

2-2 開削工法

(掘削幅)

土留めを行う場合の掘削幅は、以下を考慮し、いずれか大きな値とする。

- 1) 管吊り下ろしに必要な幅
- 2) 管布設作業に必要な幅
- 3) バックホウ掘削に必要な幅
- 4) コンクリート基礎の場合は、それに必要な幅

ただし、やむを得ない場合、900mmまで縮小できるものとする。

(解説)

以下に代表的な掘削幅を示すが、現場状況、使用機械・資材等を十分考慮し決定するものとする。

やむを得ない場合とは、道路幅員が狭い場合、掘削により支障物件の移転が発生する場合等であり、安全性等を考慮して理由を明確に整理した上で適用すること。

参考

管径	管種	条件	管外径	バケツ幅	余裕幅	腹起材幅	矢板材厚	計	掘削幅	施工
200	塩ビ	1) 吊下ろし	249		150	240	100	739	1050	矢板
		2) 管布設	216		600		100	916		
		3) 掘削		550	150	240	100	1040		
300	塩ビ	1) 吊下ろし	371		150	240	100	861	1050	矢板
		2) 管布設	318		600		100	1018		
		3) 掘削		550	150	240	100	1040		
400	塩ビ	1) 吊下ろし	483		150	240	100	973	1150	矢板
		2) 管布設	420		600		100	1120		
		3) 掘削		550	150	240	100	1040		
500	塩ビ	1) 吊下ろし	592		150	240	100	1082	1250	矢板
		2) 管布設	520		600		100	1220		
		3) 掘削		550	150	240	100	1040		

上記バケツ幅は0.4m³の改良型の場合であり、異なる型を使用する場合は別途考慮する。

上記矢板材厚は建込工法における軽量鋼矢板の場合であり、打込工法における鋼矢板Ⅱ～Ⅴ型の場合は別途考慮する。

コンクリート基礎がある場合は別途考慮する。

建込簡易土留施工の場合は、矢板材厚をパネル厚とし、腹起材幅(スライドレール)とともに、当該掘削深に応じた適正な製品値を選定する。

(予掘深)

1. 0mを標準とする。

(解説)

現場条件及び施工方法等により、これにより難しい場合は、別途考慮する。

(基礎工)

下水道施設計画・設計指針と解説前編(2019年版)P313、P315により次のとおりとする。

(1) 剛性管きよの場合(鉄筋コンクリート管等)

管きよ下の砂又は碎石基床厚：最小100mm~200mmまたは、管きよ外径の0.2~0.25倍

(2) 可とう性管きよの場合(硬質塩化ビニル管、リブ付硬質塩化ビニル管等)

管きよ下の砂又は碎石基床厚：最小100mm~300mm

(解説)

管種、管径による砂又は碎石厚は次表を標準とする。

ただし、ダクタイトル管を用いる場合や、現場条件(土質等)によりこれにより難しい場合は、別途考慮する。

(1) 鉄筋コンクリート管

(単位：mm)

呼び径	150~400	450~600	700~800	900~1000	1100~1200
基床厚	100	150	200	250	300
管上厚(被覆部)	300				

(2) 硬質塩化ビニル管、リブ付硬質塩化ビニル管

(単位：mm)

呼び径	100~200	250~450	500~800
基床厚	100	150	200
管上厚	100		

※カルバート工指針(平成21年度版)P192、P238による

(路床・路体部の埋戻し)

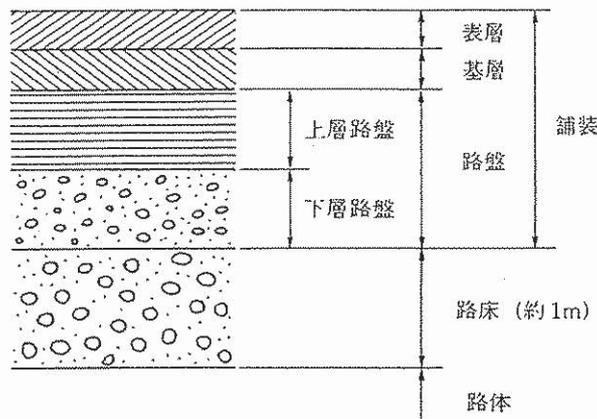
埋戻予定の道路管理者と十分な調整を行い決定する。

なお、県管理道路においては、「富山県道路管理事務提要 富山県土木部」の道路占用取扱基準より、以下のとおり定めている。

- 路体部分 … 良質土（修正CBR $>$ 10）を使用すること。
- 路床部分 … 再生クラッシャーラン（40ミリメートル以下）を使用すること。なお、復旧の厚みについては舗装下面より1.0mとする。

