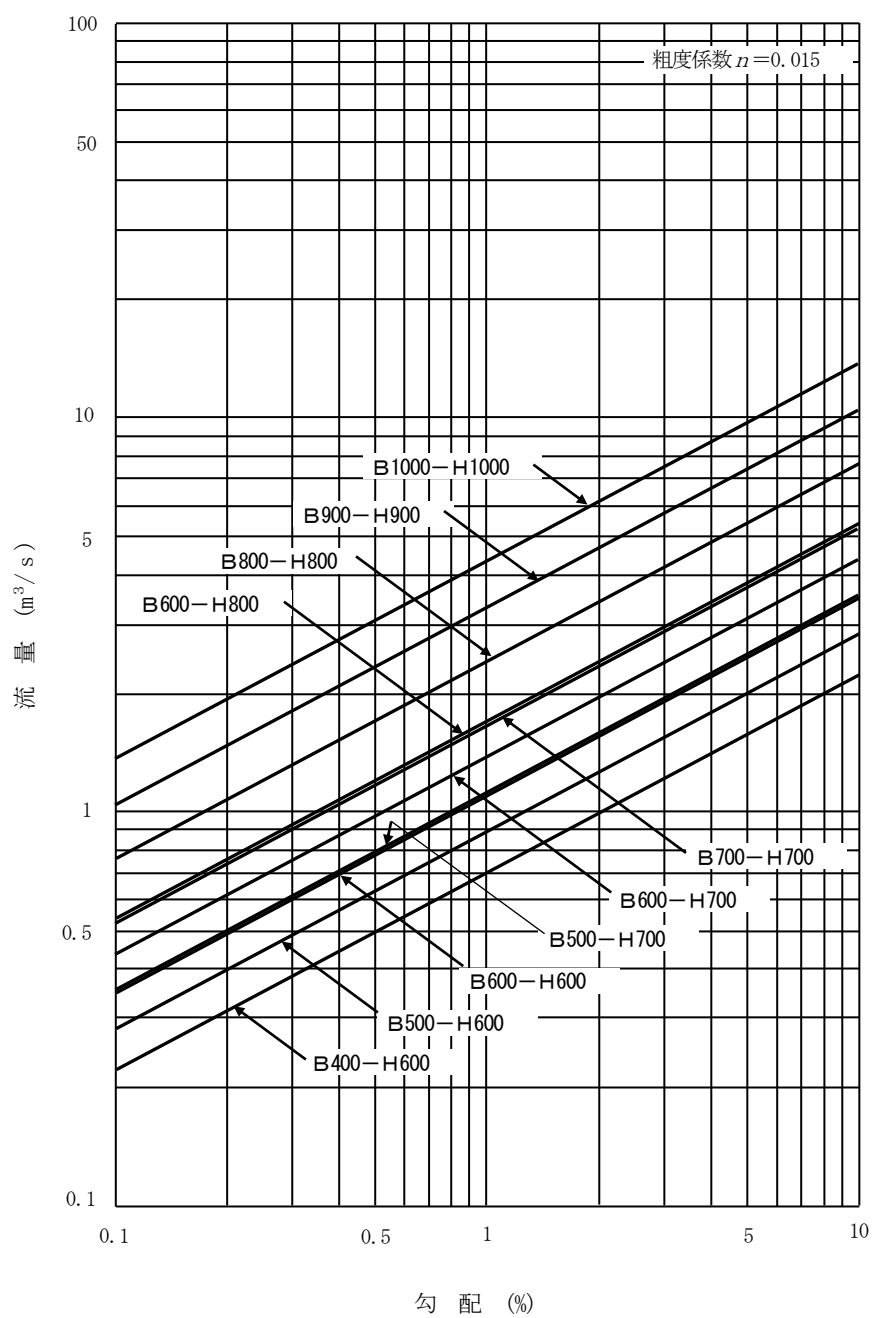


図4-4-7(f) 満流流量一勾配

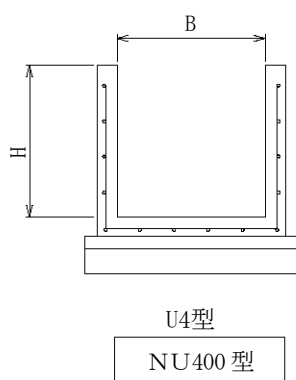
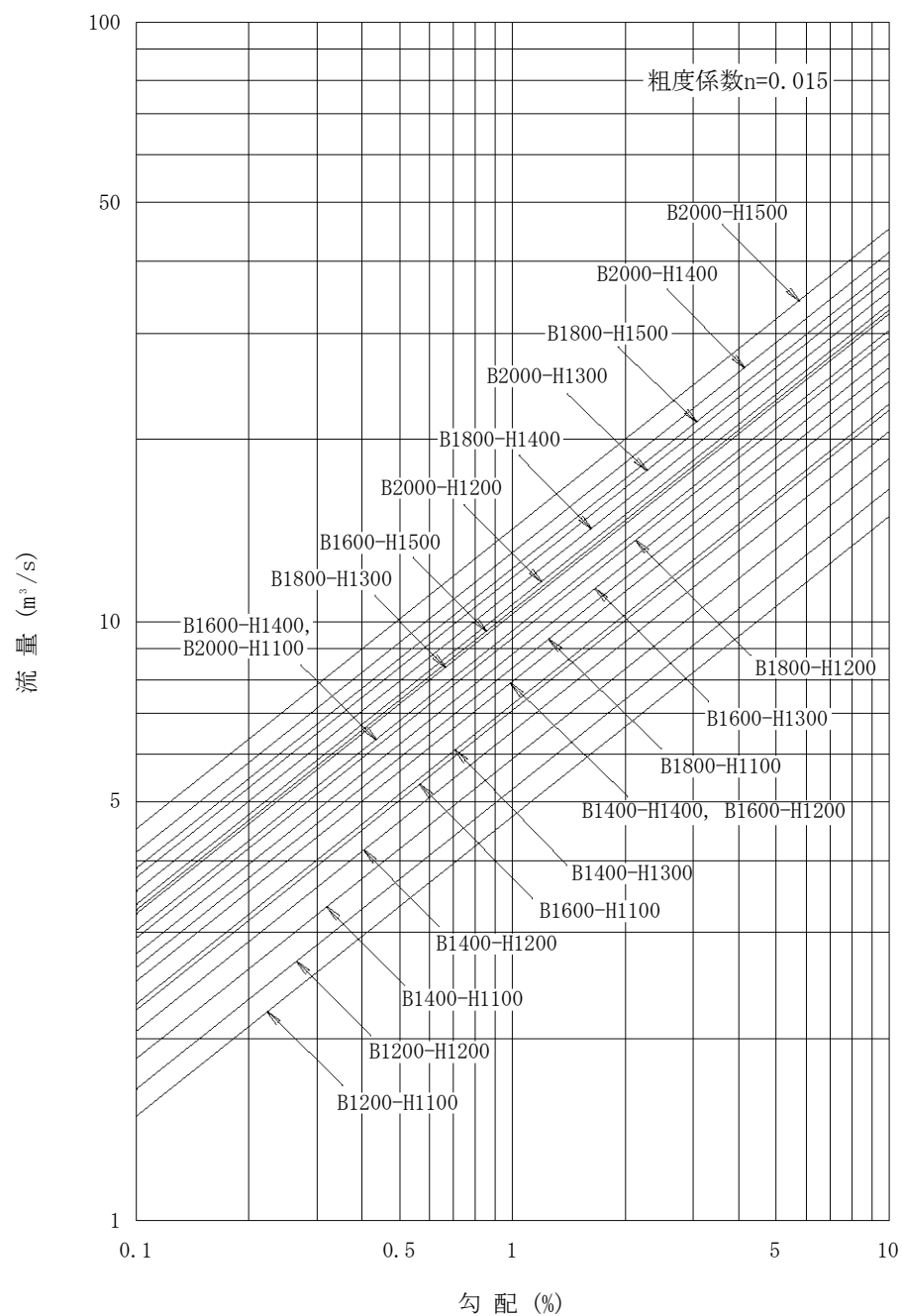
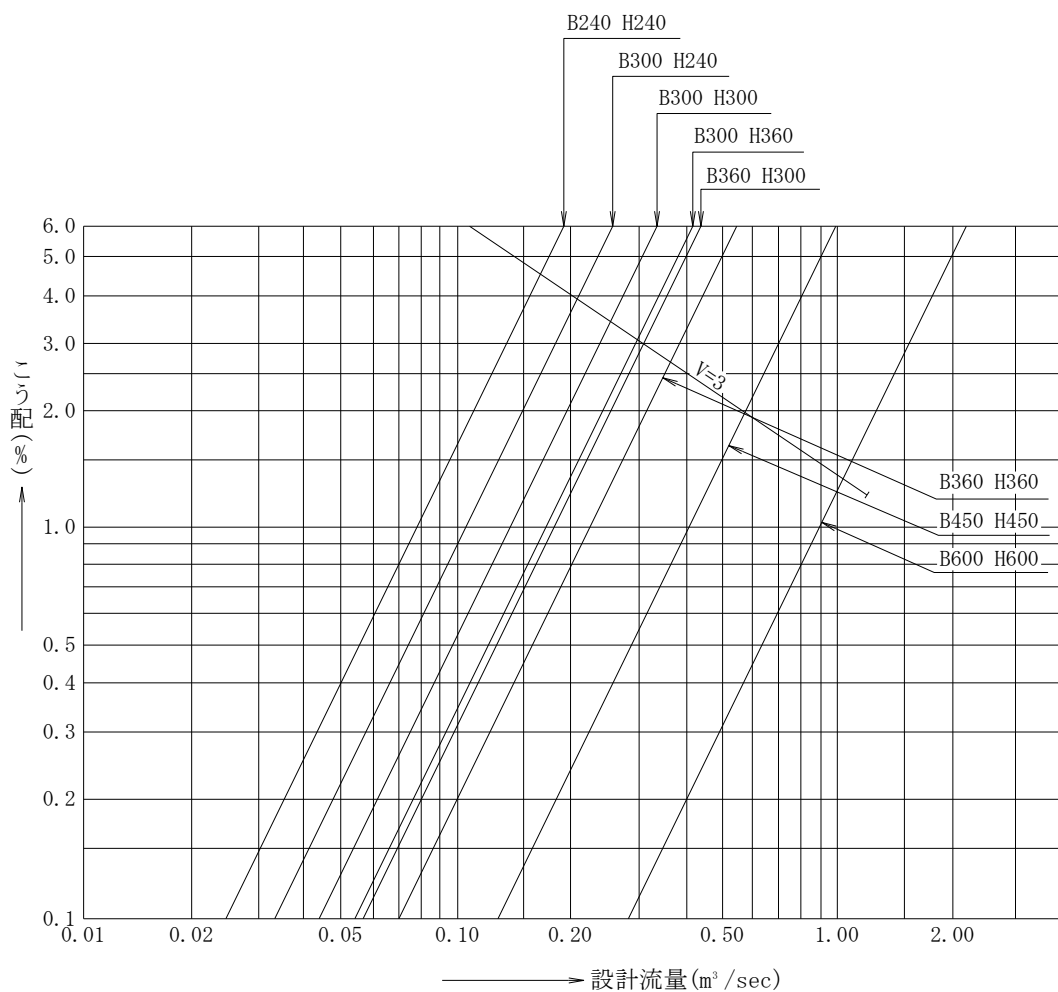


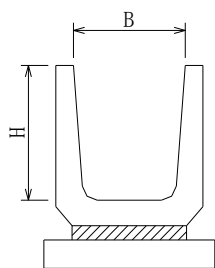
図4-4-7 (g) 満流流量一勾配



注)

V: 流速 (m/sec)

