

暗渠排水工

ネオドレーン・ネトロン
パイプ

技術資料



暗渠排水工

1. 特長と用途
2. 規 格
3. 物 性
4. 排水設計
5. 埋設設計
6. 施 工



三井化学産資株式会社

1. 特長と用途

1. 1 ネオドレールパイプの特長

ネオドレールパイプは、網状管の開孔率（吸水性）に、コルゲート管の耐圧強度、長尺特性を加えた帯状シート、中空ラセン構造を持つポリエチレン製暗渠パイプです。溝付のSDタイプと全面開孔のSCタイプ、無孔管のSAタイプの3種類があります。



＜ネオドレールパイプの特長＞

吸水性に優れる。

小さな吸水孔が厚みのある中空ストランドの内側に無数にある（開孔率が多い）ため、目詰りが少なく、長期間にわたって吸水性に優れます。

内面平滑で粗度係数が小さい。

管内壁は平滑な帯状シート又はパイプ状シートからなるため、流水抵抗が小さく、ポリ管や塩ビ管なみの粗度係数となっています。

耐圧強度が大きい。

帯状シートの外側に中空ストランドをラセン状に巻きつけているため、大きな耐圧強度をもっています。

耐寒、耐衝撃、耐久性に優れ、かつ軽量である。

硬質ポリエチレン（比重 0.95）を原料としていますので、耐寒、耐衝撃、耐久性に優れており、また、ラセンが中空構造ですので軽量で取り扱いが簡単です。

環境に優しい。

再生原料を使用しており、エコマークを取得しています。



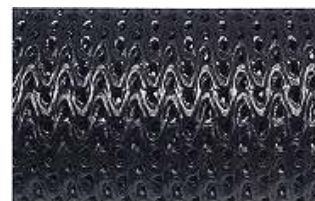
1. 2 ネオドレールパイプの用途

ネオドレールパイプは優れた特長を持っているため応用範囲が広く、以下の主な用途に適用できます。

| タイプ | ゴルフ場 暗渠排水 | グラウンド 暗渠排水 | 造成地 暗渠排水 | アンダー ドレール | 法面排水 | 圃場用 |
|-----|--------------|---------------|-------------|--------------|------|-----|
| SD | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | |
| SC | ○ | ○ | ○ | | | ○ |
| SA | ○ | ○ | ○ | | | ○ |

1. 3 ネットロンパイプの特長

ネットロンパイプは、無数の開孔部を円周上均一に有する独特な立体網目構造のポリエチレン製暗渠パイプで、開孔率が他のパイプに比較して大きいという特徴があります。溝付のPDSタイプ、全面開孔のPCSタイプの2種類があります。



<ネットロンパイプの特長>

吸水性が抜群。

網状開孔部は小さな孔が無数にあり、開孔率が大きく吸水性は抜群です。

目詰まりし難い。

網状開孔部が立体網目構造になっており、目詰まりし難い。

耐寒、耐衝撃、耐久性に優れ、かつ軽量である。

適度の撓み性、弾力性があり、硬質ポリエチレン（比重 0.95）を原料としているので、耐寒、耐衝撃、耐久性に優れ、かつ軽量で取り扱いが簡単です。

1. 4 ネットロンパイプの用途

ネットロンパイプは優れた特長を持っているため応用範囲が広く、以下の主な用途に適用できます。

| タイプ | ゴルフ場 暗渠排水 | グラウンド 暗渠排水 | 造成地 暗渠排水 | アンダー ドレーン | 法面排水 | 圃場用 |
|-----|--------------|---------------|-------------|--------------|------|-----|
| PDS | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | |
| PCS | ○ | ○ | ○ | | | |

2. 規格

2. 1 ネオドレインパイプの規格

SDタイプ



| 品名 | 内径 d (mm) | 長さ L (m) | 梱包 (本) | 外径 D (mm) | 開孔率 (%) | 円周上 無孔部 N (%) | 粗度 係数 | ピッチ (mm) | エコーマーク |
|---------|--------------|-------------|-----------|--------------|------------|---------------------|----------|-------------|--------|
| SD- 65A | 65 | 4 | 10 | 78 | 8 | 30 | 0.011 | 14 | ○ |
| SD- 75A | 75 | 4 | 10 | 90 | 5 | 30 | 0.011 | 13.5 | ○ |
| SD-100A | 100 | 4 | 5 | 118 | 8 | 30 | 0.011 | 15 | ○ |
| SD-150A | 150 | 4 | 3 | 170 | 8 | 30 | 0.011 | 20 | ○ |
| SD-200A | 200 | 4 | 2 | 222 | 5 | 30 | 0.011 | 22 | ○ |
| SD-300 | 300 | 4 | 1 | 335 | 10 | 30 | 0.011 | 43 | — |

