

ポリプロピレン透水管

カナドレン®

技術資料

Pipe & Hose

Kanaflex®

カナフレックスコーポレーション株式会社

目 次

| | |
|------------------|----|
| 1. カナドレンについて | 1 |
| 2. カナドレンの特長 | 1 |
| 2-1 軽くて施工が簡単 | 1 |
| 2-2 曲げやすい構造 | 1 |
| 2-3 大きい吸水能力 | 1 |
| 2-4 土圧、輪圧に強い | 1 |
| 2-5 規 格 | 2 |
| 3. カナドレンの主用途 | 2 |
| 4. カナドレンの概説 | 2 |
| 4-1 耐 荷 重 | 3 |
| 4-2 吸 水 性 能 | 4 |
| 5. カナドレン粗度係数 | 7 |
| 5-1 粗度係数の測定 | 7 |
| 5-2 測 定 方 法 | 7 |
| 5-3 測 定 結 果 | 8 |
| 5-4 粗度係数nの比較 | 8 |
| 6. カナドレンの透水性能 | 9 |
| 6-1 試 験 装 置 | 9 |
| 6-2 試 験 方 法 | 10 |
| 6-3 試 験 結 果 | 10 |
| 7. カナドレンの流量計算 | 11 |
| 7-1 粗 度 係 数 | 11 |
| 7-2 流量と流速 | 11 |
| 7-3 流量と流速一覧表 | 11 |
| 8. カナドレンの埋設設計 | 13 |
| 8-1 埋設方法の分類 | 13 |
| 8-2 管に作用する荷重計算 | 14 |
| 8-3 鉛直土圧による荷重 | 14 |
| 8-4 変 形 量 | 18 |
| 8-5 変 形 率 | 18 |
| 8-6 許容変形率 | 19 |
| 8-7 車輛による荷重（括荷重） | 19 |
| 9. カナドレンの施工方法 | 21 |
| 9-1 掘 削 | 21 |
| 9-2 基 礎 | 21 |
| 9-3 裏 込 め | 23 |
| 参 考 | |
| ◎ グランドの排水設計例 | 24 |
| ◎ 道路路床排水工設計例 | 30 |

1. カナドレンについて

カナドレンは世界共通ブランドKanaflexの名で知られる、世界のパイプ&ホースメーカーカナフレックスコーポレーション(株)が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、独自の技術で開発した全く新しい高性能の暗渠管です。また内面平滑で高外圧に耐える軽くて強い流量抵抗の少ない暗渠管であり、特に山間へき地や軟弱地盤における工事が容易で経済性の高いフレキシブル暗渠管です。

2. カナドレンの特長

2-1 軽くて施工が簡単

他種管に比べ軽量で可とう性に富み、運搬や、敷設作業が容易で工期の短縮と経費の削減が可能です。

〈他種管との質量比較〉

| 項目 | 管種 | (呼び径 φ150) m当り比率 | | | | |
|------------|----|------------------|-----------|-----|--------|-------|
| | | カナドレン | 透水コンクリート管 | 網状管 | ドレンパイプ | 塩ビ有孔管 |
| 1m当り質量(kg) | | 0.815 | 38.0 | 1.5 | 1.2 | 3.9 |
| 比率(%) | | 100 | 4,663 | 184 | 147 | 479 |

2-2 曲げやすい構造

高剛性のポリプロピレン補強体がスパイラル構造であり、つぶれたり、割れたり、折れたりはありません。曲げ施工が容易な為、現場の条件に合わせて曲線施工が可能です。

2-3 大きい吸水能力

谷部が不織布構造の為、フィルター効果があり砂等の良質のフィルター材を直接巻くことができ土砂等による目詰まりがありません。さらに吸水面積が大きく非常に高い吸水能力を備えています。

吸水部(不織布) 透水係数…… $1.7 \times 10^{-1} \text{ cm/sec}$ 間隙率……83.7%

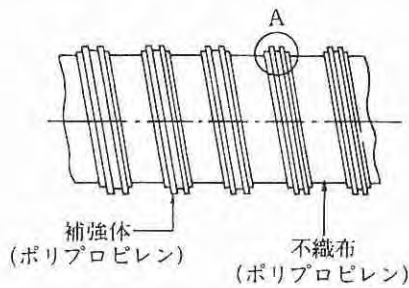
| 呼称 | T・T-50 | T・T-75 | T・T-100 | T・T-150 | T・T-200 | T・T-300 |
|-----|--------|--------|---------|---------|---------|---------|
| 間隙率 | 47.6% | 47.0% | 40.5% | 37.8% | 28.4% | 28.5% |

2-4 土圧、輪圧に強い

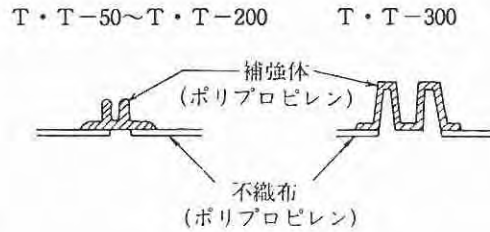
補強体がリブ・スパイラル構造をしており、可撓性を有し、高い扁平強度を持っています。

2-5 規格

| 呼称 | 内径 | 外径 | ピッチ | (mm) | |
|---------|-------|-------|------|------------|--------|
| | | | | 参考質量 (g/m) | 梱包単位 |
| T・T-50 | 51.0 | 60.5 | 25.5 | 160 | 20m×4本 |
| T・T-75 | 77.0 | 88.0 | 31.0 | 315 | 20m×3本 |
| T・T-100 | 101.0 | 112.0 | 31.0 | 470 | 20m×2本 |
| T・T-150 | 150.0 | 163.0 | 31.0 | 815 | 20m×1本 |
| T・T-200 | 204.0 | 220.8 | 31.0 | 1,780 | 20m×1本 |
| T・T-300 | 300.0 | 325.0 | 39.4 | 3,070 | 5m×1本 |



A部断面図



3. カナドレンの主要用途

1. 宅地、ゴルフ場、グラウンド等の暗渠排水
2. 道路、トンネルの暗渠排水
3. 水田の暗渠排水
4. 汎用耕地の暗渠排水
5. 果樹園、茶園等の暗渠排水
6. 草地、泥炭地等の土地改良用暗渠排水
7. 干拓地等の除塩用暗渠排水
8. その他、各種土木用暗渠排水

4. カナドレンの概説

カナドレンのその優れた特性は集約致しますと

1. 弾力性に優れたスパイラル補強体構造
2. 目詰りせず、細粒砂が流入しにくい不織布構造の吸水部にあります。

4-1 耐荷重

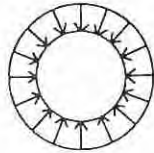
地中埋設管に作用する外圧荷重としては土荷重と輪荷重がありますが、カナドレンはスパイラル補強体のタワミ性により、従来の内外面フラットで同じ肉厚のパイプ類よりも外圧に対してはるかに強い構造です。しかし、図1-1の様に荷重を加えるとコンクリート管等に比べ比較的簡単にタワミます。ところが、カナドレンを土中に埋設すると、非常に大きな耐荷力を示します。これは、鉛直土圧により容易に変形する為図1-2の様にカナドレンに加わる外圧が全周にわたって均等に分散される為です。この事は実験結果でも分る様にカナドレンに鉛直土圧が加わった場合、鉛直方向の径が縮小し、水平方向の径が拡大しようとし、この時カナドレンは両側の土砂を圧縮する事となり抵抗土圧を受けませんが、最終的には鉛直、水平の両土圧がバランスし安定します。このため、カナドレンには曲げモーメントがほとんど作用せず軸力だけが働くので、薄肉でも大きな外圧に耐える事ができるわけです。

これに対して剛性パイプは鉛直土圧によって変形する事がないので、図1-3の様な土圧が加わり大きな曲げモーメントを受け、これをパイプ自体の断面強さで受ける事となります。この為、大きな外圧に耐えるには肉厚を大きくする事が必要なわけです。



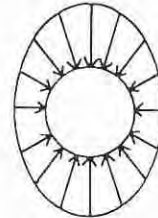
集中荷重を受けるパイプ

図 1-1



カナドレンに加わる土圧

図 1-2



剛性パイプに加わる土圧

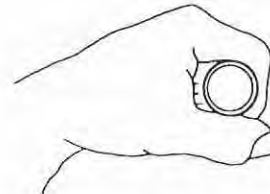
図 1-3

わかりやすく説明しますと、図1-4(a)のようにゴムホースの上下を指でつまむと容易につぶれますが、(b)のように全周を強く握ってもなかなかつぶれません。

これがカナドレンを埋設した場合、高い強度を示す理由です。



(a)



(b)

図 1-4

4-2 吸水性能

1. 暗渠排水工の目詰り現象

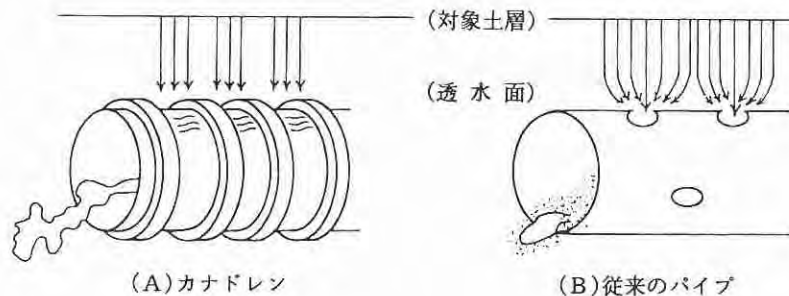
地下水の排水は古くから透水性の良い玉石とれきの混合材や碎石を用いた地下排水溝によっていました。しかし、耐久的な排水効果が得られない等、目詰り現象が起りやすかったのです。

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事であり、有孔コンクリート管や塩ビ有孔管の孔に土砂が詰る事ではありません。