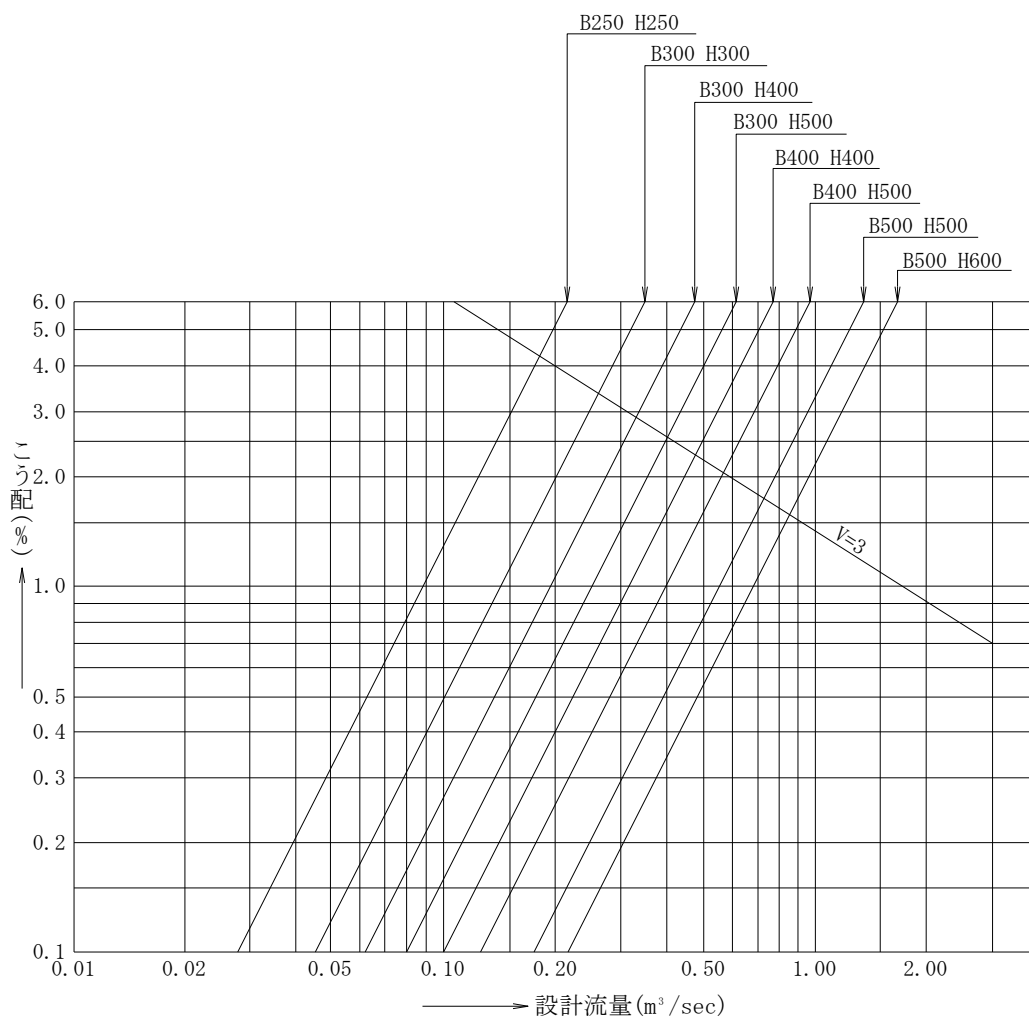
プレキャストU型



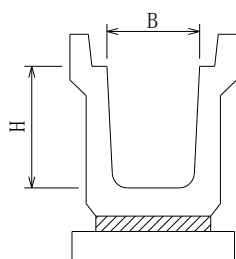
粗度係数0.013

PUS200 型、300 型

図4-4-7 (h) 満流流量一勾配



プレキャストU型



粗度係数0.013

J I S 100 型、200 型

図4-4-7 (i) 満流流量一勾配

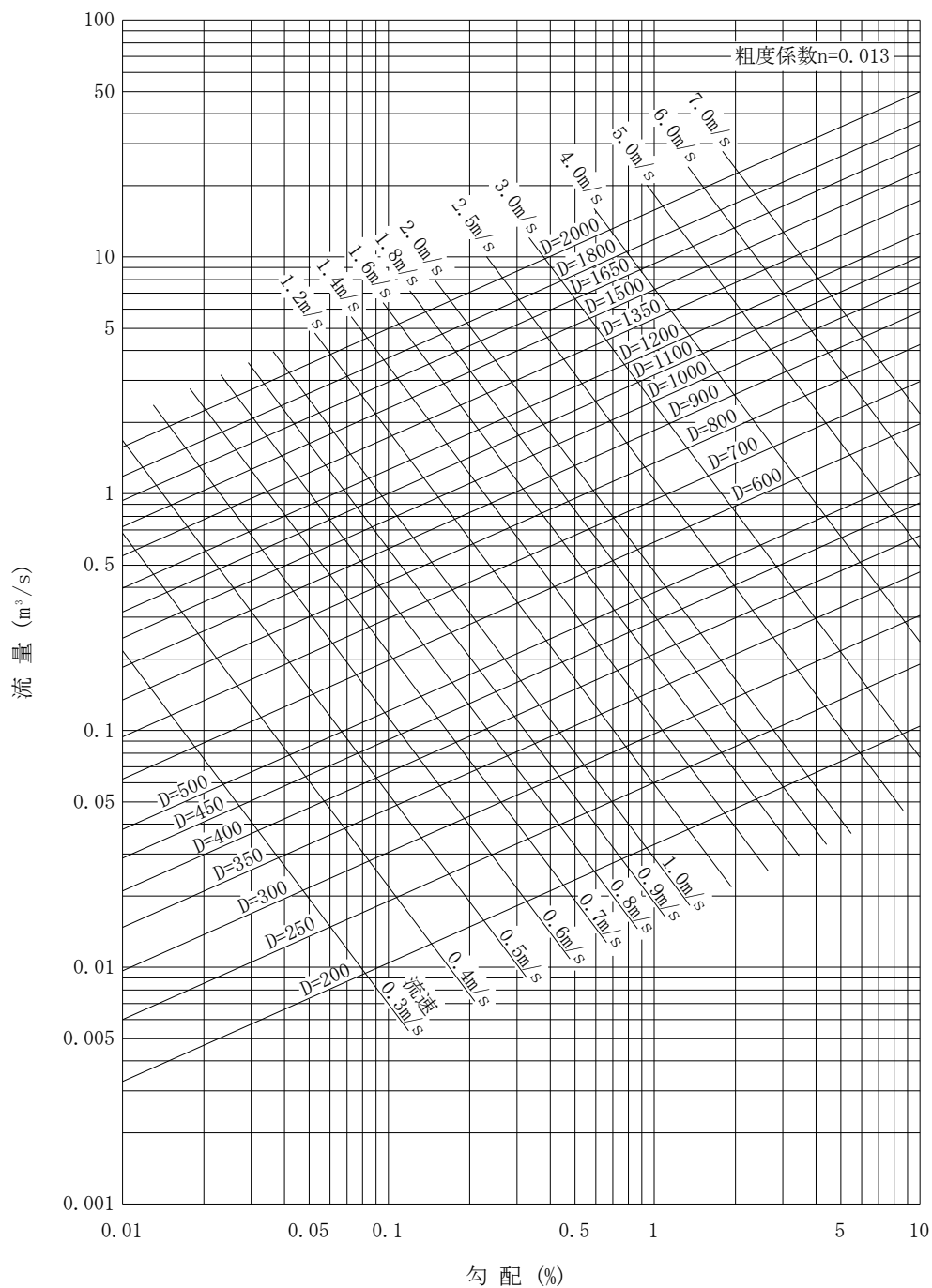


図4-4-7(j) 満流流量—勾配

6-3 断面の決定

排水溝（管）の断面の決定は余裕を見込んでおこない、満流流量の80%をその排水路の許容通水量として計画する。

但し、流量計算のとき、径深の値などは満流時の値を用いて算出してもよい。

近畿地方整備局

設計便覧（案）

第3編 道路編

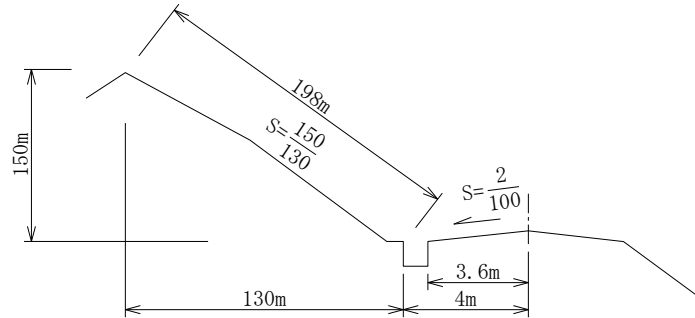
第4章 排水

p4-20

【兵庫県独自基準】

（計算例）

〔例題〕隣接地から流出する水を受ける、図の切土区間(L=200m)の排水側溝断面を決定せよ。



計算条件

集水面積	134m×200m	側溝の勾配	2.0%
切土斜面の流出係数(軟岩)	0.63	側溝の粗度係数	0.015
切土斜面の粗度係数(締固め土面)	0.10	地域	神戸地域(神戸市)
道路の流出係数(舗装)	0.83	降雨確率年	7年
道路の粗度係数(As)	0.013		

〔解〕

路面排水施設のため、 $t=t_1$ とする。式4-4-2より、

$$\text{切土部 } t = 1.445 \left[\frac{0.10 \times 198}{\sqrt{150/130}} \right]^{0.467} = 5.6 \div 6 \text{ 分}$$

$$\text{道路部 } t = 1.445 \left[\frac{0.013 \times 3.6}{\sqrt{2/100}} \right]^{0.467} = 0.86 \text{ 分}$$

したがって、流達時間は $t=6$ 分となるが、 $10 \text{ 分} \leq t \leq 180 \text{ 分}$ のため、 $t=10$ 分として計算を行う。

$$\text{平均流出係数 } C = \frac{0.63 \times 130 \times 200 + 0.83 \times 3.6 \times 200}{134 \times 200} = 0.633$$

$$\text{降雨強度 } I_7 = \frac{638.5}{t^{0.6} + 1.465} = \frac{638.5}{10^{0.6} + 1.465} = 117.2 \text{ mm/h (表 4-4-2)}$$

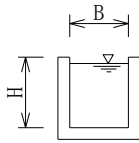
$$\begin{aligned} \text{流出量 } Q_0 &= \frac{1}{3.6 \times 10^6} \times C \times I_7 \times a = \frac{1}{3.6 \times 10^6} \times 0.633 \times 145.3 \times (134 \times 200) \\ &= 0.553 \text{ m}^3/\text{sec} \end{aligned}$$

側溝はNU100型（現場打ち）を用いることとし、許容通水量 Q_C （式4-4-6により求まる満流流量（ Q ）の80%）を求める。

$$Q_C = 0.8 \times Q = 0.8 \times A \times V = 0.8 \times A \times \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times i^{1/2}$$

計算結果は下表の通りとなる。

断面	B 水路幅 (m)	H 水路高 (m)	A 断面積 (m ²)	n 粗度係数	P 潤辺長 (m)	R 径深 (m)	i 勾配	V 流速 (m/s)	Qc 許容通水量 (m ³ /s)		Q0 流出量 (m ³ /s)
400 × 400	0.400	0.400	0.160	0.015	1.200	0.133	0.02	2.461	0.315	<	0.553
400 × 500	0.400	0.500	0.200	0.015	1.400	0.143	0.02	2.576	0.412	<	0.553
500 × 500	0.500	0.500	0.250	0.015	1.500	0.167	0.02	2.855	0.571	>	0.553



よって、水路断面は 500×500 となる。
また、流速は 2.855m/s となり、表 4－4－9 の基準（コンクリート 3.0m/s）に適合する。

7. 排水施設の勾配と断面

7－1 勾 配

現地の状況その他により、流速が許容値により難しいときは最小勾配を 0.1%まで許してもよい。最大勾配は、10%を限度とし、これ以上の場合は落差工、堰堤工などの対策をたてねばならない。
ただし、通水量の計算は勾配の値に関係なく流速を表 4－4－7 の最大値に抑えておこなう。

7－2 断 面

(1) 側 溝

側溝の最小断面は、流量計算の結果にかかわらず、0.3m×0.3mとする。
(小段排水除く)

(2) 管 渠

管渠の径を選定する場合は、流量計算によるが最小径は表 4－4－10 を標準とする。

表 4－4－10 管渠最小径

適 用 箇 所		最 小 径	備 考
道路縦断方向に街渠柵と街渠柵を連結する場合		φ 300 mm	注 1
歩道部のみ横断	街渠柵より歩道を横断し、官民境界付近の側溝又は柵等に接続する場合	φ 200 mm	注 3
道 路 横 断	車線数が 1 車線の支道、側道ランプを横断する管渠	φ 600 mm	
	車線数が 2 車線の支道等を横断する管渠	φ 600 mm	
	本線横断、支道が 4 車線以上を横断する管渠	φ 800 mm	
縁石一体型側溝		—	注 4

注 1) 箱型ヒューム管及び円形水路を含むものとする。
注 2) 基礎形式が 360° となる場合はプレキャスト製品の検討を行う。
注 3) 塩化ビニール管の検討を行う。
注 4) 流量計算の結果より、排水に必要な最小断面とする。
縁石一体型側溝の構造は、「小型構造物標準図集（兵庫県 県土整備部）」を参照すること。

