

トータック

ポリプロピレン透水管

トータックドレン

技術資料

 **Nagase RootAC**

ナガセルータック株式会社

(旧社名：東拓工業株式会社)



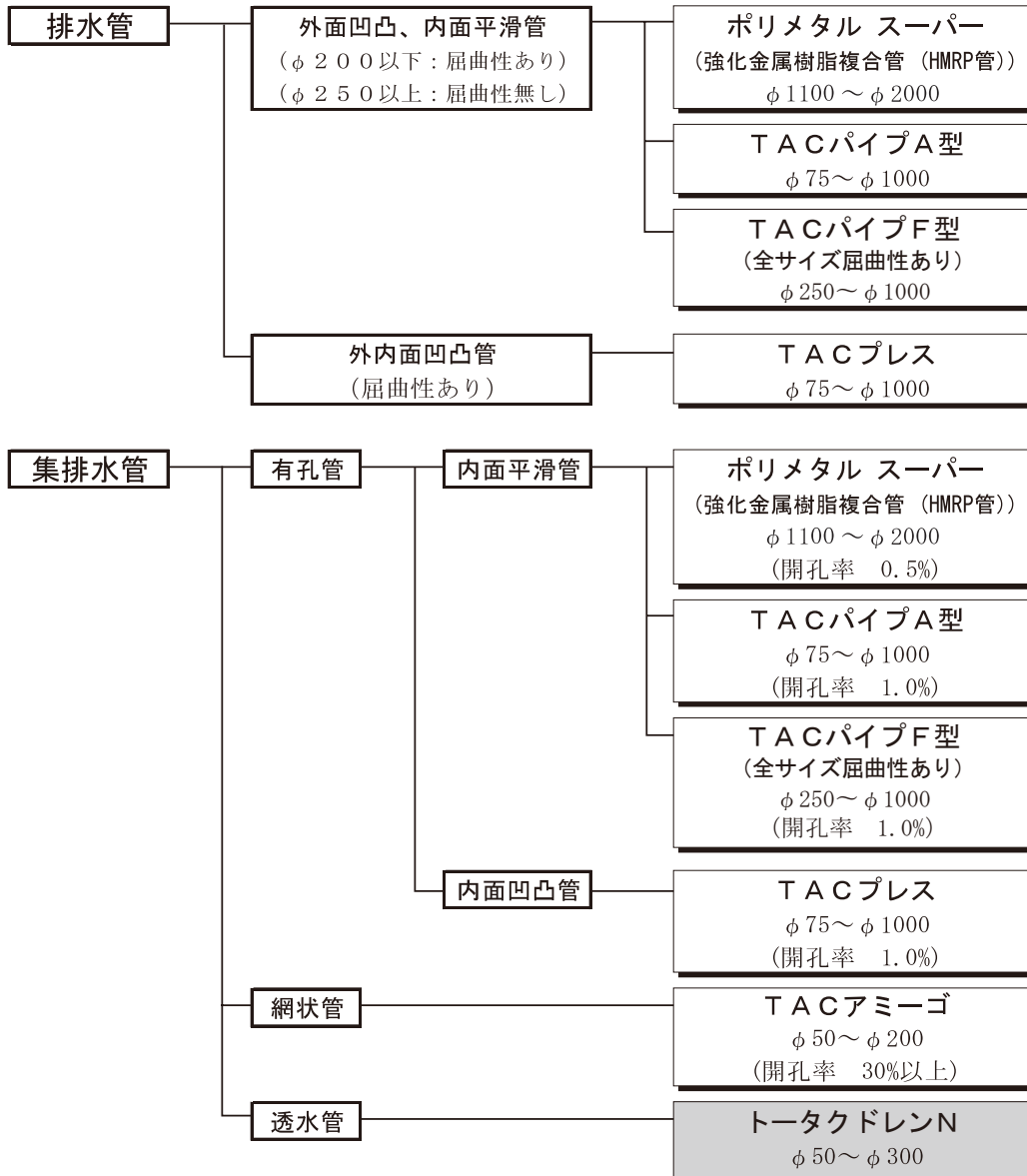
注 意

土木用集排水管に関する設計上の注意事項

1. 許容変形率を超える設計はしないで下さい。
→ 本技術資料の「6. トータクドレンNの埋設設計」参照
2. 口径の決定は、流量に十分な余裕をみて行なって下さい。
→ 本技術資料の「5. トータクドレンNの水理設計」参照
3. 裏込材, フィルター材は、パイプの種類, 地盤, 土被り, 活荷重等を考慮して、条件にあったものを選定して下さい。
→ 本技術資料の「3. フィルター効果について」
「7. トータクドレンNの埋設・施工」参照
4. マンホール, 桝等とパイプの接続部では不等沈下が生じないように、相互の基礎の支持力にバランスをもたせて下さい。
→ 本技術資料の「7-2 管体の基礎工法 6) マンホール際等の基礎」参照
5. 管底側部は、裏込め材が回り込みにくく締め固め不足が生じやすいので材料を盛りつけ、足突き又は突き棒等でよく突き固めて下さい。
→ 本技術資料の「7-4 施工手順」参照
6. パイプの取水口から土砂が流入しないように対策を施して下さい。
→ 土砂の地区外流出、管内閉塞の恐れがあります。
→ 本技術資料の「7-5 土砂の流出防止について」参照
7. 盛土してすぐの地盤にパイプを敷設する場合は、地盤の不等沈下が予想されるため、軟弱地盤における基礎工法に基づいて施工して下さい。
→ 本技術資料の「7-2 管体の基礎工法 4) 軟弱地盤の場合」参照
8. 施工途中、土被りが浅い時にパイプの上を重機が通る場合は、集中荷重を受けて部分的に変形する恐れがありますので、鉄板等を敷いて保護して下さい。

設計に当り、ご不明な点があれば弊社までお問い合わせ下さい。

トータク土木用集排水管の紹介



※ トータクドレンN は本技術資料に掲載している製品です。

ポリプロピレン透水管 トータクドレンN 技術資料

目次

1. トータクドレン Nについて	2
1-1 構造・標準寸法	2
1-2 用途	2
1-3 特長	3
1-4 物性	3
1-5 材料特性	4
2. トータクドレン Nの継手	4
2-1 直線延長接続	4
2-2 T字・十字接続	5
2-3 キャップ	5
3. フィルター効果について	6
3-1 暗渠排水工の目詰り現象	6
1) 目詰り発生原因	6
2) 目詰りを防ぐには	6
3) トータクドレン Nは砂を巻くだけで目詰りなし	6
3-2 フィルターとドレンの必要性	7
3-3 フィルター材料の選定	7
4. トータクドレン Nの透水性能	9
5. トータクドレン Nの水理設計	9
5-1 流速・流量計算	9
5-2 トータクドレン Nの粗度係数	10
5-3 水処理係数	10
1) 満水での諸係数	10
2) 流水深さに関する諸係数	10
5-4 流速・流量表（満水時）	11
5-5 雨水（表面）流出量の算出	12
5-6 地下排水量の算出	12
6. トータクドレン Nの埋設設計	13
6-1 管に作用する荷重	13
6-2 埋設方法の分類	13
6-3 管に作用する荷重計算	14
6-4 鉛直土圧による荷重	14
1) 溝型埋設の場合	14
2) 盛土型埋設の場合	15
3) 鉛直土圧計算例	16
6-5 車輛による荷重（活荷重）… W'	18
1) トラック荷重	18
2) 施工機械による活荷重	19
3) 活荷重計算例	21

6-6	土の分類と反力係数 (E')	22
1)	土の分類 (日本統一土質分類)	22
2)	土の反力係数 E' の標準値	23
3)	土の分類基準と分類名	24
6-7	変形量、変形率	25
1)	変形量	25
2)	変形率	26
3)	許容変形率	26
6-8	許容荷重	26
6-9	各種条件による変形率の計算例	27
1)	溝型の埋設条件	27
2)	逆突出型の埋設条件	28
3)	突出型の埋設条件	29
4)	各埋設方法による変形率と許容土被りの計算例	30
7.	トータクドレン N の埋設・施工	31
7-1	掘削	31
7-2	管体の基礎工法	31
1)	岩盤の場合	31
2)	良好地盤の場合	32
3)	普通地盤の場合	32
4)	軟弱地盤の場合	32
5)	長さ方向に地盤が変化している場合	33
6)	マンホール際等の基礎	33
7-3	標準埋設断面	34
1)	溝型、逆突出型	34
2)	突出型	34
7-4	施工手順	35
1)	溝型、逆突出型の場合	35
2)	突出型の場合	35
7-5	土砂の流出防止について	36
8.	敷設標準歩掛り	36
9.	排水設計例	37
9-1	グラウンドの排水設計例	37
1)	設計例-1 グラウンドの排水設計	37
2)	設計例-2 野球場 および テニスコートの排水設計	40
3)	その他設計例	41

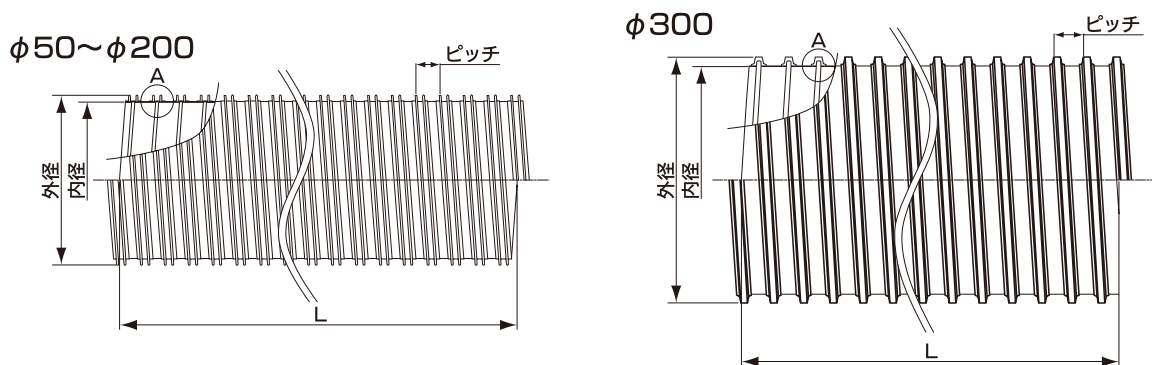
1. トータクドレンNについて

トータクドレンNは、フィルター効果に優れた高強度のポリプロピレン不織布と高剛性のポリプロピレン補強体を用い、独自の構造に成形した高性能の暗渠排水管です。

管壁にポリプロピレン不織布を使用していますので、土砂などを通しにくく水だけを管内に導きますので、砂などの良質のフィルター材を直接巻くことができます。また吸水面積が大きく高い吸水能力を持ちます。

ポリプロピレン補強体と不織布のスパイラル構造により、軽くフレキシブルで流量抵抗の少ないパイプです。作業性が良く、曲線施工が可能ですから、グラウンド・公園などの表面排水から、山間僻地や軟弱地盤における工事までさまざまな現場にお使いいただけます。

1-1 構造・標準寸法



■標準寸法

呼称	外径 (mm)	内径 (mm)	ピッチ (mm)	定尺
TDRN 50	60.5	51.0	25.5	20m/巻
TDRN 75	88.0	77.0	31.0	
TDRN 100	112.0	101.0	31.0	
TDRN 150	163.0	150.0	31.0	
TDRN 200	220.8	202.0	31.0	
TDRN 300	325.0	300.0	39.4	4m

A部拡大



- ・直管継手は定尺に1個セットされています。
- ・規格・仕様については商品改良の為、予告なしに変更する場合があります。

1-2 用途

- 1) スポーツ施設の表面暗渠排水（グラウンド、野球場、ゴルフ場、テニスコート、公園など）
- 2) 法面暗渠排水（道路、鉄道、ゴルフ場、宅地など）
- 3) トンネル、ボックスカルバート、擁壁等構造物の側面下排水用・排水路のアンダードレン
- 4) 道路側溝下の暗渠排水
- 5) 道路、鉄道などの路床排水
- 6) 水田、果樹園、茶園、畑地などの暗渠排水
- 7) 干拓地などの除塩用暗渠排水

1-3 特長

1) 優れた透水性能

管壁そのものが不織布という透水体でつくられており、透水面積が大きく優れた透水性を発揮します。

2) フィルター効果により土砂が流入しない

不織布という透水体のため、従来の有孔管のように吸水孔から土砂が流入することがなく、碎石等の粗粒材が省略でき、砂巻きができます。

3) 軽くて施工が簡単

他種管に比べて、軽く、運搬や敷設作業が楽で、施工性に優れています。

■各種パイプの質量比較 (φ150、1m当り)

管種	トータクドレンN	透水 コンクリート管	網状管	硬質塩ビ管 (有孔管)
質量 (kg/m)	0.8	38.0	1.5	3.9
比率	1	48	2	5

4) 曲げやすい

ポリプロピレン不織布とポリプロピレン補強体のスパイラル構造により、フレキシブルで、現場の条件に合わせて曲線施工ができます。

5) 土圧・輪圧に強い。

ポリプロピレン補強体は高剛性かつスパイラル形状で土圧、輪圧に強い構造です。

6) 長尺で施工性に優れる

φ200以下は1本20mと長尺で接続箇所が少なく、また継手はねじ込み式で簡単です。

1-4 物性

■圧縮強度 (N/m{kgf/m}以上)

呼び径	5%圧縮強度	10%圧縮強度
50	588 {60}	1177 {120}
75	588 {60}	1079 {110}
100	392 {40}	785 {80}
150	294 {30}	686 {70}
200	588 {60}	981 {100}
300	1079 {110}	1765 {180}

<試験方法>

圧縮強度：圧縮板にて圧縮荷重を加え、パイプ外径の5%並びに10%鉛直歪時の荷重を測定する。

$$\text{鉛直歪} = \frac{(\text{試験前の外径}) - (\text{負荷時の外径})}{(\text{試験前の外径})} \times 100 (\%)$$

結果表示：圧縮荷重はパイプ1m当りに換算して表わす。(単位：N/m{kgf/m})

1-5 材料特性

■ポリプロピレン不織布

引張強度 260N/5cm以上 JIS L1096

■ポリプロピレン

項目	特性値	単位
密度	890以上	kg/m ³
引張降伏応力	19.6{200}以上	Mpa {kgf/cm ² }
引張破壊時呼びひずみ	400以上	%

■耐薬品性 (20°C) (○…使用可能、△…やや劣るが注意すれば使用可能、×…使用不可)

薬品名								
硫酸	10%	○	サク酸	10%	○	過酸化水素	30%	○
塩酸	10%	○	氷サク酸		△	ガソリン		△
	35%	○	苛性ソーダ	50%	○	アセトン		△
硝酸	10%	○	苛性カリ		○	アニリン		○
	95%	×	炭酸ソーダ		○	四塩化炭素		×
沸化水素	75%	○	塩化カルシウム		○	グリセリン		○
リン酸	30%	○	メチルアルコール		○	ベンゼン		×
ギ酸	40%	○	アンモニア水		○			

2. トータクドレンNの継手

2-1 直線延長接続

トータクドレンNを直線上に長く接続して使用する場合は次の要領で接続します。

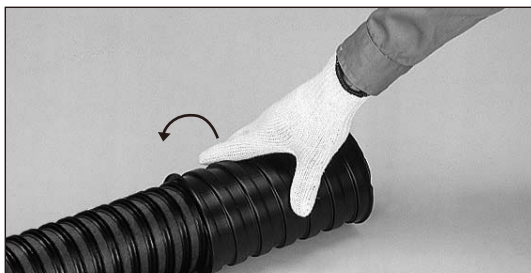
1) 必要材料

直管継手



2) 接続方法

- ① トータクドレンNに直管継手を完全にねじ込みます。
- ② トータクドレンNどうしを突き合わせ、直管継手を逆回転させ、継目が直管継手の中央に来るようにします。



2-2 T字・十字接続

T字・十字接続にはT字継手・十字継手と直管継手・レジューサーを用いて接続します。



■ T字・十字組合せ

呼び径	50	75	100	150	200	300
50	○	○	○	○	—	—
75	○	○	○	○	—	—
100	○	○	○	○	○	○
150	○	○	○	○	○	○
200	—	—	○	○	○	○
300	—	—	○	○	○	○

■接続例（T字継手および十字継手本体と直管継手を用いて接続します。）



2-3 キャップ



3. フィルター効果について

3-1 暗渠排水工の目詰り現象

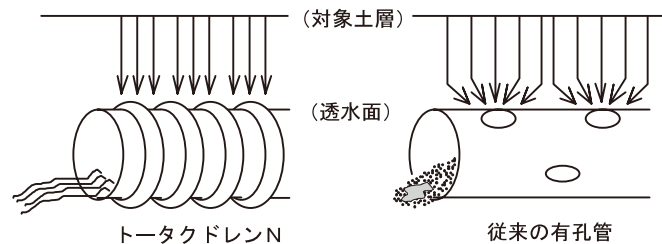
地下水の排水は古くから透水性の良い玉石とれきの混合材や砕石を用いた地下排水溝によっていました。しかし、恒久的な排水効果が得られないなど、目詰り現象が起りやすかったのです。

この目詰り現象とは、管周囲にある微粒土砂が浸透水と共に管内に浸入し、管内へ堆積して管の通水断面を減少させることであり、有孔コンクリート管や塩ビ有孔管の孔に土砂が詰ることではありません。

目詰り現象は動水勾配を大きく取り、管内へ浸入した微粒土砂を浸透水と共に流し出すことができれば減少させられますが、実際には現場の地理的条件や経費の上からも微粒土砂を排出させ得るほどの大きな動水勾配を取ることは難しいと言えます。

1) 目詰り発生原因

目詰りは土層の細粒土分が流水により引き出され、フィルターやドレンの間に滞留して起こるのですが、細粒土分の引き出しは対象土層とフィルターの透水係数（流速）の差が大きいほど、流速比が大きくなり引き出し量が多くなります。



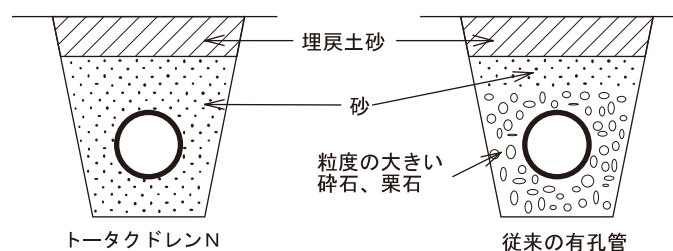
2) 目詰りを防ぐには

透水性の悪い対象土層（流速が遅い土層）から、細粒土分が引き出されず、流水のみがパイプ内に導かれるような間隙を有するフィルター材が望ましく、経験的には砂が最も優れたものとして古くから使われています。