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事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程の大きな動水勾配を取る事は難しいと言えます。

イ. 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げきに滞留して起こるわけですが、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）の差が大きい程、流速比が大きくなり引き出し量が多くなります。



ロ. 目詰りを防ぐには

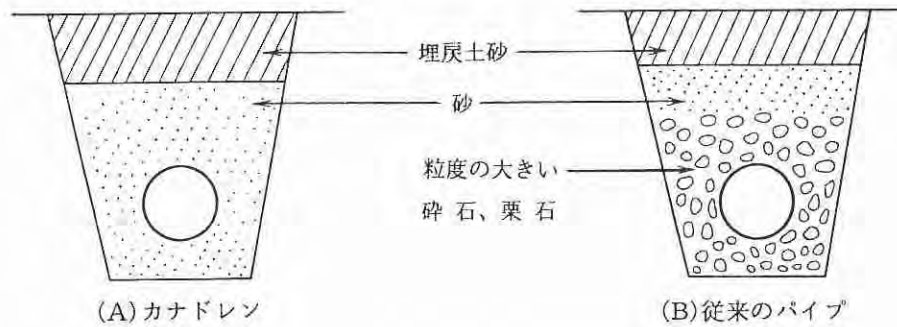
透水性の悪い対象土層（流速が遅い）から、細粒土分が引き出されず、流水のみがパイプ内に導かれる様な間隙を有するフィルターが望ましく、経験的には砂が最も優れたものとして古くから使われています。

カナドレンの透水係数は、ちょうど「砂利まじりのきれいな砂」なみの極めて優れた透水性を有しております。

※ 吸水部（不織布）透水係数…… $1.7 \times 10^{-1} \text{cm/sec}$

ハ、カナドレンは砂を巻くだけで目詰りなし

従来のパイプは対象土層との流速比が大きすぎる為、徐々に流速を減少させる必要があるわけです。



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様な人工材料や自然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事がぜひ必要であり、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言う事になります。

3. フィルター材料の選定

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透水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

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

を満足させ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ふくむときは、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次の表の通りです。

尚、これらの概略値は土の締まり具合によっても5～10倍程度の変化を示します。たとえば、締まった細砂では $K=10^{-3}(\text{cm}/\text{sec})$ という事もあります。

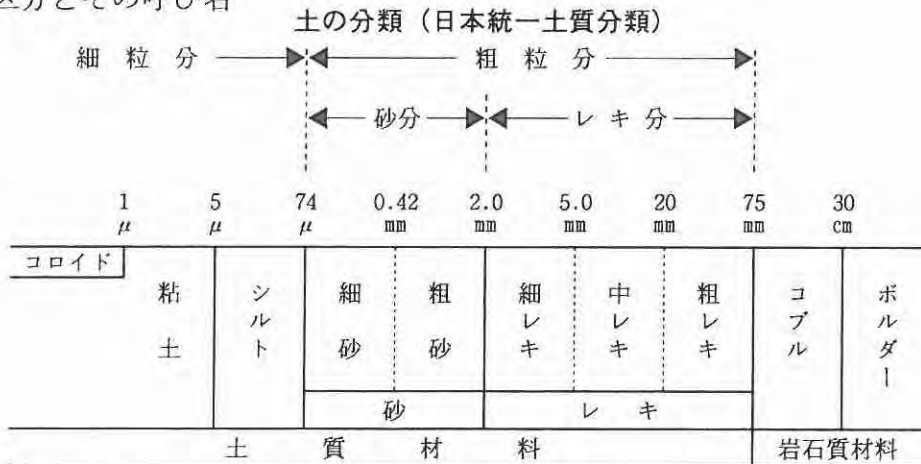
透水係数の概略値

| 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) | 0~0.01 | 0.01 ~0.05 | 0.05 ~ 0.10 | 0.10 ~0.25 | 0.25 ~0.50 | 0.50 ~1.0 | 1.0 ~5.0 |
| 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



5. カナドレンの粗度係数

粗度係数は水路内を水が流れる場合の水路内壁の流水抵抗を示す値で、水路の種類（材質、内壁の構造）に関係しますが水路の大小には関係ありません。

5-1 粗度係数の測定

昭和50年8月26日 北海道大学工学部資源開発工学課にて「カナドレン」の粗度係数の測定実験を行ないました。

次にカナドレンφ50の測定実験例を示します。

5-2 測定方法

概略図に示す通り両端を静水圧に保ち水道管から水を定時間管内に流します。管には予めある間隔で二ヶ所に圧力測定管を取り付けておきます。

そこで流出した水の量(Q)を圧力測定管の水位($h_1 \cdot h_2$)を実測し、マンニング公式にあてはめ粗度係数を算出します。

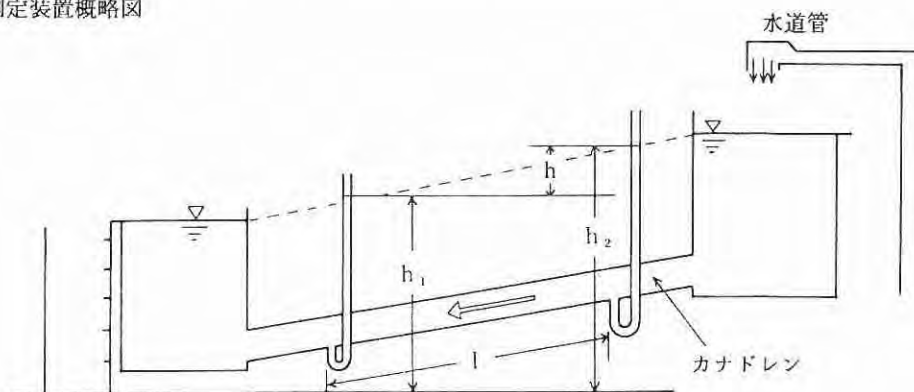
$$Q = \frac{1}{n} \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot I^{\frac{1}{2}} \cdot A$$

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

試験は圧力測定管の間隔 $l = 3 \text{ m}$ 、水を流す時間 $t = 10 \text{ 秒}$ として行いました。

尚、資料は長さ4m、直径50mm、又ビニールテープ、ソルビン液で目止したものを使用しました。

測定装置概略図



5-3 測定結果

| | $h_1(m)$ | $h_2(m)$ | $h(m)$ | $Q_{tot}(mm^3)$ | $I(-)$ | $Q_{m^3}/S/m^2$ | $n(m^{-1/3} \cdot sec)$ |
|------|----------|----------|--------|-----------------|--------|-----------------|-------------------------|
| 実験 1 | 0.318 | 0.275 | 0.043 | 0.0086 | 0.0143 | 0.4382 | 0.0147 |
| 実験 2 | 0.320 | 0.278 | 0.042 | 0.0091 | 0.0140 | 0.4637 | 0.0137 |
| 実験 3 | 0.320 | 0.278 | 0.042 | 0.0091 | 0.0140 | 0.4637 | 0.0137 |

平均値をとると $\frac{0.0147+0.0137+0.0137}{3} = 0.01403$

粗度係数 $n = 0.014$

5-4 粗度係数 n の比較

| 管 種 | 0.01 | 0.02 | 0.03 | 0.04 |
|------------|------|------|------|------|
| カナドレン | | ■ | | |
| ガラス管 | ← | | | |
| 溶接鋼管 | | ← | | |
| 塗装鉄管 | | ← | | |
| 鋳綴鋼管 | | ← | | |
| 木 管 | | ← | | |
| 陶 管 | | ← | | |
| コンクリート管 | | ← | | |
| ヒューム管 | | ← | | |
| 半円径鋼樋 | | ← | | |
| 矩形木樋 | | ← | | |
| 人工水路 | | | | |
| 純セメント面 | ← | | | |
| モルタル面 | ← | | | |
| コンクリート面(新) | | ← | | |
| コンクリート面(旧) | | ← | | |
| セメントガン面 | | ← | | |
| 煉瓦モルタル積 | | ← | | |
| 粗石モルタル積 | | ← | | |
| 粗石空積 | | | ← | |
| 粘土地盤 | | ← | | |
| ローム地盤 | | ← | | |
| 岩 盤 | | | ← | |
| 切均岩盤 | | | ← | |

6. カナドレンの透水性能

地下排水工は構造物に悪影響をおよぼす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およぼさない位置まで下げることが目的です。