(解説)

道路には各種の道路があるため、一概には決められないが、原則は、現状どおりに復旧するため必要な処置を行うものである。



上図は「アスファルト舗装要綱」より抜粋

(基礎工検討における土圧計算式)

開削工事で採用する土圧計算式は、下水道協会式及びマーストン式とする。

(1) 下水道協会式(改定式)で砂基礎の場合

埋戻し土の単位体積重量 全体	埋戻し土の土質構成により判断。
埋戻し土の内部摩擦角 管まわり(砂)	30°を用いる。
埋戻し土の単位体積重量(E_z) 管まわり(砂)	20,000 KN/m ₂ を用いる。
基礎地盤の変形係数(E_0)	2,800×N KN/m ₂ を用いる。 Nは、N値のこと(平板載荷試験から求めた方がよい)

(2) マーストン式

埋戻し土の単位体積重量 全体	埋戻し土の土質構成により判断。
埋戻し土の内部摩擦角 全体	埋戻し土の土質構成により判断。

(解説)

H2.2.24の富山県適正化会議で定めたとおりとする。

(仮設材設計における土圧計算式)

建込工法による土圧計算式は、次のとおりとする。

工 法 名	土圧計算式	腹起し、切梁部材への荷重分担方法
木 矢 板および 軽量鋼矢板建込工法	日本建築学会式	下方分担法
簡易建込土留工法	日本道路協会式	下方分担法

ただし、これにより難しい場合は、別途検討を行なうものとする。

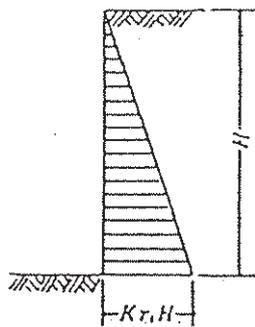
(解説)

これは、簡易な開削工亭(いわゆる建込工法)に適用するものであり、本矢板の打込みを伴うものなどには適用しない

建築学会の土圧計算式は次のとおりである。

(49条)

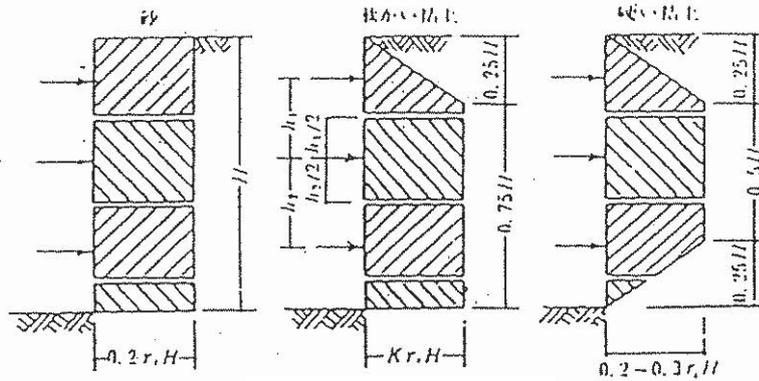
1. 山止めの設計に際しては、壁の背面に作用する側圧は深さに比例して増大するものとし、側圧係数は土質および地下水位に応じて次図の値をとることができる。



地 質	地下水位	側 圧 係 数
砂 地 質	地下水位の低い場合	0.3-0.7
	地下水位の高い場合	0.2-0.4
粘土地質	軟 かい 粘 土	0.5-0.8
	硬 い 粘 土	0.2-0.5

K: 側圧係数
 r : 土の湿潤単位体積重量 (t/m^3)
 H : 掘切り深さ (m)