近畿地方整備局
設計便覧（案）
第 3 編 道路編
第 4 章 排水
p4-20

近畿地方整備局
設計便覧（案）
第3編 道路編
第4章 排水
p4-21

1-1 アスカーブによる排水

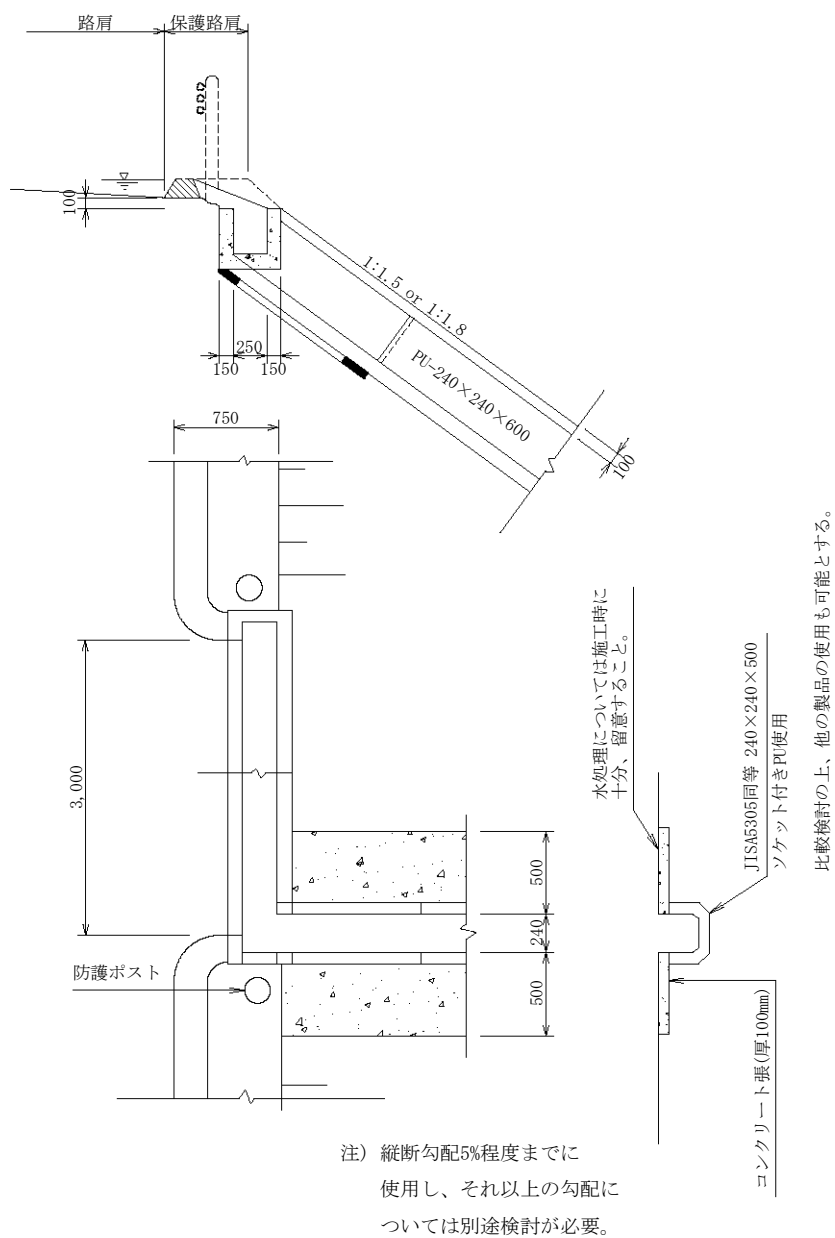


図4-5-1 アスカーブによる排水（盛土部）

1-2 側溝

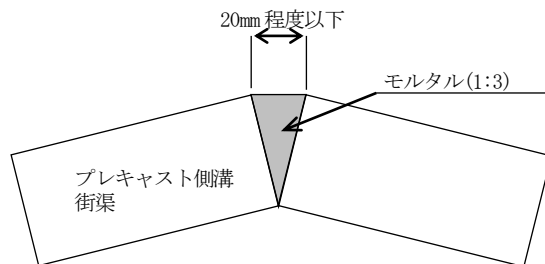
側溝の設計は小型構造物標準図集によることを原則とする。

- (1) 側溝（街渠を除く）は歩車道とも設計幅員外に設置することを原則とする。なお、都市計画決定等で用地幅が制限され、やむを得ず歩車道の設計幅員内に設置するときは、主管課と協議を行うこと。
- (2) 側溝・水路・街渠の適用範囲は表4-5-1を標準とする。

表4-5-1 側溝・水路の適用範囲

縦断曲線 \ 平面曲線	～30m 未満	30～60m 未満	60～120m 未満	120m 以上
～50m 未満	現場打ち			
50～60m 未満		1.0m		
60～120m 未満			2.0m	
120m 以上				4.0m

注) 曲線半径は、道路中心線ではなく、側溝施工地点を適用するものとする。



- (3) 基礎材は碎石を標準とする。ただし、遮水性が必要な箇所には均しコンクリートを使用する。このとき、材料は「兵庫県 小型構造物標準図集」の()書の値を用いる。
- (4) 車道部に接してU型側溝を設けるときには、表4-5-2に示す通り、交通量により使い分けるものとする。

表4-5-2 U型側溝の使用区分

交通量の区分	大型車計画交通量 (台/日・一方向)	側 溝
N1～N3 交通	100 未満	落ちふた式U形側溝 3種 (JIS 300型) [旧 JIS 200型]
N4 交通	100 以上、250 未満	
N5 交通	250 以上、1,000 未満	U型側溝 (PU100型、PU200型)
N6 交通	1,000 以上、3,000 未満	
N7 交通	3,000 以上	

- (5) 歩道部は、プレキャストU型 落ちふた式U型側溝1種を標準とする。
- (6) 道路を横断する側溝には、コンクリート製側溝蓋を原則使用しない。

【兵庫県独自基準】

兵庫県 小型構造物標準図集

p 33、34

1-3 街渠

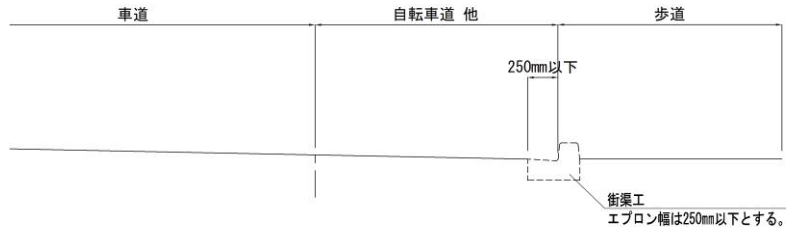
街渠の設計は小型構造物標準図集によることを原則とする。

自転車通行空間を確保するため、自転車ネットワーク路線に指定されているかで構造を判断する。

なお、これによらない場合は、本庁主幹課と協議による。

(1) 自転車ネットワーク路線

- ・街渠は、エプロン幅が 25 cm 以下のものを原則とする。



(2) 自転車ネットワーク路線以外

- ・街渠のエプロン厚は表 4-5-3 を参考にして、交通量により使い分けるものとする。

なお、側溝付き街渠のエプロン厚は、交通量に関係なく 150mm とする。

表 4-5-3 街渠のエプロン厚の使用区分

交通量の区分	大型車計画交通量 (台/日・一方向)	エプロン厚 (mm)
N1~N3 交通	100 未満	150
N4 交通	100 以上、250 未満	
N5 交通	250 以上、1,000 未満	
N6 交通	1,000 以上、3,000 未満	200
N7 交通	3,000 以上	250

- ・街渠及び側溝付き街渠はセミフラット型を標準とする。

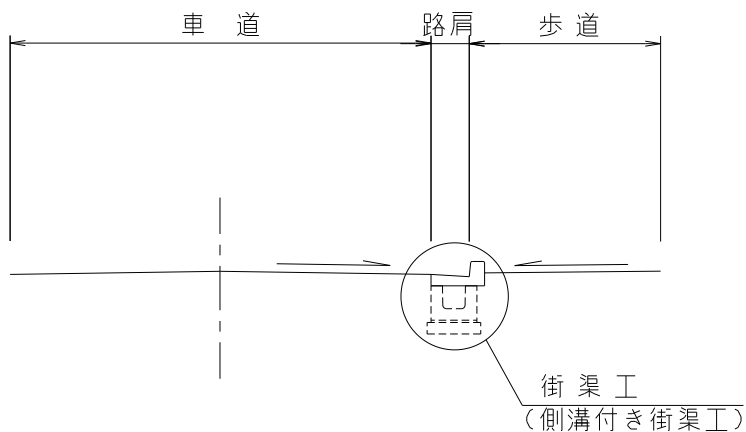


図 4-5-2 街渠及び側溝付き街渠

※ただし、バス停留所はマウンドアップ型歩道を原則とする。

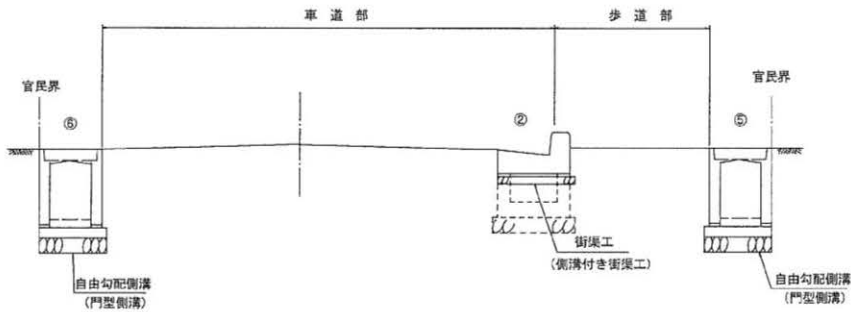
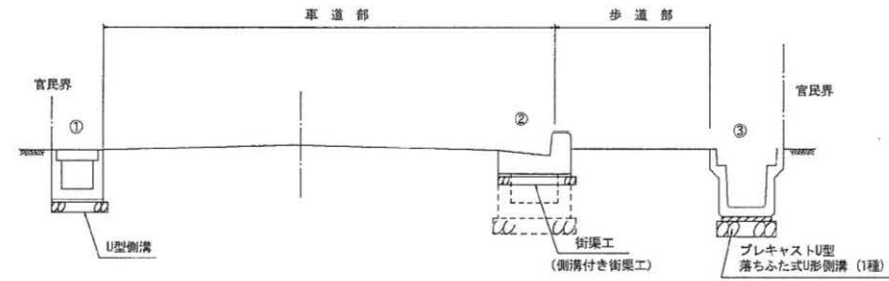
- ・街渠及び側溝付き街渠の乗入部は、テーパ付き歩車道境界ブロックを標準とする。
- ・側溝付き街渠は、プレキャスト側溝付き街渠 (PGU(F) 型) を標準とするが、側溝をコンクリート 2 次製品、街渠を現場打ちとするととき (NGPU(F) 型) は、側溝はプレキャスト U 型側溝 (PU100 型) を使用し、街渠は NGU(F) 型を参照すること。

歩道及び自転車通行空間について
(H29. 9. 15 通達)

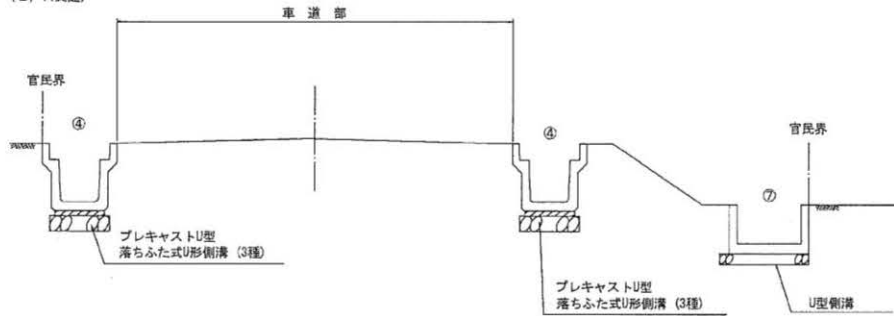
兵庫県 小型構造物標準図集
P33

【側溝・水路の設置位置】

(N_1 、 N_2 、 N_3 交通)
(旧B、C、D交通)

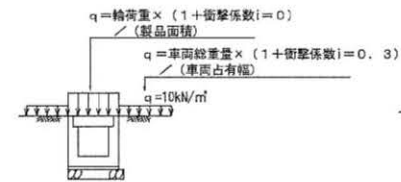


($N_1 \sim N_2$ 、 N_3 交通)
(L、A交通)