トータクドレンNの透水係数は、「砂」なみの極めて優れた透水性を有しております。

3) トータクドレンNは砂を巻くだけで目詰りなし

従来の有孔管では対象土層との流速比が大きすぎることから、フィルター効果の高い砂を直接巻くと細粒土分の引き出しが起り、砂が管内に流入して目詰り現象を起こしてしまいます。それを防ぐには、まずパイプの周囲に砕石を巻き、さらにその外側に砂を巻くことで徐々に流速を減少させる必要があります。トータクドレンNの透水部は優れたフィルター効果を持っていますので、砂または砕石だけでも細粒土分の引き出しが起りにくく、目詰りにくいのです。



3-2 フィルターとドレーンの必要性

浸食されやすい土の排水表面については、浸透水の浸透圧によって土粒子が移動せず、しかも水だけは自由に流出できるような浸食防止対策が必要ですが、普通土の排水表面に多孔質で浸透水圧によって変形しないような人工材料を用いた保護層を設けます。

一般的に、より優れたフィルターやドレーン材料は玉石とれきの混合材です。良質のフィルターやドレーン材料とは、粉碎されがたく、非圧縮性であり、入手しやすく安価なものでなくてはなりません。土木構造物の機能を十分に長期間維持する為には、フィルターやドレーン材料を正しく用いることがぜひ必要であり、フィルターやドレーンは構造物基礎や土構造物の安定性を確保する為の必要設備という事になります。

3-3 フィルター材料の選定

排水工内に有孔管を設置して埋め戻す場合、あるいは路床上に遮断排水層を設ける場合には、その機能を長く維持させる為、次のような条件に適合した材料を使用しなければなりません。

このフィルター材料には、透水性が大きく、かつ粒度配合のよい天然の砂利、あるいは粒度調整をした砂利、碎石などを用います。

フィルター材料として必要な条件は、粒子自体の安定性が高く、風化したり、溶解しないことと、粒度曲線が適切でなければならないことです。必要な粒度曲線は排水される地盤の土の粒度曲線および有孔管の孔の大きさに関係を持ちます。

- 1) フィルター材料が排水される地盤から流入してくる微粒子によってつまらない条件として、

$$\frac{D_{15}(\text{フィルター材料})}{D_{85}(\text{排水される地盤の土})} < 5$$

を満足しなければなりません。

ここに D_{15} D_{85} はそれぞれ、粒径加積曲線において通過重量百分率の 15%、85% に相当する粒径です。

- 2) フィルター材料が排水される地盤の土に比較して十分な透水性があるための条件として、

$$\frac{D_{15}(\text{フィルター材料})}{D_{15}(\text{排水される地盤の土})} > 5$$

を満足しなければなりません。

- 3) フィルター材料が管の孔から流入しない条件として、

$$\frac{D_{85}(\text{フィルター材料})}{D(\text{孔の径})} > 2$$

を満足しなければなりません。

フィルター材料の粒径加積曲線は、できるだけ現地盤の粒径加積曲線に平行で、かつ滑らかな曲線が良い。現地盤にかなり大きいれきを含むときは、粒径が25mm以上の粒子を除いた土について粒径加積曲線を作ってフィルター材料の選定を行います。

土の透水係数は土中における透水の難易を示す係数で、土の粒径との関係は概略値の表の通りです。尚、これらの概略値は土の締め度合によっても5～10倍程度の変化を示します。たとえば、よく締まった細砂では $K = 1.0 \times 10^{-3}$ (cm/sec) という事もあります。

■ 透水係数の概略値

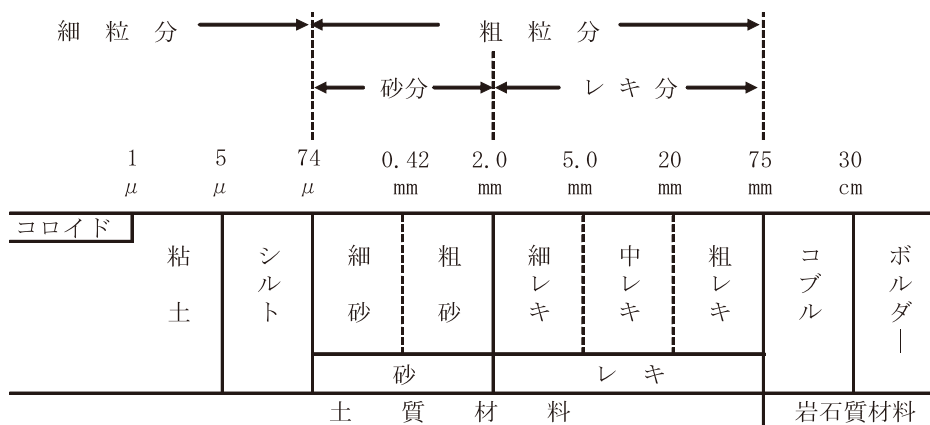
透 水 度	透水係数の範囲 K (cm/sec)	土 質
高 い	10^{-1} 以上	れき
中 位	$10^{-1} \sim 10^{-3}$	粗砂, 中砂, 細砂
低 い	$10^{-3} \sim 10^{-5}$	極微砂, シルト質砂, ゆるいシルト
きわめて低い	$10^{-5} \sim 10^{-7}$	かたいシルト, 粘土質シルト, 粘土
不 透 水	10^{-7} 以下	完全な均一粘土

■ 粒径と透水係数の概略値

	粘 土	シ ル ト	微 細 砂	細 砂	中 砂	粗 砂	小 砂 利
D (mm)	0.00 ～ 0.01	0.01 ～ 0.05	0.05 ～ 0.10	0.10 ～ 0.25	0.25 ～ 0.50	0.50 ～ 1.00	1.00 ～ 5.00
K (cm/sec)	3.0×10^{-6}	4.5×10^{-4}	3.5×10^{-3}	1.5×10^{-2}	8.5×10^{-2}	3.5×10^{-1}	3.0

■ 粒径の区分とその呼び名

土の分類 (日本統一土質分類)

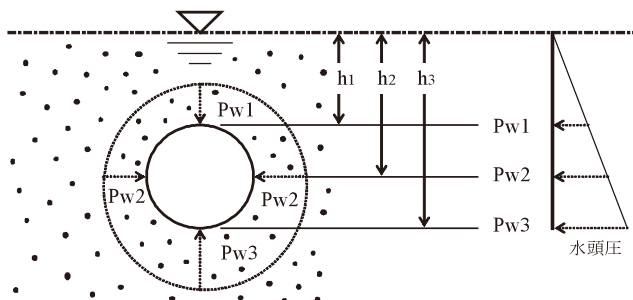


4. トータクドレンNの透水性能

地下排水工は、構造物に悪影響を及ぼさず地表面に近い地下水を排水するため、地中に設けられる排水溝であり、地下水面を構造物に影響を及ぼさない位置まで下げることが目的です。

したがってトータクドレンNの埋設位置は地下水面になるのが普通です。

埋設したトータクドレンN周囲の圧力水頭は次図の様に分布し、この時水頭損失が0である（パイプ内が空間で流水抵抗がない）トータクドレンN内へと水が移動浸水します。



5. トータクドレンNの水理設計

管径を決定する際は、流量に十分な余裕をみて設計して下さい。

5-1 流速・流量計算

流量計算においては最も多く用いられている Manning の平均流速公式を採用します。

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

ここにおいて

Q : 流量	(m ³ /sec)	n : 粗度係数	(-)
V : 平均流速	(m/sec)	R : 径深	(m)
A : 流積	(m ²)	I : 水面勾配	

$$\text{但し } A = \frac{d^2}{8} (\theta - \sin \theta) \quad R = \frac{A}{P} = \frac{d}{4} \left(1 - \frac{\sin \theta}{\theta} \right)$$

$$P = \frac{1}{2} \cdot \theta \cdot d \quad h = \frac{d}{2} \left(1 - \cos \frac{\theta}{2} \right)$$

ここで、

P : 潤辺長	(m)
d : 内径	(m)
θ : 水面が中心 O となす角度	(ラジアン)

θ はラジアン単位です。degree(度)への変換は次のようになります。

$$\theta \text{ (ラジアン)} = \frac{\pi \cdot \theta \text{ (度)}}{180^\circ}$$

満水の場合

$$h = d, \quad R = \frac{d}{4}, \quad A = \frac{\pi}{4} d^2, \quad P = \pi \cdot d \quad \text{より} \quad V = \frac{1}{n} \cdot \left(\frac{d}{4} \right)^{\frac{2}{3}} \cdot I^{\frac{1}{2}} \quad Q = V \cdot \left(\frac{\pi \cdot d^2}{4} \right)$$

満水状態で管径を決定する場合は、流量に約20%の余裕をみて設計した方が良いとされています。

5-2 トータクドレンNの粗度係数

粗度係数はφ50～φ200 が $n=0.014$ 、φ300 が $n=0.016$ となります。

5-3 水理諸係数

1) 満水での諸係数

次表に示すV係数、Q係数を使えば、満水の流速・流量が簡単に計算できます。

$$V = (V \text{係数}) \times \sqrt{\text{勾配}} \quad (\text{m/s})$$

$$Q = (Q \text{係数}) \times \sqrt{\text{勾配}} \quad (\text{m}^3/\text{s})$$

例えば、勾配1/100、φ150では、

$$V = 8.003 \times \sqrt{1/100} = 0.8003 (\text{m/s})$$

となります。

$$Q = 0.141 \times \sqrt{1/100} = 0.0141 (\text{m}^3/\text{s})$$

■満水での諸係数

呼び径	内径 d (mm)	径深 R (m)	$\frac{2}{R^3}$	流積 A (m^2)	V係数 $\frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}}$	Q係数 V係数×A
50	51.0	0.0128	0.0546	0.0020	3.898	0.008
75	77.0	0.0193	0.0718	0.0047	5.130	0.024
100	101.0	0.0253	0.0861	0.0080	6.148	0.049
150	150.0	0.0375	0.1120	0.0177	8.003	0.141
200	202.0	0.0505	0.1366	0.0320	9.759	0.313
300	300.0	0.0750	0.1778	0.0707	11.115	0.786

2) 流水深さに関する諸係数

流水深さに関する諸係数は次表のようになります。

流量は $h=0.94d$ の時、流速は $h=0.81d$ の時最大となります。

h : 水位 (m)

d : パイプ直径 (m)

ある流水深さの流速、流量は次のように求めます。

$$V = \text{満水時の流速} \times \text{流速比}$$

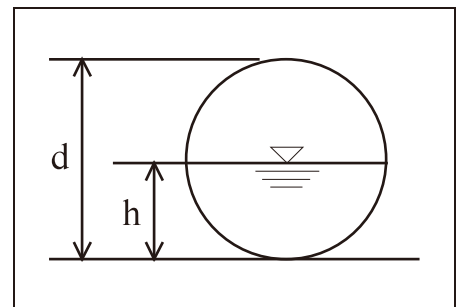
$$Q = \text{満水時の流量} \times \text{流量比}$$

例えば、勾配1/100、φ150、水深80%では、

$$V = 0.8003 \times 1.1397 = 0.9121 \quad (\text{m/s})$$

$$Q = 0.0141 \times 0.9775 = 0.0138 \quad (\text{m}^3/\text{s})$$

となります。



■流水深さに関する諸係数

流水深さの割合 h/d	満流を1とした場合に対する割合			
	流積比	径深比	流速比	流量比
1.00	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
0.95	0.9813	1.1458	1.0950	1.0745
0.94	0.9775	1.1579	1.1027	1.0757
0.90	0.9480	1.1921	1.1243	1.0658
0.85	0.9059	1.2131	1.1374	1.0304
0.81	0.8677	1.2172	1.1400	0.9892
0.80	0.8576	1.2168	1.1397	0.9775
0.75	0.8045	1.2067	1.1335	0.9119
0.70	0.7477	1.1849	1.1198	0.8372
0.60	0.6265	1.1106	1.0724	0.6718
0.50	0.5000	1.0000	1.0000	0.5000

5-4 流速・流量表（満水時）

Manning の式に基づく満水時の計算結果を示します。

■ 流速・流量表（1/10～1/2000）

呼び径		50		75		100		150		200		300	
項目 勾配	単位	流速	流量	流速	流量	流速	流量	流速	流量	流速	流量	流速	流量
		m/sec	ℓ/sec	m/sec	ℓ/sec	m/sec	ℓ/sec	m/sec	ℓ/sec	m/sec	ℓ/sec	m/sec	ℓ/sec
1 / 10		1.23	2.5	1.62	7.6	1.94	15.6	2.53	44.7	3.09	98.9	3.51	248.5
1 / 20		0.87	1.8	1.15	5.3	1.37	11.0	1.79	31.6	2.18	69.9	2.49	175.7
1 / 30		0.71	1.5	0.94	4.4	1.12	9.0	1.46	25.8	1.78	57.1	2.03	143.4
1 / 40		0.62	1.3	0.81	3.8	0.97	7.8	1.27	22.4	1.54	49.4	1.76	124.2
1 / 50		0.55	1.1	0.73	3.4	0.87	7.0	1.13	20.0	1.38	44.2	1.57	111.1
1 / 60		0.50	1.0	0.66	3.1	0.79	6.4	1.03	18.3	1.26	40.4	1.43	101.4
1 / 70		0.47	1.0	0.61	2.9	0.73	5.9	0.96	16.9	1.17	37.4	1.33	93.9
1 / 80		0.44	0.9	0.57	2.7	0.69	5.5	0.89	15.8	1.09	35.0	1.24	87.8
1 / 90		0.41	0.8	0.54	2.5	0.65	5.2	0.84	14.9	1.03	33.0	1.17	82.8
1 / 100		0.39	0.8	0.51	2.4	0.61	4.9	0.80	14.1	0.98	31.3	1.11	78.6
1 / 200		0.28	0.6	0.36	1.7	0.43	3.5	0.57	10.0	0.69	22.1	0.79	55.6
1 / 300		0.23	0.5	0.30	1.4	0.35	2.8	0.46	8.2	0.56	18.1	0.64	45.4
1 / 400		0.19	0.4	0.26	1.2	0.31	2.5	0.40	7.1	0.49	15.6	0.56	39.3
1 / 500		0.17	0.4	0.23	1.1	0.27	2.2	0.36	6.3	0.44	14.0	0.50	35.1
1 / 600		0.16	0.3	0.21	1.0	0.25	2.0	0.33	5.8	0.40	12.8	0.45	32.1
1 / 700		0.15	0.3	0.19	0.9	0.23	1.9	0.30	5.3	0.37	11.8	0.42	29.7
1 / 800		0.14	0.3	0.18	0.8	0.22	1.7	0.28	5.0	0.35	11.1	0.39	27.8
1 / 900		0.13	0.3	0.17	0.8	0.20	1.6	0.27	4.7	0.33	10.4	0.37	26.2
1 / 1000		0.12	0.3	0.16	0.8	0.19	1.6	0.25	4.5	0.31	9.9	0.35	24.8
1 / 2000		0.09	0.2	0.11	0.5	0.14	1.1	0.18	3.2	0.22	7.0	0.25	17.6

■ 流速・流量表（2.0/1000～0.1/1000）

呼称		50		75		100		150		200		300	
項目 勾配	単位	流速	流量	流速	流量	流速	流量	流速	流量	流速	流量	流速	流量
		m/sec	ℓ/sec	m/sec	ℓ/sec	m/sec	ℓ/sec	m/sec	ℓ/sec	m/sec	ℓ/sec	m/sec	ℓ/sec
2.0 / 1000		0.17	0.4	0.23	1.1	0.27	2.2	0.36	6.3	0.44	14.0	0.50	35.1
1.9 / 1000		0.17	0.3	0.22	1.0	0.27	2.1	0.35	6.2	0.43	13.6	0.48	34.2
1.8 / 1000		0.17	0.3	0.22	1.0	0.26	2.1	0.34	6.0	0.41	13.3	0.47	33.3
1.7 / 1000		0.16	0.3	0.21	1.0	0.25	2.0	0.33	5.8	0.40	12.9	0.46	32.4
1.6 / 1000		0.16	0.3	0.21	1.0	0.25	2.0	0.32	5.7	0.39	12.5	0.44	31.4
1.5 / 1000		0.15	0.3	0.20	0.9	0.24	1.9	0.31	5.5	0.38	12.1	0.43	30.4
1.4 / 1000		0.15	0.3	0.19	0.9	0.23	1.8	0.30	5.3	0.37	11.7	0.42	29.4
1.3 / 1000		0.14	0.3	0.18	0.9	0.22	1.8	0.29	5.1	0.35	11.3	0.40	28.3
1.2 / 1000		0.14	0.3	0.18	0.8	0.21	1.7	0.28	4.9	0.34	10.8	0.39	27.2
1.1 / 1000		0.13	0.3	0.17	0.8	0.20	1.6	0.27	4.7	0.32	10.4	0.37	26.1
1.0 / 1000		0.12	0.3	0.16	0.8	0.19	1.6	0.25	4.5	0.31	9.9	0.35	24.8
0.9 / 1000		0.12	0.2	0.15	0.7	0.18	1.5	0.24	4.2	0.29	9.4	0.33	23.6
0.8 / 1000		0.11	0.2	0.15	0.7	0.17	1.4	0.23	4.0	0.28	8.8	0.31	22.2
0.7 / 1000		0.10	0.2	0.14	0.6	0.16	1.3	0.21	3.7	0.26	8.3	0.29	20.8
0.6 / 1000		0.10	0.2	0.13	0.6	0.15	1.2	0.20	3.5	0.24	7.7	0.27	19.2
0.5 / 1000		0.09	0.2	0.11	0.5	0.14	1.1	0.18	3.2	0.22	7.0	0.25	17.6
0.4 / 1000		0.08	0.2	0.10	0.5	0.12	1.0	0.16	2.8	0.20	6.3	0.22	15.7
0.3 / 1000		0.07	0.1	0.09	0.4	0.11	0.9	0.14	2.4	0.17	5.4	0.19	13.6
0.2 / 1000		0.06	0.1	0.07	0.3	0.09	0.7	0.11	2.0	0.14	4.4	0.16	11.1
0.1 / 1000		0.04	0.1	0.05	0.2	0.06	0.5	0.08	1.4	0.10	3.1	0.11	7.9

5-5 雨水（表面）流出量の算出

雨水(表面)流出量は、ラショナル式（合理式）により算出します。

$$Q = \frac{1}{360} \times C \times I \times A$$

ここにおいて

- Q : 雨水（表面）流出量 (m³/sec)
 C : 流出係数 (次表参照)
 I : 設計降雨強度 (mm/h)
 A : 集水面積 (h a)