SCタイプ



| 品名 | 内径 d (mm) | 長さ L (m) | 梱包 (本) | 外径 D (mm) | 開孔率 (%) | 粗度 係数 | ピッチ (mm) | エコーマーク |
|---------|--------------|-------------|-----------|--------------|------------|----------|-------------|--------|
| SC- 50D | 50 | 100, 4 | 1, 20 | 63 | 10 | 0.011 | 11 | ○ |
| SC- 60D | 60 | 70, 4 | 1, 10 | 73.5 | 10 | 0.011 | 11 | ○ |
| SC- 65D | 65 | 70, 4 | 1, 10 | 78 | 10 | 0.011 | 11.5 | ○ |
| SC- 75D | 75 | 50, 4 | 1, 10 | 90 | 10 | 0.011 | 12.5 | ○ |
| SC-100D | 100 | 30, 4 | 5 | 118 | 8 | 0.011 | 14.5 | ○ |
| SC-150D | 150 | 4 | 3 | 170 | 7 | 0.011 | 19 | ○ |
| SC-200D | 200 | 4 | 2 | 224.5 | 7 | 0.011 | 20 | ○ |

SAタイプ



パイプ状シートとラセン構造の排水管



| 品名 | 内径 d (mm) | 長さ L (m) | 梱包 (本) | 外径 D (mm) | 粗度 係数 | ピッチ (mm) | エコーク |
|---------|--------------|-------------|-----------|--------------|----------|-------------|------|
| SA- 50D | 50 | 4 | 20 | 63 | 0.011 | 11 | ○ |
| SA- 60D | 60 | 4 | 10 | 73.5 | 0.011 | 11 | ○ |
| SA- 65D | 65 | 4 | 10 | 78 | 0.011 | 12.5 | ○ |
| SA- 75D | 75 | 4 | 10 | 90 | 0.011 | 12.5 | ○ |
| SA-100D | 100 | 4 | 5 | 118 | 0.011 | 14.5 | ○ |
| SA-150D | 150 | 4 | 3 | 170 | 0.011 | 19 | ○ |

2. 2 ネオドレールパイプの継手

● キャップ



● ソケット



● Y字管



● 異径 Y字管



● チーズ



● 異径チーズ



● エルボ



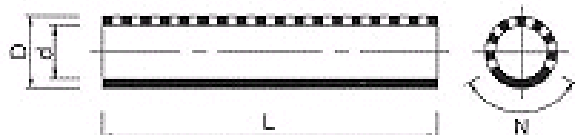
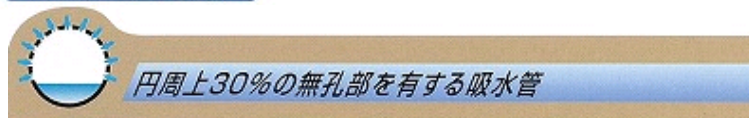
● クロス



※形状は一例です

2. 3 ネットロンパイプの規格

PDSタイプ



| 品名 | 内径 d (mm) | 長さ L (m) | 梱包 (本) | 外径 D (mm) | 開孔率 (%) | 円周上 無孔部 N (%) | 粗度 係数 | ピッチ (mm) |
|---------|--------------|-------------|-----------|--------------|------------|---------------------|----------|-------------|
| PDS-50 | 50 | 4 | 10 | 59 | 10 | 30 | 0.010 | 13 |
| PDS-65 | 65 | 4 | 10 | 74.2 | 10 | 30 | 0.010 | 10 |
| PDS-75 | 75 | 4 | 10 | 85 | 10 | 30 | 0.010 | 10 |
| PDS-100 | 100 | 4 | 5 | 112.4 | 10 | 30 | 0.010 | 11.3 |
| PDS-150 | 150 | 4 | 3 | 161 | 7 | 30 | 0.010 | 20 |
| PDS-200 | 200 | 4 | 2 | 214 | 10 | 25 | 0.010 | 17 |
| PDS-250 | 250 | 4 | 1 | 268 | 10 | 30 | 0.010 | 18 |

PCSタイプ



| 品名 | 内径 d (mm) | 長さ L (m) | 有効長 (m) | 梱包 (本) | 外径 D (mm) | 開孔率 (%) | 円周上 無孔部 N (%) | 粗度 係数 | ピッチ (mm) |
|----------|--------------|-------------|------------|-----------|--------------|------------|---------------------|----------|-------------|
| PCS-50 | 50 | 4.060 | 4 | 10 | 59 | 15 | 0 | 0.010 | 8.5 |
| PCS-65 | 65 | 4.078 | 4 | 10 | 74 | 15 | 0 | 0.010 | 8.0 |
| PCS-75A | 75 | 4.090 | 4 | 10 | 85 | 15 | 0 | 0.010 | 9.8 |
| PCS-100 | 100 | 4.120 | 4 | 5 | 110 | 15 | 0 | 0.010 | 10.5 |
| PCS-150A | 150 | 4.180 | 4 | 3 | 161 | 10 | 0 | 0.010 | 15.0 |

2. 4 ネオドレーンパイプの継手

● Jジョイナー



3. 物性

3. 1 物理的特性

ネオドレーンパイプ、ネトロンパイプの物理的特性は、その原料に依存しており、原料は、高密度ポリエチレンを用いています。ポリエチレンの特長は、①軽量で扱い易い（比重 0.95 程度）、②使用温度範囲が広い（-30～60℃）ことなどです。表 3-1 に原料の物理的物性を示します。

表 3-1 原料の物理的特性

| 項目 | 単位 | 代表値 | 試験法 |
|--------|--------------------|-----------|-------------|
| 比重 | --- | 0.94～0.96 | JIS K 6760 |
| 引張試験 | kg/cm ² | 200 | JIS K 6760 |
| 軟化温度 | ℃ | 126 | ASTM D 1524 |
| 脆化温度 | ℃ | -80 | ASTM D 746 |
| 使用温度範囲 | ℃ | -30～60 | |