従ってカナドレンの埋設位置は地下水面になるのが普通です。

埋設したカナドレン周囲の圧力水頭は図6-1の様に分布し、この時水頭損失が0である（ホース内が空間で流水抵抗がない）カナドレンのホース内へと水が移動浸入します。

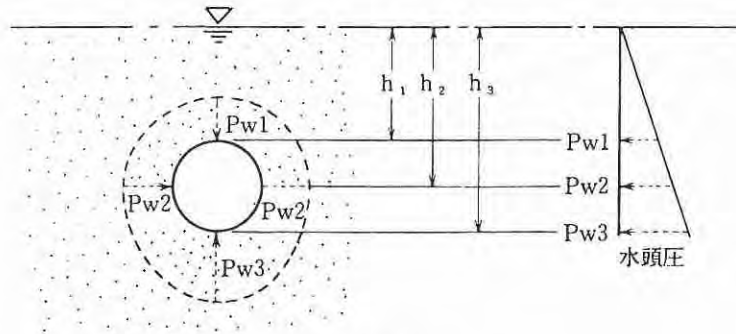


図 6-1

従来管の内、浸透理論的に優れているとして実績の多い透水コンクリート管との透水性能比較を次に示します。

6-1 試験装置

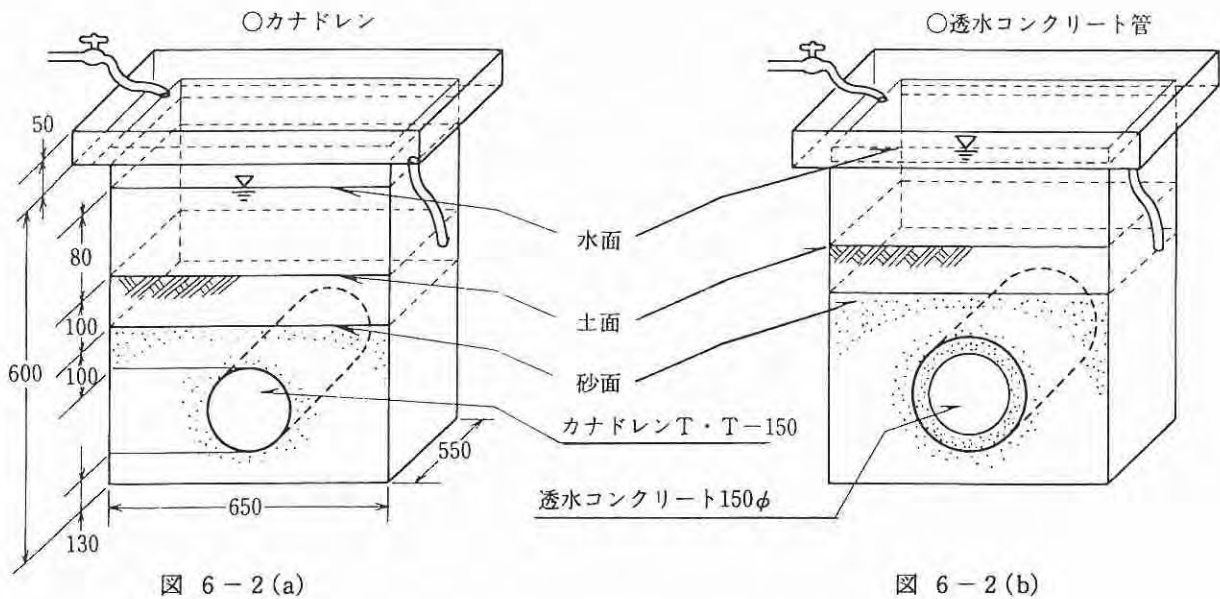


図 6-2 (a)

図 6-2 (b)

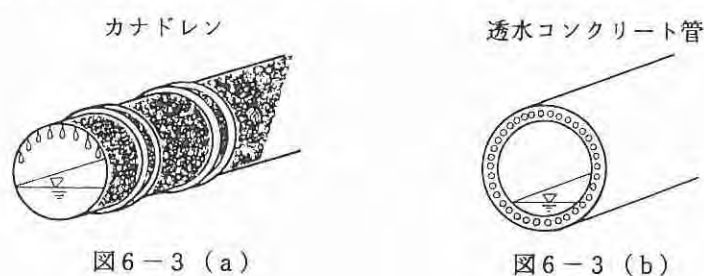
6-2 試験方法

図6-2(a)、(b)の装置の様に供試管体の周囲にフィルター材として砂を埋め戻し、さらにこの上にシルト・粘土など粒径の小さい土壌を多く含む水田の土壌を埋め戻します。圧力水頭を一定にするためオーバーフローさせながら注水し水面レベルを一定にします。この時の下部供試管体から排水される水量を測定し、さらに、注水から排水開始までの所要時間を測定します。

6-3 試験結果

i) 吸水状態

図6-3(a)カナドレン、(b)透水コンクリート管共に圧力水頭の大きいパイプ下部からの吸水量が多いが、カナドレンがパイプ側面、上部からも吸水されているのに対し、透水コンクリート管はパイプ下部の一部からのみの吸水であり、側面、上部はほとんど乾いた状態です。



ii) 排水量

| | カナドレン | 透水コンクリート管 |
|---------------------------------------|-----------------------|----------------------|
| たん水直後5分間に得られる排水量 | 12,150cm ³ | 9,500cm ³ |
| たん水後500cm ³ 排水に要す時間 | 33秒 | 46秒 |
| 完全排水し、再たん水後500cm ³ 排水に要す時間 | 75秒 | 167秒 |
| 完全排水し、再注水から排水までに要す時間 | 600秒 | 1,380秒 |

前表に著われている様にカナドレンは透水コンクリート管に比べて排水量は、排水初期で約1.3倍、土壌が水締めされ、排水量が一定化してくる時点では約2.3倍となります。

排水初期の水量が時間の経過と共に低下しているのは、主に水締めによるものと判断できますが、透水コンクリート管については水締め後も大幅に排水量の低下が見られます。

今、試験方法において(カナドレン)、(透水コンクリート管)共、管頂部からの砂被り、土被り面、水面レベルは同一、一定ですが、透水コンクリート管は管厚が35mmあるためフィルター材の砂を含む通水断面積は、カナドレンの約2477cm²に対し2925cm²と大きくなります。ところが、通水断面積が大きい透水コンクリート管がカナドレンに比べて、排水量が少ないのは図6-3(a)、(b)の吸水状態でも分る様に、カナドレンの吸水部は周囲の砂とほぼ同じ透水性を示しているのに対し、透水コンクリート管は周囲の砂より透水性がいちじるしく悪く、管厚35mmが通水を阻害(水頭損失が大)しているためと思われます。

7. カナドレンの流量計算

従来からある各種コルゲート状パイプはパイプ内面をも凹凸にしている為、流量抵抗が大きく、内面が平滑なパイプに比べて同じ流量を得る為に口径を大きくする必要があり不経済です。

7-1 粗度係数

従来からある各種コルゲート状パイプにおける粗度係数は、波付の深さ、断面形状、流速分布に関する諸要素などによって変化するが、標準値としては0.02~0.03程度であり、他のパイプに比べて相当大きい値と言えます。

カナドレンの粗度係数は0.014であり、損失水頭が極めて小さい。

7-2 流量と流速

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する。

Manningの平均流速公式

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

$$Q = V \cdot A$$

但し、

V : 流速 [m/sec]

Q : 流量 [m³/sec]

R : 径深 [m]

内径 d の円管では満流の場合

$R = d/4$ ($= (\pi d^2/4) \div (\pi d)$) となります。

I : 水面勾配 [-]

A : 断面積 [m²]

n : 粗度係数 $n = 0.014$ [m^{-1/3}・sec]

満水状態で管径を決定する場合は、流量に余裕をみて設計した方が良くとされています。

7-3 流量と流速一覧表

北海道大学工学部、資源開発工学科にて測定したカナドレンの粗度係数(n)=0.014を用いて、流速と流量をマンニングの公式によって求めます。

| 呼称 勾配 | T・T-50 | | T・T-75 | | T・T-100 | | T・T-150 | | T・T-200 | | T・T-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/ 10 | 1.23 | 2.5 | 1.62 | 7.6 | 1.94 | 15.6 | 2.53 | 44.7 | 3.11 | 101.5 | 4.02 | 284.0 |
| 1/ 20 | 0.87 | 1.8 | 1.15 | 5.3 | 1.38 | 11.0 | 1.79 | 31.6 | 2.20 | 71.8 | 2.84 | 200.8 |
| 1/ 30 | 0.71 | 1.5 | 0.94 | 4.4 | 1.12 | 9.0 | 1.46 | 25.8 | 1.79 | 58.6 | 2.32 | 163.9 |
| 1/ 40 | 0.62 | 1.3 | 0.81 | 3.8 | 0.97 | 7.8 | 1.27 | 22.4 | 1.55 | 50.8 | 2.01 | 142.0 |
| 1/ 50 | 0.55 | 1.1 | 0.73 | 3.4 | 0.87 | 7.0 | 1.13 | 20.0 | 1.39 | 45.4 | 1.80 | 127.0 |
| 1/100 | 0.39 | 0.8 | 0.51 | 2.4 | 0.62 | 4.9 | 0.80 | 14.1 | 0.98 | 32.1 | 1.27 | 89.8 |
| 1/200 | 0.28 | 0.6 | 0.36 | 1.7 | 0.44 | 3.5 | 0.57 | 10.0 | 0.70 | 22.7 | 0.90 | 63.5 |
| 1/300 | 0.23 | 0.5 | 0.30 | 1.4 | 0.36 | 2.8 | 0.46 | 8.2 | 0.57 | 18.5 | 0.73 | 51.8 |
| 1/400 | 0.20 | 0.4 | 0.26 | 1.2 | 0.31 | 2.5 | 0.40 | 7.1 | 0.49 | 16.1 | 0.64 | 44.9 |
| 1/500 | 0.17 | 0.4 | 0.23 | 1.1 | 0.28 | 2.2 | 0.36 | 6.3 | 0.44 | 14.4 | 0.57 | 40.2 |
| 1/600 | 0.16 | 0.3 | 0.21 | 1.0 | 0.25 | 2.0 | 0.33 | 5.8 | 0.40 | 13.1 | 0.52 | 36.7 |
| 1/700 | 0.15 | 0.3 | 0.19 | 0.9 | 0.23 | 1.9 | 0.30 | 5.4 | 0.37 | 12.1 | 0.48 | 33.9 |
| 1/800 | 0.14 | 0.3 | 0.18 | 0.8 | 0.22 | 1.7 | 0.28 | 5.0 | 0.35 | 11.4 | 0.45 | 31.8 |
| 1/900 | 0.13 | 0.3 | 0.17 | 0.8 | 0.21 | 1.6 | 0.27 | 4.7 | 0.33 | 10.7 | 0.42 | 29.9 |
| 1/1000 | 0.12 | 0.3 | 0.16 | 0.8 | 0.19 | 1.6 | 0.25 | 4.5 | 0.31 | 10.2 | 0.40 | 28.4 |

従来のコルゲート状パイプ（粗度係数 $n=0.02\sim 0.03$ ）とカナドレンの流量を比較すると、同一口径の場合、カナドレンに比べ従来のコルゲート状パイプは $1/2\sim 2/3$ の流量になります。