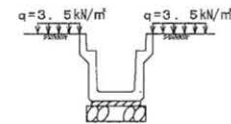


【側溝・水路の載荷方法】

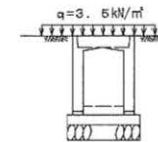
①U型側溝



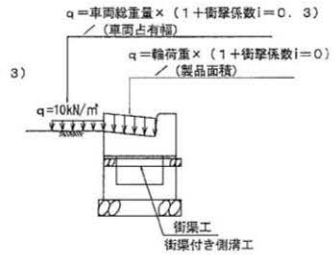
③プレキャストU型落ちふた式U形側溝 (1種) (輪荷重なし)



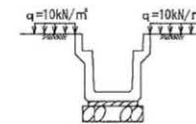
⑤自由勾配側溝 (門型側溝)



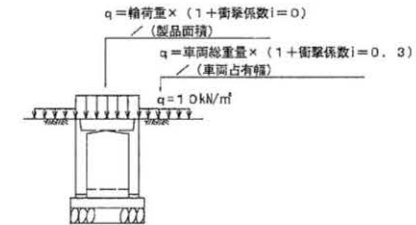
②街渠工 (側溝付き街渠工)



④プレキャストU型落ちふた式U形側溝 (3種) (輪荷重あり)



⑥自由勾配側溝 (門型側溝)



⑦プレキャストU型水路 (載荷重なし、土圧のみ)

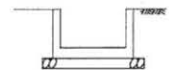


図4-5-3 側溝・水路の設置位置および載荷方法

1-4 盛土部タテ溝間隔

いずれの場合も路肩排水はタテ溝あるいは在来水路へ接続する。タテ溝間隔を求めるのは次の方法による。

$$S = \frac{3.6 \times 10^6 \times Q}{C \times r \times W} \quad (\text{式} 4-5-1)$$

ここに、S：タテ溝間隔（m）

Q：路肩または路肩排水溝の許容通水量（m³/sec） C：流出係数

γ：平均降雨強度（mm/h） W：集水幅（m）

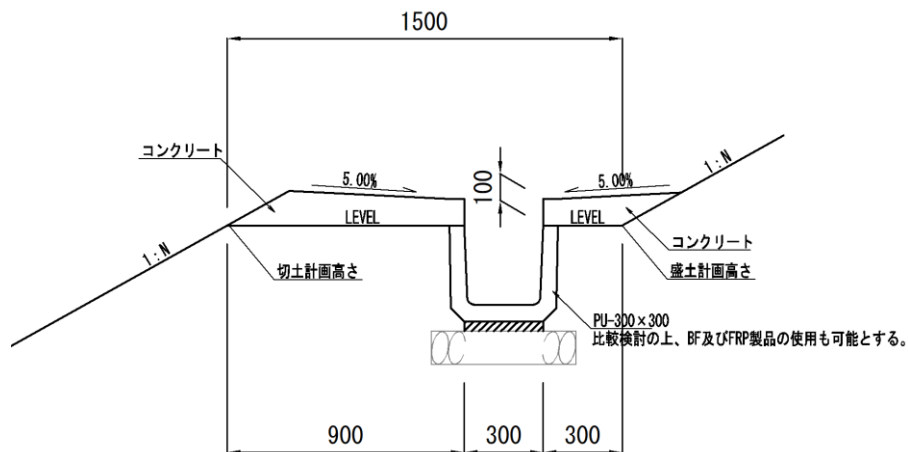
なお、タテ溝ピッチが30m以下になったときは美観上、経済上から路肩側溝にするのが望ましい。最大は100mとする。

2. のり面排水

2-1 小段排水

小段排水は図4-5-4を標準とする。

小段表層のシール材は、コンクリートとする。



（切土の場合は基礎碎石を省く）

図4-5-4 U形側溝

近畿地方整備局
設計便覧（案）
第3編 道路編
第4章 排水
p4-20

近畿地方整備局
設計便覧（案）
第3編 道路編
第4章 排水
p4-28

2-2 タテ溝排水

タテ溝排水は土砂部の場合は図4-5-5(a)、(b)を標準とする。岩のときは別途設計とする。

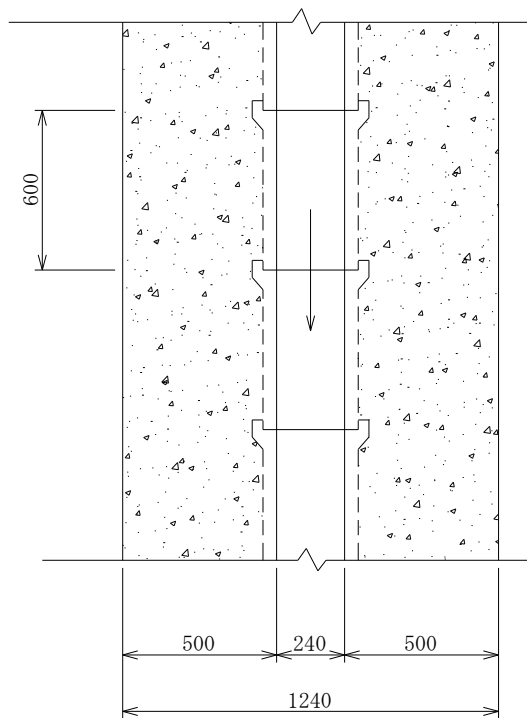
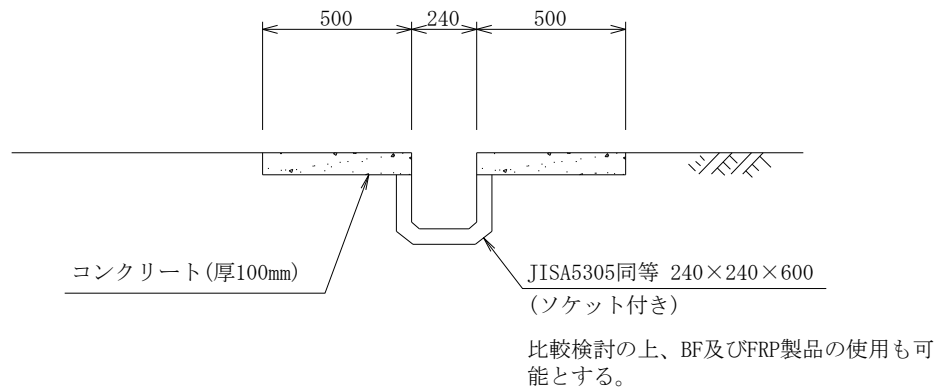
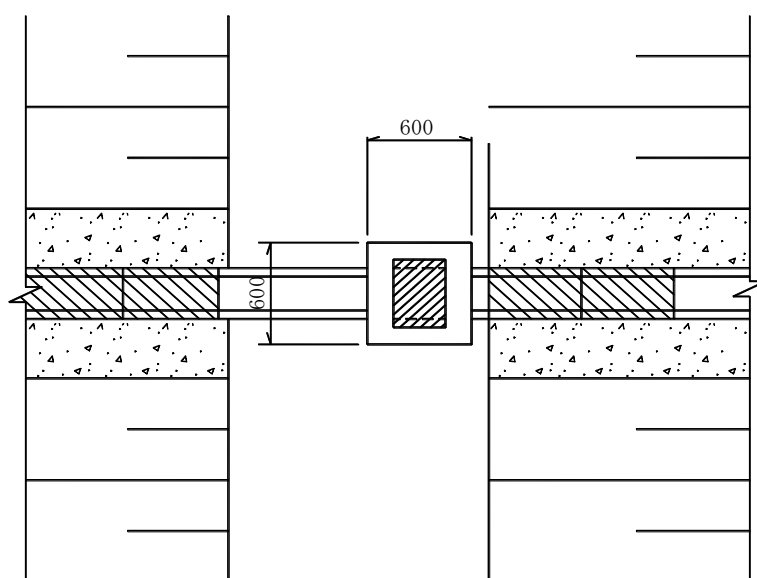
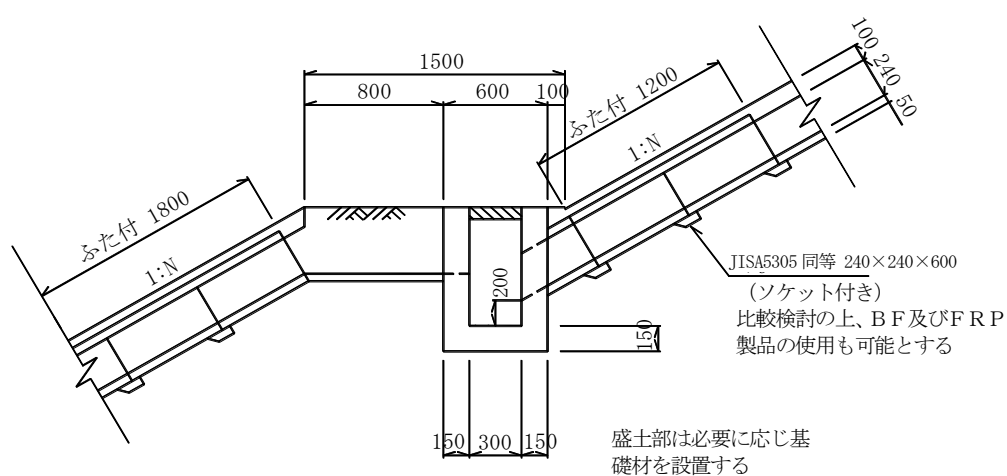


図4-5-5(a) タテ溝排水



注1) ふた工は、コンクリート既製品蓋あるいは、縞鋼板のボルト締めとする。

注2) 小段集水枠は、プレキャストコンクリート製品としても良い。

図4-5-5 (b) タテ溝排水 (小段部)

3. その他

路側以外の場合で、ブロック積、石積の前面に現場打ち側溝を設ける場合は図4-5-6の通りとする。

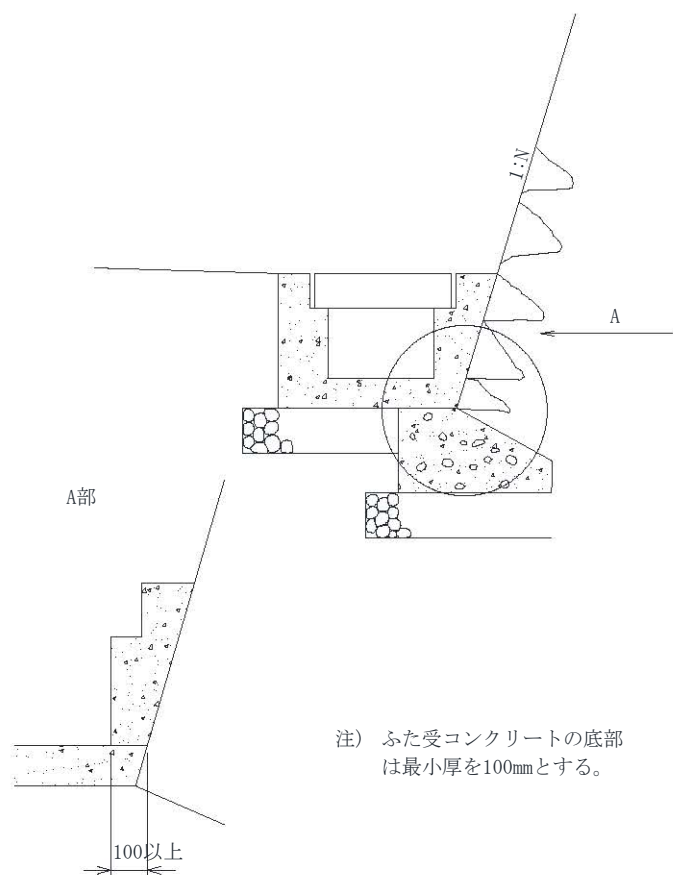


図4-5-6 ブロック積・石積と現場打ち側溝

第6節 パイプカルバートの基礎形式

1. 埋設形式

管渠工の埋設形式は、突出型と溝型の別、土かぶり、土質およびパイプの管種によって管渠基礎形式選定図（道路土工 カルバート工指針 p 195～206）を用いて決定する。なお、設計条件が突出型及び溝型と異なる場合は、別途検討を行う。

兵庫県 小型構造物標準図集 p 101

(a) 突出型

突出型とは、図4-6-1 (a)に示すように管を直接自然地盤またはよく締固められた地盤上に設置し、その上に盛土をする形式をいう。なお、溝を掘って管を埋設しても図4-6-2 (a)に示すように軟弱地盤に埋設される管が杭により支持される場合、図4-6-2 (b)に示すように溝幅が管の外径の2倍以上ある場合、および図4-6-2 (c)に示すように原地盤からの土かぶり h_a が溝幅の $1/2$ 以下の場合、は、突出型とする。