■流出係数

路面および法面	0.70～1.0	市 街	0.60～0.90
急峻の山地	0.75～0.90	森林地帯	0.20～0.40
緩い山地	0.70～0.80	山地河川流域	0.75～0.85
起伏ある土地および樹林	0.50～0.75	平地小河川流域	0.45～0.75
平坦な耕地	0.45～0.60	半分以上平地の大河川流域	0.50～0.75
たん水した水田	0.70～0.80		

5-6 地下排水量の算出

高低差の少ないグラウンド等の運動施設及び公園等の単位地下排水量は次式により算出します。

$$Q = \frac{R \times f}{D \times 8.64}$$

ここにおいて

- Q : 単位地下排水量 (ℓ/(sec・h a))
 f : 地下浸透率
 D : 排除日数 (日)

※グラウンド・公園等では、f=0.15、D=0.5 が一般的です。

- R : 日雨量 (mm/日)

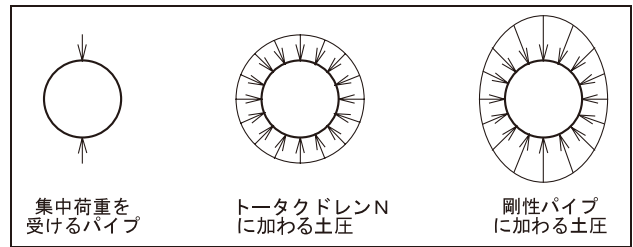
6. トータクドレンNの埋設設計

6-1 管に作用する荷重

剛性パイプの場合、土圧に耐えるには管の内径と外径との差、つまり管の厚さが必要ですが、トータクドレンNはスパイラル補強体による撓性管（タワミ性パイプ）ですから、周囲の土や砂と協力して鉛直荷重を支える構造になっています。これは、トータクドレンNに大きい外圧荷重がかかるとその対応性ゆえに水平方向に広がろうとし、周囲の土を圧迫します。その結果、水平方向の抵抗土圧がプラスに働き、パイプ全面にわたってほぼ等分布に外圧荷重が分散し、大きな土圧、外圧にも十分耐えることが可能なのです。（図中央）

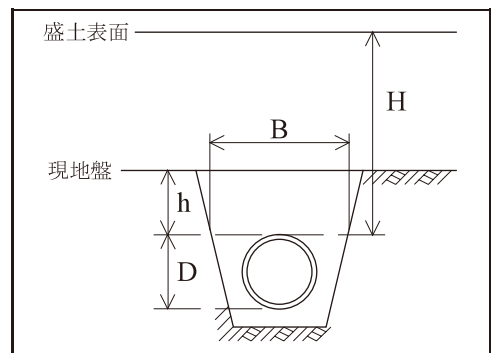
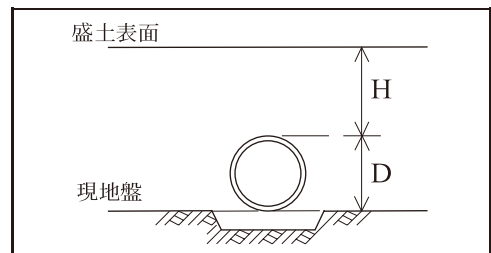
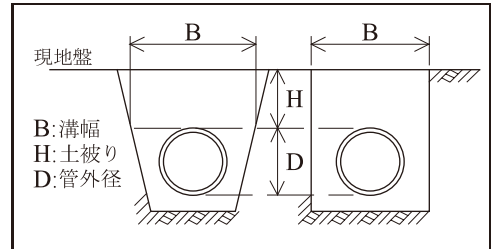
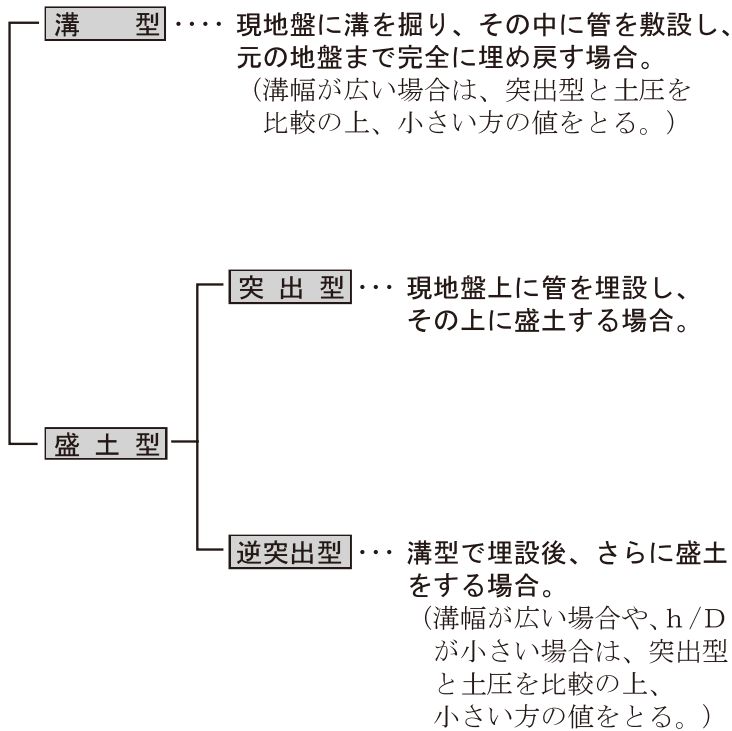
一方、剛性パイプは、鉛直土圧によって変形することがないので、図右のような大きな土圧がかかります。これをパイプ自体の断面強さで受けるため、大きな外圧に耐えるには管の厚みを大きくする必要があります。

以上のことから、トータクドレンNの性能を十分に発揮させるには、施工条件が重要なポイントとなりますので、施工方法をご参照の上適切な施工をお願い致します。



6-2 埋設方法の分類

埋設管は、その埋設形態により次図のように分類されます。



6-3 管に作用する荷重計算

地中に埋設されたパイプに大きな影響を及ぼす鉛直土圧による荷重と走行車輛による荷重について検討します。

$$q = W + W'$$

ここで、 q : 埋設管に作用する荷重 (N/m)
 W : 鉛直土圧による荷重 (N/m)
 W' : 車輛による荷重 (N/m)

6-4 鉛直土圧による荷重

とら
 撓性管の鉛直土圧は次式により算出します。

溝型..... $W = C_d \cdot \gamma \cdot B \cdot D$
 突出型..... $W = C_c \cdot \gamma \cdot D \cdot D$
 逆突出型..... $W = C_n \cdot \gamma \cdot B \cdot D$

ここで、 W : 鉛直土圧による荷重 (N/m)

C_d : 溝管にかかる荷重係数
 C_c : 突出管にかかる荷重係数
 C_n : 逆突出管にかかる荷重係数

γ : 土の単位体積重量 (N/m³)
 B : 管頂部における掘削幅 (m)
 D : 管の外径 (m)

1) 溝型埋設の場合

(1) 溝管に作用する鉛直荷重

右図のように溝の壁面との間に上向きの摩擦力が働き、埋設管に加わる鉛直荷重は土被り重量よりも小さくなります。

Marston によると埋戻土の全重量から側壁に沿った摩擦力を差し引いたものが管に働く荷重と考えるものであり、次式を与えています。

$$W = C_d \cdot \gamma \cdot B \cdot D$$

$$\text{但し } C_d = \frac{1 - e^{(-2K \cdot \mu \cdot H/B)}}{2K \cdot \mu}$$

ここで、 W : 溝管に働く鉛直荷重 (N/m)

C_d : 溝管にかかる荷重係数

γ : 土の単位体積重量 (N/m³)

$\gamma = 17.7 \text{ kN/m}^3 \{1.8 \text{ tf/m}^3\}$ を採用。

B : 管頂部における掘削幅 (m)

D : 管の外径 (m)

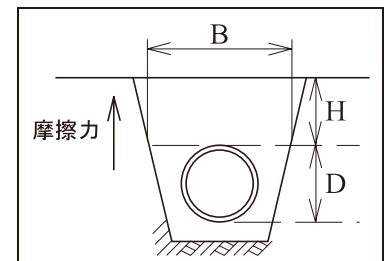
K : 埋戻土の主働土圧係数

μ : 埋戻土の内部摩擦係数

$K \cdot \mu = 0.15$ を採用。

H : 土被り (m)

e : 自然対数の底 (=2.718)



(2) 広幅溝管に作用する鉛直荷重

この場合は、溝管の式によって鉛直荷重を求めますが、これらの式によって与えられる鉛直静荷重は溝幅の関数であり、溝幅が広い程荷重は大きくなります。

このことから広幅溝管に用いる時は実情に合わない過大な値となってしまうことがあり、この場合は後述の突出管として扱う方が妥当です。

よって広幅溝管の場合は、鉛直荷重の計算を溝管と突出管の両方で行い、小さい方の値をとることとします。

2) 盛土型埋設の場合

(1) 突出管に作用する鉛直荷重

Marston の理論によれば、沈下比の正負に応じて、管上方と側方との土柱の境界に働く剪断力の方向が、下向きと上向きになります。一般に剛性管では沈下比は正で、撓性管では負になると考えてよく、突出管に作用する鉛直荷重は次式により与えられます。

$$W = Cc \cdot \gamma \cdot D \cdot D$$

ここにおいて Cc は等沈下面 He と土被り H との関係により次式のように分類できます。

$$\cdot H \leq He \text{ (完全溝状態) の時: } Cc = \frac{1 - e^{(-2K \cdot \mu \cdot H/D)}}{2K \cdot \mu}$$

$$\cdot H > He \text{ (不完全溝状態) の時: } Cc = \frac{1 - e^{(-2K \cdot \mu \cdot He/D)}}{2K \cdot \mu} + \left(\frac{H}{D} - \frac{He}{D} \right) \cdot e^{(-2K \cdot \mu \cdot He/D)}$$

また上式中の He は次式により求めます。

$$e^{(-2K \cdot \mu \cdot He/D)} + 2K \cdot \mu \cdot He/D = -2K \cdot \mu \cdot \delta_1 \cdot P_1 + 1$$

ここで、 W : 突出管に働く鉛直荷重 (N/m)

Cc : 突出管にかかる荷重係数

γ : 土の単位体積重量 (N/m³)

$\gamma = 17.7 \text{ k N/m}^3 \{1.8 \text{ tf/m}^3\}$ を採用。

D : 管の外径 (m)

He : 突出管における等沈下面 (m)

δ_1 : 突出管における沈下比

撓性管の場合は一般に $-0.4 \sim 0$ ですが -0.2 を採用します。

P_1 : 突出管における突出比

現地盤から管頂部までの鉛直距離

を管外径で割った値で、通常 $P_1 = 1$

です。

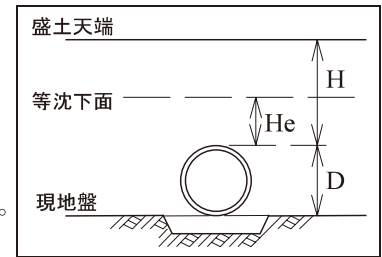
K : 埋戻土の主働土圧係数

μ : 埋戻土の内部摩擦係数

$K \cdot \mu = 0.15$ を採用。

H : 土被り (m)

e : 自然対数の底 (=2.718)



(2) 逆突出管に作用する鉛直荷重

逆突出管に作用する鉛直荷重は次式により与えられます。

$$W = Cn \cdot \gamma \cdot B \cdot D$$

ここにおいて Cn は等沈下面 Hd と土被り H との関係により次式のように分類できます。

$$\cdot H \leq Hd \text{ (完全溝状態) の時: } Cn = \frac{1 - e^{(-2K \cdot \mu \cdot H/B)}}{2K \cdot \mu}$$

$$\cdot H > Hd \text{ (不完全溝状態) の時: } Cn = \frac{1 - e^{(-2K \cdot \mu \cdot Hd/B)}}{2K \cdot \mu} + \left(\frac{H}{B} - \frac{Hd}{B} \right) \cdot e^{(-2K \cdot \mu \cdot Hd/B)}$$

また上式中の Hd は次式により求めます。

$$e^{(-2K \cdot \mu \cdot Hd/B)} + 2K \cdot \mu \cdot Hd/B = -2K \cdot \mu \cdot \delta_2 \cdot P_2 + 1$$

ここで、 W : 逆突出管に働く鉛直荷重 (N/m)

Cn : 逆突出管にかかる荷重係数

γ : 土の単位体積重量 (N/m³)

$\gamma = 17.7 \text{ k N/m}^3 \{1.8 \text{ tf/m}^3\}$ を採用。

B : 管頂部における溝幅 (m)

D : 管の外径 (m)

Hd : 逆突出管における等沈下面 (m)

δ_2 : 逆突出管における沈下比

撓性管の場合は一般に $-0.7 \sim -1.0$ ですが -0.85 を採用します。

P_2 : 逆突出管における突出比

現地盤から管頂部までの鉛直距離

h_1 を管頂部における溝幅で割った

値です。 $P_2 = h_1/B$

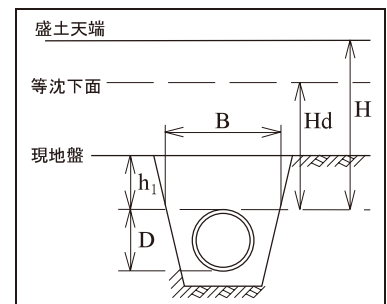
K : 埋戻土の主働土圧係数

μ : 埋戻土の内部摩擦係数

$K \cdot \mu = 0.15$ を採用。

H : 土被り (m)

e : 自然対数の底 (=2.718)



3) 鉛直土圧計算例

土圧は、パイプ単位長さ当り (k N/m(tf/m))および単位面積当り (k N/m²(tf/m²))の2種類で表わします。

(1) 溝型鉛直土圧

呼び径	(単位)	各土被り毎の鉛直土圧					
		0.3m	0.5m	0.6m	0.7m	1.0m	1.2m
50	k N/m(tf/m)	0.29 {0.03}	0.45 {0.05}	0.52 {0.05}	0.75 {0.08}	0.84 {0.09}	0.05 {0.01}
	k N/m ² (tf/m ²)	4.75 {0.48}	7.36 {0.75}	8.53 {0.87}	12.42 {1.27}	13.96 {1.42}	0.84 {0.09}
75	k N/m(tf/m)	0.42 {0.04}	0.65 {0.07}	0.75 {0.08}	0.85 {0.09}	1.10 {0.11}	1.24 {0.13}
	k N/m ² (tf/m ²)	4.76 {0.49}	7.39 {0.75}	8.57 {0.87}	9.67 {0.99}	12.52 {1.28}	14.10 {1.44}
100	k N/m(tf/m)	0.54 {0.06}	0.85 {0.09}	0.99 {0.10}	1.12 {0.11}	1.47 {0.15}	1.67 {0.17}
	k N/m ² (tf/m ²)	4.82 {0.49}	7.58 {0.77}	8.84 {0.90}	10.01 {1.02}	13.12 {1.34}	14.91 {1.52}
150	k N/m(tf/m)	0.80 {0.08}	1.26 {0.13}	1.48 {0.15}	1.68 {0.17}	2.23 {0.23}	2.55 {0.26}
	k N/m ² (tf/m ²)	4.89 {0.50}	7.75 {0.79}	9.06 {0.92}	10.31 {1.05}	13.67 {1.39}	15.62 {1.59}
200	k N/m(tf/m)	1.10 {0.11}	1.75 {0.18}	2.06 {0.21}	2.35 {0.24}	3.16 {0.32}	3.64 {0.37}
	k N/m ² (tf/m ²)	4.96 {0.51}	7.93 {0.81}	9.33 {0.95}	10.65 {1.09}	14.32 {1.46}	16.50 {1.68}
300	k N/m(tf/m)	1.64 {0.17}	2.66 {0.27}	3.15 {0.32}	3.62 {0.37}	4.95 {0.50}	5.77 {0.59}
	k N/m ² (tf/m ²)	5.06 {0.52}	8.19 {0.84}	9.69 {0.99}	11.13 {1.14}	15.23 {1.55}	17.76 {1.81}

呼び径	(単位)	各土被り毎の鉛直土圧				
		1.5m	2.0m	3.0m	4.0m	5.0m
50	k N/m(tf/m)	0.96 {0.10}	1.11 {0.11}	1.27 {0.13}	1.35 {0.14}	1.39 {0.14}
	k N/m ² (tf/m ²)	15.90 {1.62}	18.28 {1.86}	21.05 {2.15}	22.37 {2.28}	22.99 {2.34}
75	k N/m(tf/m)	1.41 {0.14}	1.63 {0.17}	1.89 {0.19}	2.01 {0.20}	2.07 {0.21}
	k N/m ² (tf/m ²)	16.07 {1.64}	18.54 {1.89}	21.44 {2.19}	22.83 {2.33}	23.51 {2.40}
100	k N/m(tf/m)	1.92 {0.20}	2.26 {0.23}	2.68 {0.27}	2.90 {0.30}	3.02 {0.31}
	k N/m ² (tf/m ²)	17.18 {1.75}	20.15 {2.06}	23.91 {2.44}	25.93 {2.64}	27.00 {2.75}
150	k N/m(tf/m)	2.97 {0.30}	3.53 {0.36}	4.29 {0.44}	4.74 {0.48}	5.00 {0.51}
	k N/m ² (tf/m ²)	18.20 {1.86}	21.66 {2.21}	26.34 {2.69}	29.09 {2.97}	30.69 {3.13}
200	k N/m(tf/m)	4.29 {0.44}	5.21 {0.53}	6.53 {0.67}	7.39 {0.75}	7.94 {0.81}
	k N/m ² (tf/m ²)	19.45 {1.98}	23.58 {2.41}	29.59 {3.02}	33.47 {3.41}	35.98 {3.67}
300	k N/m(tf/m)	6.92 {0.71}	8.61 {0.88}	11.30 {1.15}	13.30 {1.36}	14.77 {1.51}
	k N/m ² (tf/m ²)	21.28 {2.17}	26.48 {2.70}	34.78 {3.55}	40.91 {4.17}	45.45 {4.64}