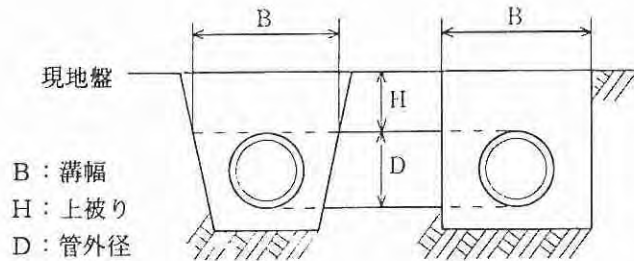
例えば $n=0.02$ のコルゲート状パイプの場合、カナドレンT・T-300の流量を得る為には、 $\phi 360$ の口径が必要となり不経済です。

8. カナドレンの埋設設計

8-1 埋設方法の分類

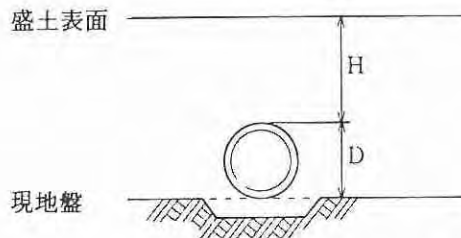
埋設管は、その埋設形態により次図のように分類されます。

溝型……現地盤に溝を掘り、その中に管を敷設し、もとの地盤まで完全に埋め戻す場合。
(溝幅が広い場合は、突出型と比較の上、小さい方の値をとる。)



[溝型埋設]

突出型……現地盤上に管を埋設し、その上に盛土する場合。

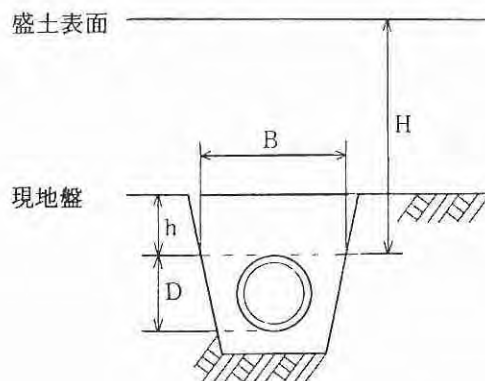


[突出型埋設]

盛土型

逆突出型……溝型で埋設後、さらに盛土をする場合

(溝幅が広い場合や、 h/D が小さい場合は、突出型と比較の上、小さい方の値をとる。)



[逆突出型埋設]

8-2 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。

$$q = W + W'$$

q : 埋設管に作用する荷重 (kN/m)

W = 鉛直土圧による荷重 (kN/m)

W' = 車輛による荷重 (kN/m)

8-3 鉛直土圧による荷重

とろ
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…………… $W = C_n \cdot \gamma \cdot B \cdot D$

W : 鉛直土圧による荷重 (kN/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 (—)

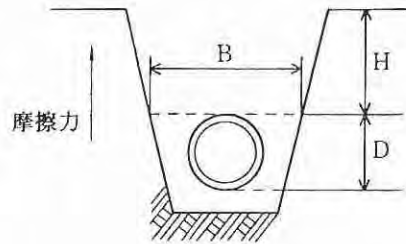
C_n : 逆突出管にかかる荷重係数(—)

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。



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

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

W：溝管に働く鉛直荷重 (kN/m)

e：自然対数の底 (=2.7183)

C_d：溝管にかかる荷重係数(—)

γ：土の単位体積重量 (kN/m³)

γ = 18 (kN/m³) を採用します。

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・μ = 0.15 を採用します。

H：土被り (m)

(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状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。

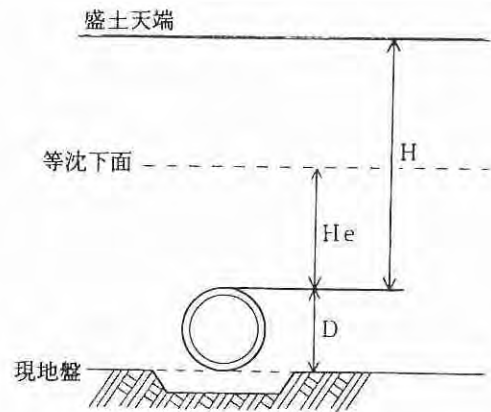
よって広幅溝管は、溝管と突出管の両者比較計算を行い、小さい方の値をとることとします。

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、^{とう}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。

$$W = C_c \cdot \gamma \cdot D \cdot D$$



ここにおいて C_c は等沈下面 H_e と土被り H との関係により次の様に分類できます。

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

$H > H_e$ (不完全溝状態) の時

$$C_c = \frac{1 - e^{(-2K \cdot \mu \cdot H_e/D)}}{2K \cdot \mu} + \left(\frac{H}{D} - \frac{H_e}{D} \right) \cdot e^{(-2K \cdot \mu \cdot H_e/D)}$$

又上式中の H_e は次式により求めます。

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

但し W : 突出管に働く鉛直荷重 (kN/m) e : 自然対数の底 (=2.7183)

C_c : 突出管にかかる荷重係数 (-)

γ : 土の単位体積重量 (kN/m³)

$\gamma = 18$ (kN/m³) を採用します。

D : 管の外径 (m)

H_e : 突出管における等沈下面 (m)

δ_1 : 突出管における沈下比 (-)

^{とう}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 (-)

$K \cdot \mu = 0.15$ を採用します。

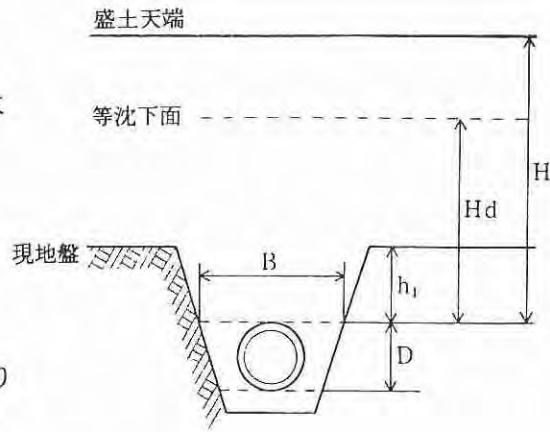
H : 土被り (m)

(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。

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

ここにおいて C_n は等沈下面 H_d と土被り H との関係により次の様に分類できます。



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

$H > H_d$ (不完全溝状態) の時

$$C_n = \frac{1 - e^{(-2K \cdot \mu \cdot H_d/B)}}{2K \cdot \mu} + \left(\frac{H}{B} - \frac{H_d}{B} \right) \cdot e^{(-2K \cdot \mu \cdot H_d/B)}$$

又上式中の H_d は次式により求めます。

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

但し W : 逆突出管に働く鉛直荷重 (kN/m)

e : 自然対数の底 (=2.7183)

C_n : 逆突出管における荷重係数 (-)

γ : 土の単位体積重量 (kN/m³)

$\gamma = 18$ (kN/m³) を採用します。

B : 管頂部における溝幅 (m)

D : 管の外径 (m)

H_d : 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 (-)

とろ 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 (-)

$K \cdot \mu = 0.15$ を採用します。

H : 土被り (m)

8-4 変形量

変形量は Spangler の式により次の様になります。

$$Y = \frac{Fd \cdot Fk(W+W') \times R^3}{E \cdot I \times 10^{-5} + 0.061 \times E' \times 10 \times R^3}$$

ここにおいて

Y : 水平変形量 (m)

Fd : 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 が普通であるが、本計算では1.5を採用します。

Fk : 支持角により決まる定数

埋設管では一般に支持角が0°となる様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る為、本計算では支持角30°のFk=0.108を採用します。

W : 鉛直土圧 (kN/m)

W' : 活荷重 (kN/m)

R : 管の半径 (外径+内径)/4 (m)

E : 管材のヤング率 (N/mm²)

I : 管の断面2次モーメント (cm⁴/cm)

E' : 埋戻土又は盛土の反力係数 (N/cm²)

E' は通常300 N/cm²(砂の反力係数)を採用する。

カナドレンの諸元

| 呼 径 | カ ナ ド レ ン | |
|-------|-----------|-----------|
| | 平均半径 R(m) | E・I(N・cm) |
| φ 50 | 0.0279 | 60 |
| φ 75 | 0.0413 | 140 |
| φ 100 | 0.0533 | 160 |
| φ 150 | 0.0783 | 260 |
| φ 200 | 0.1062 | 960 |
| φ 300 | 0.1563 | 3,800 |

8-5 変形率

変形率は次式となります。

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

ここにおいて、

Y : 変形量 (m)

D : 管の外径 (m)

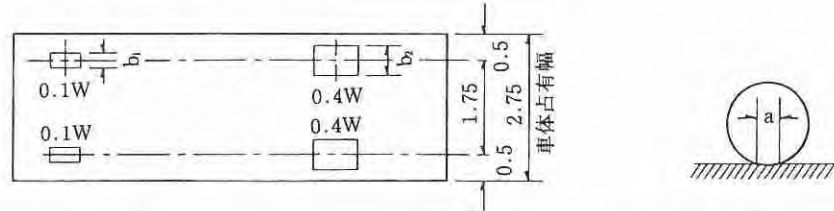
8-6 許容変形率

カナドレンは撓性管の水平タワミ量がある一定値を越えることが無い様に設計すべきであるとの考え方です。さらに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。

8-7 車輛による荷重 (活荷重) … W'