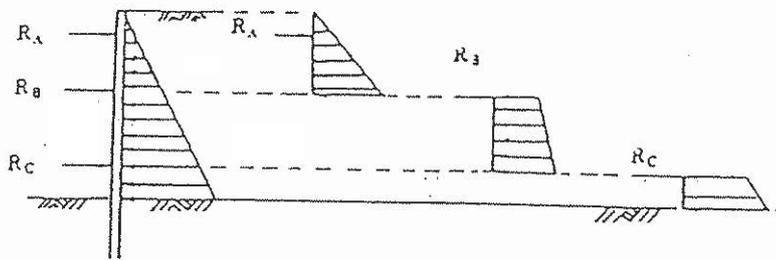
2. 切りばりおよび腹起しの断面算定に用いる側圧は、1項によらない場合、次図に示す分布形によることができる。



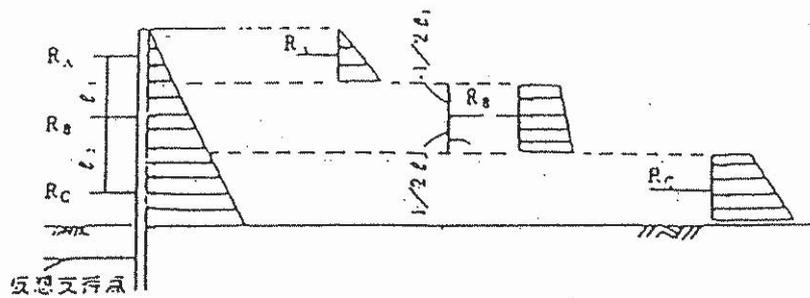
r_s : 土の盛積単位体積重量 (t/m^3)
 H : 壁切り高さ (m)
 K : 側圧係数 $1 - \frac{4s}{r_s H}$ (ただし、 $K \geq 0.3$)
 一般には $s = \frac{q_s}{2}$ とする
 q_s : 土の1軸圧縮強度 (t/m^2)

「建築基礎構造設計基準・同解説401～402P」日本建築学会
 腹起し、切梁部材への荷重分担方法は次のとおりである。

1. 下方分担法



2. 1/2分割法 → 適用しない。



建込み簡易土留は「建込み簡易土留設計施工指針」より

(管種の選定)

管種の選定に当たっては、現地条件及び施工条件に応じて、所要の設計条件を満足する管のうち、耐酸性、耐アルカリ性、水理特性、施工性、水密性、耐震性、布設工事費、耐久性、環境影響、将来の維持管理等の優劣を総合的に考慮し、それぞれの特徴を活かして合理的に選択する。

(管きよの種類)

一般に汚水管の開削工で使用されている主な管渠は、次のとおりである。
なお、県内では①～⑤の管きよについて使用実績があるので、比較検討の際には対象に含めるものとする。

- ①下水道用鉄筋コンクリート管 (JSWAS A-1)
- ②下水道用硬質塩化ビニル管 (JSWAS K-1)
- ③下水道用リブ付硬質塩化ビニル管 (JSWAS K-13)
- ④下水道用強化プラスチック複合管 (JSWAS K-2)
- ⑤下水道用ダクタイル鋳鉄管 (JSWAS G-1)
- ⑥下水道用レジンコンクリート管 (JSWAS K-11)
- ⑦下水道用ポリエチレン管 (JSWAS K-14)

[解説]

本項目は、汚水管を開削工法により布設する場合における、管種選定の手法について定める。

(管種の選定)については、近年技術の進歩等により対応する管種が増える状況にあるので、十分に検討を行うものとする。

また「下水道施設計画・設計指針と解説」では、「選定に当たっては流量、水質、布設場所の状況、外圧、内圧、継手の方法、管の性質、強度、形状、工事費、将来の維持管理費等を十分に考慮し、それぞれの特徴を生かして合理的に選択する。」とされている。

これらの構成要素の内、流量、水質、布設場所の状況、外圧、内圧、については、設計条件であるので、十分に耐えうる構造及び材質のものとした上で、具体的な検討要素を列記した。

(管きよの種類)については、汚水管を開削工法により布設する場合に使用される管種を列挙したが、現地条件等の必要に応じてこれ以外の管種も検討に加える。

2-3 推進工法

(管種の選定)