3. 2 化学的特性

表 3-2 は薬液の中に長時間浸漬した際のストレスクラッキング特性（繰り返し折り曲げ試験でクラックが発生するまでの時間）から判定した耐薬品性の評価結果です。

表 3-2 耐薬品性（ストレスクラッキング特性 試験温度 23℃）

| 薬品 | 判定 | 薬品 | 判定 | 薬品 | 判定 | 薬品 | 判定 | 薬品 | 判定 |
|--------|----|-------------|----|-----------------------------------|----|--------|----|-------|----|
| 60% 硝酸 | A | 40% 苛性ソーダ | A | 二硫化炭素 | E | トルエン | C | アセトン | A |
| 98% 硫酸 | A | 28% アンモニア | A | 四塩化炭素 | B | P-キシレン | C | 酢酸エチル | A |
| 35% 塩酸 | A | 10% 重クロム酸カリ | A | SO ₂ , SO ₃ | A | メタノール | A | 揮発油 | B |
| 石灰酸 | A | 10% 過酸化水素 | E | ベンゼン | C | エタノール | A | 海水 | A |

判定基準（クラック発生までの時間）

A：365 日以上 B：180～365 日 C：120～180 日 D：60～120 日 E：60 日以内
一般土壌中には、B～E 判定の薬品は含まれることはありませんのであらゆる圃場で使用できます。

3. 3 安全性(溶液内浸出試験)

表 3-3 は、薬液中に長時間浸漬した際の有害物質の浸出量を測定したものです。すべての物質で JIS K 0102 で規定した範囲内に納まっています。

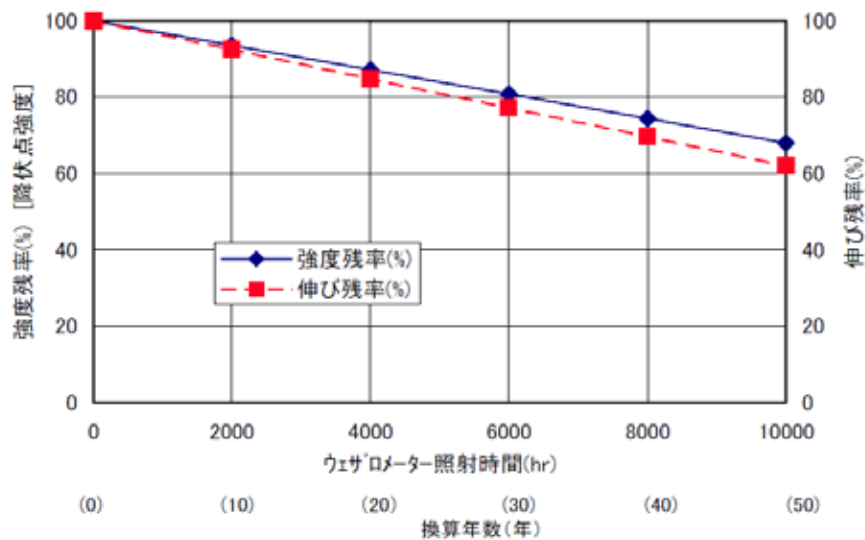
表 3-3 薬液内の浸出試験結果 (単位 : ppm)

| 溶液 | | 蒸留水 | 5% HCl | 5% NaOH |
|--------------------------------------|--------|----------|----------|----------|
| 試料 (g/l) | | 200 | 200 | 200 |
| 温度 (°C) | | 40 | 40 | 40 |
| 浸漬時間 (hr) | | 24 | 5 | 5 |
| 検 定 し た 有 害 物 質 | 水銀 | 検出せず | 検出せず | 検出せず |
| | 6価クロム | 0.001 以下 | 0.001 以下 | 0.001 以下 |
| | フェノール類 | 0.005 以下 | 0.005 以下 | 0.005 以下 |
| | カドミウム | 0.001 以下 | 0.001 以下 | 0.001 以下 |
| | シアン | 検出せず | 検出せず | 検出せず |
| | 鉛 | 0.01 以下 | 0.01 以下 | 0.01 以下 |
| | 亜鉛 | 0.01 以下 | 0.01 以下 | 0.01 以下 |
| 溶液の pH | | 6.4 | | |

試験方法 : 上水試験法、工場排水試験法 (JIS K 0102)

3. 4 耐候性

紫外線の影響による劣化の程度を知るために、促進暴露試験による経過時間毎の強度または伸びの変化を測定しました。図 3-1 は、促進暴露試験による評価の結果です。



- 試験条件 : 1) 東洋理化学工業製 ウェザロメーター (紫外線カーボンアーク型)
 2) ウェザロメーターと太陽光線のエネルギーを比較してウェザロメーター 200 時間を 1 年に換算
 3) ASTM D-638-58T インストロン引張り試験機 (室温 23°C、引張り速度 50mm/min)

図 3-1 紫外線照射時間と強度および伸びの変化

3. 5 空中載荷強度

ネオドレンパイプ、ネトロンパイプのような撓み性パイプは、側方が拘束された状態、すなわち土中に埋設された状態にあってはじめて実用的な強度が得られます。空中載荷強度は測定が簡単なため、パイプの品質管理の方法として平板載荷試験方法を用いています。表 3-4 および表 3-5 に平板載荷試験方法によるネオドレン、ネトロンパイプの品質管理強度を示します。