(b) 溝型

溝型とは、図4-6-1 (b)に示すように原地盤またはよく締め固めた盛土に溝を掘削して埋設する形式であり、プレローディングを行い長期間放置した盛土を掘削して管を設置する場合も溝型とする。

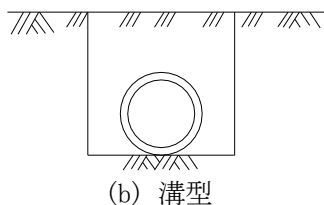
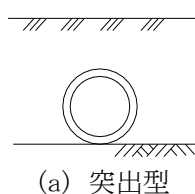
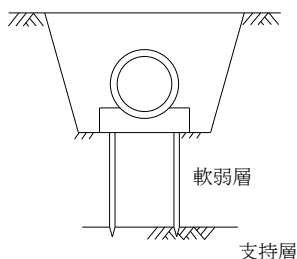
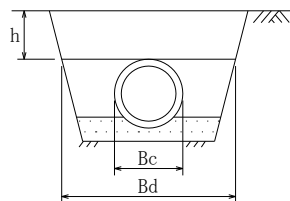


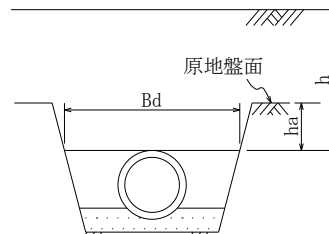
図4-6-1 埋設形式



(a) 杭基礎の場合



(b) 溝が広い場合 ($B_d \geq 2B_c$)
または h が $B_d/2$ 以下の場合



(c) h_a が $B_d/2$
以下の場合

図4-6-2 突出型

2. 使用方法

「小型構造物標準図集」によるものとする。

第7節 地下排水施設の設計（参考）

1. 路側の地下排水溝（縦断方向の排水）

1-1 構造

路側の地下排水溝は、切土のり尻の路側排水路の下に設置するものとし、原則として地下水が考えられる箇所に設置する。路側地下排水溝の構造は図4-7-1を標準とする。

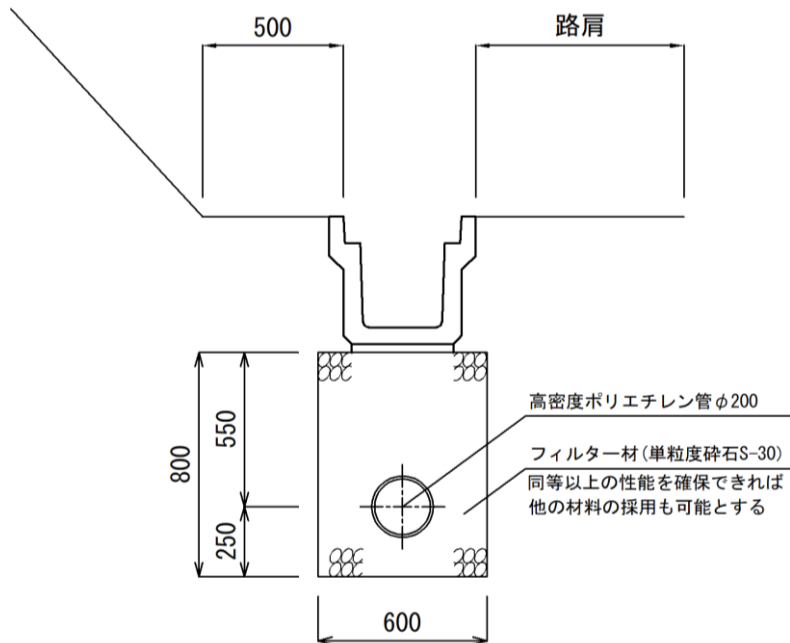


図4-7-1 路側の地下排水溝

1-2 地下排水の計算

一般に、地下排水施設の設計を行う場合には計算を行わず、類似した条件の場所で行われた工事の例を利用して設計することが多い。しかし、ボーリング調査等により地下水位が確認された場合において、自然斜面を切土したり盛土したりすることによって、地下水位を上昇させてのり面の安定性をおびやかすことが懸念されるときには、地下水位を考慮したのり面の安定計算を行って、のり面を安定に保つために必要な地下水位の低下量や、地下排水溝の規模等を検討する場合がある。

(1) 排水管設置深さ

排水管の設置深さの算定は、式4-7-1により行うものとする。

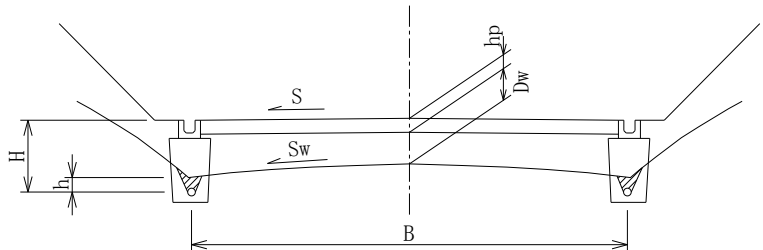


図4-7-2 排水管設置深さ

近畿地方整備局
設計便覧（案）
第3編 道路編
第4章 排水
p4-33～34

道路土工要綱
p 165～166

東・中・西日本高速道
路株式会社 設計要領
第一集
土工 建設編
p7-86, 87

$$H = \frac{(S_w - S) B}{200} + h + D_w + h_p \quad (\text{式 4-7-1})$$

ここに、

- H : 排水管の最小設置深さ (m)
 S_w : 地下水面の最小勾配で土質により表 4-7-1 に示す値をとる (%)
 S : 路面の勾配 (%)
 h : 排水管付近の地下水の水深で土質により表 4-7-1 に示す値をとる (%)
 B : 排水管の間隔 (m)
 D_w : 路床面より地下水位までの深さで原則として 0.6 とする (m)
 h_p : 路面と路床面との高さの差 (= 舗装厚) (m)

表 4-7-1

土の種類	S_w (%)	h (m)
砂	1	0.05
砂質土	2	0.10
粘性土	3	0.15

(2) 排水量の算定

① 不透水層の勾配が大きい場合

排水溝の単位長さ当たりの流入量は式 4-7-2 によって求める (図 4-7-3 参照)。

$$q = k \cdot i \cdot H_0 \quad (\text{式 4-7-2})$$

ここに、

- q : 単位長さ当たりの排水量 ($\text{cm}^3/\text{sec}/\text{m}$)
 i : 不透水層の勾配
 k : 透水係数 (cm/sec)
 H_0 : 排水管埋設位置付近の地下水位低下量 (cm)

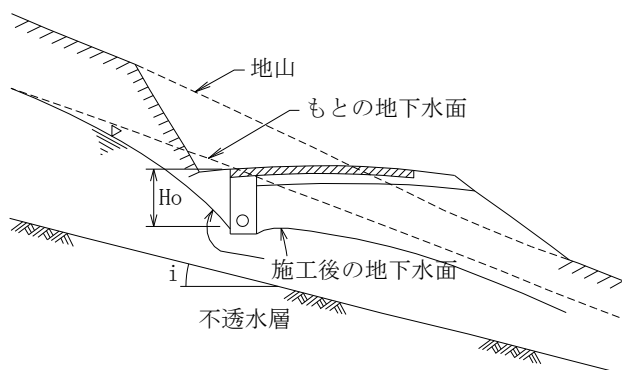


図 4-7-3 不透水層の勾配が大きい場合

路床土、あるいは地盤の透水係数は試験によって求める。試験を行っていない場合は表 4-7-2 を参考にするといよい。

表 4-7-2 代表的な土の透水係数の概略値

代表的な土	透水係数 (cm/sec)	透水性
礫	0.1 以上	透水性が高い
砂	$0.1 \sim 1 \times 10^{-3}$	中位の透水性
砂質土	$1 \times 10^{-3} \sim 1 \times 10^{-5}$	透水性が低い
粘質土	$1 \times 10^{-5} \sim 1 \times 10^{-7}$	非常に透水性が低い
粘土	1×10^{-7} 以下	不透水性

② 不透水層の勾配が緩やかな場合

排水溝の単位長さ当たりの流入量は式 4-7-3 によって求める (図 4-7-4 参照)。

$$q = \frac{k (H^2 - h_0^2)}{2R} \quad (\text{式 4-7-3})$$

ここに、

- H : 排水前の地下水位 (cm)
 h_0 : 排管埋設位置の地下水位 (cm)
 R : 排水によって地下水が影響を受ける水平距離 (cm)

その他の記号は式4-7-2と同様である。

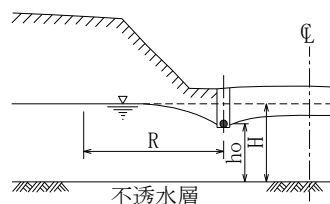


図4-7-4 不透水層の勾配が緩やかな場合

Rは一般的に、透水係数、水位低下量、透水層の厚さや広がり等の地域的な条件の影響を受けることから一定の値とならないが、近似的に表4-7-3の値を用いて概略の計算を行ってもよい。

表4-7-3 排水によって地下水が影響を受ける水平距離Rの値

細粒砂	25 ～ 500m
中粒砂	100 ～ 500m
粗粒砂	500 ～ 1000m

③ 不透水層が深い場合

図4-7-5に示したように不透水層が深い場合は、排水溝の単位長さ当たりの流入量は式4-7-4から求められる。

$$q = \frac{\pi k H_0}{4.6 \log \left[\frac{2R}{r} \right]} \quad (\text{式4-7-4})$$

ここに、

- r : 排水溝の幅の半分 (cm)

その他の記号は式4-7-2、式4-7-3と同様である。

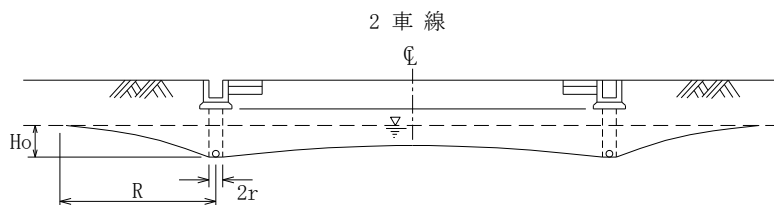


図4-7-5 不透水層が深い場合

(3) 地下排水管の所要断面

排水管の所要断面は、式4-7-5によって計算して求める。

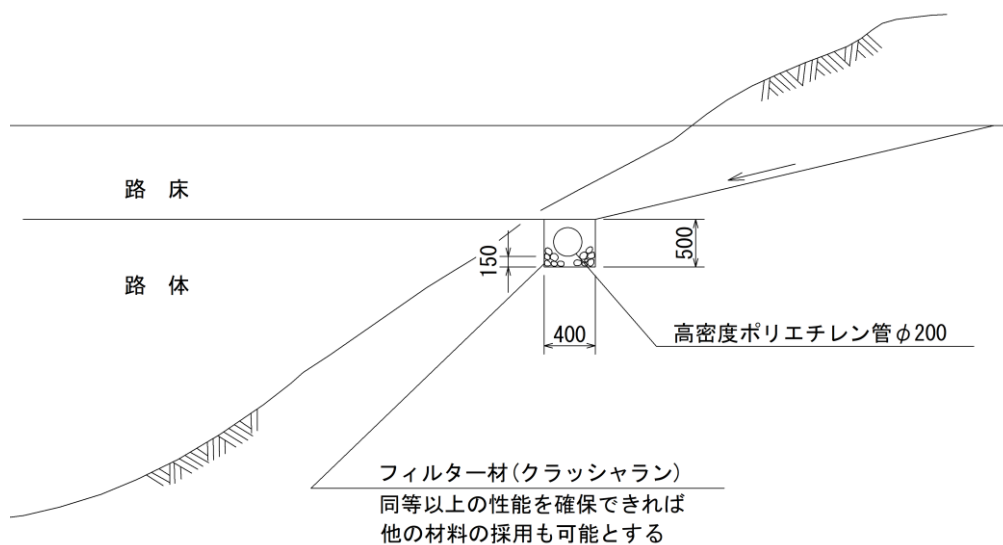
$$A = \frac{Q}{V} = \frac{F_s \cdot q \cdot L}{V} \quad (\text{式4-7-5})$$

ここに、

- A : 排水管の所要断面 (m²)
 Q : 全排水量 (m³/sec)
 q : 排水管 1m 当たりの排水量 (m³/sec/m)
 L : 孔あき排水管の長さ (m)
 V : 排水管内の平均流速 (m/sec) (マンニングの式により算出)
 F_s : 安全率、通常 3 とする。