(2) 逆突出型鉛直土圧

呼び径	(単位)	各土被り毎の鉛直土圧					
		0.3m	0.5m	0.6m	0.7m	1.0m	1.2m
50	k N/m(tf/m)	0.29 {0.03}	0.45 {0.05}	0.52 {0.05}	0.58 {0.06}	0.75 {0.08}	0.86 {0.09}
	k N/m ² (tf/m ²)	4.75 {0.48}	7.36 {0.75}	8.53 {0.87}	9.61 {0.98}	12.44 {1.27}	14.21 {1.45}
75	k N/m(tf/m)	0.42 {0.04}	0.65 {0.07}	0.75 {0.08}	0.85 {0.09}	1.10 {0.11}	1.26 {0.13}
	k N/m ² (tf/m ²)	4.76 {0.49}	7.39 {0.75}	8.57 {0.87}	9.67 {0.99}	12.53 {1.28}	14.32 {1.46}
100	k N/m(tf/m)	0.54 {0.06}	0.85 {0.09}	0.99 {0.10}	1.12 {0.11}	1.47 {0.15}	1.68 {0.17}
	k N/m ² (tf/m ²)	4.82 {0.49}	7.58 {0.77}	8.84 {0.90}	10.01 {1.02}	13.12 {1.34}	15.02 {1.53}
150	k N/m(tf/m)	0.80 {0.08}	1.26 {0.13}	1.48 {0.15}	1.68 {0.17}	2.23 {0.23}	2.55 {0.26}
	k N/m ² (tf/m ²)	4.89 {0.50}	7.75 {0.79}	9.06 {0.92}	10.31 {1.05}	13.67 {1.39}	15.67 {1.60}
200	k N/m(tf/m)	1.10 {0.11}	1.75 {0.18}	2.06 {0.21}	2.35 {0.24}	3.16 {0.32}	3.64 {0.37}
	k N/m ² (tf/m ²)	4.96 {0.51}	7.93 {0.81}	9.33 {0.95}	10.65 {1.09}	14.32 {1.46}	16.50 {1.68}
300	k N/m(tf/m)	1.64 {0.17}	2.66 {0.27}	3.15 {0.32}	3.62 {0.37}	4.95 {0.50}	5.77 {0.59}
	k N/m ² (tf/m ²)	5.06 {0.52}	8.19 {0.84}	9.69 {0.99}	11.13 {1.14}	15.23 {1.55}	17.76 {1.81}

呼び径	(単位)	各土被り毎の鉛直土圧				
		1.5m	2.0m	3.0m	4.0m	5.0m
50	k N/m(tf/m)	1.02 {0.10}	1.29 {0.13}	1.83 {0.19}	2.36 {0.24}	2.90 {0.30}
	k N/m ² (tf/m ²)	16.88 {1.72}	21.31 {2.17}	30.18 {3.08}	39.04 {3.98}	47.90 {4.88}
75	k N/m(tf/m)	1.50 {0.15}	1.89 {0.19}	2.67 {0.27}	3.46 {0.35}	4.24 {0.43}
	k N/m ² (tf/m ²)	16.99 {1.73}	21.46 {2.19}	30.37 {3.10}	39.30 {4.01}	48.22 {4.92}
100	k N/m(tf/m)	2.00 {0.20}	2.53 {0.26}	3.59 {0.37}	4.66 {0.47}	5.72 {0.58}
	k N/m ² (tf/m ²)	17.87 {1.82}	22.61 {2.31}	32.10 {3.27}	41.59 {4.24}	51.08 {5.21}
150	k N/m(tf/m)	3.04 {0.31}	3.86 {0.39}	5.49 {0.56}	7.11 {0.73}	8.74 {0.89}
	k N/m ² (tf/m ²)	18.67 {1.90}	23.66 {2.41}	33.66 {3.43}	43.64 {4.45}	53.63 {5.47}
200	k N/m(tf/m)	4.35 {0.44}	5.52 {0.56}	7.86 {0.80}	10.20 {1.04}	12.54 {1.28}
	k N/m ² (tf/m ²)	19.68 {2.01}	24.99 {2.55}	35.58 {3.63}	46.18 {4.71}	56.78 {5.79}
300	k N/m(tf/m)	6.92 {0.71}	8.80 {0.90}	12.55 {1.28}	16.30 {1.66}	20.06 {2.05}
	k N/m ² (tf/m ²)	21.29 {2.17}	27.07 {2.76}	38.62 {3.94}	50.16 {5.12}	61.71 {6.29}

(3) 突出型鉛直土圧

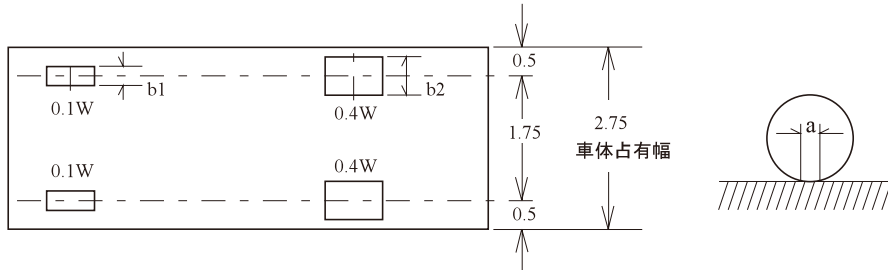
呼び径	(単位)	各土被り毎の鉛直土圧					
		0.3m	0.5m	0.6m	0.7m	1.0m	1.2m
50	kN/m{tf/m}	0.23 {0.02}	0.38 {0.04}	0.46 {0.05}	0.53 {0.05}	0.75 {0.08}	0.90 {0.09}
	kN/m ² {tf/m ² }	3.85 {0.39}	6.30 {0.64}	7.52 {0.77}	8.75 {0.89}	12.42 {1.27}	14.86 {1.52}
75	kN/m{tf/m}	0.35 {0.04}	0.56 {0.06}	0.67 {0.07}	0.78 {0.08}	1.10 {0.11}	1.32 {0.13}
	kN/m ² {tf/m ² }	3.94 {0.40}	6.38 {0.65}	7.61 {0.78}	8.83 {0.90}	12.49 {1.27}	14.95 {1.52}
100	kN/m{tf/m}	0.45 {0.05}	0.72 {0.07}	0.86 {0.09}	1.00 {0.10}	1.41 {0.14}	1.68 {0.17}
	kN/m ² {tf/m ² }	4.02 {0.41}	6.46 {0.66}	7.68 {0.78}	8.90 {0.91}	12.57 {1.28}	15.01 {1.53}
150	kN/m{tf/m}	0.68 {0.07}	1.08 {0.11}	1.28 {0.13}	1.48 {0.15}	2.07 {0.21}	2.47 {0.25}
	kN/m ² {tf/m ² }	4.18 {0.43}	6.62 {0.68}	7.85 {0.80}	9.06 {0.92}	12.73 {1.30}	15.17 {1.55}
200	kN/m{tf/m}	0.96 {0.10}	1.50 {0.15}	1.77 {0.18}	2.04 {0.21}	2.85 {0.29}	3.39 {0.35}
	kN/m ² {tf/m ² }	4.35 {0.44}	6.80 {0.69}	8.02 {0.82}	9.25 {0.94}	12.92 {1.32}	15.36 {1.57}
300	kN/m{tf/m}	1.50 {0.15}	2.32 {0.24}	2.71 {0.28}	3.11 {0.32}	4.30 {0.44}	5.10 {0.52}
	kN/m ² {tf/m ² }	4.63 {0.47}	7.13 {0.73}	8.35 {0.85}	9.57 {0.98}	13.24 {1.35}	15.68 {1.60}

呼び径	(単位)	各土被り毎の鉛直土圧				
		1.5m	2.0m	3.0m	4.0m	5.0m
50	kN/m{tf/m}	1.12 {0.11}	1.49 {0.15}	2.23 {0.23}	2.97 {0.30}	3.71 {0.38}
	kN/m ² {tf/m ² }	18.52 {1.89}	24.63 {2.51}	36.85 {3.76}	49.07 {5.00}	61.30 {6.25}
75	kN/m{tf/m}	1.64 {0.17}	2.18 {0.22}	3.25 {0.33}	4.33 {0.44}	5.40 {0.55}
	kN/m ² {tf/m ² }	18.60 {1.90}	24.72 {2.52}	36.94 {3.77}	49.16 {5.01}	61.38 {6.26}
100	kN/m{tf/m}	2.09 {0.21}	2.78 {0.28}	4.15 {0.42}	5.51 {0.56}	6.88 {0.70}
	kN/m ² {tf/m ² }	18.68 {1.91}	24.79 {2.53}	37.01 {3.77}	49.24 {5.02}	61.46 {6.27}
150	kN/m{tf/m}	3.07 {0.31}	4.07 {0.41}	6.06 {0.62}	8.05 {0.82}	10.04 {1.02}
	kN/m ² {tf/m ² }	18.84 {1.92}	24.95 {2.54}	37.18 {3.79}	49.40 {5.04}	61.62 {6.28}
200	kN/m{tf/m}	4.20 {0.43}	5.55 {0.57}	8.25 {0.84}	10.95 {1.12}	13.65 {1.39}
	kN/m ² {tf/m ² }	19.02 {1.94}	25.13 {2.56}	37.35 {3.81}	49.57 {5.06}	61.80 {6.30}
300	kN/m{tf/m}	6.29 {0.64}	8.27 {0.84}	12.25 {1.25}	16.22 {1.65}	20.19 {2.06}
	kN/m ² {tf/m ² }	19.35 {1.97}	25.46 {2.60}	37.68 {3.84}	49.91 {5.09}	62.13 {6.34}

6-5 車輛による荷重（活荷重）…W'

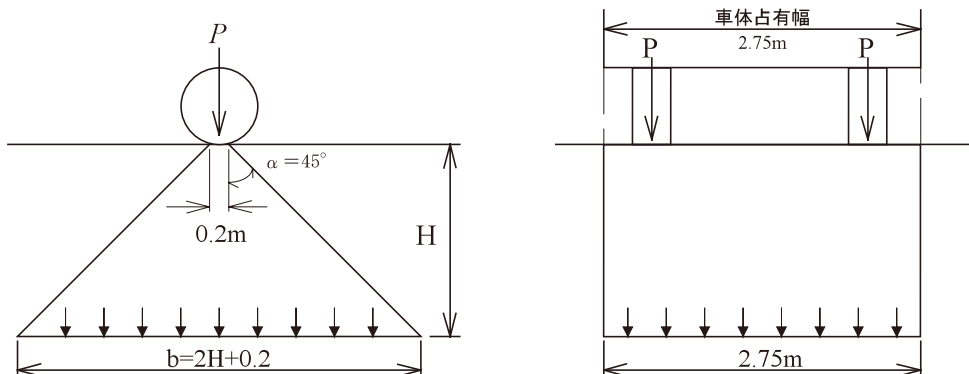
車輛による路面荷重の地中への伝播は、ある一定の角度で分布するものとして扱い、施工機械の荷重に対しては30度分布、施工後のトラック荷重に対しては45度分布とみなします。

1) トラック荷重



荷重	総重量 W (kN)	輪荷重 (kN)		輪帯幅 (m)		車輛接地長 a (m)
		前輪	後輪	前輪 b1	後輪 b2	
T-25	245	24.5	98.1	0.125	0.5	0.2

トラック荷重は45度分布の式を用い、土被り (H) により次のようになります。



$$W' = \frac{1}{b} \left\{ \frac{2 \cdot P}{2.75} \cdot (1+i) \right\} \cdot D = \frac{P \cdot (1+i) \cdot D}{2.75 \cdot (H+0.1)}$$

ここにおいて

W' : 管に働く活荷重 (N/m)

P : 後輪片側荷重 (N)

P = トラック総荷重 × 0.4

(T-25の時 P=98.1 kN)

b : 埋設管頂部におけるトラック荷重分布幅 (m)

b = 2H + 0.2

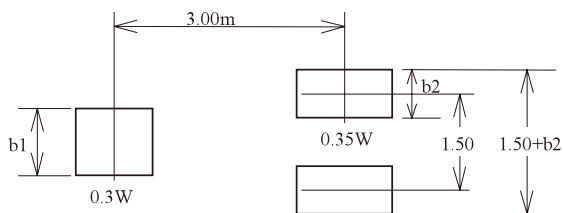
i : 衝撃係数

i は土被り H により次のようになります。

土被り H (m)	H < 1.5	1.5 ≤ H < 6.5	6.5 ≤ H
衝撃係数 i	0.5	0.65 - 0.1H	0

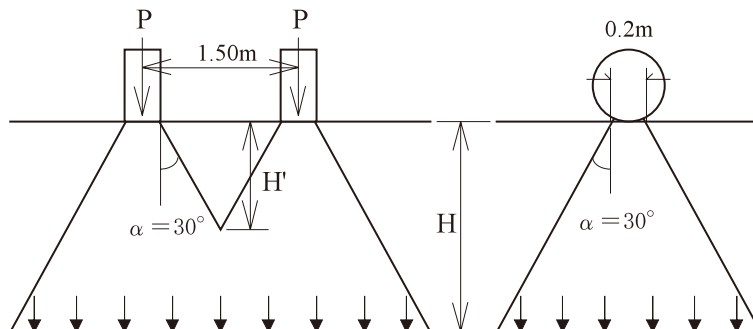
2) 施工機械による活荷重

(1) ローラー荷重



機種	総重量 W (kN)	輪荷重		輪帯幅		車輦接地長 a (m)	輪荷重の交点 H' (m)
		前輪 (kN)	後輪 (kN)	前輪 b1 (m)	後輪 b2 (m)		
17tonローラー	166.7	49.0	58.8	1.1	0.6	0.2	0.78
14tonローラー	137.3	41.2	48.1	1.1	0.5	0.2	0.87
10tonローラー	98.1	29.4	34.3	1.1	0.5	0.2	0.87

ローラー荷重は30度分布の式を用い、土被り（H）により次のようになります。



$$H \leq H' = \frac{1.5 - b_2}{2 \tan 30^\circ} \text{ の時}$$

$$W' = \frac{P \cdot D}{(2H \tan 30^\circ + 0.2)(2H \tan 30^\circ + b_2)}$$

$$H > H' = \frac{1.5 - b_2}{2 \tan 30^\circ} \text{ の時}$$

$$W' = \frac{2P \cdot D}{(2H \tan 30^\circ + 0.2)(2H \tan 30^\circ + 1.5 + b_2)}$$

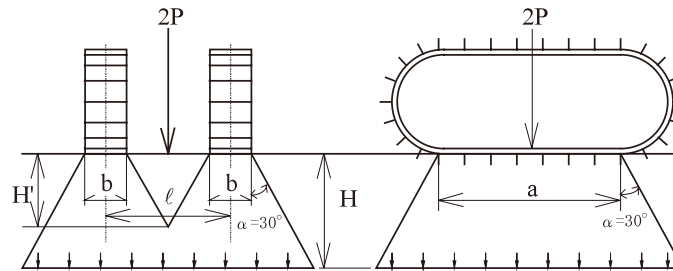
ただし

W'	: 管に働く活荷重	(N/m)
P	: 後輪片側荷重	(N)
H	: 土被り	(m)
D	: 管の外径	(m)
b ₂	: 後輪帯幅	(m)

(2) ブルドーザー、重ダンプ、スクレーパによる活荷重

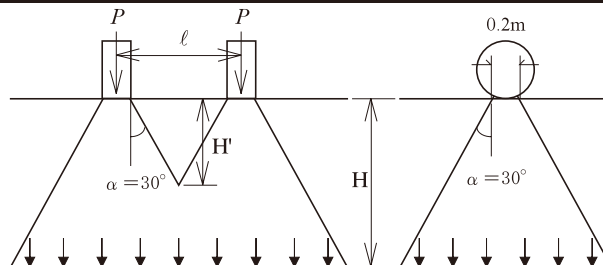
■ブルドーザ仕様

記号	機種	D 5 H (CAT)	D 8 5 A (小松)	D 1 5 5 A (小松)	D 1 0 N (CAT)	D 1 1 N (CAT)
—	全装備質量 (t)	12.050	24.440	41.950	62.800	95.350
P	片側荷重 (kN) {tf}	59.1	119.8	205.7	307.9	467.5
		6.025	12.220	20.975	31.400	47.675
b	履帯幅 (m)	0.460	0.560	0.560	0.610	0.710
a	接地長 (m)	2.305	2.840	3.150	3.875	4.440
ℓ	履帯中心間隔 (m)	1.800	2.000	2.140	2.550	2.895
H'	輪荷重の交点 (m)	1.160	1.250	1.370	1.680	1.890



■重ダンプ、スクレーパ仕様

記号	車名	3 2 t ダンプ・トラック	4 6 t ダンプ・トラック	自走式 スクレーパ
—	全装備質量 (t)	59.855	83.425	86.900
P	片側荷重 (kN) {tf}	199.5	278.1	278.1
		20.348	28.363	28.363
b	履帯幅 (m)	1.160	1.340	0.760
a	接地長 (m)	0.200	0.200	0.200
ℓ	履帯中心間隔 (m)	2.550	2.770	2.360
H'	輪荷重の交点 (m)	1.200	1.240	1.390



ブルドーザー、重ダンプ、スクレーパによる活荷重は、土被り (H) により次のようになります。

$$H \leq H' = \frac{\ell - b}{2 \tan 30^\circ} \text{ の時} \quad W' = \frac{P \cdot (1+i) \cdot D}{(2H \tan 30^\circ + a)(2H \tan 30^\circ + b)}$$

$$H > H' = \frac{\ell - b}{2 \tan 30^\circ} \text{ の時} \quad W' = \frac{2P \cdot (1+i) \cdot D}{(2H \tan 30^\circ + a)(2H \tan 30^\circ + \ell + b)}$$

但し

- W' : 管に働く活荷重 (N/m) ℓ : 履帯又は車輪中心間隔 (m)
 P : 履帯又は後輪片側荷重 (N) a : 履帯又は車輪接地長 (m)
 H : 土被り (m) b : 履帯幅又は車輪幅 (m)
 i : 衝撃係数

i は土被り H により次のようになります。

土被り H (m)	$H < 1.5$	$1.5 \leq H < 6.5$	$6.5 \leq H$
衝撃係数 i	0.5	0.65 - 0.1H	0

3) 活荷重計算例

■単位体積当たりの活荷重

活荷重の種類		分散角	各土被り毎の活荷重 kN/m^2 {tf/m ² }			
			0.6m	1.0m	1.5m	2.0m
トラック荷重	T-25	45°	76.39 {7.79}	48.64 {4.96}	33.44 {3.41}	24.61 {2.51}
ローラー荷重	17 ton	30°	50.99 {5.20}	26.67 {2.72}	15.89 {1.62}	10.59 {1.08}
	14 ton	30°	45.11 {4.60}	22.46 {2.29}	13.34 {1.36}	8.92 {0.91}
	10 ton	30°	32.26 {3.29}	16.08 {1.64}	9.51 {0.97}	6.37 {0.65}
ブルドーザー	D5H	30°	25.69 {2.62}	15.89 {1.62}	10.98 {1.12}	8.14 {0.83}
	D85A	30°	40.6 {4.14}	26.28 {2.68}	18.34 {1.87}	13.83 {1.41}
	D155A	30°	64.14 {6.54}	41.78 {4.26}	28.54 {2.91}	21.77 {2.22}
	D10N	30°	77.67 {7.92}	52.07 {5.31}	35.21 {3.59}	26.38 {2.69}
	D11N	30°	97.38 {9.93}	67.18 {6.85}	46.48 {4.74}	33.93 {3.46}
ダンプ・トラック	32 t	30°	180.93 {18.45}	95.42 {9.73}	56.98 {5.81}	38.34 {3.91}
	46 t	30°	229.87 {23.44}	123.47 {12.59}	73.94 {7.54}	50.11 {5.11}
自走式スクレーパ		30°	321.66 {32.80}	160.83 {16.40}	89.04 {9.08}	59.23 {6.04}