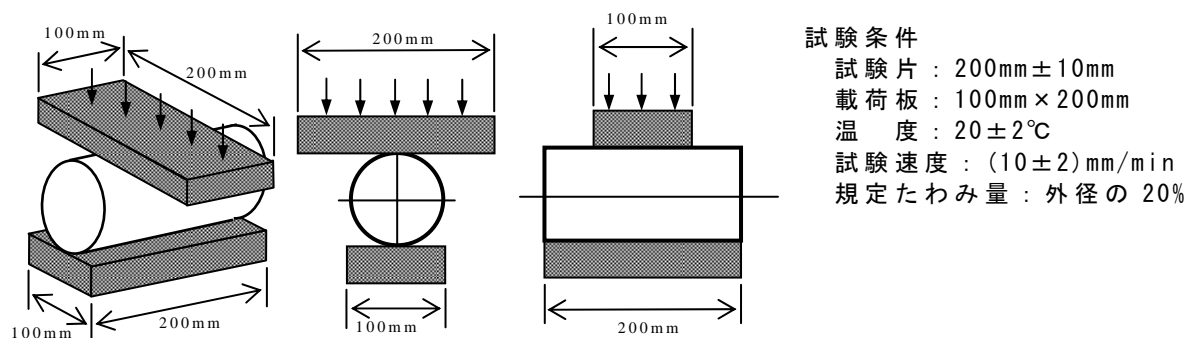


図 3-2 平板載荷試験方法

表 3-4 ネオドレンパイプ品質管理強度（扁平強さ）

| 品名 | 扁平強さ (N/10cm) | 品名 | 扁平強さ (N/10cm) | 品名 | 扁平強さ (N/10cm) |
|---------|------------------|---------|------------------|---------|------------------|
| SD-65A | 360 以上 | SC-50D | 400 以上 | SA-50D | 400 以上 |
| SD-75A | 360 以上 | SC-60D | 400 以上 | SA-60D | 400 以上 |
| SD-100A | 360 以上 | SC-65D | 400 以上 | SA-65D | 400 以上 |
| SD-150A | 310 以上 | SC-75D | 400 以上 | SA-75D | 400 以上 |
| SD-200A | 200 以上 | SC-100D | 350 以上 | SA-100D | 400 以上 |
| SD-300 | 500 以上 | SC-150D | 350 以上 | SA-150D | 400 以上 |
| | | SC-200D | 350 以上 | | |

表 3-5 ネトロンパイプ品質管理強度（扁平強さ）

| 品名 | 扁平強さ (N/10cm) | 品名 | 扁平強さ (N/10cm) |
|---------|------------------|----------|------------------|
| PDS-50 | 200 以上 | PCS-50 | 180 以上 |
| PDS-65 | 180 以上 | PCS-65 | 150 以上 |
| PDS-75 | 180 以上 | PCS-75A | 150 以上 |
| PDS-100 | 180 以上 | PCS-100 | 150 以上 |
| PDS-150 | 150 以上 | PCS-150A | 110 以上 |
| PDS-200 | 130 以上 | | |
| PDS-250 | 130 以上 | | |

4 . 排水設計

4 . 1 流速・流量計算

ネオドレーンパイプ、ネトロンパイプの理論排水量はマンニングの式により求めます。

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

$$Q = A \cdot V$$

ここに、V : 管内流速 (m/sec)

n : 粗度係数

R : 径深 (m)

$$R = \frac{A}{P}$$

A : 通水断面積 (m²)

$$A = \frac{d^2}{8} (\theta - \sin \theta)$$

d : 管内径 (m)

θ : 水面が管中心となす角 (rad)

P : 潤辺 (m)

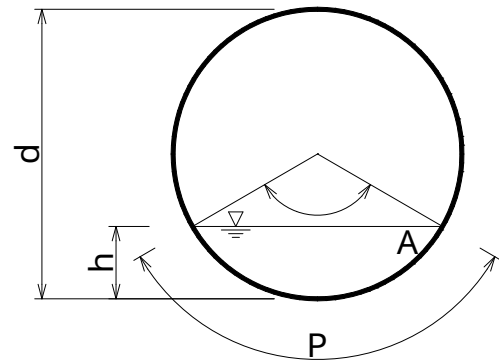
$$P = \frac{1}{2} \cdot \theta \cdot d$$

I : 動水勾配

Q : 管内流量 (m³/sec)

h : 水深 (m)