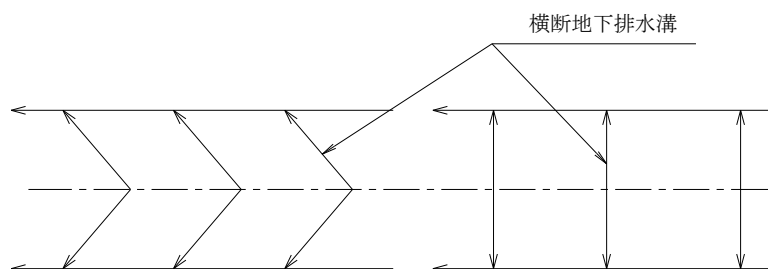
2. 横断地下排水溝（切盛境横断排水）

横断地下排水溝は、縦断方向の地下排水溝のみでは不十分な場合に横断方向にも設けるが、特に道路が切土部から盛土部へ変わる境界に設置する。



注）流末はヒューム管を用い最寄りの側溝に接続することができる。

図4-7-6 切盛境横断排水溝



注1）横断排水管は縦断方向に斜に配置することができる。

注2）地形その他でやむを得ない場合は直角にしてもよい。

図4-7-7 横断排水溝設置方法

第8節 排水ます（標準）

1. 街渠枳

街渠枳は小型構造物標準図集によることを原則とする（どろ溜深さ 20cm）。

街渠のみで排水する場合に適用する。

なお、スリット付き街渠の場合は、「2. 集水枳」を適用すること。

設置間隔は式4－8－1によって算定し、排水性舗装についても同形状、同間隔とする。

$$L_s = \frac{\gamma \cdot Q}{q} (1 - e) = \frac{3.6 \times 10^6 \times \gamma \times Q}{C \times r \times W} (1 - e) \quad (\text{式} 4 - 8 - 1)$$

L s：排水枳間隔(m)

γ：落下率 (=0.7)

Q：満流流量 (m³/sec)

q：雨水流出量 (m³/sec)

$$= \frac{1}{3.6 \times 10^6} C \cdot r \cdot W$$

C：流出係数 (=1.0)

r：平均降雨強度 (mm/h) (=90mm/h)

W：集水幅(m)

e：余裕率 (=0.1)

また、

$$Q = A \cdot V = A \cdot \frac{1}{n} \cdot R^{2/3} \cdot i^{1/2}$$

街渠枳は、屈曲部、勾配変化点等の特に集水が必要とする箇所の他、表4－8－1、表4－8－2を参考にして、等間隔になるように設置するものとする。

表4－8－1 街渠枳設置間隔（現場打ち街渠の場合）

集水幅 \ 縦断勾配	0.3%	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0
3.0m	10	15	20	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
4.0	10	10	15	20	25	25	30	30	30	30	30	30	30
5.0	5	10	10	15	20	20	25	25	25	30	30	30	30
6.0	5	5	10	15	15	15	20	20	20	25	30	30	30
7.0	5	5	10	10	10	15	15	15	20	20	25	25	25
8.0	5	5	5	10	10	10	15	15	15	20	20	20	25
9.0	5	5	5	10	10	10	10	15	15	15	20	20	20
10.0	5	5	5	5	10	10	10	10	10	15	15	15	20
11.0	5	5	5	5	5	10	10	10	10	10	15	15	15
12.0	5	5	5	5	5	5	10	10	10	10	15	15	15
13.0	5	5	5	5	5	5	5	10	10	10	10	10	15
14.0	5	5	5	5	5	5	5	5	10	10	10	10	10
15.0	5	5	5	5	5	5	5	5	5	10	10	10	10
16.0	5	5	5	5	5	5	5	5	5	10	10	10	10
17.0	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	10	10	10
18.0	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	10	10	10
19.0	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	10	10
20.0	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	10

注1）読みとり方法は、集水幅は直近上位、縦断勾配は直近下位をとる

使用例 集水幅 5.5m → 6.0m

縦断勾配 2.3% → ～2.0%



設置間隔 15mとなる

【兵庫県独自基準】

近畿地方整備局

設計便覧（案）

第3編 道路編

第4章 排水

p4-41

道路土工要綱

p 156

【兵庫県独自基準】

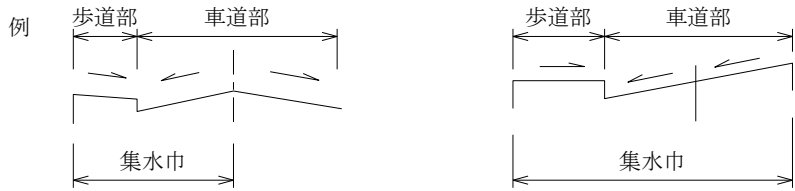
式4-8-1より算出

注2) 本表は等間隔に設置する場合であり、交差点等については別途等高線等により計画すること

【兵庫県独自基準】

注3) 集水幅は対象となる集水ますに流入する道路部集水域の幅員である

(透水性舗装の場合も同様の扱いとする)



注4) 本表はグレーチング等格子状排水ます蓋等の場合にのみ適用する

注5) 設置間隔は最小間隔5m、最大間隔30mで5m単位とする

注6) 表4-8-1の前提条件は下図の通りである

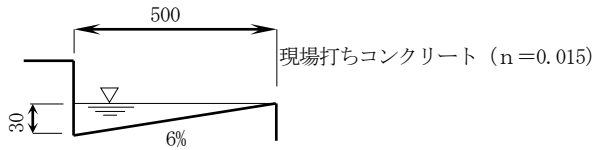


表4-8-2 街渠ます設置間隔（プレキャスト街渠の場合）

【兵庫県独自基準】

縦断勾配 集水幅	～ 0.3%	～ 0.5	～ 1.0	～ 1.5	～ 2.0	～ 2.5	～ 3.0	～ 3.5	～ 4.0	～ 5.0	～ 6.0	～ 7.0	～ 8.0
3.0m	12	20	28	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32
4.0	8	12	20	24	28	32	32	32	32	32	32	32	32
5.0	8	12	16	20	24	24	28	28	32	32	32	32	32
6.0	4	8	12	16	20	20	24	24	28	28	32	32	32
7.0	4	8	12	12	16	16	20	20	24	24	28	32	32
8.0	4	4	8	12	12	16	16	16	20	20	24	28	28
9.0	4	4	8	8	12	12	16	16	16	20	20	24	24
10.0	4	4	8	8	12	12	12	12	16	16	20	20	24
11.0	4	4	4	8	8	12	12	12	12	16	16	20	20
12.0	4	4	4	8	8	8	12	12	12	12	16	16	20
13.0	4	4	4	8	8	8	8	12	12	12	16	16	16
14.0	4	4	4	4	8	8	8	8	12	12	12	16	16
15.0	4	4	4	4	8	8	8	8	8	12	12	12	16
16.0	4	4	4	4	4	8	8	8	8	8	12	12	12
17.0	4	4	4	4	4	4	8	8	8	8	12	12	12
18.0	4	4	4	4	4	4	8	8	8	8	8	12	12
19.0	4	4	4	4	4	4	4	8	8	8	8	8	12
20.0	4	4	4	4	4	4	4	4	8	8	8	8	12

式4-8-1より算出

注1) 読みとり方法は、集水幅は直近上位、縦断勾配は直近下位をとる

使用例 集水幅 5.5m → 6.0m

縦断勾配 1.2% → ～1.0%

⇒ 設置間隔 12mとなる

注2) 本表は等間隔に設置する場合であり、交差点等については別途等高線等により計画すること

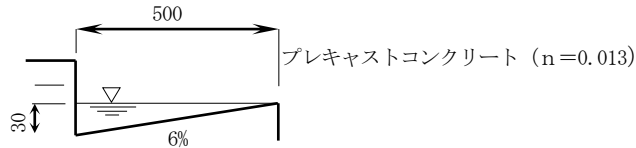
注3) 集水幅は対象となる集水ますに流入する道路部集水域の幅員である

(透水性舗装の場合も同様の扱いとする)

注4) 本表はグレーチング等格子状排水ます蓋等の場合にのみ適用する

注5) 設置間隔は最小間隔4m、最大間隔32mで4m単位とする

注6) 表4-8-2の前提条件は下図の通りである



【兵庫県独自基準】

2. 集水ます

集水ますは小型構造物標準図集によることを原則とする。

- (1) 集水ますは、一般の車両の影響を考慮しない場合はMA型、影響を考慮する場合はMB型を使用する。
- (2) 集水ますの底版上面から流出パイプ入口までの高さは200mmを標準とする。
- (3) 集水ますのコンクリート量は、流入・流出のための側溝類、パイプ類による減少量を考慮していないので、必要に応じて補正するものとする。
- (4) 集水ます本体は無筋コンクリートとしてあるが、必要に応じて補強鉄筋を考慮すること。
- (5) 集水ますの深さが1mを超える場合は足掛け金具を設けるのが望ましい。足掛け金具にはあらかじめ錆止め処理を施すこと。防錆処理方法はメッキ仕上げ、ビニール被覆等とする。
- (6) 小型構造物標準図集に記載のある寸法の範囲内であれば、設計計算することなく直近上位の諸元・寸法を採用できる。

【兵庫県独自基準】

兵庫県 小型構造物標準図集 P34

3. 集水ますの設計計算

小型構造物標準図集と異なる条件となる集水ますについては、設計計算を行い構造を決定する。

3-1 設計条件

- (1) 静止土圧係数 $K=0.5$
- (2) 土の単位重量 $\gamma=18\text{KN/m}^3$
- (3) 活荷重 $q=10\text{KN/m}^2$
- (4) 許容応力度

コンクリートの設計基準強度 $\sigma_{ck}=18\text{N/mm}^2$ の場合

a) コンクリートの許容応力度

許容曲げ圧縮応力度 $\sigma_{ca}=\sigma_{ck}/3=6.0\text{N/mm}^2$

許容曲げ引張応力度 $\sigma_{ta}=0.23\text{N/mm}^2$

許容付着応力度 $\tau_{oa}=1.2\text{N/mm}^2$

b) 鉄筋の許容引張応力度 σ_{sa} (SD345 の場合)

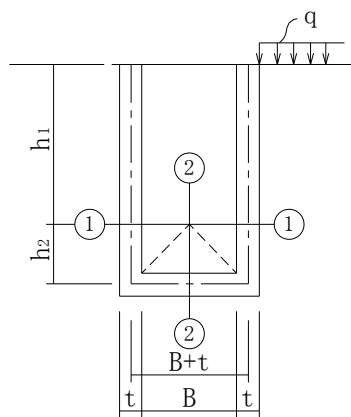
荷重の組合せに衝突荷重あるいは地震の影響を含まない場合	一般の部材	180N/mm ²
	厳しい環境下の部材	160N/mm ²
荷重の組合せに地震の影響を含む場合		200N/mm ²
鉄筋の重ね継手長あるいは定着長を算出する場合		200N/mm ²

近畿地方整備局
設計便覧 (案)
第3編 道路編
第4章 排水
p4-55

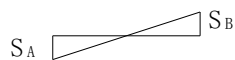
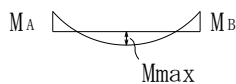
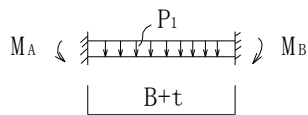
(5)部材厚さ

集水ますの部材厚は無筋構造で最大 20cm とする。

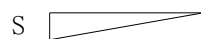
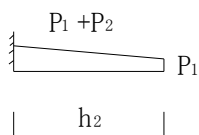
3-2 断面力



①-①断面



②-②断面



①-①断面 (底版より 45° 分布位置より上は両端固定梁として計算を行い、それより下は三辺固定版として考える。

土圧力

$$P_1 = (q + h_1 \cdot \gamma) \cdot K$$

$$P_2 = h_2 \cdot \gamma \cdot K$$

q : 上載荷重

γ : 土の単位重量

K : 静止土圧係数

固定端モーメント M

$$M = \frac{P_1 (B+t)^2}{12}$$

中央モーメント Mmax

$$M_{\max} = \frac{P_1 (B+t)^2}{24}$$

せん断力 S

$$S = \frac{P_1 (B+t)}{2}$$

固定端モーメント M

$$M = \frac{1}{2} \left[\frac{P_1}{2} + \frac{P_2}{6} \right] h_2^2$$

せん断力 S

$$S = \left[P_1 + \frac{P_1}{2} \right] h_2$$

以上の断面力の大きい値を採用して設計を行うものとする。

近畿地方整備局

設計便覧 (案)