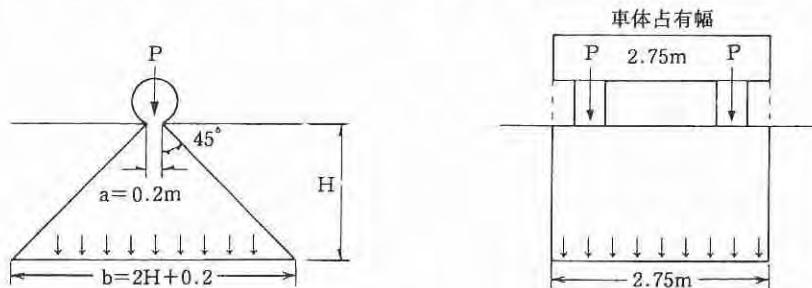
車輛による路面荷重の地中への伝播は、ある一定の角度で分散するものとして扱い、施工機械の荷重に対しては30度分散、施工後のトラック荷重に対しては45度分散とみなします。

1) トラック荷重



| 総荷重 (kN) | 輪荷重(kN) | | 輪帯幅(m) | | 車輪接地長 a(m) |
|-------------|---------|--------|-------------------|-------------------|---------------|
| | 前輪(片側) | 後輪(片側) | 前輪 b ₁ | 前輪 b ₂ | |
| 250 | 25 | 100 | 0.125 | 0.5 | 0.2 |
| 200 | 20 | 80 | 0.125 | 0.5 | 0.2 |
| 140 | 14 | 56 | 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。



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

W' : 管に働く活荷重 (kN/m)

P : 後輪片側荷重 (トラック総荷重×0.4) (kN/m)

b : 埋設管頂部におけるトラック荷重分布幅(m)

$$b = 2H \cdot \tan 45^\circ + 0.2(H+0.1)$$

β : 減少係数(-)

土被り H ≤ 1mかつ、内径またはスパン ≥ 4.0mの場合 — 1.0

上記以外の場合 ————— 0.9

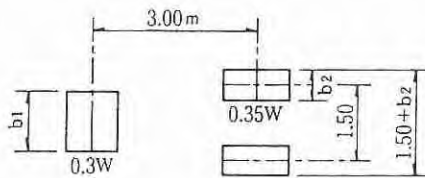
i : 衝撃係数(-)

i は土被り H により下表の通りとなる。

| 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 - 0.1 H | 0 |

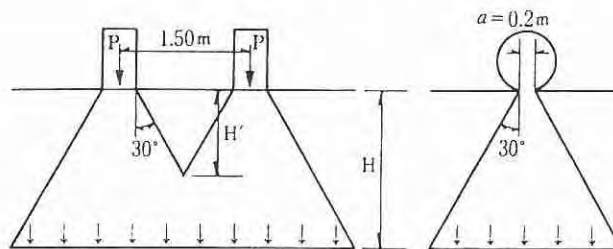
2) 施工機械による活荷重

(1) ローラー荷重



| 総荷重 (kN) | 輪荷重(kN) | | 輪帯幅(m) | | 車輪接地長 a(m) | 輪荷重の交点 H'(m) |
|-------------|---------|----|-------------------|-------------------|---------------|-----------------|
| | 前輪 | 後輪 | 前輪 b ₁ | 前輪 b ₂ | | |
| 170 | 50 | 60 | 1.1 | 0.6 | 0.2 | 0.78 |
| 140 | 42 | 49 | 1.1 | 0.5 | 0.2 | 0.87 |
| 100 | 30 | 35 | 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。



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

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

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

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

但し W' : 管に働く活荷重 (kN/m)

P : 後輪片側荷重 (kN)

H : 土被り (m)

D : 管の外径 (m)

b_2 : 後輪の帯幅 (m)

9. カナドレンの施工方法

9-1 掘削

通常的地盤または、よく締固めた盛り土を掘削して、カナドレンを埋設する場合の溝は、基床、裏込めの締固めにさしつかえない程度で、できるだけ幅を小さくし、しかも壁面が鉛直になるようにしたほうがよい。

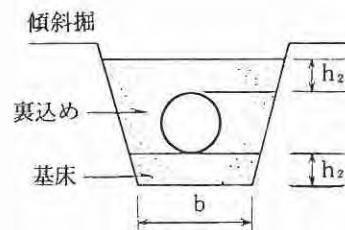
Marston の公式によれば、溝の高さが一定ならば溝幅が小さいほどパイプに加わる土圧が小さくなるといわれているので、この点でも溝幅を小さく壁面を鉛直に掘削して埋設することは有利となります。

※ 軟弱地盤を掘削して埋設する場合には横方向の抵抗が十分にとれないので溝幅を大きくとって下さい。

〈掘削断面表〉

(cm)

| 項目 呼称 | 傾斜掘り | |
|----------|-------|-----|
| | h_2 | b |
| T・T-50 | 10 | 30 |
| T・T-75 | 10 | 30 |
| T・T-100 | 10 | 35 |
| T・T-150 | 10 | 40 |
| T・T-200 | 10 | 50 |
| T・T-300 | 15 | 70 |



9-2 基礎

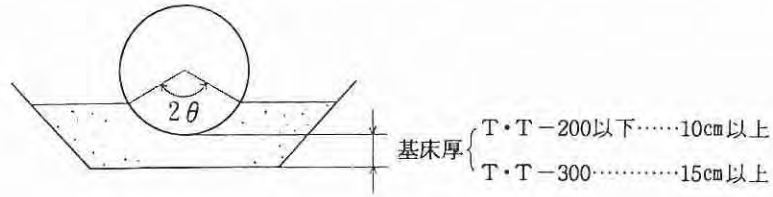
カナドレンは剛性管に比べ、多少の不等沈下のある場所に設置しても破壊のおそれが少ないので、クイその他のコンクリート基礎などを特に設ける必要はありませんが特性を最大限に生かすためには、荷重をカナドレン全周にできるだけ均等に分布させることが必要ですから、安定した土質あるいは粗粒土の土質の地盤にカナドレンを設置しなければなりません。大きな玉石を含む土、岩盤、軟弱地盤、通常的地盤などにカナドレンを設置する場合は次の基床を施します。

尚、凍結した土砂、および、草、芝、木根その他有機物を多く含む土質にカナドレンを設置することはできるだけ避けて下さい。

※ 基床 基床材料としては圧縮性が少なく締固めやすい砂を使用して下さい。

(1) 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します。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。この為、パイプに作用する荷重を均等に支持出来る良質な基礎材料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。



(2) 軟弱地盤の場合

軟弱地盤は、次の値を目安とします。

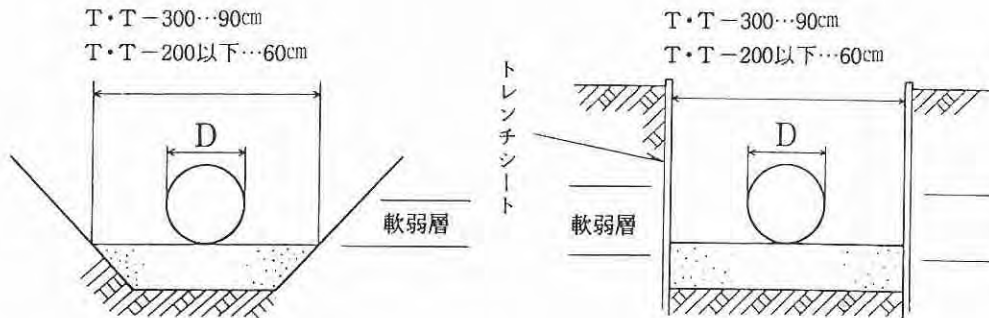
粘性土… $N \leq 4$

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)を思われる地盤では、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：T・T-300…90cm、T・T-200以下…60cm

基床厚：50cm以上かつ、 $D \times (0.3 \sim 0.5)$ として下さい。



※ 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程度の勾配を付けて下さい。



地盤が変化する場合の基床の例

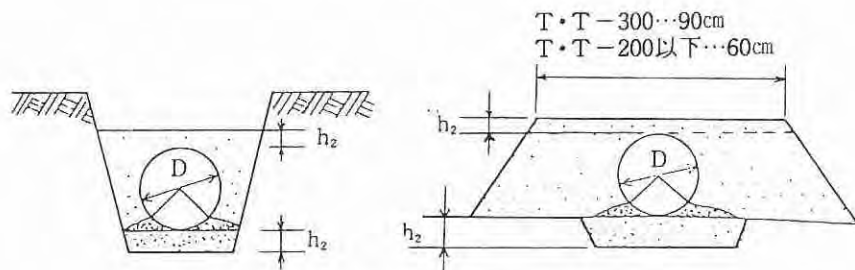
9-3 裏込め

a. 裏込め材料

なるべく良質な材料、特に圧縮性が少ない砂、砂質土（統一分類法のGW、SP、SWに相当）を使用して下さい。

b. 裏込め範囲

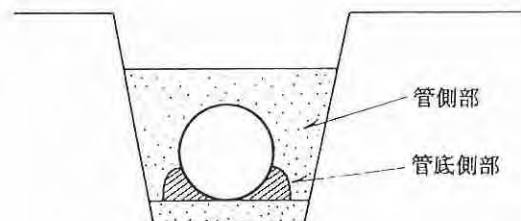
溝型の場合は掘削幅によって決まるが、突出型の場合はパイプ左右に少なくともそのパイプ径に相当する範囲を必要とする。



$h_2 \cdots T \cdot T - 200$ 以下10cm以上
 $T \cdot T - 300$ 以下...15cm以上

c. 締固め

埋戻しは良質土で偏圧を受けない様に十分に締固めながらおこないます。特にクサビ状部分は、締固めが困難なので突棒などでよく締固めて下さい。



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、快適な競技ができ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、荷重及び経済性等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. 地下排水量の算定式

暗キヨ排水量の算出は次式によって求めます。

ここに、

$$Q_0 = \frac{R \times C \times 10000}{D \times 1000 \times 86400}$$

Q_0 ：単位面積当り地下排水量 (m/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(R)……標準では地域により50mm、100mm、150mmの3通りが示されていますが、日降水量が20年間100mm以上の総日数と次表より日数を推定し、50mm、100mm、150mmのいずれかを用います。
(別表、31頁の日降雨量100mm以上の総日数参照)
当グラウンドにおいては、 \boxed{R} mm/dayを用います。