n : 粗度係数



4.2 粗度係数

粗度係数とは、管内壁表面の粗さを表す係数で、流速・流量に影響を及ぼします。ここでは、マンニングの式における粗度係数を測定しました。

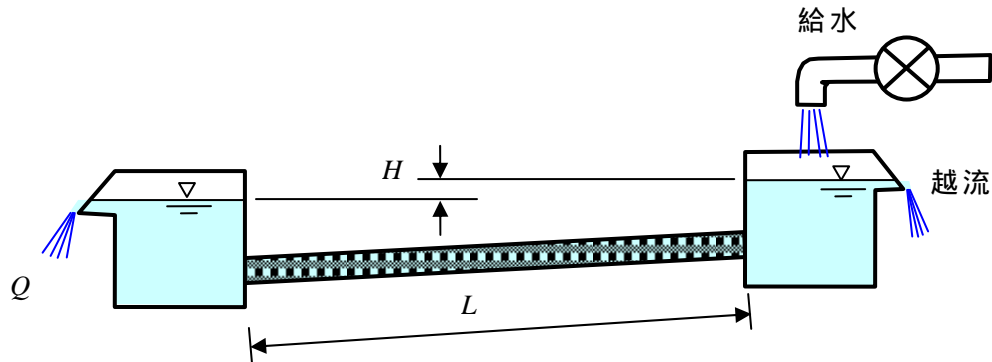


図 4-1 ネオドレーンパイプの粗度係数測定方法

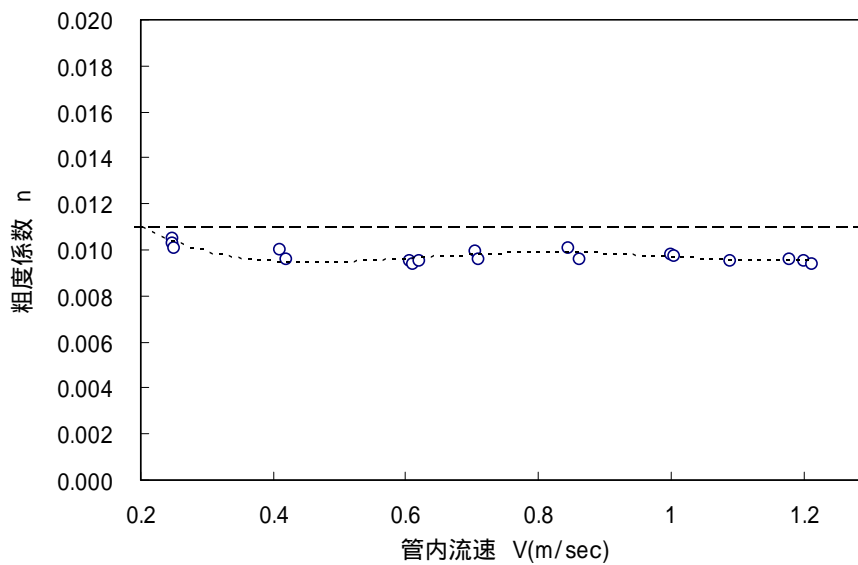


図 4-2 ネオドレーンパイプの粗度係数測定結果

図 4-2 よりネオドレーンパイプの設計粗度係数は $n = 0.011$ とします。ネトロンパイプの粗度係数は、農水省農業土木試験場における試験結果から $n = 0.010$ とします。

4.3 理論排水量

ネオドレーンパイプ、ネトロンパイプの満流時における理論排水量を以下に示します。

表 4-1 ネオドレーンパイプの理論排水量式

| 口径 | SD-A | SC-D | SA-D | 理論排水量 (m^3/sec) |
|-----|------|------|------|--------------------------------------|
| 50 | | | | $0.00961 \times I^{1/2}$ |
| 60 | | | | $0.01563 \times I^{1/2}$ |
| 65 | | | | $0.01935 \times I^{1/2}$ |
| 75 | | | | $0.02835 \times I^{1/2}$ |
| 100 | | | | $0.06105 \times I^{1/2}$ |
| 150 | | | | $0.17998 \times I^{1/2}$ |
| 200 | | | | $0.38762 \times I^{1/2}$ |
| 300 | | | | $1.14283 \times I^{1/2}$ |

| I | $I^{1/2}$ |
|---------------|-----------|
| 1/5 (0.200) | 0.4472 |
| 1/10 (0.100) | 0.3162 |
| 1/20 (0.050) | 0.2236 |
| 1/50 (0.020) | 0.1414 |
| 1/100 (0.010) | 0.1000 |
| 1/150 (0.007) | 0.0816 |
| 1/200 (0.005) | 0.0707 |
| 1/300 (0.003) | 0.0577 |