活荷重の種類		分散角	各土被り毎の活荷重 kN/m^2 {tf/m ² }			
			2.5m	3.0m	3.5m	4.0m
トラック荷重	T-25	45°	19.22 {1.96}	15.49 {1.58}	12.85 {1.31}	10.89 {1.11}
ローラー荷重	17 ton	30°	7.65 {0.78}	5.79 {0.59}	4.51 {0.46}	3.63 {0.37}
	14 ton	30°	6.37 {0.65}	4.81 {0.49}	3.73 {0.38}	3.04 {0.31}
	10 ton	30°	4.51 {0.46}	3.43 {0.35}	2.65 {0.27}	2.16 {0.22}
ブルドーザー	D5H	30°	6.18 {0.63}	4.81 {0.49}	3.82 {0.39}	3.14 {0.32}
	D85A	30°	10.79 {1.10}	8.53 {0.87}	6.86 {0.70}	5.59 {0.57}
	D155A	30°	17.06 {1.74}	13.63 {1.39}	10.98 {1.12}	9.02 {0.92}
	D10N	30°	21.08 {2.15}	17.06 {1.74}	14.02 {1.43}	11.67 {1.19}
	D11N	30°	27.56 {2.81}	22.56 {2.30}	18.73 {1.91}	15.69 {1.60}
ダンプ・トラック	32 t	30°	27.46 {2.80}	20.50 {2.09}	15.79 {1.61}	12.45 {1.27}
	46 t	30°	36.09 {3.68}	27.07 {2.76}	20.89 {2.13}	16.57 {1.69}
自走式スクレーパ		30°	41.97 {4.28}	31.09 {3.17}	23.83 {2.43}	18.63 {1.90}

活荷重の種類		分散角	各土被り毎の活荷重 kN/m^2 {tf/m ² }			
			4.5m	5.0m	5.5m	6.0m
トラック荷重	T-25	45°	9.32 {0.95}	8.04 {0.82}	6.96 {0.71}	6.18 {0.63}
ローラー荷重	17 ton	30°	2.94 {0.30}	2.55 {0.26}	2.16 {0.22}	1.86 {0.19}
	14 ton	30°	2.45 {0.25}	2.06 {0.21}	1.77 {0.18}	1.47 {0.15}
	10 ton	30°	1.77 {0.18}	1.47 {0.15}	1.27 {0.13}	1.08 {0.11}
ブルドーザー	D5H	30°	2.55 {0.26}	2.06 {0.21}	1.77 {0.18}	1.47 {0.15}
	D85A	30°	4.61 {0.47}	3.82 {0.39}	3.24 {0.33}	2.75 {0.28}
	D155A	30°	7.45 {0.76}	6.28 {0.64}	5.3 {0.54}	4.41 {0.45}
	D10N	30°	9.71 {0.99}	8.24 {0.84}	6.96 {0.71}	5.98 {0.61}
	D11N	30°	13.24 {1.35}	11.18 {1.14}	9.61 {0.98}	8.24 {0.84}
ダンプ・トラック	32 t	30°	10 {1.02}	8.14 {0.83}	6.67 {0.68}	5.49 {0.56}
	46 t	30°	13.34 {1.36}	10.79 {1.10}	8.92 {0.91}	7.45 {0.76}
自走式スクレーパ		30°	14.91 {1.52}	12.06 {1.23}	9.9 {1.01}	8.14 {0.83}

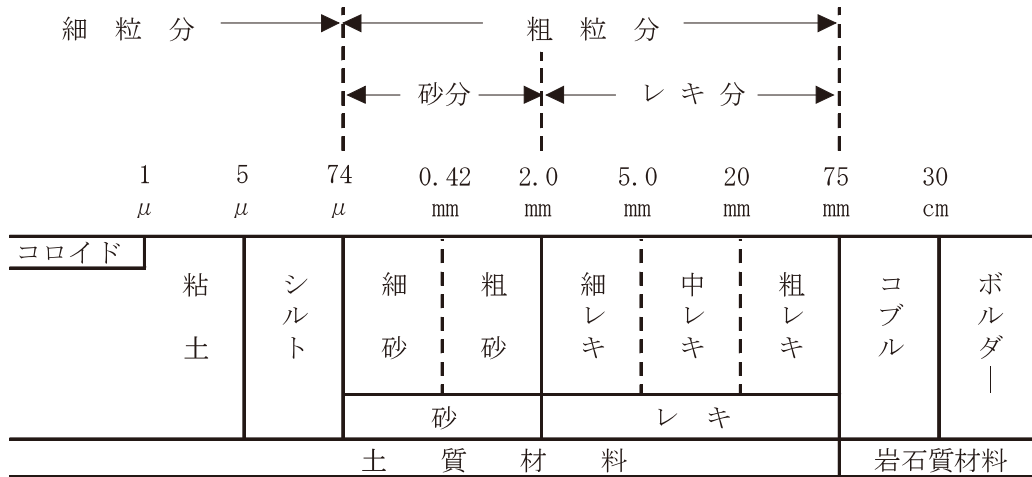
上表は、単位面積当たりの活荷重を表しています。よって、パイプ1m当たりの活荷重を求めるには、上表の値に使用パイプの外径D (m) を掛けてください。

6-6 土の分類と反力係数 (E')

1) 土の分類 (日本統一土質分類)

(1) 粒径の区分とその呼び名

土の分類 (日本統一土質分類)



(2) 日本統一土質分類に用いる記号

記号	内 容	記号	内 容
G	レキ粒土、又は、レキ	P	粒度の悪い
S	砂粒土、又は、砂	P u	均等粒度の
F	細粒土、又は、細粒分	P s	段階粒度の
M	シルト	L	低液性限界 ($W_L < 50\%$)
C	粘性土、又は、粘土	H	高液性限界 ($W_L \geq 50\%$)
O	有機質土	H ₁	火山灰質粘性度の I 型 ($W_L < 80\%$)
V	火山灰質粘性土		
P t	高有機質土、又は、PEAT	H ₂	火山灰質粘性度の II 型 ($W_L \geq 80\%$)
M k	黒泥		
W	粒度のよい	—	…混じり…

(3) 土質材料

土質材料	記号	内 容	
レキ粒土 (G)	GW	粒度のよいレキ	細粒分<5%
	GP	粒度の悪いレキ	
	GM	シルト混じりレキ	5%≦細粒分<15%
	GC	粘土混じりレキ	
砂粒土 (S)	SW	粒度のよい砂	細粒分<5%
	SP	粒度の悪い砂	
	SM	シルト混じり砂	5%≦細粒分<15%
	SC	粘土混じり砂	
細粒土 (F)	ML	シルト (低液性限界)	
	MH	シルト (高液性限界)	
	CL	粘質土 (低液性限界)	
	CH	粘土 (高液性限界)	

2) 土の反力係数E'の標準値

埋戻し土の種類 (統一分類法による)		締固めの程度		
		締固めなし	締固め I	締固め II
細粒土	液性限界が50%以下 粗粒部分が25%以下のCL, ML, ML-CL	343 {3.5}	1373 {14}	2746 {28}
	液性限界が50%以下 粗粒部分が25%以上のCL, ML, ML-CL	686 {7}	2746 {28}	6865 {70}
粗粒土	細粒部分が12%以上のGM, GC, SM, SC	686 {7}	2746 {28}	6865 {70}
	75μフルイ通過量が5%と12%の間の 二重記号で表わされるGW-GM, SW-SM			
	細粒部分が12%以下のGW, GP, SW, SP	1373 {14}	6865 {70}	13729 {140}

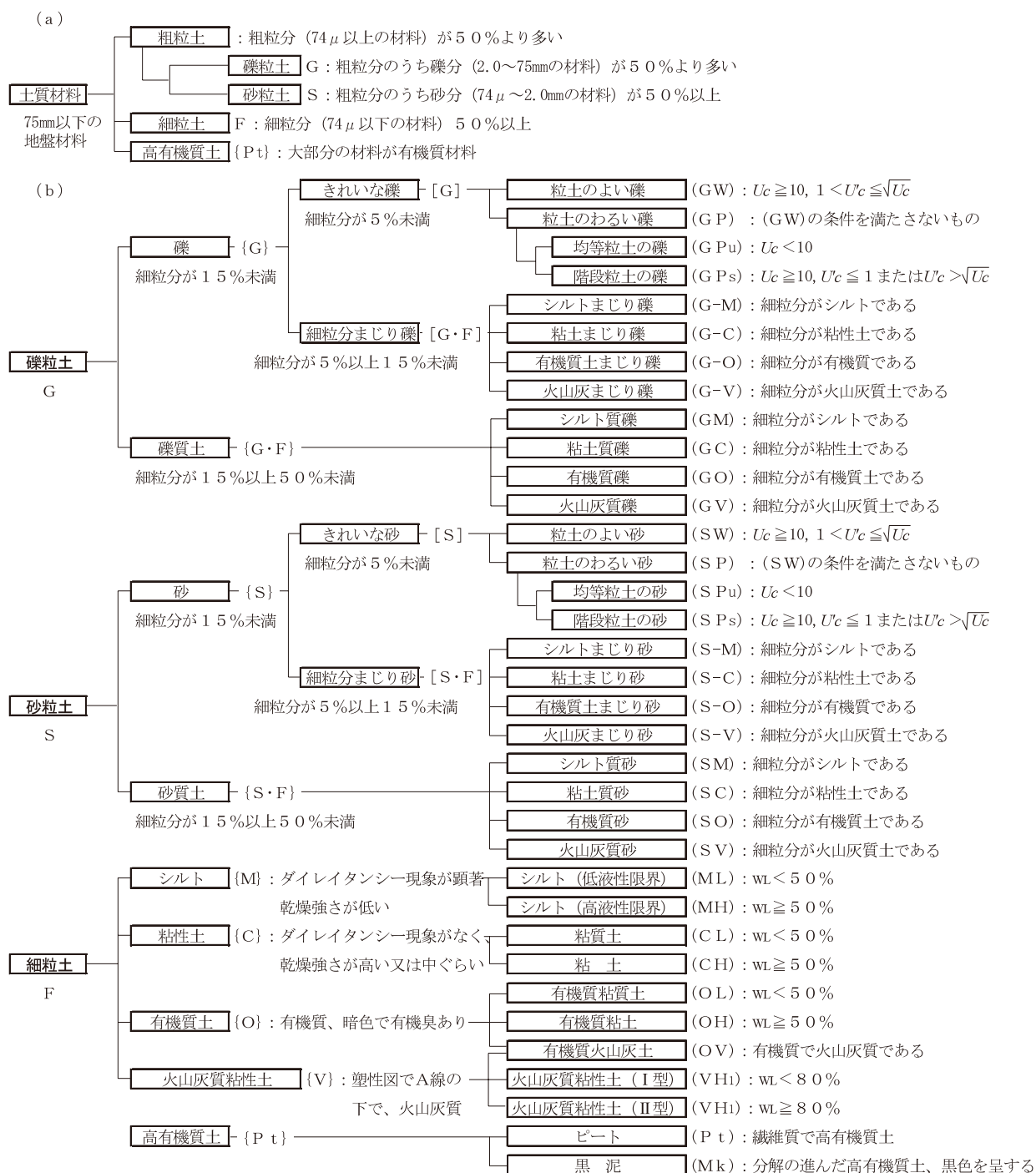
■締固め程度と施工方法

締固め程度	管体側面の締固め方法	仕上りの程度
締固めなし	(タコ突+突棒) で一層仕上り厚30cm程度	締った状態を指し、いわゆる膨軟状態ではない
締固め I	(タコ突+突棒) で一層仕上り厚30cm程度	プロクター密度85%程度、又は 相対密度40%程度
	(タンパー又はコンパクター+突棒) で3回以上、一層仕上り厚30cm程度	
締固め II	過去の実績や現地試験等により施工方法とそれに伴うE'の値が確実に期待できる場合	プロクター密度85%以上、又は 相対密度40%以上

(注) プロクター密度：
$$\frac{\text{現地で締固めた後の乾燥密度}}{\text{JIS A 1210の試験方法-1による最大乾燥密度}} \times 100\%$$

相対密度：
$$\frac{\text{最もゆるい状態の間ゲキ比}(e_{\max}) - \text{現地で締固めた後の乾燥密度}(e)}{\text{最もゆるい状態の間ゲキ比}(e_{\max}) - \text{最も密な状態の間ゲキ比}(e_{\min})} \times 100\%$$

3) 土の分類基準と分類名



(注1) 礫粒土ならびにその細分類以外の土で礫まじりの場合、「礫まじり」の言葉を分類名に付し、英字記号の末尾にgを添えることができる。

(注2) [G・F] およびその細分類記号の場合には、ハイフン記号を粒度の良否を表すW, Pなどで置き換え、[GWF], [GPC] などのようにすることができる。[S・F]およびその細分類記号の場合も同様である。

(注3)
$$U_c = \frac{D_{60}}{D_{10}}, U'_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$$

(注4) ゴシック文字は大分類、{} は簡易分類、[] は中分類、() は細分類である。

6-7 変形量、変形率

1) 変形量

変形量は Spangler の式により次のようになります。

$$Y = \frac{F_d \cdot F_k (W + W') \cdot R^3}{E \cdot I + 0.061 \cdot E' \cdot R^3}$$

ここにおいて

Y : 水平変形量 (m)

F_d : 変形遅れ係数

内圧管として用いなく、十分締め固めを実行しない場合には、1.25～1.5が普通です。

F_k : 支持角により決まる定数

埋設管では一般に支持角が0°となるような施工はされません。

締め固めが十分でない通常の施工でも土基礎では30°～60°前後の支持角が期待されます。

<F_kの標準値>

支持角(2θ)	0°	30°	60°	90°	120°	180°
F _k	0.110	0.108	0.102	0.096	0.090	0.083

W : 鉛直土圧による荷重 (N/m)

W' : 車輛による荷重 (N/m)

R : 管の平均半径 R=(外径+内径)/4 (m)

E : 管材のヤング率 (N/m²)

I : 管壁の断面2次モーメント (m⁴/m)

E' : 埋戻土又は盛土の反力係数 (N/m²)

■ トータクドレンNの諸元

呼び径	外径 D (m)	内径 d (m)	平均半径 R (m)	管のE・I (N・m)
50	0.0605	0.0510	0.0279	0.6
75	0.0880	0.0770	0.0413	1.4
100	0.1120	0.1010	0.0533	1.6
150	0.1630	0.1500	0.0783	2.5
200	0.2208	0.2020	0.1057	9.3
300	0.3250	0.3000	0.1563	37.3

トータクドレンNのE・Iは5%圧縮試験の規格強度を用い、次式から算出しました。

$$E \cdot I = 0.1488 \times \frac{W \times R^3}{0.05 \times D} \quad (\text{N} \cdot \text{m})$$

ここにおいて、

W : 単位長さ当りの荷重 (N/m)

R : 平均半径 (m)

D : 外径 (m)

2) 変形率

変形率は次式により求められます。

$$Z = \frac{Y}{D} \times 100 \text{ (\%)}$$

ここにおいて、
 Z : 変形率 (％)
 Y : 変形量 (m)
 D : 管の外径 (m)

3) 許容変形率

トータクドレンNは、水平たわみ量が一定値を超えることがないように設計すべきであるとの考え方であります。さらに、接続部の安全性及び通水断面の確保を考慮して許容変形率は管外径の8%としています。

6-8 許容荷重

トータクドレンNの許容荷重（土圧＋活荷重）は、許容変形率（8%）から次式により求めます。

$$W_1 = \frac{Y' \cdot (E \cdot I + 0.061 \cdot E' \cdot R^3)}{F_d \cdot F_k \cdot R^3}$$

ここにおいて、

W₁ : 許容荷重 (N/m)
 Y' : 許容変形量 (m) Y'=0.08D
 D : 管の外径 (m)

W₁ は、パイプ単位長さ当りの許容荷重を示し、W₂ = $\frac{W_1}{D}$ は、単位面積当りの許容荷重を示します。

■許容荷重

呼び径	外径 D (m)	内径 d (m)	E・I N・m {kgf・cm}	各埋設条件時の許容荷重			
				E'	kN/m ²	4903	6865
					{ kgf/cm ² }	50	70
					F _d	1.50	1.25
F _k	0.108	0.090					
50	0.0605	0.051	1 { 6 }	W ₁	kN/m {tf/m}	10 { 0.99 }	13 { 1.36 }
				W ₂	kN/m ² {tf/m ² }	161 { 16.43 }	220 { 22.45 }
75	0.088	0.077	1 { 14 }	W ₁	kN/m {tf/m}	14 { 1.41 }	19 { 1.94 }
				W ₂	kN/m ² {tf/m ² }	157 { 16.05 }	216 { 22.07 }
100	0.112	0.101	2 { 16 }	W ₁	kN/m {tf/m}	17 { 1.75 }	24 { 2.42 }
				W ₂	kN/m ² {tf/m ² }	153 { 15.59 }	212 { 21.61 }
150	0.163	0.150	3 { 26 }	W ₁	kN/m {tf/m}	25 { 2.50 }	34 { 3.48 }
				W ₂	kN/m ² {tf/m ² }	150 { 15.33 }	209 { 21.35 }
200	0.2208	0.202	9 { 95 }	W ₁	kN/m {tf/m}	33 { 3.41 }	47 { 4.74 }
				W ₂	kN/m ² {tf/m ² }	152 { 15.46 }	211 { 21.48 }
300	0.325	0.300	37 { 380 }	W ₁	kN/m {tf/m}	50 { 5.06 }	69 { 7.01 }
				W ₂	kN/m ² {tf/m ² }	152 { 15.55 }	212 { 21.58 }