推進管は、鉛直方向の耐荷力（外圧強さ）と推進方向の耐荷力（圧縮強さ）により決定する。

- 鉛直方向の耐荷力（外圧強さ）… 1種管、2種管（強さ比較 1種<2種）
- 推進方向の耐荷力（圧縮強さ）… 50または70N/mm²

(解説)

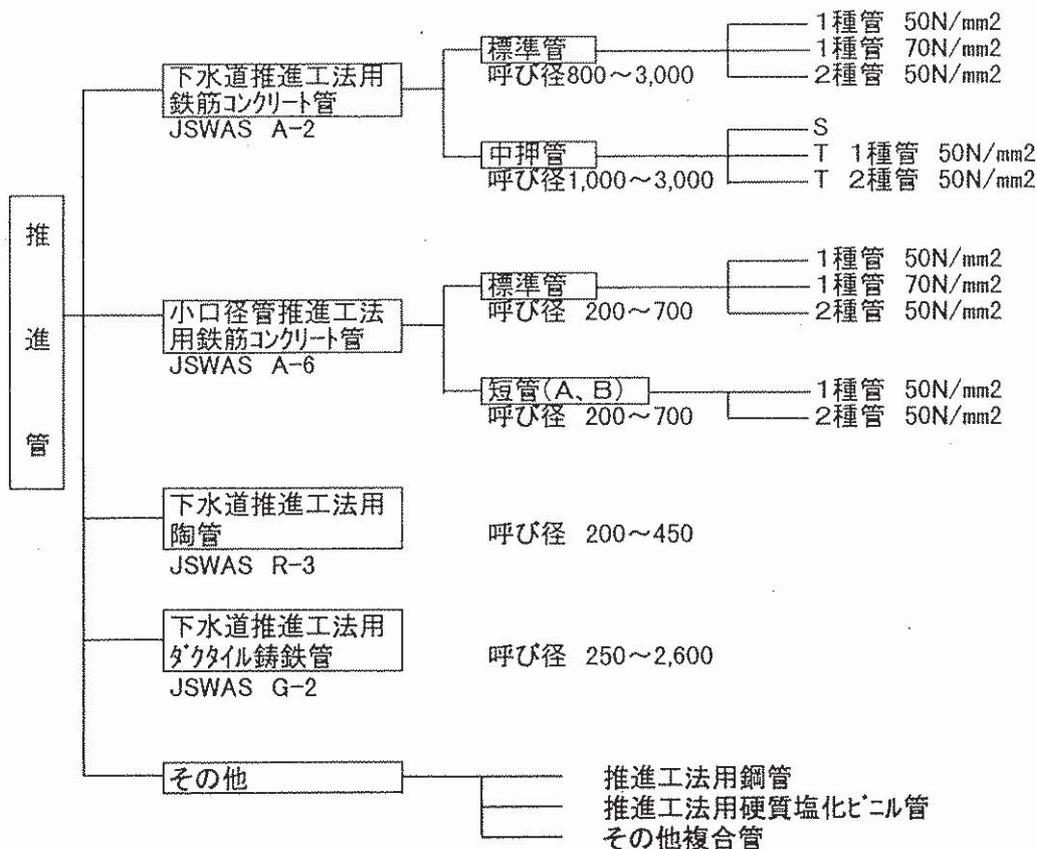
鉛直方向の耐荷力（外圧強さ）は、土被りに支配されているため、県内での土被り5m程度では、ほとんどが1種管で十分である。

推進方向の耐荷力（圧縮強さ）は、推力と耐荷力のみで判断するのではなく、設備能力・中押しのケース等を総合的に判断し決定する。

また、1スパン内での管種の使い分けは、下水道推進工法指針と解説の改訂（平成12年1月発行）において、昨今の推進工法の技術開発に対応して圧縮強度の異なる管について使い分けを検討することが合理的であるとの内容になっている。

そのため、土質等を考慮した上で、圧縮強度の異なる管の使い分けを行うことを基本とし、適切な設計積算を行うこととする。

【推進管の種類】



(立坑部の構造計算式)