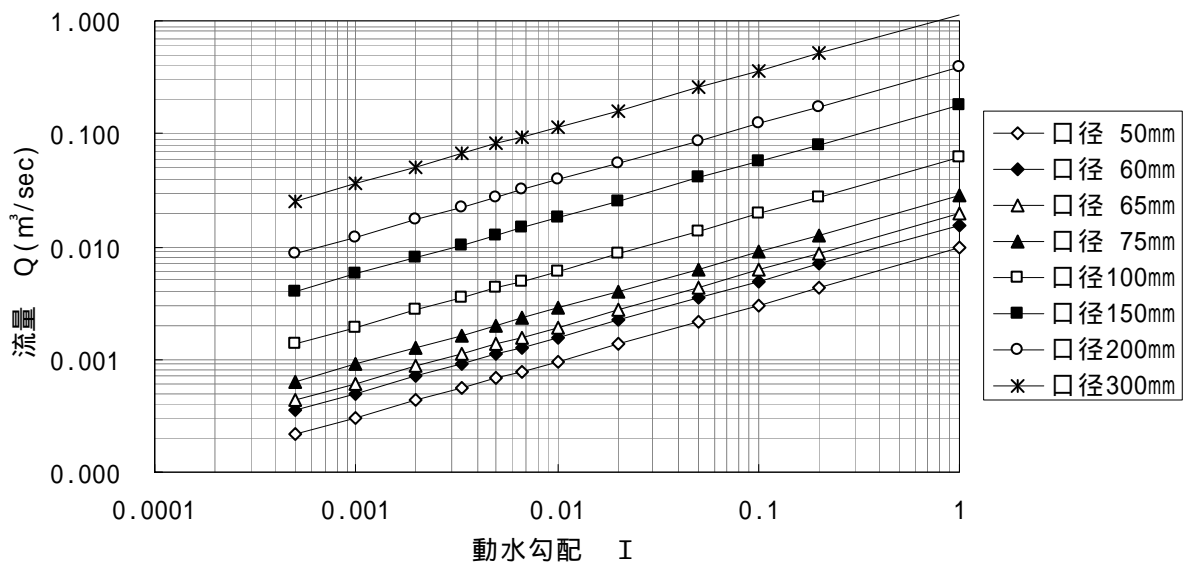


図 4-3 ネオドレーンパイプの理論排水量

表 4-2 ネットロンの理論排水量式

| 口径 | SD-A | SC-D | 理論排水量 (m^3/sec) |
|-----|------|------|--------------------------------------|
| 50 | | | $0.01058 \times I^{1/2}$ |
| 65 | | | $0.02129 \times I^{1/2}$ |
| 75 | | | $0.03118 \times I^{1/2}$ |
| 100 | | | $0.06715 \times I^{1/2}$ |
| 150 | | | $0.19798 \times I^{1/2}$ |
| 200 | | | $0.42638 \times I^{1/2}$ |
| 250 | | | $0.77308 \times I^{1/2}$ |

| I | $I^{1/2}$ |
|---------------|-----------|
| 1/5 (0.200) | 0.4472 |
| 1/10 (0.100) | 0.3162 |
| 1/20 (0.050) | 0.2236 |
| 1/50 (0.020) | 0.1414 |
| 1/100 (0.010) | 0.1000 |
| 1/150 (0.007) | 0.0816 |
| 1/200 (0.005) | 0.0707 |
| 1/300 (0.003) | 0.0577 |

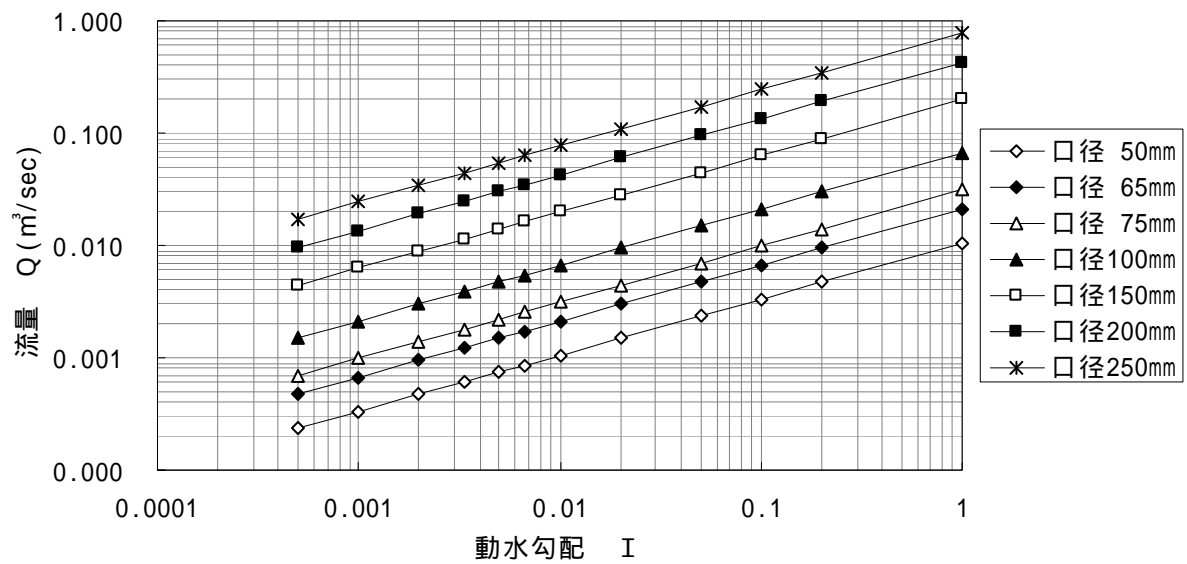


図 4-4 ネットロンの理論排水量

5 . 埋設設計

5 . 1 土圧

ネオドレーンパイプ、ネトロンパイプにかかる鉛直土圧は、埋設形式によりそれぞれに応じた次の土圧公式を適用します。

$$\begin{aligned} \text{鉛直土圧} \text{---} H \leq 2.0\text{m} & \text{-----} W_v = \gamma \cdot H \quad (\text{鉛直土圧公式}) \\ \text{---} H > 2.0\text{m} & \text{溝形-----} W_v = C_d \cdot \gamma \cdot B \quad (\text{マーストン公式}) \\ & \text{突出形-----} W_v = C_c \cdot \gamma \cdot D_c \quad (\text{マーストン公式}) \\ & \text{逆突出形---} W_v = C_n \cdot \gamma \cdot B \quad (\text{マーストン公式}) \end{aligned}$$

(1) 土被り $H \leq 2.0\text{m}$

$$W_v = \gamma \cdot H$$

ここに、 W_v : 管体に加わる鉛直土圧 (kN/m^2)