6-9 各種条件による変形率の計算例

1) 溝型の埋設条件

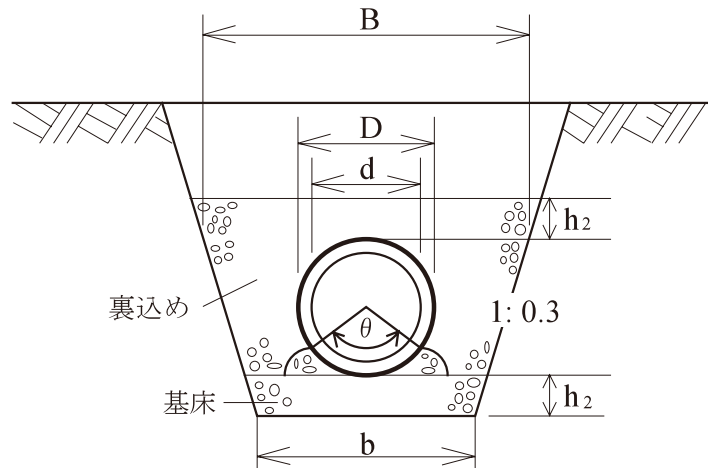
地盤は良好地盤とする。

(1) 埋設条件

項目	施工方法	
	(1)	(2)
トラック荷重	T-25	T-25
基床材料	荒目砂	単粒度砕石4号または5号
裏込め材料		
土の反力係数 (E')	4900 kN/m ² (転圧十分) {50 kgf/cm ² }	6860 kN/m ² {70 kgf/cm ² }
変形遅れ係数 (Fd)	1.5	1.5
支持角による定数 (Fk)	*0.108 (支持角90°)	*0.108 (支持角90°)

※支持角90°の時のFkは0.096ですが、安全をみて支持角30°の時の値を用いて計算します。

埋設断面



(2) 埋設断面 寸法

呼び径	外径 D (mm)	内径 d (mm)	施工方法 (1)、(2)			
			管頂掘り幅 B (cm)	基床掘り幅 b (cm)	基床厚さ及び管頂からの裏込め高さ h ₂ (cm)	必要量 (m ³ /10m) 基床裏込め材料
50	60.5	51.0	40	30	10	0.96
75	88.0	77.0	41	30		1.06
100	112.0	101.0	48	35		1.29
150	163.0	150.0	56	40		1.65
200	220.8	202.0	69	50		2.28
300	325.0	300.0	99	70	15	4.78

※施工方法(1)と(2)は基床・裏込め材料と転圧の度合に違いがあり、埋設断面寸法は同じです。

2) 逆突出型の埋設条件

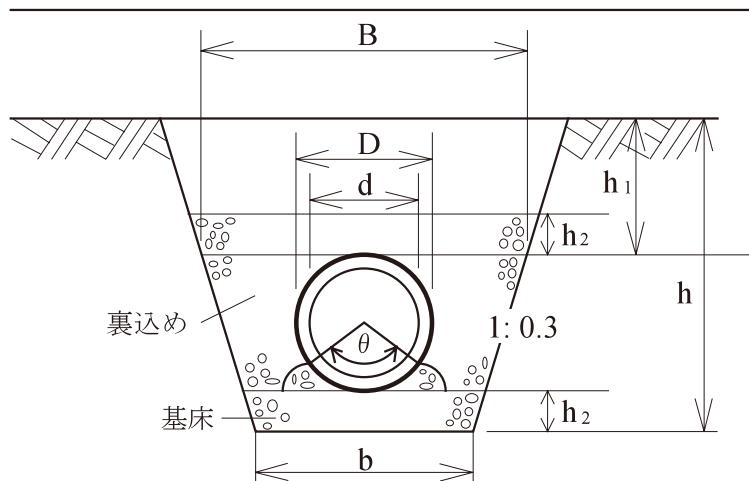
地盤は良好地盤とする。

(1) 埋設条件

項目	施工方法	
	(1)	(2)
トラック荷重	T-25	T-25
基床材料	荒目砂	単粒度碎石4号または5号
裏込め材料		
土の反力係数 (E')	4900 kN/m ²	6860 kN/m ²
	{50 kgf/cm ² } (転圧十分)	{70 kgf/cm ² }
変形遅れ係数 (F d)	1.5	1.5
支持角による定数 (F k)	*0.108 (支持角90°)	*0.108 (支持角90°)

※支持角90°の時のF kは0.096ですが、安全をみて支持角30°の時の値を用いて計算します。

埋設断面図



(2) 埋設断面 寸法

呼び径	外径 D (mm)	内径 d (mm)	施工方法 (1)、(2)						必要量 (m ³ /10m)		
			管頂 掘り幅 B (cm)	基床 掘り幅 b (cm)	溝 深さ h (cm)	管頂～ 現地盤 の距離 h ₁ (cm)	基床厚さ 及び管頂 からの裏 込め高さ h ₂ (cm)	掘削量	基床 裏込め 材料	良質土	
50	60.5	51.0	40	30	46	30	10	2.01	0.96	1.03	
75	88.0	77.0	41	30	49	30		2.19	1.06	1.08	
100	112.0	101.0	48	35	51	30		2.57	1.29	1.18	
150	163.0	150.0	56	40	56	30		3.18	1.65	1.33	
200	220.8	202.0	69	50	62	30		4.25	2.28	1.62	
300	325.0	300.0	99	70	78	30	15	7.29	4.78	1.74	

※施工方法(1)と(2)は基床・裏込め材料と転圧の度合に違いがあり、埋設断面寸法は同じです。

3) 突出型の埋設条件

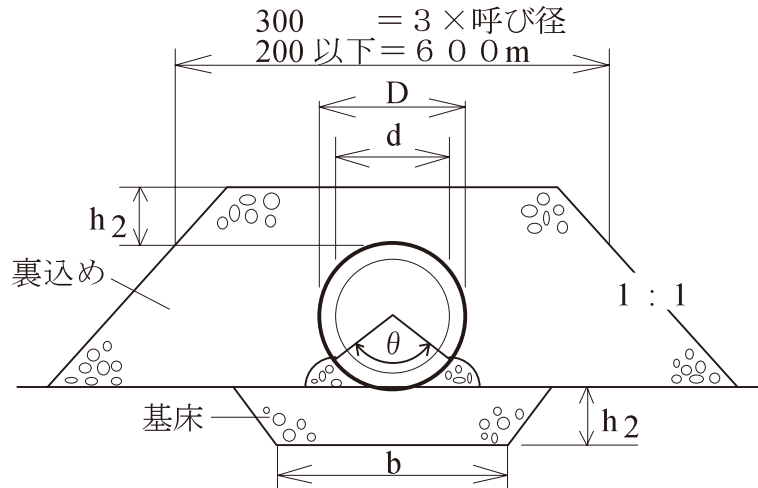
地盤は良好地盤とする。

(1) 埋設条件

項目	施工方法	
	(1)	(2)
トラック荷重	T-25	T-25
基床材料	荒目砂	単粒度碎石4号または5号
裏込め材料		
土の反力係数 (E')	4900 kN/m ² {50 kgf/cm ² } (転圧十分)	6860 kN/m ² {70 kgf/cm ² }
変形遅れ係数 (F _d)	1.5	1.5
支持角による定数 (F _k)	*0.108 (支持角90°)	*0.108 (支持角90°)

※支持角90°の時のF_kは0.096ですが、安全をみて支持角30°の時の値を用いて計算します。

埋設断面



(2) 埋設断面 寸法

呼び径	外径 D (mm)	内径 d (mm)	施工方法 (1)、(2)		
			基床掘幅 b (cm)	基床厚さ及び 管頂からの 裏込め高さ h ₂ (cm)	基床・裏込め 材 料 必要量 (m ³ /10m)
50	60.5	51.0	30	10	1.28
75	88.0	77.0	30		1.45
100	112.0	101.0	35		1.66
150	163.0	150.0	40		2.05
200	220.8	202.0	50		2.56
300	325.0	300.0	70	15	5.61

※施工方法 (1) と (2) は基床・裏込め材料と転圧の度合に違いがあり、埋設断面寸法は同じです。

4) 各埋設方法による変形率と許容土被りの計算例

施工方法により、変形率及び許容土被りは次のようになります。(許容変形率=8%、T-25)

(1) 溝型 (傾斜掘)

【施工方法1】 (基床・裏込め材料=荒目砂、 $E' = 4900 \text{ kN/m}^2$) (%)

呼び径 土被り	0.3m	0.5m	0.6m	0.7m	1.0m	1.2m	1.5m	2.0m	3.0m	4.0m	5.0m
50	6.9	4.8	4.2	3.8	3.0	2.7	2.4	2.1	1.8	1.7	1.5
75	7.0	4.9	4.3	3.9	3.1	2.8	2.5	2.2	1.9	1.7	1.6
100	7.3	5.1	4.5	4.0	3.2	2.9	2.6	2.3	2.1	1.9	1.8
150	7.4	5.2	4.5	4.1	3.3	3.0	2.7	2.5	2.2	2.1	2.1
200	7.3	5.1	4.5	4.1	3.3	3.0	2.8	2.5	2.4	2.3	2.3
300	7.3	5.1	4.5	4.1	3.3	3.1	2.9	2.7	2.6	2.7	2.8

【施工方法2】 (基床・裏込め材料=単粒度碎石、 $E' = 6860 \text{ kN/m}^2$) (%)

呼び径 土被り	0.3m	0.5m	0.6m	0.7m	1.0m	1.2m	1.5m	2.0m	3.0m	4.0m	5.0m
50	5.0	3.5	3.1	2.8	2.2	2.0	1.8	1.6	1.3	1.2	1.1
75	5.1	3.6	3.1	2.8	2.3	2.0	1.8	1.6	1.4	1.2	1.2
100	5.2	3.7	3.2	2.9	2.3	2.1	1.9	1.7	1.5	1.4	1.3
150	5.3	3.7	3.3	2.9	2.4	2.2	2.0	1.8	1.6	1.5	1.5
200	5.3	3.7	3.3	2.9	2.4	2.2	2.0	1.8	1.7	1.7	1.7
300	5.2	3.7	3.3	2.9	2.4	2.2	2.1	1.9	1.9	2.0	2.0

(2) 逆突出型 (傾斜掘)

【施工方法1】 (基床・裏込め材料=荒目砂、 $E' = 4900 \text{ kN/m}^2$) (%)

呼び径 土被り	0.3m	0.5m	0.6m	0.7m	1.0m	1.2m	1.5m	2.0m	3.0m	4.0m	5.0m
50	6.9	4.8	4.2	3.8	3.0	2.7	2.5	2.3	2.3	2.5	2.8
75	7.0	4.9	4.3	3.9	3.1	2.8	2.6	2.3	2.3	2.6	2.9
100	7.3	5.1	4.5	4.0	3.2	2.9	2.7	2.5	2.5	2.7	3.1
150	7.4	5.2	4.5	4.1	3.3	3.0	2.8	2.6	2.6	2.9	3.3
200	7.3	5.1	4.5	4.1	3.3	3.0	2.8	2.6	2.7	3.0	3.4
300	7.3	5.1	4.5	4.1	3.3	3.1	2.9	2.7	2.8	3.2	3.7

【施工方法2】 (基床・裏込め材料=単粒度碎石、 $E' = 6860 \text{ kN/m}^2$) (%)

呼び径 土被り	0.3m	0.5m	0.6m	0.7m	1.0m	1.2m	1.5m	2.0m	3.0m	4.0m	5.0m
50	5.0	3.5	3.1	2.8	2.2	2.0	1.8	1.7	1.7	1.8	2.0
75	5.1	3.6	3.1	2.8	2.3	2.1	1.9	1.7	1.7	1.9	2.1
100	5.2	3.7	3.2	2.9	2.3	2.1	1.9	1.8	1.8	2.0	2.2
150	5.3	3.7	3.3	2.9	2.4	2.2	2.0	1.8	1.9	2.1	2.4
200	5.3	3.7	3.3	2.9	2.4	2.2	2.0	1.9	1.9	2.2	2.5
300	5.2	3.7	3.3	2.9	2.4	2.2	2.1	2.0	2.0	2.3	2.6

(3) 突出型

【施工方法1】 (基床・裏込め材料=荒目砂、 $E' = 4900 \text{ kN/m}^2$) (%)

呼び径 土被り	0.3m	0.5m	0.6m	0.7m	1.0m	1.2m	1.5m	2.0m	3.0m	4.0m	5.0m
50	6.8	4.7	4.2	3.8	3.0	2.8	2.6	2.4	2.6	3.0	3.4
75	7.0	4.9	4.3	3.8	3.1	2.9	2.6	2.5	2.7	3.1	3.5
100	7.2	5.0	4.4	4.0	3.2	2.9	2.7	2.6	2.8	3.1	3.6
150	7.3	5.1	4.5	4.0	3.3	3.0	2.8	2.6	2.8	3.2	3.7
200	7.3	5.1	4.5	4.0	3.2	3.0	2.8	2.6	2.8	3.2	3.7
300	7.3	5.1	4.4	4.0	3.2	3.0	2.8	2.6	2.8	3.2	3.7

【施工方法2】 (基床・裏込め材料=単粒度碎石、 $E' = 6860 \text{ kN/m}^2$) (%)

呼び径 土被り	0.3m	0.5m	0.6m	0.7m	1.0m	1.2m	1.5m	2.0m	3.0m	4.0m	5.0m
50	5.0	3.5	3.0	2.7	2.2	2.0	1.9	1.8	1.9	2.2	2.5
75	5.1	3.5	3.1	2.8	2.3	2.1	1.9	1.8	1.9	2.2	2.6
100	5.2	3.6	3.2	2.9	2.3	2.1	2.0	1.9	2.0	2.3	2.6
150	5.3	3.7	3.2	2.9	2.3	2.2	2.0	1.9	2.0	2.3	2.7
200	5.2	3.6	3.2	2.9	2.3	2.1	2.0	1.9	2.0	2.3	2.7
300	5.2	3.6	3.2	2.9	2.3	2.1	2.0	1.9	2.0	2.3	2.7

7. トータクドレンNの埋設・施工

トータクドレンNはたわみ性パイプであり、周囲の土と協力して鉛直荷重を支えています。従って側面の抵抗土圧が働くように砕石を用いてパイプ周辺を裏込めし、十分均一に締め固めを行うことが必要です。もし、不良材料（凍結した土砂、草、芝、木根、その他有機物を多く含む土等）で裏込めしたり、締め固めを怠った場合には、側面抵抗が働かずパイプのたわみ性を有効に活用することはできません。



又、不良材料で裏込めを行うと集水不良の原因ともなりますので、裏込めには圧縮性が少なく締め固めやすい砂を使用して下さい。裏込め材の適切な選択と適正な施工によって、はじめてトータクドレンN特有の特性を発揮します。

7-1 掘削

普通地盤、またはよく締め固めた盛土を掘削してパイプを埋設する場合の溝は、継手の接続作業及び締め固めが完全に出来る範囲内で、出来るだけ幅を小さくし、かつ、土質その他の条件が許す限り、壁面を鉛直かまたはそれに近づけて下さい。

このことは、工費が少なくすむ点や、溝の高さが一定ならば溝幅が小さいほど管に加わる土圧は小さくなる（Marstonの公式による）という点からも、溝幅を小さく壁面を鉛直に掘削して埋設することは有利となります。

しかし、軟弱地盤を掘削して埋設する場合や、盛土後すぐに掘削して埋設する場合等は、裏込め材の支持力が十分に発揮できるように溝幅を大きくしなければなりません。

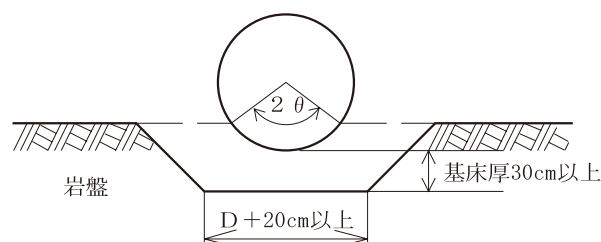
7-2 管体の基礎工法

管体の基礎工法は管体の設計条件、基礎の土質、地下水の状態、施工方法や経済性を考慮して、適切な工法を選定しなければなりません。

1) 岩盤の場合

敷設地盤が岩盤で堅固な場合、パイプを直に敷設すると不陸が生じ、集中荷重を受けて、パイプが折損したり、破損したりします。

よって、余掘りを行い、砂で置換し、十分に締め固めた基床を設けて下さい。



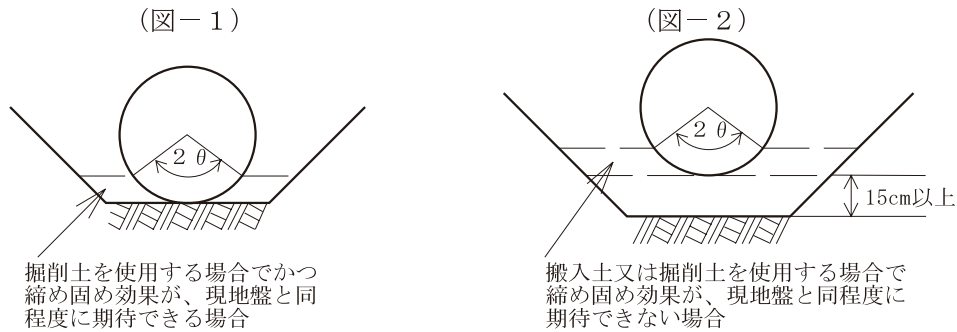
2) 良好地盤の場合

均一な土質で、支持力の均等性が高い場合を良好地盤といいます。

現地盤の状態が、パイプを直接敷設しても支障がなく、掘削土の使用により締め固め効果が十分期待できる場合です。(図-1)

なお、現地盤に岩盤を含み、直接敷設するとパイプに支障がある場合や、施工性(湧水など)から締め固め効果が十分に期待できない場合には、15cm以上の基床を設けて下さい。

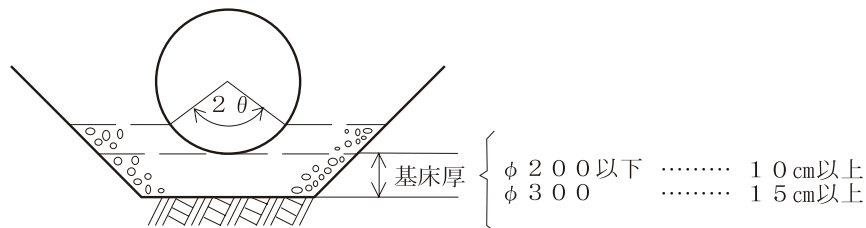
(図-2)