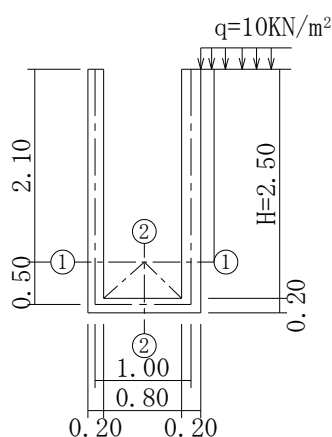
第3編 道路編

第4章 排水

p4-55~56

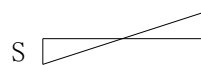
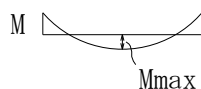
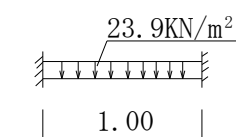
4. 集水ますの設計例

集水ます B800-L800-H2500 t=200



(1)断面力

①-①断面



固定端モーメント M

$$M = \frac{23.9 \times 1.0^2}{12} = 1.992 \text{ KN} \cdot \text{m} \quad (0.199 \text{ tf} \cdot \text{m})$$

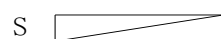
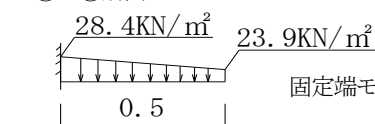
中央モーメント Mmax

$$M_{\max} = \frac{23.9 \times 1.0^2}{24} = 0.996 \text{ KN} \cdot \text{m} \quad (0.100 \text{ tf} \cdot \text{m})$$

せん断力 S

$$S = \frac{23.9 \times 1.0}{2} = 11.950 \text{ KN} \quad (1.195 \text{ tf})$$

②-②断面



固定端モーメント M

$$M = \frac{1}{2} \left[\frac{23.9}{2} + \frac{4.50}{6} \right] \times 0.5^2 = 1.588 \text{ KN} \cdot \text{m} \quad (0.159 \text{ tf} \cdot \text{m})$$

せん断力 S

$$S = \left[23.9 + \frac{4.50}{2} \right] \times 0.5 = 13.075 \text{ KN} \quad (1.308 \text{ tf})$$

以上の断面力の大きい値を採用する。

(2)応力計算

部材断面力 Z

$$Z = \frac{b \times t^2}{6} = \frac{1000 \times 200^2}{6} = 6.667 \times 10^6 \text{ mm}^2 \quad (6667 \text{ cm}^2)$$

$$\sigma_t = \frac{M}{Z} = \frac{1.992 \times 10^6}{6.667 \times 10^6} = 0.30 \text{ N/mm}^2 > \sigma_{ta} = 0.23 \text{ N/mm}^2 \quad (2.3 \text{ kgf/cm}^2)$$

したがって、有筋構造とする。

M=1.992KN・m、 b=1000mm、 d(断面有効高)=100mm、 S=13.075KN

上記から、単鉄筋断面で計算を行う。

近畿地方整備局

設計便覧(案)

第3編 道路編

第4章 排水

p4-56~57

必要鉄筋量

$$A_{s'} = \frac{M}{\sigma_{sa} \times 0.875 \times d} = \frac{1.992 \times 10^6}{180 \times 0.875 \times 100} = 126 \text{ mm}^2 \quad (1.26 \text{ cm}^2)$$

よって、鉄筋D13@300 $A_s = 422 \text{ mm}^2$ (4.22 cm²)

A_s : 配置鉄筋量 (cm²)

D \ @	300	250	200	150	125	100
13	4.22	5.07	6.34	8.45	10.14	12.67
16	6.62	7.94	9.93	13.24	15.89	19.86
19	9.55	11.46	14.33	19.10	22.92	28.65
22	12.90	15.48	19.36	25.81	30.97	38.71

$$P = \frac{A_s}{b d} = \frac{422}{1000 \times 10} = 0.00422$$

P : 鉄筋比

n = 15

n : ヤング係数比

$$K = \sqrt{2 \times n \times P + n^2 \times P^2} - n \times P$$

$$= \sqrt{2 \times 15 \times 0.00422 + 15^2 \times 0.00422^2} - 15 \times 0.00422 = 0.298$$

K : 断面有効高の中立軸比

$$j = \left[1 - \frac{K}{3} \right] = \left[1 - \frac{0.298}{3} \right] = 0.901$$

$$\frac{1}{L_c} = \frac{2}{K j} = \frac{2}{0.298 \times 0.901} = 7.449$$

$$\frac{1}{L_s} = \frac{1}{P j} = \frac{1}{0.00422 \times 0.901} = 263.004$$

$$\frac{M}{b d^2} = \frac{1.992 \times 10^6}{1000 \times 100^2} = 0.199$$

$$\sigma_c = \frac{1}{L_c} \times \frac{M}{b d^2} = 7.449 \times 0.199 = 1.482 \text{ N/mm}^2 < \sigma_{ca} = 6 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_s = \frac{1}{L_s} \times \frac{M}{b d^2} = 263.004 \times 0.199 = 52.338 \text{ N/mm}^2 < \sigma_{sa} = 180 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau = \frac{S}{b d} = \frac{13.075 \times 10^3}{1000 \times 100} = 0.131 \text{ N/mm}^2 < \tau_a = 0.33 \text{ N/mm}^2$$

〔 σ_c 、 σ_s を求めるために必要な $1/L_c$ 、 $1/L_s$ または K、j は、簡易的に図 4-8-1 のノモグラムより求めることもできる。 〕

【兵庫県独自基準】

<計算例>

D13 (断面積 1.267 cm²)

@300 の場合

$$1.0 / 0.3 \times 1.267$$

$$= 1.223 \text{ cm}^2$$

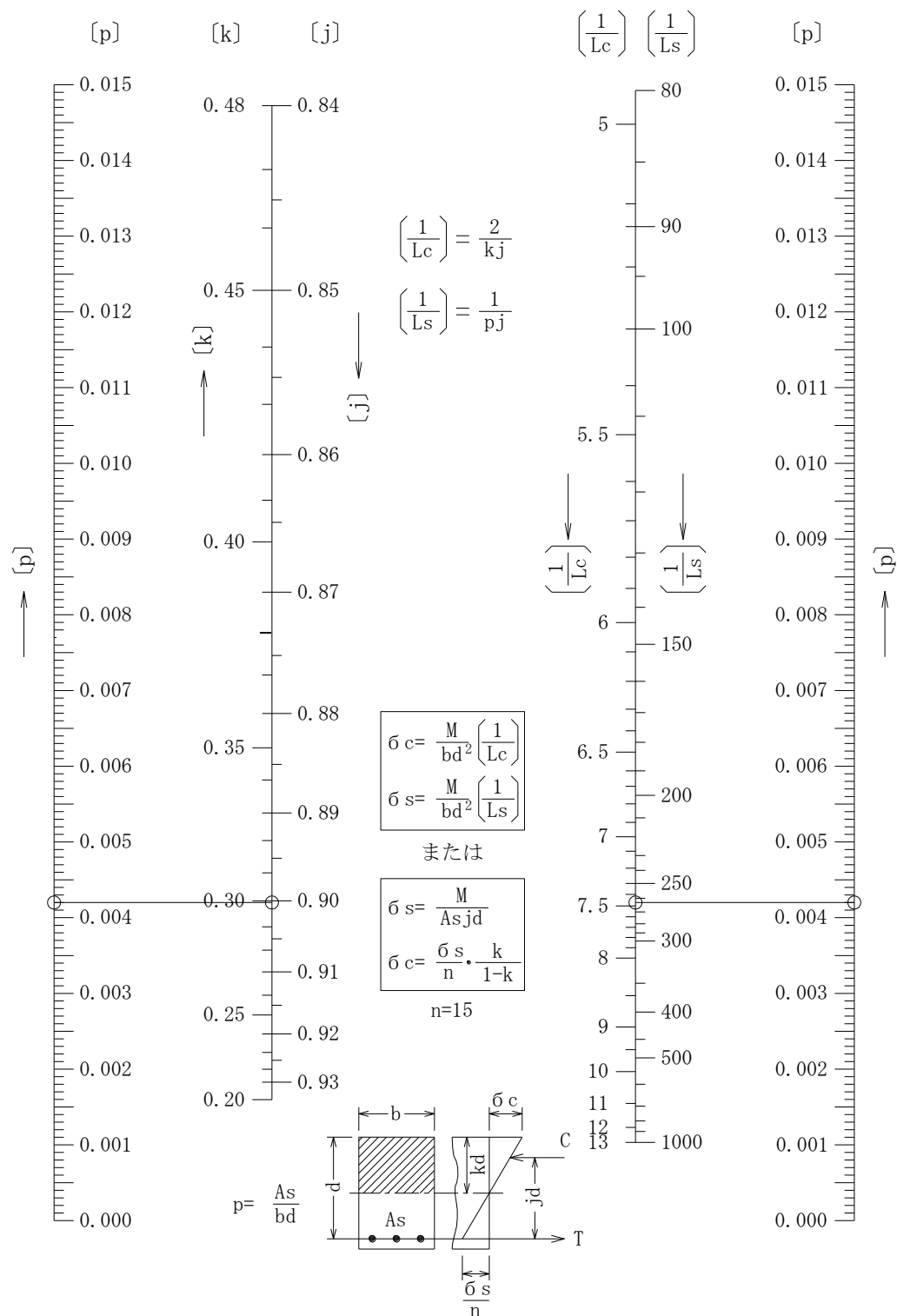


図4-8-1 応力度計算用ノモグラム (参考)

(出典:「ノモグラムに依る鉄筋コンクリートの計算」柴田直光氏著)

第9節 ボックスカルバート断面の設計（参考）

1. 断面の設計方法

カルバートは、流れの形態が図4-9-1に示すタイプ1～3のいずれかに属するような水理条件を満たしたうえで、それぞれのタイプに対応した設計計算式により断面の大きさを設計する。このとき、カルバートの内空高さ（あるいは内径） D は次の条件を満たすように決定する。

カルバートの構造については、第5章 ボックスカルバートを参照すること。

- ① 水面がカルバート上面に接しない。
- ② カルバート上流側の水深がカルバートの高さの1.5倍を超えない。

$$D > (h_1 + z_1 - z_2) / 1.5$$

- ③ カルバート上流側の水位が盛土高さを超えない。

$$h_1 < (\text{盛土高さ})$$

ここに、 h_1 ：上流側水深

z_1 ：基準線から図った上流側河床高さ

z_2 ：基準線から図ったカルバート底面の高さ

条件①、②は、タイプ1～3が成立するための必要条件であり、条件③は上流側のせき上げ水位が盛土を越水しないための条件である。

タイプ	水 理 条 件	流 れ の 形 態	備 考
1	流入口で限界水深が発生 $D > (h_1 + z_1 - z_2) / 1.5$ $h_4 < h_c$ $S_0 > S_c$		出口付近で跳水が生じることが考えられるので、洗掘防止策を講じねばならない。
2	流出口で限界水深が発生 $D > (h_1 + z_1 - z_2) / 1.5$ $h_4 < h_c$ $S_0 > S_c$		出口での洗掘防止策を講じるのが望ましい。
3	全体を通してゆるやかな流れ（常流） $D > (h_1 + z_1 - z_2) / 1.5$ $h_c < h_4 \leq D$		計画として最も望ましい条件である。
4	全体を通して満流（流出口が水没） $D > h_4$		異常事態としては起こる可能性があるが、計画としては用いてはならない。
5	流入口で射流 $h_4 \leq D \leq (h_1 + z_1 - z_2) / 1.5$		〃
6	全体を通して満流（流出口は自由放水） $h_4 \leq D \leq (h_1 + z_1 - z_2) / 1.5$		〃

注) 記号の説明

D : カルバートの高さ, h : 水深, z : 河床高, S : 河床勾配, h_c : 限界水深, S_c : 限界勾配

図4-9-1 カルバート部での流れの分類

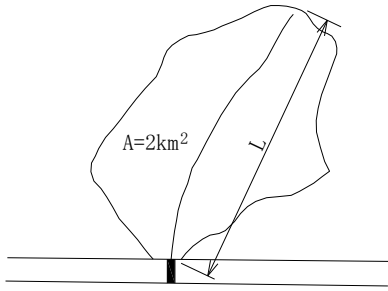
道路土工

カルバート工指針

p 44～45

2. 断面決定の例

〔例題〕 隣接地(緩い山地)から流出する水を受ける、図のような横断水路（ボックスカルバート）について
計画地点の水路断面を決定せよ。



計算条件

Lの区間落差	300m
流域面積 A	2 km ² (2×10 ⁶ m ²)
流路の水平距離 L	1.5 km
流出係数 C	0.75
横断水路の勾配 i	2%
横断水路の粗度係数 n	0.015 (現場打ち)
横断水路の長さ	9m
地 域	神戸地域 (神戸市)
降雨確率年	7年

(土石流危険渓流を考慮しない場合)