γ : 埋戻し土または盛土の単位体積重量 (kN/m^3)

H : 埋戻し面または盛土面から管頂までの深さ (m)

(2) 溝形

$$W_v = C_d \cdot \gamma \cdot B$$

ここに、 W_v : 管体に加わる鉛直土圧 (kN/m^2)

C_d : 土圧係数

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

γ : 埋戻し土の単位体積重量 (kN/m^3)

B : 管頂における溝幅 (m)

e : 自然対数の底 ($e = 2.71828$)

K : ランキンの土圧係数

$$K = \frac{1 - \sin \phi}{1 + \sin \phi}$$

μ : 埋戻し土の内部摩擦係数

$$\mu = \tan \phi$$

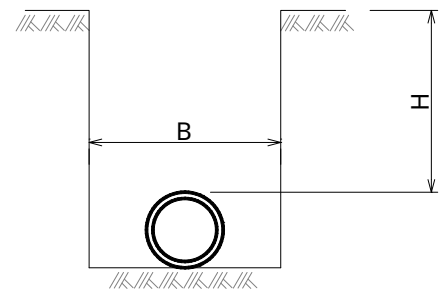
μ' : 埋戻し土と溝側面との内部摩擦係数

$$\mu' = \tan \phi' \quad (\mu = \mu' \text{ として差支えない})$$

ϕ : 埋戻し土の内部摩擦角 ($^\circ$)

ϕ' : 埋戻し土と溝側面の摩擦角 ($^\circ$)

H : 埋戻し面から管頂までの深さ (m)



(3) 突出形

$$W_v = C_c \cdot \gamma \cdot D_c$$

ここに、 W_v : 管体に加わる鉛直土圧 (kN/m²)

C_c : 土圧係数

$H \leq H_e$ のとき

$$C_c = \frac{e^{-2K \cdot \mu (H/D_c)} - 1}{-2K \cdot \mu}$$

$H > H_e$ のとき

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

上式の H_e は次式の左辺と右辺を収束計算し求める。

$$\frac{e^{-2K \cdot \mu (H_e/D_c)} - 1}{-2K \cdot \mu} \left\{ \frac{1}{2K \cdot \mu} - \left(\frac{H}{D_c} - \frac{H_e}{D_c} \right) - \frac{s_d \cdot P}{3} \right\} - \frac{1}{2} \left(\frac{H_e}{D_c} \right)^2 - \frac{s_d \cdot P}{3} \left(\frac{H}{D_c} - \frac{H_e}{D_c} \right) e^{-2K \cdot \mu (H_e/D_c)} - \frac{1}{2K \cdot \mu} \cdot \frac{H_e}{D_c} + \frac{H}{D_c} \cdot \frac{H_e}{D_c} = -s_d \cdot P \cdot \frac{H}{D_c}$$

γ : 盛土の単位体積重量 (kN/m³)

D_c : 管の外径 (m)

e : 自然対数の底 ($e = 2.71828$)

K : ランキンの土圧係数

$$K = \frac{1 - \sin \phi}{1 + \sin \phi}$$

μ : 盛土の内部摩擦係数

$$\mu = \tan \phi$$

ϕ : 盛土の内部摩擦角 (°)

H_e : 等沈下面から管頂までの深さ (m)

s_d : 沈下比 (表 5-1 参照)

P : 突出比 (通常、 $P = 1.0$)

H : 盛土面から管頂までの深さ (m)

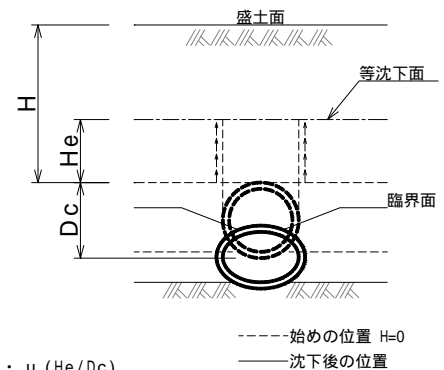


表 5-1 沈下比 s_d の標準値

| 管種 | 地盤の状況 | 突出形 |
|------|-------|------|
| とう性管 | 締固め | -0.1 |
| | 締固め | 0 |

注) 締固め : 締固め度 90%平均 (一定の仕様を定めて管理する締固め)

締固め : 締固め度 95%平均 (厳密な施工管理のもとで行う締固め)

土地改良事業計画設計基準および運用・解説 設計「パイプライン」

社団法人 農業農村工学会発行 より

(4) 逆突出形

$$W_v = C_n \cdot \gamma \cdot B$$

ここに、 W_v : 管体に加わる鉛直土圧 (kN/m²)

C_n : 土圧係数

$H \leq H_e$ のとき

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

$H > H_e$ のとき

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

上式の H_e は次式の左辺と右辺を収束計算し求める。

$$\begin{aligned} & \frac{e^{-2K \cdot \mu (H'/B)} - 1}{-2K \cdot \mu} \cdot \left(\frac{H'}{B} - \frac{H_e'}{B} - \frac{1}{2K \cdot \mu} \right) \\ & - \frac{H_e'}{B} \cdot \left(\frac{H'}{B} - \frac{H_e'}{B} - \frac{H_e'}{2 \cdot B} - \frac{1}{2K \cdot \mu} \right) \\ & = \frac{2}{3} \cdot \gamma_{sd} \cdot P \left\{ \frac{e^{-2K \cdot \mu (H'/B)} - 1}{-2K \cdot \mu} \right. \\ & \quad \left. + \left(\frac{H'}{B} - \frac{H_e'}{B} \right) \cdot e^{-2K \cdot \mu (H_e'/B)} \right\} \end{aligned}$$