表：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件 | ~39日/20年 | 2日/年≒1日/最多雨月 |
| R | 50mm | 100mm | 150mm |

ロ. 雨水浸透率(C)……非全天候型舗装では、浸透した雨水のすべ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%が暗キヨ排水雨量となります。

ハ. 排除日数(D)……雨がやんだ後、すぐ使用できるのが望ましいが、地表水を処理し、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 $\boxed{0.5}$ dayを用います。但し、計画の規模内容によっては、1日排除としても差支えありません。

3. 地下排水量

$$Q_0 = \frac{R \times 0.15 \times 10000}{0.5 \times 1000 \times 86400} = Q \quad (\text{m}^3/\text{sec} \cdot \text{ha})$$

$$= q_0 \quad (\ell/\text{sec} \cdot \text{ha})$$

グラウンドの総面積が A m^2 であるから排水量 Q は、

$$Q_1 = q_0 \quad (\ell/\text{sec} \cdot \text{ha}) \times a \quad (\text{ha}) = q_1 \quad (\ell/\text{sec}) \quad \text{となります。}$$

($a = A/10000$)

4. カナドレンの排水量

カナドレンの排水量は、北海道大学工学部・資源開発工学科にて測定した粗度係数 (n)=0.014 を用いマンニングの公式によって求めます。

ここに、

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

Q : 流 量

n : 粗度係数

R : 動水半径

I : 水面勾配

A : 断 面 積

カナドレンの流量表 (満水時)

| 呼称 勾配(1) | T・T-50 | | T・T-75 | | T・T-100 | | T・T-150 | | T・T-200 | | T・T-300 | |
|-------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| | 流速 (m/sec) | 流速 (ℓ/sec) | 流速 (m/sec) | 流速 (ℓ/sec) | 流速 (m/sec) | 流速 (ℓ/sec) | 流速 (m/sec) | 流速 (ℓ/sec) | 流速 (m/sec) | 流速 (ℓ/sec) | 流速 (m/sec) | 流速 (ℓ/sec) |
| 1: 100 | 0.390 | 0.796 | 0.513 | 2.389 | 0.615 | 4.925 | 0.800 | 14.142 | 0.982 | 32.107 | 1.270 | 89.794 |
| 1: 200 | 0.276 | 0.563 | 0.363 | 1.689 | 0.435 | 3.483 | 0.566 | 10.000 | 0.695 | 22.703 | 0.898 | 63.494 |
| 1: 300 | 0.225 | 0.460 | 0.296 | 1.379 | 0.355 | 2.844 | 0.462 | 8.165 | 0.567 | 18.537 | 0.733 | 51.842 |
| 1: 400 | 0.195 | 0.398 | 0.257 | 1.195 | 0.307 | 2.463 | 0.400 | 7.071 | 0.491 | 16.054 | 0.635 | 44.897 |
| 1: 500 | 0.174 | 0.356 | 0.229 | 1.068 | 0.275 | 2.203 | 0.358 | 6.324 | 0.439 | 14.359 | 0.568 | 40.157 |
| 1: 600 | 0.159 | 0.325 | 0.209 | 0.975 | 0.251 | 2.011 | 0.327 | 5.773 | 0.401 | 13.108 | 0.519 | 36.658 |
| 1: 700 | 0.147 | 0.301 | 0.194 | 0.903 | 0.232 | 1.862 | 0.302 | 5.345 | 0.371 | 12.135 | 0.480 | 33.939 |
| 1: 800 | 0.138 | 0.282 | 0.181 | 0.845 | 0.217 | 1.741 | 0.283 | 5.000 | 0.347 | 11.352 | 0.449 | 31.747 |
| 1: 900 | 0.130 | 0.265 | 0.171 | 0.796 | 0.205 | 1.642 | 0.267 | 4.714 | 0.327 | 10.702 | 0.423 | 29.931 |
| 1:1000 | 0.123 | 0.252 | 0.162 | 0.755 | 0.194 | 1.558 | 0.253 | 4.472 | 0.311 | 10.153 | 0.402 | 28.395 |

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、急でも緩かでも不経済となります。

従って、グラウンドの排水勾配は $1/300 \sim 1/500$ 程度が理想的と言えます。

当グラウンドにおいて、排水勾配は平均 I とします。

6. 幹線口径の決定

カナドレンの排水量は満流時における流量である故、安全率を2倍見ます。

従って、3. で算出された地下排水量 $q = \boxed{q_1} \text{ (} \ell / \text{sec)} \times 2.0 = \boxed{q} \text{ (} \ell / \text{sec)}$ となり、これを \boxed{I} 勾配で排水するとして可能な口径を決定します。

4. のマンニングの公式により求めたカナドレンの排水量は表より勾配 \boxed{I} 時 $\boxed{\text{流量表より}} \text{ (} \ell / \text{sec)}$ の $\boxed{\text{T.T-}}$ が適当です。

7. 埋設間隔

排水によって地下水が影響をう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うけ、定まった値ではないが土質試験法により、近似的にシルト等の難透水性土壌における地下水低下影響半径(R)は5~10mとされています。

また、過去の実績から勘案して、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事ができます。

表：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約 $\boxed{10}$ mを取ります。

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りますが、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った水を単に流すと言うより吸水断面を大きくする事により、吸水効率を高める事に重点を置く必要があります。

この点から、口径は $\boxed{\text{T.T-}}$ が望ましい。

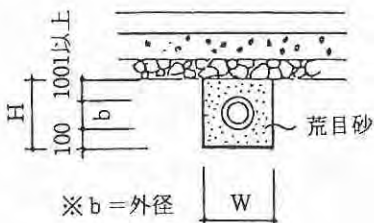
(吸水断面が小さすぎると水頭損失が大きく、吸水効率が低下する。)

9. 埋設断面

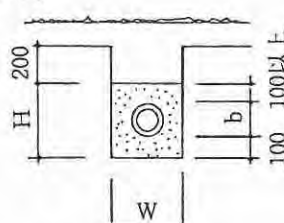
標準断面図は次のとおりとする。

但し、芝舗装で中層を省く場合は次のとおりとする。

標準掘削深及び標準掘削幅は次のとおりとする。



透水管・科学繊維系管



透水管・科学繊維系管

透水管・科学繊維系管

| 内径mm | Wmm | Hmm |
|------|-----|-----------------|
| 50 | 310 | 100 + b + 100以上 |
| 100 | 360 | " |
| 150 | 420 | 100 + b + 200以上 |
| 200 | 480 | " |

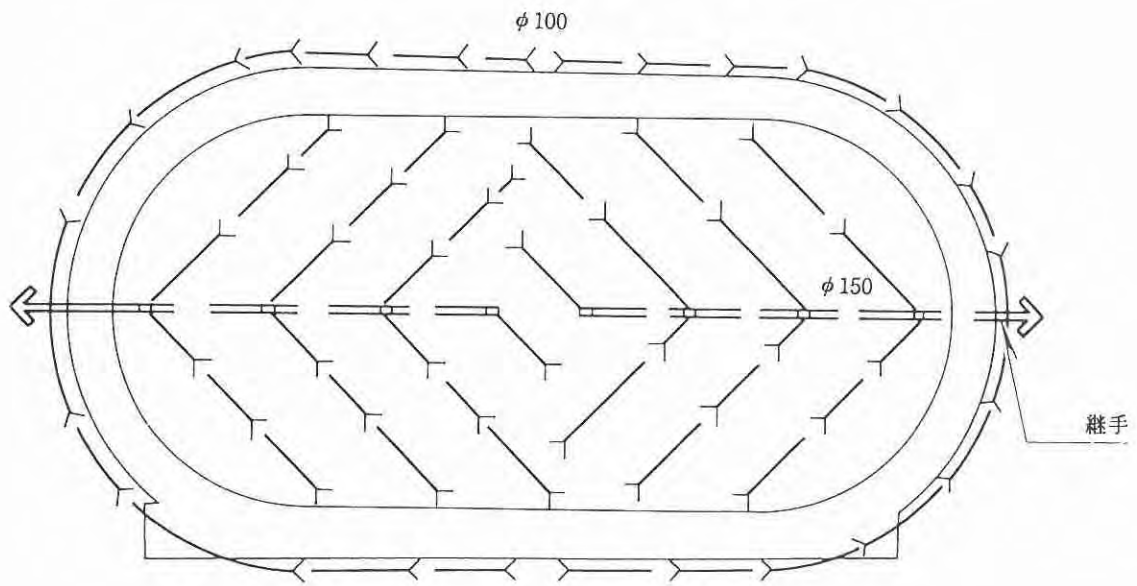
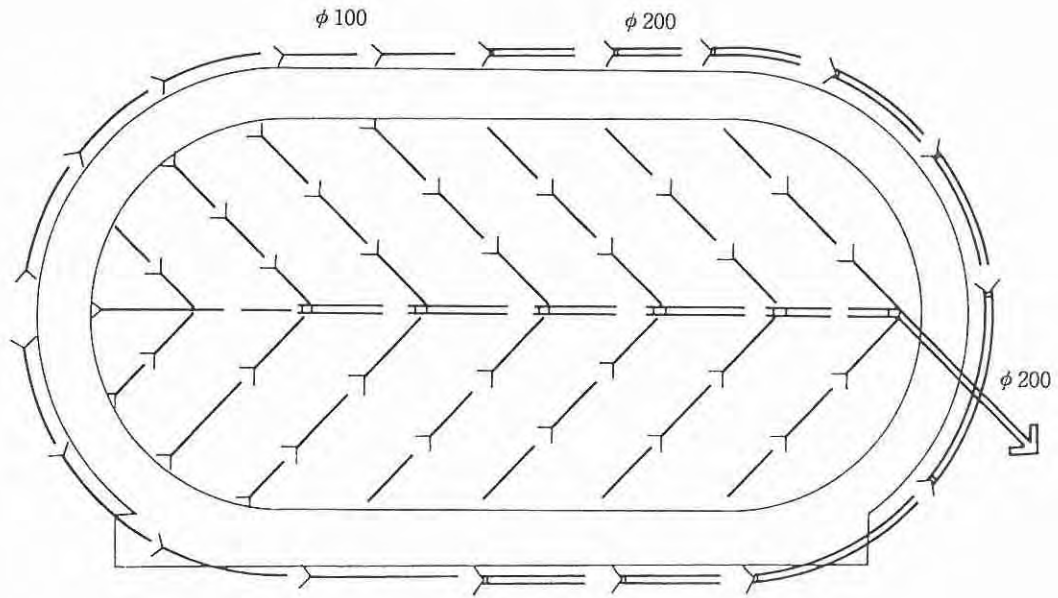
日降雨量100mm以上の総日数 (注)理科年表より