推進工法に関連する立坑(鋼矢板工法)の掘削深さによる土留めの構造計算式は、次のとおりとする。

掘削深さ	土留めの応力・変形の計算法
3m未満	小規模土留め設計法(慣用法)
3~10m未満	慣用法 ^{注1)}
10m以上 ^{注2)}	弾塑性法

道路土工「仮設構造物指針」(平成11年3月)P.28より

注1) 慣用法では土留め壁の変形量を求めることができないため、近接構造物が存在し変形量を求める必要がある場合は弾塑性法によるのがよい。

注2) N値が2以下もしくは粘着力が20kN/m²程度以下の軟弱地盤においては掘削深さがH>8mに対して適用する。

(解説)

その他の工法等による立坑の設計にあたっては、下水道推進工法の指針と解説(2010年版)を参考にすること。

(立坑部の最小根入れ長)

建設工事公衆災害防止対策要綱(H5. 1. 12制定)土木工事編により、3mとする。

(解説)

建設工事公衆災害防止対策要綱は、公衆に係わる区域で施工する土木工事に適用される。公道に管渠を埋設する一般の下水道工事は同要綱の適用となり、立坑の最小根入れ長は、同要綱の第46により3mとした。

2-4補助工法

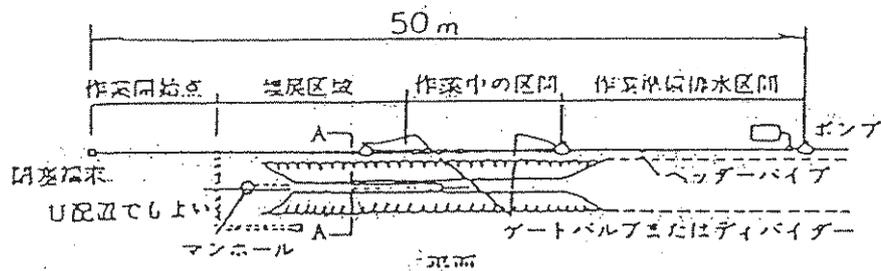
(ウエルポイントの設計)

諸元については、次のとおりとする。

検討の単位	1ブロックを50mとする	
仮想井戸半径(r_0)	$2(L_1+L_2)/2\pi$ (m)	L_1 :延長(m) L_2 :掘削幅(m)
影響範囲(半径R)	150+ r_0 (m) ……土質工学会「掘削のポイント183P」	
低下水位面	計画掘削断面より0.5~1.0m下	
初期揚水量	定常時の2倍	
ウエルポイント		
1本当り吸水量	10~70%/分	
ウエルポイント間隔	0.8~2.0m以下	
掘削能力	公称能力の80%	

(解説)

1ブロック延長は、1/2セットとして50mとする。



透水係数と揚水量の関係

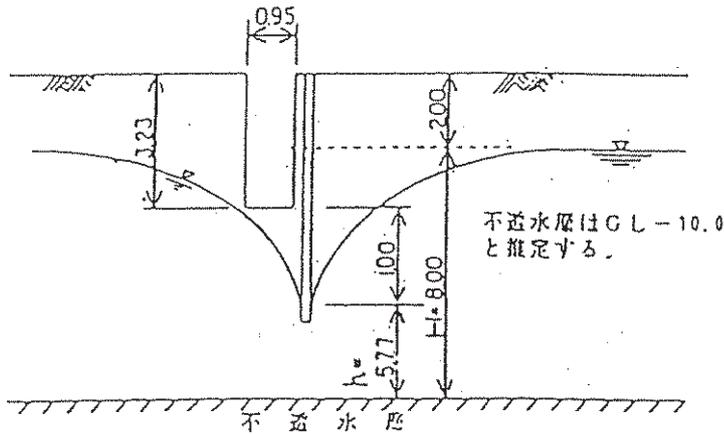
透水係数 k (m/s)	揚水量 q (%/分)
1×10^{-5}	1~5
5×10^{-5}	5~10
1×10^{-4}	10~20
5×10^{-4}	40~

透水係数と揚水量の関係

土質	揚水量 q (%/分)
礫	50~70
砂礫	30~50
粗砂	20~25
砂	15前後
細砂	8~10

(注) 揚水量 q (%/分) は、ウエルポイント1本当りの揚水能力
『根切り工事と地下水』211P 土質工学会

計算例



透水係数: $K=5.0 \times 10^{-3} \text{ cm/s} = 3.0 \times 10^{-3} \text{ m/分}$

地下水位: GL- 2.0m

不透水層: GL-10.0m (推定)