3) 普通地盤の場合

土層が互いに層をなし、支持力の均等性が悪い地盤を普通地盤といいます。

普通地盤では、一般に基礎地盤の支持力の均等性が異なる等から、不等沈下が起こる可能性があります。このため、パイプに作用する荷重を均等に支持できる良質な基礎材料(砂)で支持層を設ける必要があります。厚さはパイプ径により異なりますので、次の数字を参考にして下さい。



4) 軟弱地盤の場合

軟弱地盤は、次の値を目安とする。

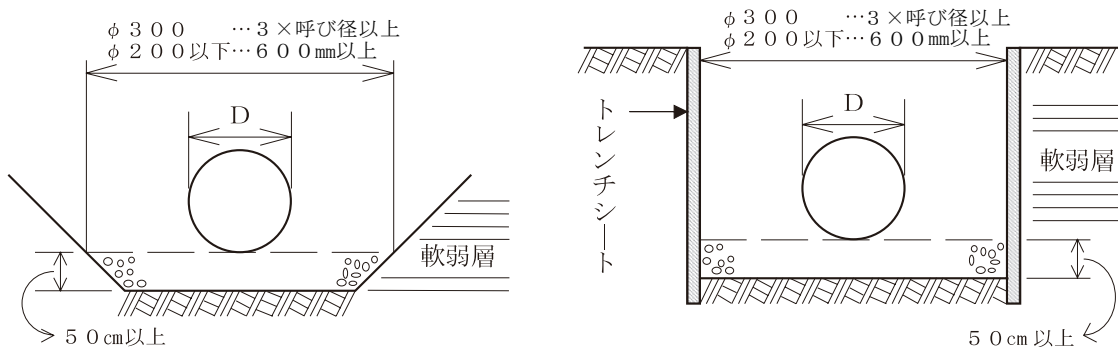
粘性土 … $N \leq 4$ (N:標準貫入試験値)

砂質土 … $N \leq 10$

軟弱地盤、その他不適當(草、芝、木、根、その他有機物を多く含む)と思われる地盤では、パイプの支持と、地盤の改良(置換)を考慮して下さい。

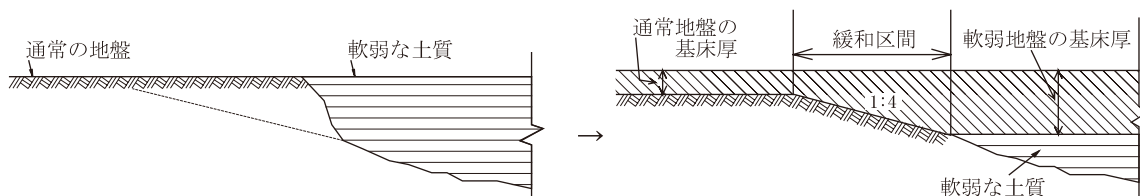
基床幅: φ 300 … 3 × 呼び径以上、φ 200 以下 … 600 mm 以上

基床厚: 50 cm 以上



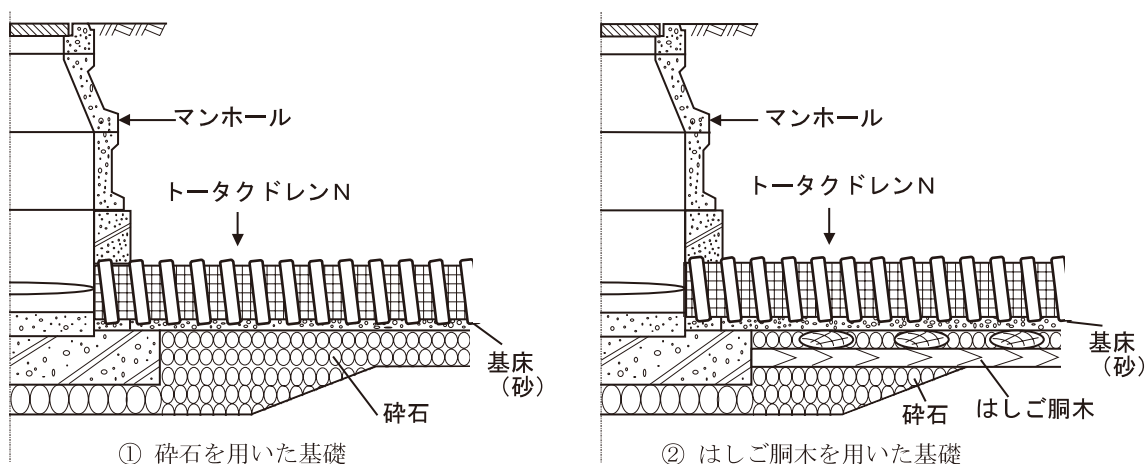
5) 長さ方向に地盤が変化している場合

長さ方向に地盤が変化している場合にはそのおのおの部分の地盤によってそれぞれに規定する基床を設けて下さい。なお、地盤及び基床高の急激な変化を避けるために緩和区間を設けることが必要で、基床の底面に1：4程度の勾配を設けて下さい。



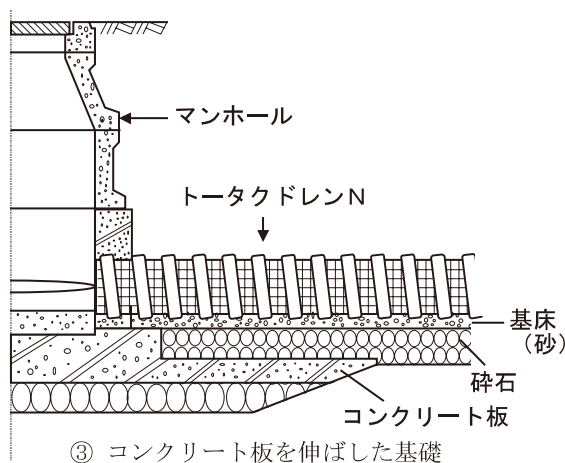
6) マンホール際等の基礎

マンホールと管路との接続部分で不等沈下が生じないように、相互の基礎の支持力にバランスを持たせるため次のような基礎を施して下さい。特に盛土地盤内に埋設する場合は大きな不等沈下が発生する恐れがありますので、③の「コンクリート板を伸ばした基礎」を設けて下さい。



① 砕石を用いた基礎

② はしご胴木を用いた基礎



③ コンクリート板を伸ばした基礎

7-3 標準埋設断面

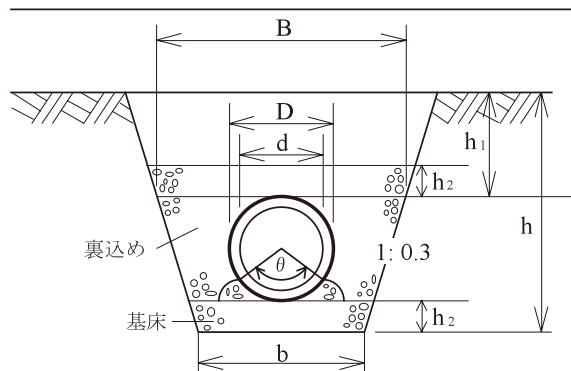
良好地盤における標準断面を次に示します。

1) 溝型、逆突出型

次表の「必要量」は逆突出型の場合です。溝型については深さにより断面が変わるため、「基床・裏込め材料」のみを参考にしてください。

■良好地盤における標準断面寸法

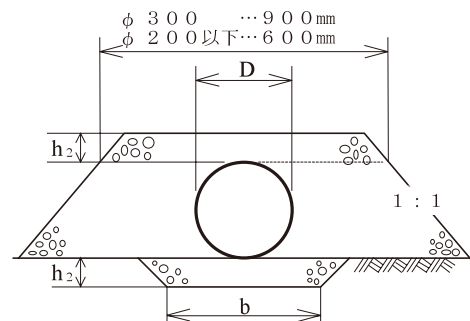
呼び径	外径 D (mm)	内径 d (mm)	施工方法 (1)、(2)					必要量 (m ³ /10m)		
			管頂掘り幅 B (cm)	基床掘幅 b (cm)	溝深さ h (cm)	管頂～ 現地盤 の距離 h ₁ (cm)	基床厚さ 及び管頂 からの裏 込め高さ h ₂ (cm)	掘削量	基床 裏込め 材料	良質土
50	60.5	51.0	40	30	46	30	10	2.01	0.96	1.03
75	88.0	77.0	41	30	49	30		2.19	1.06	1.08
100	112.0	101.0	48	35	51	30		2.57	1.29	1.18
150	163.0	150.0	56	40	56	30		3.18	1.65	1.33
200	220.8	202.0	69	50	62	30		4.25	2.28	1.62
300	325.0	300.0	99	70	78	30	15	7.29	4.78	1.74



2) 突出型

■良好地盤における標準断面寸法

呼び径	外径 D (mm)	内径 d (mm)	施工方法 (1)、(2)			必要量 (m ³ /10m)
			基床掘幅 b (mm)	基床厚さ及び 管頂からの 裏込め高さ h ₂ (mm)	基床・裏込め 材料	
50	60.5	51.0	30	10	1.28	
75	88.0	77.0	30		1.45	
100	112.0	101.0	35		1.66	
150	163.0	150.0	40		2.05	
200	220.8	202.0	50		2.56	
300	325.0	300.0	70	15	5.61	



7-4 施工手順

1) 溝型、逆突出型の場合

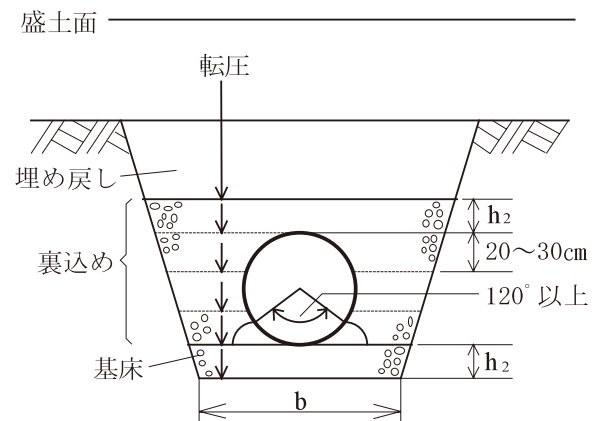
- ① 掘削 通常の地盤または、よく締め固めた盛土を掘削し、パイプを埋設する場合の溝は、裏込めの締め固めにさしつかえない程度で、できるだけ
- (1) 幅を小さくする。
 - (2) 深さを深くする。
 - (3) 壁面をなるべく鉛直にする。
 - (4) 標準掘削断面を参考に、掘削底面が平らになるようにする。
- ② 基床 基床材料 : 荒目砂、または碎石
 基床厚さ(h₂) : 7-3標準埋設断面を参照してください。
 締め固め : 偏圧を受けないようにバイプロプレート等を使用して十分締め固めを行って下さい。
- ③ 配管 パイプが溝の中心になるように配置して下さい。
- ④ 裏込め 裏込め材料 : 荒目砂、または碎石
 裏込め高さ(h₂) : 7-3標準埋設断面を参照してください。

(注1) ... 管底側部は裏込め材料がまわり込みにくく、締め固め不足が生じやすいので、裏込め材料を盛りつけ、足つきまたは突き棒等でよく突き固めて下さい。
 (下図 120° 以上の部分)

(注2) ... 管頂まで埋め戻した後、偏圧を受けないように十分に締め固める作業を行い、最後に管頂(h₂)をこえるまで裏込みを行って下さい。転圧は溝サイドから行い、最後にパイプ中心を行うようにして下さい。

- ⑤ 埋め戻し 埋め戻し材料 : 良質土で
 現地盤まで埋め戻して下さい。
- ⑥ 盛土 必要高さまで盛土を行って下さい。

(注3) 締め固めが不十分な時に重機が通らないようにして下さい。



2) 突出型の場合

- ① 基床 基床材料 : 荒目砂、または碎石
 基床厚さ(h₂) : 7-3標準埋設断面を参照してください。
 締め固め : 偏圧を受けないようにバイプロプレート等を使用して十分締め固めを行って下さい。
- ② 配管 パイプが溝の中心になるように配置して下さい。

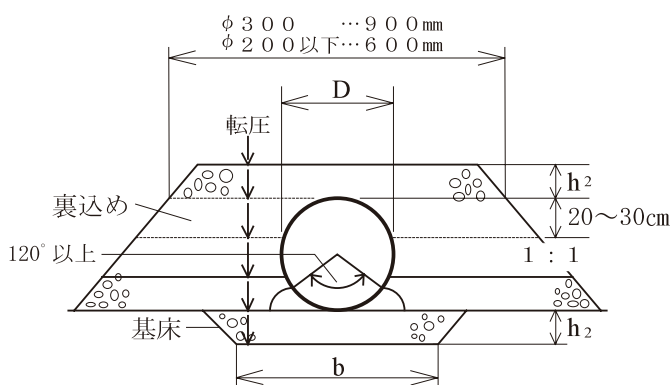
- ③ 裏込め 裏込め材料 : 荒目砂、または砕石
 裏込め範囲 : 両側にパイプ径に相当する範囲
 裏込め高さ(h₂): 7-3標準埋設断面を参照してください。

(注1) ... 管底側部は裏込め材料がまわり込みにくく、締め固め不足が生じやすいので、裏込め材料を盛りつけ、足づきまたは突き棒等によく突き固めて下さい。
 (下図 120° 以上の部分)

(注2) ... 管頂まで埋め戻した後、偏圧を受けないよう十分に締め固める作業を行い、最後に管頂(h₂)をこえるまで裏込みを行って下さい。転圧は溝サイドから行い、最後にパイプ中心を行うようにして下さい。尚、裏込め部の周辺の締め固めも重要です。入念に締め固めて下さい。

- ④ 盛土 必要高さまで盛土
 を行って下さい。

(注3) 締め固めが不十分な時に重機が通らないようにして下さい。



7-5 土砂の流出防止について

パイプの取水口から大量の土砂が流入する可能性がある場合は、集中豪雨により、地区内のみならず、地区外にまで流出土砂による被害を及ぼします。又、多量の土砂により、パイプ内面の損傷も引き起こします。よって、これを防止する対策が必要となります。

つまり、流出土砂を地区内で締め切って留め、流下する水だけを外に流せばよく、取水口の回りに、土砂をせき止めて、濾過する機能を設けて下さい。

8. 敷設標準歩掛り

(100m当り)

項目	呼び径	50	75	100	150	200	300
定尺		20	20	20	20	20	4
敷設歩掛り (1 + 2) (人工)		0.099	0.099	0.141	0.182	0.365	1.042
1. 配管歩掛り (人工)		0.063	0.063	0.104	0.146	0.292	0.521
2. 接続歩掛り (人工)		0.036	0.036	0.036	0.036	0.073	0.521

- 注1. 製品の定尺は呼び径50~200が20m、呼び径300が4mです。
 2. 平坦地での敷設歩掛りですので、現場の状況により割増して下さい。
 3. 小運搬は20m程度を含みます。
 4. 職種は普通作業員です。
 5. 接続ヶ所は、100m当たり呼び径200以下は平均5ヶ所、呼び径300は平均25ヶ所とします。

9. 排水設計例

9-1 グラウンドの排水設計例

運動施設の舗装は、その性格上表面を平滑にする必要があり、かつ表面排水勾配に限界がある。従って、快適な競技が出来るように舗装の状態を一定に保つためには、地下排水によってできる限り速やかで均等な排水を促すことが必要である。

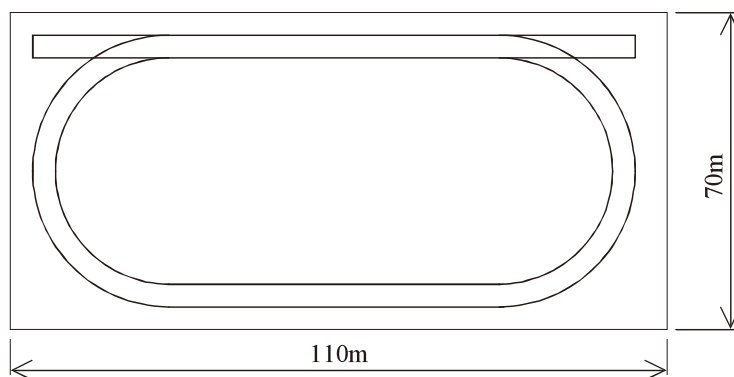
地下排水は、運動施設の規模及び内容、立地条件、舗装の特性、荷重及び経済性などを十分考慮して設計する。

※建設省都市局公園緑地課 監修
都市公園技術標準解説書 運動施設編による
((社)日本公園緑地協会：発行)

1) 設計例-1 グラウンドの排水設計

設計内容

現場：宮崎県
規模：下図参照
面積：7700m²



設計は「都市公園技術標準解説書 運動施設編 建設省都市局公園緑地課監修」に基づいて行う。

(1) 地下排水量の算定式

暗渠排水量の算出は次式によって求める。

$$Q = \frac{R \times C}{D \times 8.64} \quad \text{ここに、}$$

Q：単位面積当り地下排水量 (ℓ / (sec・ha))
R：日雨量 (mm/day)
C：雨水浸透率
D：排除日数 (day)

(2) 設計条件

イ. 日雨量..... 標準では地域により50mm、100mm、150mmの3通りが示されているが、日降水量が20年間100mm以上の総日数と次表により日数を推定し、50mm、100mm、150mmのいずれかを用いる。宮崎市では1951年から1970年までの20年間で日降水量100mm以上の総日数が61日であるため当グラウンドにおいては、150mm/dayを用いる。

(p 39の「日降雨量100mm以上の総日数」参照)

■日雨量の決定

日雨量100mm以上の日数	4日/20年	5日/20年	40日/20年
	1日/5年	~39日/20年	2日/年≒1日/最多雨月
R	50mm	100mm	150mm

- ロ. 雨水浸透率..... 非全天候型舗装では、浸透した雨水の全てが地下浸透するのではなく、土壌・芝生に保水されたり蒸散され、雨量の約15%が暗渠排水雨量となる。
- ハ. 排除日数..... 雨がやんだ後、すぐ使用できるのが望ましいが、地表水进行处理し、表面がある程度硬化し競技に支障を来さなくなるまでの時間と、集中的に降ることを考えて排除日数は0.5dayを用いる。
(但し、計画の規模内容によっては、1日排除としても差し支えない。)

(3) 地下排水量の算出

$$Q = \frac{150 \times 0.15}{0.5 \times 8.64} = 5.21 \quad (\ell / (\text{sec} \cdot \text{ha}))$$