〔解〕

流域面積が広い場合で、流路の平均流速の値がわからないため、式4-4-5より、

$$V = 72 \left[\frac{H}{L} \right]^{0.6} = 72 \left[\frac{0.3}{1.5} \right]^{0.6} = 27.4 \text{ km/hr}$$

流入時間 t_1 は、式4-4-4より、

$$t_1 = L/V = 1.5/27.4 = 0.0547\text{hr} \approx 3.3 \text{ 分}$$

流下時間 t_2 は横断水路長が短いため無視する。

よって、流達時間 t は、 $t = t_1 + t_2 \approx t_1 = 3.3$ 分となるが、10分 $\leq t \leq 180$ 分より $t = 10$ 分として計算する。

降雨強度 I_7 は、表4-4-2の式より、

$$I_7 = \frac{638.5}{t^{0.6} + 1.465} = \frac{638.5}{10^{0.6} + 1.465} = 117.2\text{mm/h}$$

雨水流出量 Q_0 は式4-4-1より、

$$Q_0 = \frac{1}{3.6 \times 10^6} \times C \times I_7 \times A = \frac{1}{3.6 \times 10^6} \times 0.75 \times 117.2 \times 2 \times 10^6 \\ = 48.850 \text{ m}^3/\text{sec}$$

横断水路の許容通水量 Q_C (式4-4-6により求まる満流流量(Q)の80%) は、

$$Q_C = 0.8 \times Q = 0.8 \times A \times V = 0.8 \times A \times \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times i^{1/2}$$

ここで、 $Q_C = 48.850 \text{ m}^3/\text{sec}$ とすると、

$$\frac{1}{n} \times A \times R^{2/3} = \frac{Q_C}{0.8 \times i^{1/2}} = \frac{48.850}{0.8 \times 0.02^{1/2}} = 431.777$$

表4-9-1 (a)でボックスカルバートの断面は、

B (m)	H (m)	$\frac{1}{n} \times A \times R^{2/3}$	判定
2.5	2.5	359.775	< 431.777
2.5	3.0	450.064	> 431.777
3.0	2.5	468.254	> 431.777

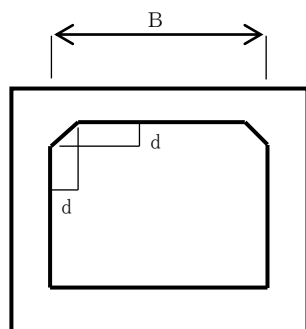
よって、ボックスカルバートの断面は、2.5×3.0 または 3.0×2.5 となるが、前後の水路との取り合い、土被り条件、経済性等を勘案して断面決定を行うものとする。

【兵庫県独自基準】

道路管理上重要性が高い場合は降雨確率年30年を採用する。

3. ボックスカルバートの通水能力

3-1 現場打ちボックスカルバート



$$Q = A \times \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times i^{1/2}$$

ここで、

$$A = B \times H - d^2$$

$$R = \frac{B \times H - d^2}{2H + B - (2 - 2\sqrt{2})d}$$

$n = 0.015$ (現場打ちコンクリート)

表 4-9-1 (a) 現場打ちボックスカルバートの通水能力(1)

B (m)	H (m)	d (m)	A (㎡)	R (m)	$\frac{1}{n} \times A \times R^{2/3}$
1.00	1.00	0.20	0.960	0.303	28.888
	1.25	0.20	1.210	0.330	38.529
	1.50	0.20	1.460	0.350	48.385
1.25	1.00	0.20	1.210	0.354	40.387
	1.25	0.20	1.523	0.389	54.072
	1.50	0.20	1.835	0.416	68.125
1.50	1.00	0.20	1.460	0.398	52.691
	1.25	0.20	1.835	0.441	70.825
	1.50	0.20	2.210	0.474	89.528
	2.00	0.20	2.960	0.522	128.006
2.00	1.50	0.20	2.960	0.573	136.139
	2.00	0.20	3.960	0.642	196.525
	2.50	0.20	4.960	0.692	258.748
2.50	1.50	0.20	3.710	0.655	186.510
	2.00	0.20	4.960	0.744	271.531
	2.50	0.20	6.210	0.810	359.775
	2.75	0.20	6.835	0.837	404.713
	3.00	0.20	7.460	0.861	450.064
3.00	2.00	0.20	5.960	0.832	351.413
	2.50	0.20	7.460	0.914	468.254
	2.75	0.20	8.210	0.947	527.977
	3.00	0.20	8.960	0.978	588.367
	3.50	0.20	10.460	1.029	710.733
		0.30	10.410	1.016	701.276
	4.00	0.20	11.960	1.071	834.717
		0.30	11.910	1.059	824.836
3.50	2.00	0.20	6.960	0.908	435.071
		0.30	9.910	0.892	426.806
	2.50	0.20	8.710	1.005	582.648
		0.30	8.660	0.990	573.438
	2.75	0.20	9.585	1.046	658.347
		0.30	9.535	1.031	648.732
	3.00	0.20	10.460	1.082	735.037
		0.30	10.410	1.068	725.055
	3.50	0.20	12.210	1.145	890.795
		0.30	12.160	1.131	880.175
	4.00	0.20	13.960	1.197	1,049.010
		0.30	13.910	1.184	1,037.851
	4.50	0.20	15.710	1.240	1,209.071

【兵庫県独自基準】

Manning の公式

表 4-9-1 (b) 現場打ちボックスカルバートの通水能力 (2)

【兵庫県独自基準】

Manning の公式

B (m)	H (m)	d (m)	A (m ²)	R (m)	$\frac{1}{n} \times A \times R^{2/3}$
4.00	2.50	0.20	9.960	1.087	701.833
		0.30	9.910	1.072	691.810
	2.75	0.20	10.960	1.134	794.524
		0.30	10.910	1.119	784.021
	3.00	0.20	11.960	1.177	888.598
		0.30	11.910	1.162	877.656
	3.50	0.20	13.960	1.250	1,080.098
		0.30	13.910	1.237	1,068.383
	4.00	0.20	15.960	1.312	1,275.091
		0.30	15.910	1.299	1,262.717
	4.50	0.20	17.960	1.364	1,472.738
		0.30	17.910	1.352	1,459.797
4.50	2.50	0.20	11.210	1.160	824.959
		0.30	11.160	1.145	814.192
	3.00	0.20	13.460	1.262	1,047.917
		0.30	13.410	1.248	1,036.082
	3.50	0.20	15.710	1.347	1,277.216
		0.30	15.660	1.333	1,264.472
	4.00	0.20	17.960	1.418	1,511.247
		0.30	17.910	1.405	1,497.721
	4.50	0.20	20.210	1.479	1,748.907
		0.30	20.160	1.466	1,734.702
5.00	3.00	0.20	14.960	1.340	1,212.104
		0.30	14.910	1.326	1,199.438
	3.50	0.20	17.460	1.435	1,481.017
		0.30	17.410	1.421	1,467.305
	4.00	0.20	19.960	1.516	1,756.100
		0.30	19.910	1.503	1,741.480
		0.40	19.840	1.488	1,724.112
	4.50	0.20	22.460	1.586	2,035.956
		0.30	22.410	1.573	2,020.541
	5.00	0.20	24.960	1.646	2,319.583
		0.30	24.910	1.634	2,303.468
5.50	4.00	0.20	21.960	1.607	2,008.523
		0.30	21.910	1.594	1,992.865
		0.40	21.840	1.579	1,974.346
	4.50	0.20	24.710	1.685	2,332.545
		0.30	24.660	1.672	2,315.975
	5.00	0.30	27.410	1.740	2,644.029
6.00	4.50	0.30	26.910	1.765	2,619.884
	5.00	0.30	29.910	1.841	2,994.992
		0.40	29.840	1.827	2,973.227

3-2 プレキャストボックスカルバート

【兵庫県独自基準】

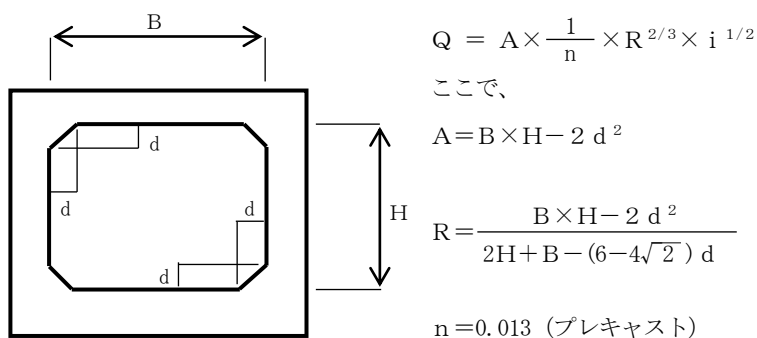


表4-9-2(a) プレキャストボックスカルバートの通水能力(1)

B (m)	H (m)	d (m)	A (㎡)	R (m)	$\frac{1}{n} \times A \times R^{2/3}$
0.60	0.60	0.10	0.340	0.193	8.721
0.70	0.70	0.10	0.470	0.228	13.474
0.80	0.80	0.10	0.620	0.262	19.532
0.90	0.60	0.10	0.520	0.252	15.947
		0.15	0.495	0.242	14.772
	0.90	0.10	0.790	0.296	27.012
		0.15	0.765	0.289	25.713
1.00	0.80	0.15	0.755	0.296	25.809
	1.00	0.15	0.955	0.324	34.646
	1.50	0.15	1.455	0.368	57.527
1.10	1.10	0.15	1.165	0.359	45.235
1.20	0.80	0.15	0.915	0.333	33.808
	1.00	0.15	1.155	0.367	45.529
	1.20	0.15	1.395	0.393	57.586
	1.50	0.15	1.755	0.423	76.077
1.30	1.30	0.15	1.645	0.427	71.802
1.40	1.40	0.15	1.915	0.462	87.985
1.50	1.00	0.15	1.455	0.422	62.961
	1.20	0.15	1.755	0.456	79.981
	1.50	0.15	2.205	0.496	106.233
1.80	1.20	0.15	2.115	0.510	103.827
	1.50	0.15	2.655	0.559	138.609
	1.80	0.15	3.195	0.597	174.322
2.00	1.50	0.15	2.955	0.597	161.189
		0.20	2.920	0.592	158.386
	1.80	0.15	3.555	0.641	203.238
		0.20	3.520	0.636	200.327
	2.00	0.15	3.955	0.665	231.754
		0.20	3.920	0.661	228.786
2.20	1.80	0.15	3.915	0.681	233.116
		0.20	3.880	0.677	230.111
	2.20	0.15	4.795	0.732	299.646
		0.20	4.760	0.729	296.528
2.30	1.50	0.15	3.405	0.649	196.288
	1.80	0.15	4.095	0.700	248.379
	2.00	0.15	4.555	0.729	283.804
		0.20	4.520	0.725	280.693
	2.30	0.15	5.245	0.766	337.728
		0.20	5.210	0.763	334.540

表4-9-2(b) プレキャストボックスカルバートの通水能力(2)

【兵庫県独自基準】

B (m)	H (m)	d (m)	A (m ²)	R (m)	$\frac{1}{n} \times A \times R^{2/3}$
2.40	2.00	0.15	4.755	0.749	301.665
		0.20	4.720	0.745	298.512
	2.40	0.15	5.715	0.799	378.680
		0.20	5.680	0.796	375.424
2.50	1.50	0.15	3.705	0.680	220.386
		0.20	3.670	0.676	217.384
	1.80	0.15	4.455	0.737	279.492
		0.20	4.420	0.733	276.365
	2.00	0.15	4.955	0.768	319.759
		0.20	4.920	0.765	316.565
	2.50	0.15	6.205	0.833	422.584
		0.20	6.170	0.830	419.262
2.80	1.50	0.20	4.120	0.719	254.320
	2.00	0.20	5.520	0.820	372.008
	2.50	0.20	6.920	0.895	494.382
	2.80	0.20	7.760	0.931	569.310
3.00	1.50	0.20	4.420	0.745	279.463
		0.30	4.320	0.733	270.047
	2.00	0.20	5.920	0.854	409.933
		0.30	5.820	0.844	399.778
	2.50	0.20	7.420	0.936	545.964
		0.30	7.320	0.927	535.301
	3.00	0.20	8.920	0.999	685.571
		0.30	8.820	0.991	674.538
3.50	2.00	0.30	6.820	0.922	496.964
	2.50	0.30	8.570	1.021	668.252
4.00	2.00	0.30	7.820	0.990	597.619
	2.50	0.30	9.820	1.104	806.761
4.50	2.00	0.30	8.820	1.050	701.056
	2.50	0.30	11.070	1.178	949.820
5.00	2.00	0.30	9.820	1.104	806.761
	2.50	0.30	12.320	1.245	1,096.656