↓

$$H = -2.0 - (-10.0) = 8.0\text{m}$$

$$h = 5.77\text{m}$$

$$r_w = 2(L_1 + L_2) / 2\pi = 2(50 + 0.95) / 2\pi \approx 16.2\text{m}$$

$$R = 150 + r_w = 150 + 16.2 \approx 166\text{m}$$

(1) 揚水量 Q (m³/分) テームの平衡式より

$$\frac{\pi \cdot k (H^2 - h^2)}{2.3 \log(R/r_w)} = \frac{1.36 \times 3.0 \times 10^{-3} \times (8.0^2 - 5.77^2)}{\log(166/16.2)} = \frac{0.13}{1.01}$$

$$\approx 0.13 \text{ (m}^3\text{/分)} \rightarrow 130\% \text{/分}$$

ただし、この揚水量は定常時のものである。

(2) ウェルポイント本数 n (本)

1本当りの揚水能力は、左表を参考に10%/分より

$$n = 2Q / q = 2 \times 130 / 10 = 26\text{本}$$

(3) ウェルポイント間隔 a (m)

$$a = L_1 / n = 50 / 26 \approx 1.9\text{m}$$

(4) ヒューガルポンプの口径及び台数

必要排水量は、 $2Q$ (=260%/分)であるから、ヒューガルポンプ口径は80mmで1台とする。

$$\text{口径80mmの有効排水量 (公称排水量} \times 0.80) 400\% \text{/分} > 2Q (=260\% \text{/分)}$$

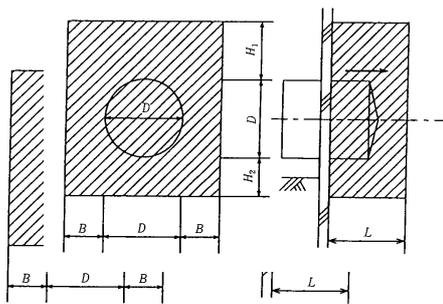
(薬液注入工法)

1. 薬液注入の実施に際しては「薬液注入工法による建設工事の施工に関する暫定指針(昭和49年7月10日建設省)」に基づくとともに、土質、地下埋設物、地下水位等を十分考慮し、他の工法との適否を比較のうえ適用する。
2. 注入範囲は基本的には計算で求める。ただし、その結果が最小改良範囲より小さい場合は最小改良範囲とする。
3. 配列は正方形と帯状(千鳥)配置に区分される。
4. 注入率は、基本として土質調査の密度試験により求まる間隙率(比)から算定する。
5. 安全率は、1.5とする。ただし、特に重要な場合や土留壁のある立坑の底盤改良で土留壁と改良地盤との付着力を考慮しない場合等は別途考慮する。

(解説)

2.について、推進工事の最小範囲は次のとおりにする。

(社)日本グラウト協会「薬液注入工 設計資料」(平成24年度版)P.30より



最小改良範囲(m)

	D<1.0	1.0≤D<2.0	2.0≤D<3.0	3.0≤D<4.0
B	1.0	1.5	1.5	2.0
H1	1.5	1.5	2.0	2.0
H2	1.0	1.0	1.5	1.5

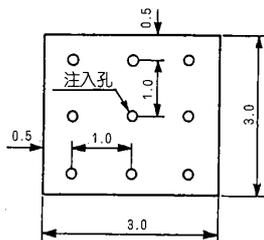
※D: 掘削外径

※推進時における最小改良長さLは、推進工法用設計積算によるものとする。

3.について

(社)日本グラウト協会「薬液注入工 設計資料」(平成24年度版) P.34、
「新訂 正しい薬液注入工法」(2007年版) P.19より

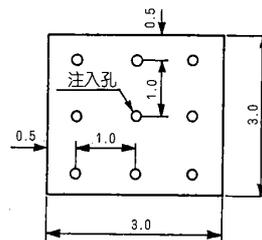
正方形などのとき



1 m以下に一本バランスよく配列

帯状のとき

正方形配置例



1 m以下に一本バランスよく配列

帯状配置例