(1951年から1980年までの総日数)

※ 準平均値

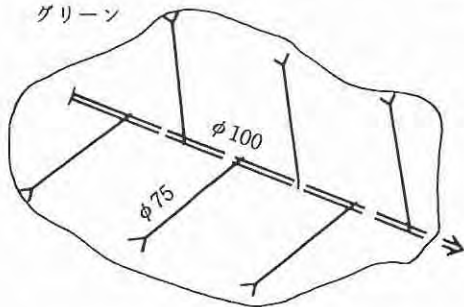
| 県名 | 地名 | 日 | 県名 | 地名 | 日 | 県名 | 地名 | 日 | 県名 | 地名 | 日 |
|-----|-----------------|----|----|-----|-----|----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 北海道 | 稚内 | 3 | 栃木 | 宇都宮 | 23 | 長 | 軽井沢 | 7 | 香川 | 高松 | 16 |
| | 羽幌 | 1 | 群馬 | 前橋 | 9 | 野 | 飯田 | 19 | 愛媛 | 松山 | 15 |
| | 旭川 | 5 | 埼玉 | 熊谷 | 12 | 愛知 | 名古屋 | 24 | 高知 | 高知 | 116 |
| | 網走 | 0 | 千葉 | 銚子 | 22 | 岐 | 高山 | 15 | | 足摺 | 77 |
| | 札幌 | 5 | 東京 | 東京 | 18 | 阜 | 岐阜 | 39 | | 室戸岬 | 85 |
| | 帯広 | 4 | | 大島 | 105 | 三 | 津 | 39 | 福岡 | 福岡 | 44 |
| | 釧路 | 8 | 京 | 八丈島 | 92 | 重 | 尾鷲 | 283 | 佐賀 | 佐賀 | 40 |
| | 根室 | 6 | | 神奈川 | 横浜 | 23 | 滋賀 | 彦根 | 21 | 長崎 | 長崎 |
| | 寿都 | 5 | 山梨 | 甲府 | 7 | 京都 | 京都 | 26 | 厳原 | | 94 |
| | 浦河 | 4 | 新潟 | 相川 | 10 | 大阪 | 大阪 | 25 | 福江 | | 51 |
| | 函館 | 8 | | 新潟 | 新潟 | 6 | 奈良 | 奈良 | 14 | 大分 | 大分 |
| | 青森 | 青森 | 3 | 新潟 | 高田 | 16 | 和歌山 | 和歌山 | 29 | 熊本 | 熊本 |
| 岩手 | 森岡 | 5 | 富山 | | 富山 | 10 | 和歌山 | 潮岬 | 98 | 宮崎 | 宮崎 |
| | 宮古 | 23 | 石川 | 輪島 | 23 | 兵庫 | 神戸 | 21 | 鹿児島 | 鹿児島 | 79 |
| 宮城 | 仙台 | 11 | 石川 | 金沢 | 19 | 鳥取 | 鳥取 | 17 | | 名瀬 | 120 |
| 秋田 | 秋田 | 7 | 福 | 福岡 | 14 | 島 | 西郷 | 24 | 沖縄 | 那覇 | 70 |
| 山形 | 酒田 [※] | 3 | 井 | 敦賀 | 23 | 根 | 浜田 | 23 | | | |
| | 福島 | 山形 | 2 | 静岡 | 浜松 | 48 | 岡山 | 岡山 | 8 | 徳島 | 徳島 |
| 福島 | | 4 | 岡 | 静岡 | 77 | 広島 | 広島 | 21 | | | |
| 茨木 | 小名浜 | 17 | 長野 | 長野 | 0 | 山口 | 下関 | 30 | | | |
| | 水戸 | 17 | 野 | 松本 | 3 | 徳島 | 徳島 | 61 | | | |

陸上競技場暗渠排水例

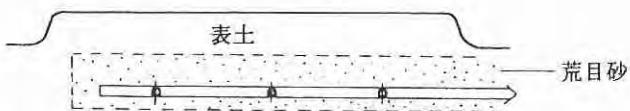
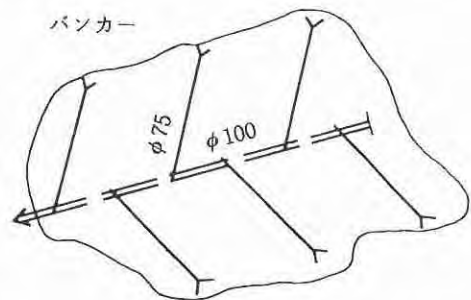