グラウンドの総面積が 7700m² であるから排水量Qは、

$$Q = 5.21 (\ell / (\text{sec} \cdot \text{ha})) \times 0.77 (\text{ha}) = 4.01 (\ell / \text{sec}) \quad \text{となる。}$$

(4) トータクドレンNの排水量

トータクドレンNの排水量は、Manningの公式によって求める。

$$Q = \frac{1}{2} \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot I^{\frac{1}{2}} \cdot A$$

ここに、

Q : 流量 n : 粗度係数 R : 動水半径 I : 動水勾配 A : 断面積

満水状態におけるトータクドレンNの流速、流量を計算しますと、次表のようになります。

■ トータクドレンN流速・流量表

呼び径 項目 勾配 単位	50		75		100		150		200		300	
	流速 m/sec	流量 ℓ/sec	流速 m/sec	流量 ℓ/sec	流速 m/sec	流量 ℓ/sec	流速 m/sec	流量 ℓ/sec	流速 m/sec	流量 ℓ/sec	流速 m/sec	流量 ℓ/sec
1 / 100	0.39	0.80	0.51	2.39	0.61	4.93	0.80	14.14	0.98	31.27	1.11	78.57
1 / 200	0.28	0.56	0.36	1.69	0.43	3.48	0.57	10.00	0.69	22.11	0.79	55.56
1 / 300	0.23	0.46	0.30	1.38	0.35	2.84	0.46	8.16	0.56	18.06	0.64	45.36
1 / 400	0.19	0.40	0.26	1.19	0.31	2.46	0.40	7.07	0.49	15.64	0.56	39.28
1 / 500	0.17	0.36	0.23	1.07	0.27	2.20	0.36	6.32	0.44	13.99	0.50	35.14
1 / 600	0.16	0.33	0.21	0.98	0.25	2.01	0.33	5.77	0.40	12.77	0.45	32.08
1 / 700	0.15	0.30	0.19	0.90	0.23	1.86	0.30	5.35	0.37	11.82	0.42	29.70
1 / 800	0.14	0.28	0.18	0.84	0.22	1.74	0.28	5.00	0.35	11.06	0.39	27.78
1 / 900	0.13	0.27	0.17	0.80	0.20	1.64	0.27	4.71	0.33	10.42	0.37	26.19
1 / 1000	0.12	0.25	0.16	0.76	0.19	1.56	0.25	4.47	0.31	9.89	0.35	24.85
1 / 2000	0.09	0.18	0.11	0.53	0.14	1.10	0.18	3.16	0.22	6.99	0.25	17.57

(5) 排水勾配の決定

グラウンドの地表勾配許容傾斜度は、トラックなどにおいては幅で1/100、走る方向で1/1000以下と制限されており、勾配は流速と関係するが、急でも緩やかでも不経済となる。従って、グラウンドの排水勾配は1/300~1/500程度が理想的と言える。当グラウンドにおいて、排水勾配は平均1/500とする。

(6) 幹線口径の決定

トータクドレンNの排水量は満流時における流量である故、安全率を2倍見る。

従って、(3)で算出された地下排水量 $Q = 4.01 (\ell / \text{sec}) \times 2.0 = 8.02 (\ell / \text{sec})$ となり、これを1/500

勾配で排水するとして可能な口径を決定する。(4)のManningの公式により求めたトータクドレンNの排水量は表より勾配1/500時、13.99(l/sec)のφ200が適当である。

(7)埋設間隔

排水によって地下水が影響を受ける水平距離は一般に土壌の透水係数、水位低下量、透水層の厚さや広がり等の影響を受け、定まった値ではないが、粘土等の難透水性土壌における埋設間隔は5～10mとされている。

また、過去の実績から勘定して、舗装面の均等な浸透を計るために、下表を標準値として考えることができる。

■埋設間隔の決定

	深さH (m)	間隔D (m)
舗装に中・下層がある場合	舗装下に接して	10～20
表層(芝生等)のみで 中・下層がない場合	0.6～1.2	(芝生)15～20 (土) 8～15

当グラウンドにおいて埋設間隔は10mを取る。

(8)支線口径の決定

支線の集水面積は配置間隔によって異なるが、例えば集水面積が小さく、小口径で排水可能な流量であっても、支線の口径については集まった水を単に流すという事より吸水断面積を大きくする事により、吸水孔率を高める事に重点を置く必要がある。

この点から、口径は100mm程度が望ましい。

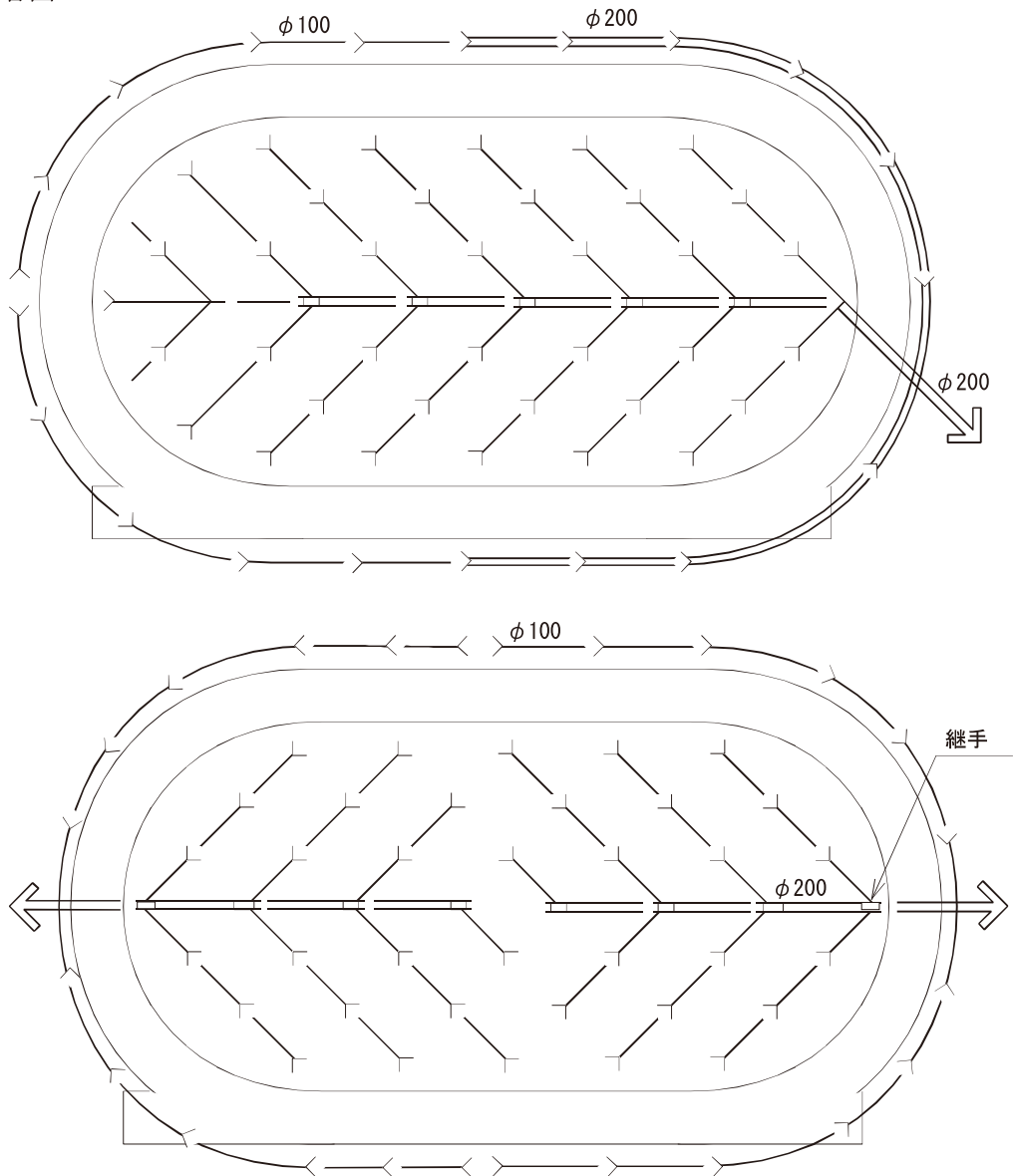
(吸水断面が小さすぎると水頭損失が大きく、吸水孔率が低下する)

■日降雨量100mm以上の総日数(理科年表より)

県名	地名	日	県名	地名	日	県名	地名	日	県名	地名	日
北海道	稚内	3	茨城	水戸	10	長野	長野	0	広島	広島	16
	羽幌	1	栃木	宇都宮	10		松本	2	山口	下関	23
	旭川	4	群馬	前橋	8		軽井沢	4	徳島	徳島	34
	網走	0	埼玉	熊谷	8		飯田	14	香川	高松	10
	札幌	3	千葉	銚子	14	愛知	名古屋	16	愛媛	松山	10
	帯広	2	東	東京	11	岐阜	高山	11	高	高知	72
	釧路	6		大島	66	岐阜	岐阜	23	知	足摺	46
	根室	4	京	八丈島	64	三	津	22	知	室戸岬	54
	寿都	4	神奈川	横浜	15	重	尾鷲	19	福岡	福岡	32
	浦河	2	山梨	甲府	6	滋賀	彦根	15	佐賀	佐賀	26
	函館	4	新	相川	6	京都	京都	21	長	長崎	41
	青森	①青森	1	新	新潟	3	大阪	②大阪	16	崎	巖原
岩手	盛岡	3	潟	高田	11	奈良	③奈良	10	崎	④福江	26
宮城	宮古	16	富山	富山	5	和歌山	和歌山	21	大分	大分	29
宮城	仙台	8	石	輪島	17		潮岬	68	熊本	熊本	44
秋田	秋田	4	川	金沢	12	兵庫	神戸	20	宮崎	宮崎	61
山形	酒田	9	福	福井	14	鳥取	鳥取	13	鹿児島	鹿児島	55
	山形	1	井	敦賀	16	島	西郷	18		名瀬	82
福島	福島	4	静	浜松	28	根	浜田	16	沖縄	那覇	47
	小名浜	9	岡	静岡	52	岡山	岡山	2			

注) 1951年から1970年までの総日数。但し、①青森は1956～1970、②大阪は1951～1967、③奈良は1954～1970、④福江は1962～1970年の総日数

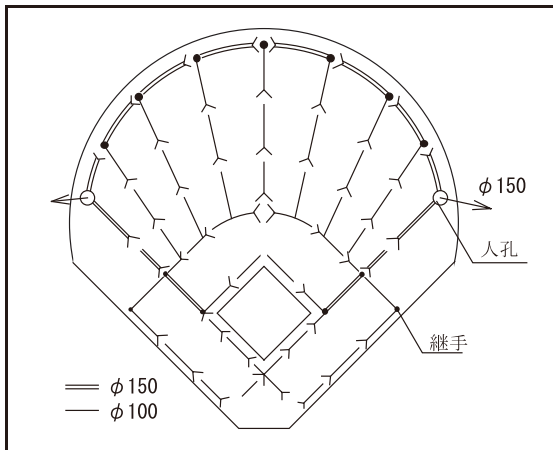
(9) 配管図



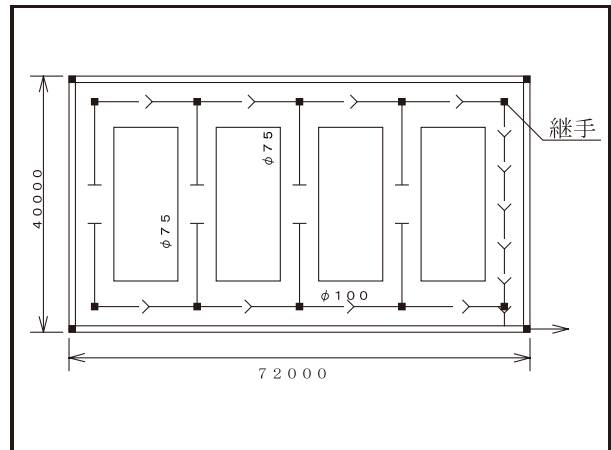
2) 設計例ー2 野球場 および テニスコートの排水設計

野球場およびテニスコートの暗渠排水計算はグラウンドと同様である。配管図は次の通りである。

野球場暗渠排水例

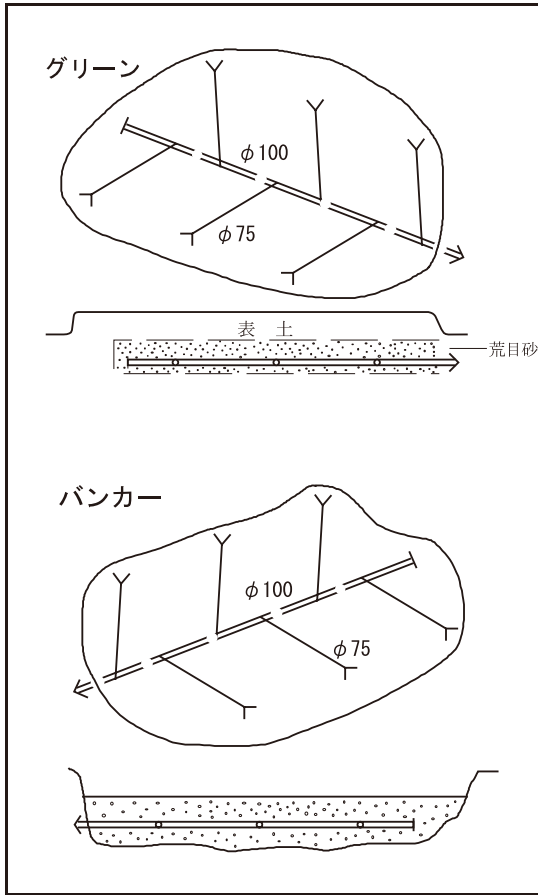


テニスコート暗渠排水例

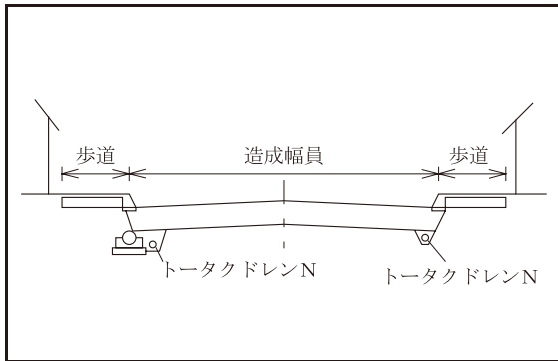


3) その他設計例

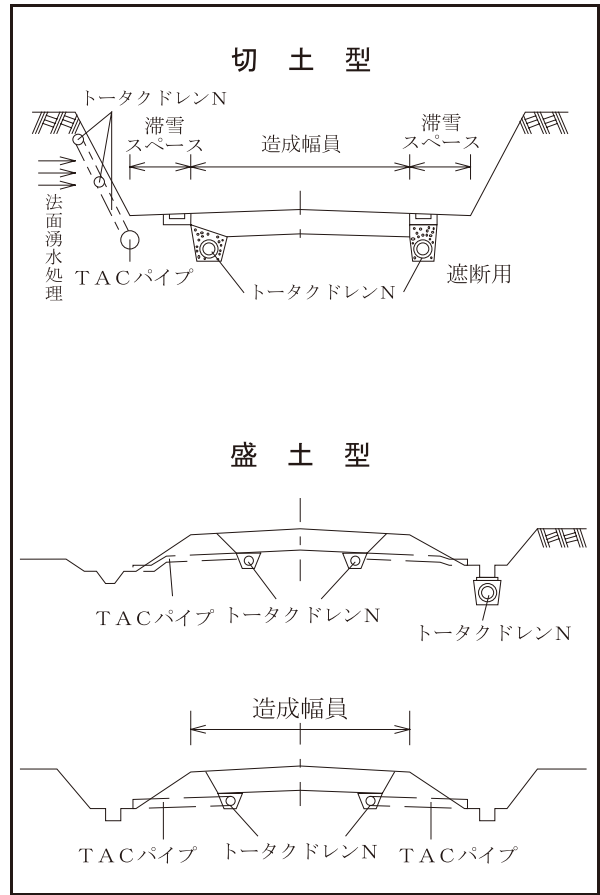
ゴルフ場排水設計例



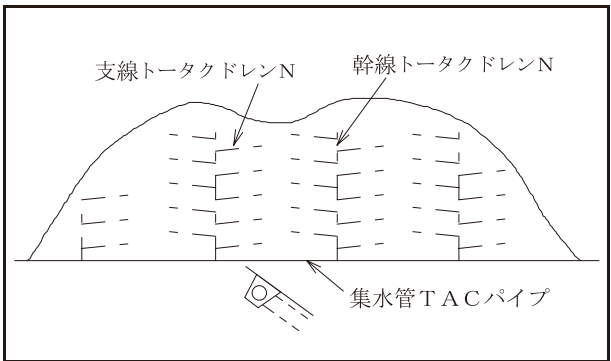
市街地で水位が高い場合



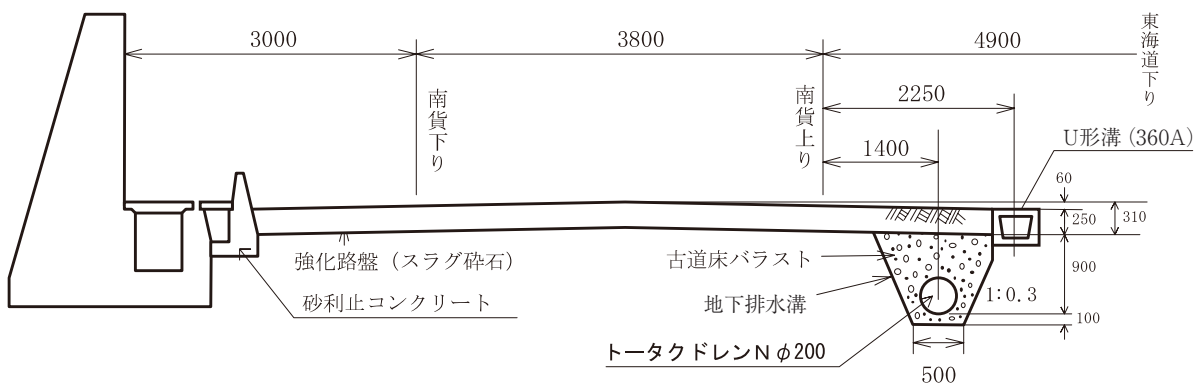
道路・路床排水工設計例



法面集水展開図



鉄道排水例



Nagase RootAC

ナガセルータック株式会社

(旧社名：東拓工業株式会社)

※本技術資料に掲載した規格・仕様等は商品改良の為、予告なしに変更する場合がありますので予めご了承ください。