ゴルフ場暗渠排水例

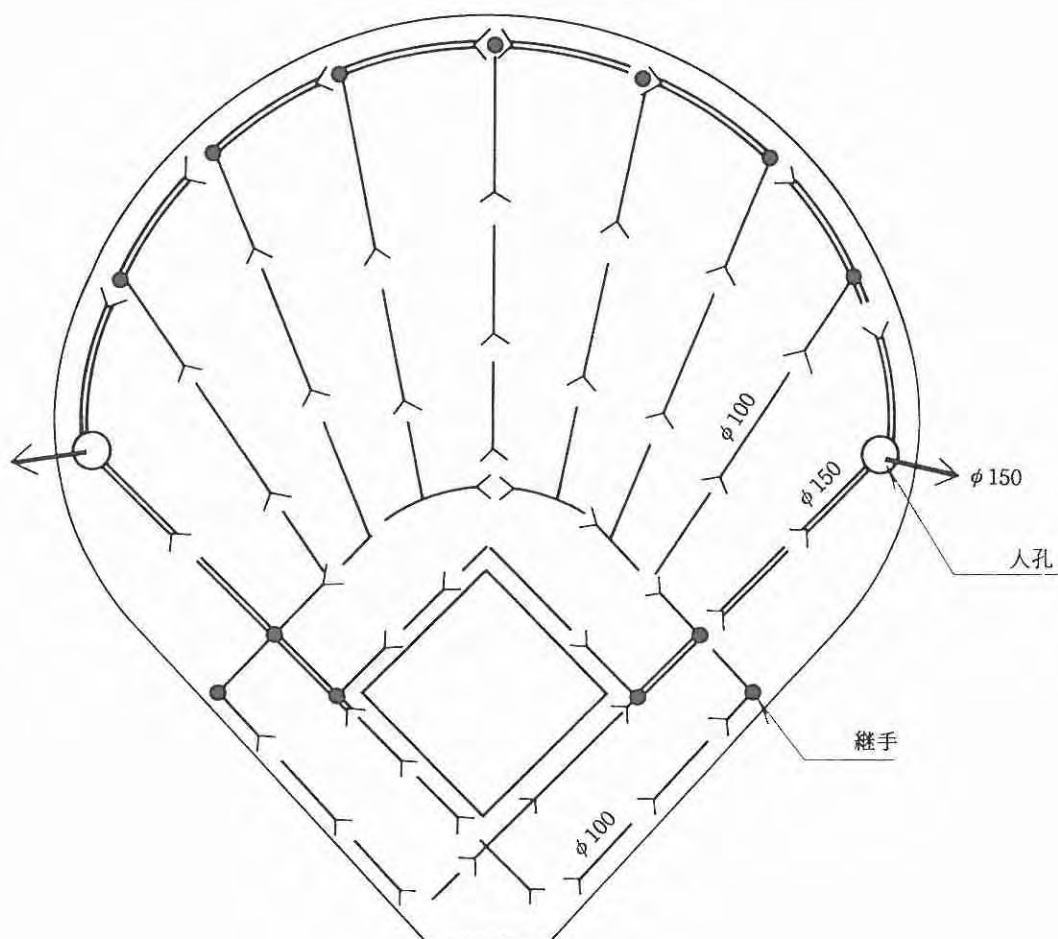
グリーン



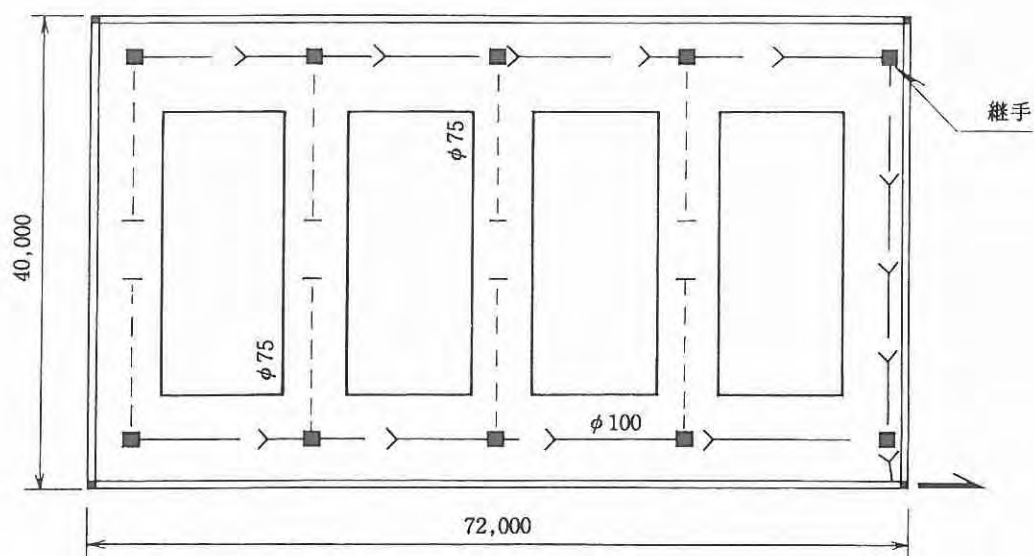
バンカー



野球場暗渠排水例

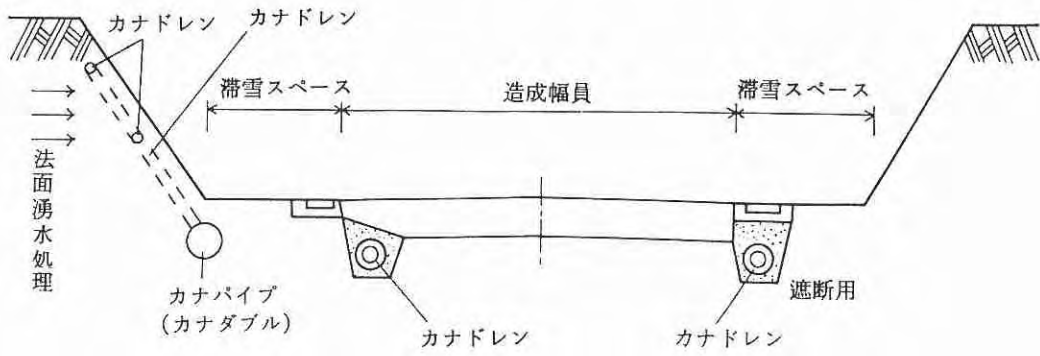


テニスコート暗渠排水例

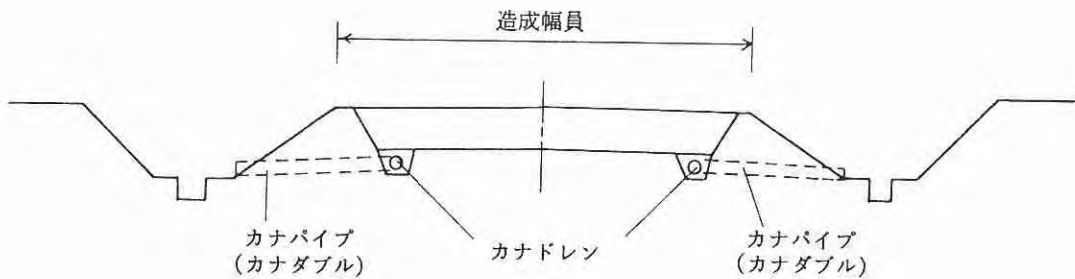
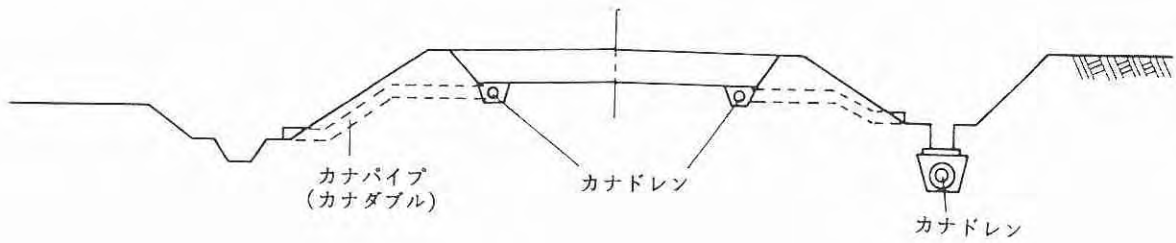


道路・路床排水工設計例

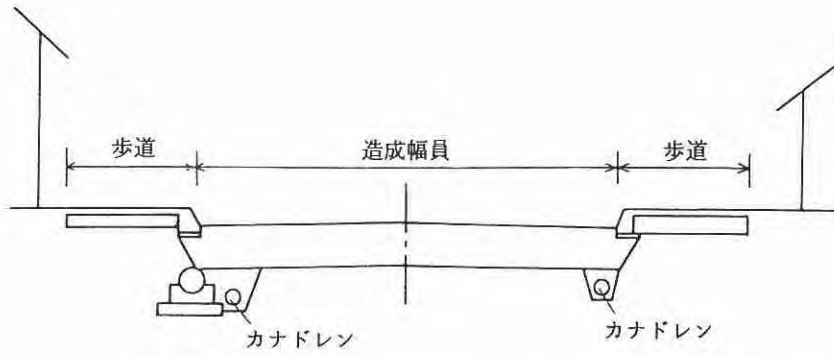
切土型



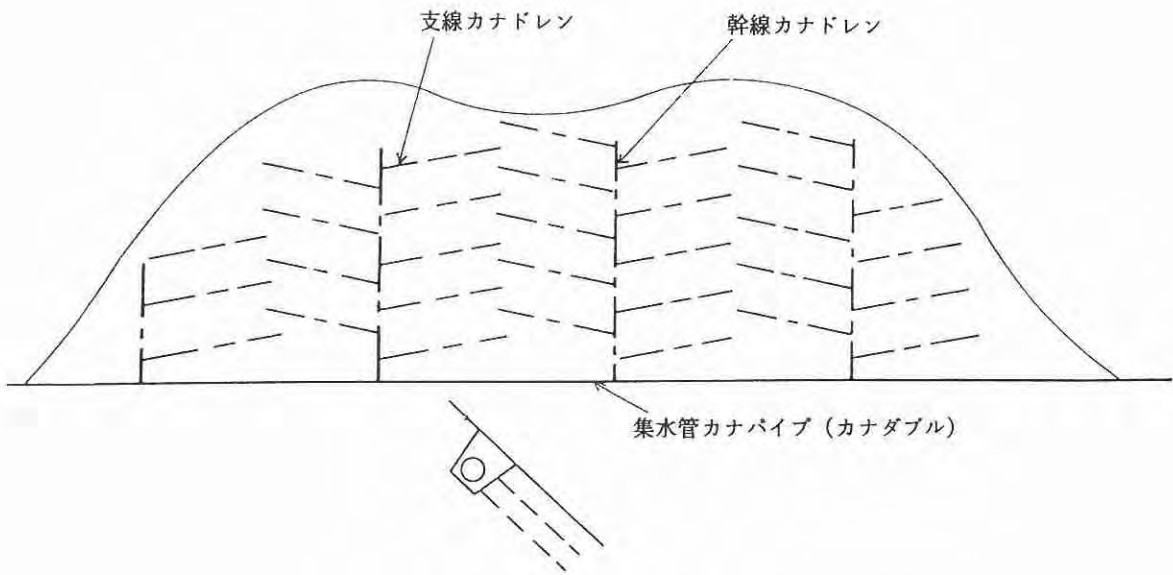
盛土型



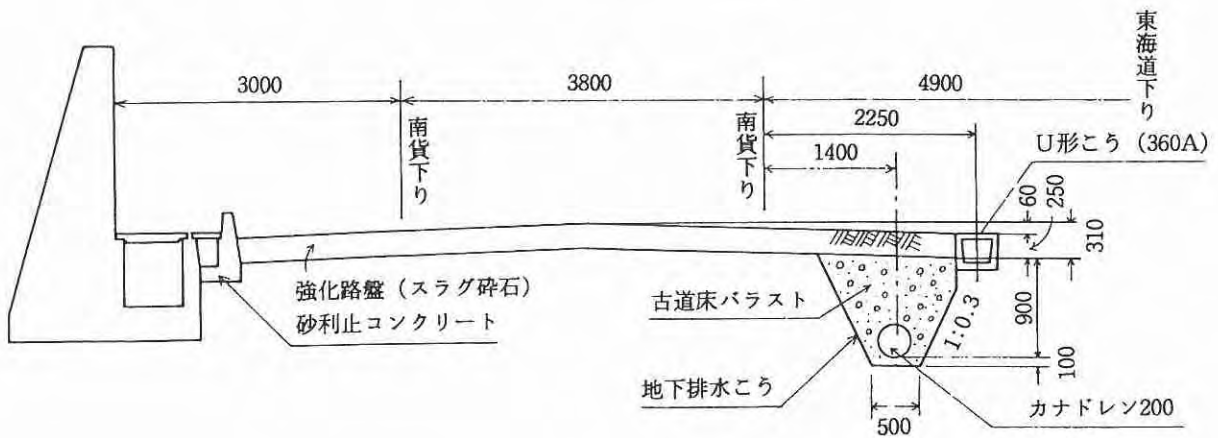
市街地で水位が高い場合



法面集水展開図



日本国有鉄道排水例



カナフレックス コーポレーション 株式会社

東京本社 〒106-6117 東京都港区六本木6-10-1 (六本木ヒルズ森タワー17F)
TEL (03) 5770-5197 FAX (03) 5770-5124

大阪本社 〒530-6017 大阪市北区天満橋1-8-30 (OAPタワー17F)
TEL (06) 6881-0811 FAX (06) 6881-0769

営業所 札幌 仙台 新潟 横浜 静岡 金沢 名古屋
神戸 広島 高松 北四国 福岡 鹿児島

工場 北海道工場 仙台工場 栃木工場 千葉工場 滋賀工場
愛東工場 広島工場 四国工場 九州工場

お問い合わせ