γ : 盛土の単位体積重量 (kN/m³)

B : 管頂における溝幅 (m)

e : 自然対数の底 ($e = 2.71828$)

K : ランキンの土圧係数

$$K = \frac{1 - \sin \phi}{1 + \sin \phi}$$

μ : 盛土の内部摩擦係数

$$\mu = \tan \phi$$

ϕ : 盛土の内部摩擦角 (°)

H : 盛土面から管頂までの深さ (m)

H_e : 等沈下面から管頂までの深さ (m)

H' : 盛土面から現地盤面までの深さ (m)

H_e' : 等沈下面から現地盤面までの深さ (m)

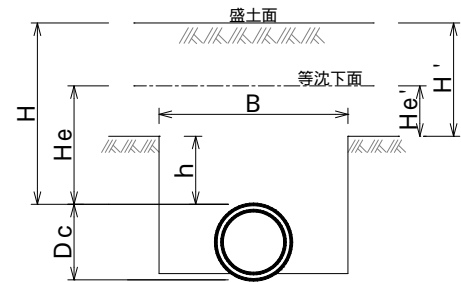
P : 逆突出比

$$P = \frac{h}{B}$$

h : 現地盤面から管頂までの深さ (m)

s_d : 沈下比 (標準値 $s_d = 0$)

土地改良事業計画設計基準および運用・解説 設計「パイプライン」
社団法人 農業農村工学会発行 より



5.2 活荷重

(1) 自動車荷重

自動車荷重は、輪荷重が接地幅 0.2m で自動車の進行方向については 45° に分散するものとし、それと直角方向には自動車が並列に載荷されることを考慮して、車両占有幅 2.75m の範囲に均等に分布するものとしします。

$$W_w = \frac{2P(1+i) \cdot}{2.75(0.2+2h)}$$

ここに、 W_w : 輪荷重による鉛直荷重 (kN/m²)

P : 自動車後輪片側荷重 (kN)

T - 14 荷重 $P = 56$ (kN)

T - 20 荷重 $P = 80$ (kN)

T - 25 荷重 $P = 100$ (kN)

i : 衝撃係数 (表 5-2 参照)

: 断面力の低減係数 (表 5-3 参照)

h : 土被り (m)

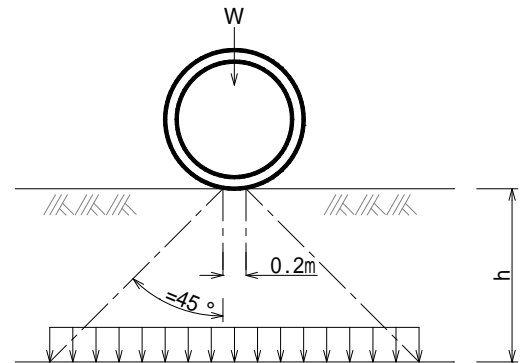


表 5-2 衝撃係数 の標準値

| 土被り (m) 道路の状態 | 1.5 未満 | 1.5 ~ 2.5 未満 | 2.5 以上 |
|--------------------|--------|--------------|--------|
| 未舗装道路 | 0.4 | 0.3 | 0.2 |
| コンクリート アスファルト舗装 | 0.3 | 0.2 | 0.1 |

表 5-3 断面力の低減係数

| 荷重条件 | |
|---------|-----|
| T-25 | 0.9 |
| T-20 以下 | 1.0 |

土地改良事業計画設計基準および運用・解説 設計「パイプライン」
社団法人 農業農村工学会発行 より

(2) 施工機械荷重

$$W_B = n \cdot q_B (1 + i) \left(\frac{b}{b + 2H \cdot \tan \alpha} \right)$$

ここに、 W_B : 施工機械による鉛直荷重 (kN/m²)

H : 埋戻し面から管頂までの深さ (m)

i : 衝撃係数

q_B : 施工機械の接地圧 (kN/m²)

b : キャタピラ幅 (m)

α : 荷重の土中への分散角度 (°)

(一般の土質では 45° としてよい)

n : 一つのキャタピラのみ作用する場合

$n = 1$ 、両方のキャタピラが作用する

場合 $n = 2$ とする。

表 5-4 ブルドーザ諸元

| ブルドーザ規格 | 接地圧 q_B (kN/m ²) | キャタピラ幅 b (m) | キャタピラ間隔 L (m) | 衝撃係数 i |
|---------|-----------------------------------|-------------------|--------------------|-------------|
| 3ton 級 | 32 | 0.30 | 1.19 | 普通地盤 |
| 6ton 級 | 45 | 0.35 | 1.42 | $i = 0.0$ |
| 8ton 級 | 47 | 0.41 | 1.54 | 軟弱地盤 |
| 11ton 級 | 57 | 0.46 | 1.88 | $i = 0.2$ |
| 15ton 級 | 59 | 0.51 | 1.88 | |

土地改良事業計画設計基準および運用・解説 設計「パイプライン」

社団法人 農業農村工学会発行 より

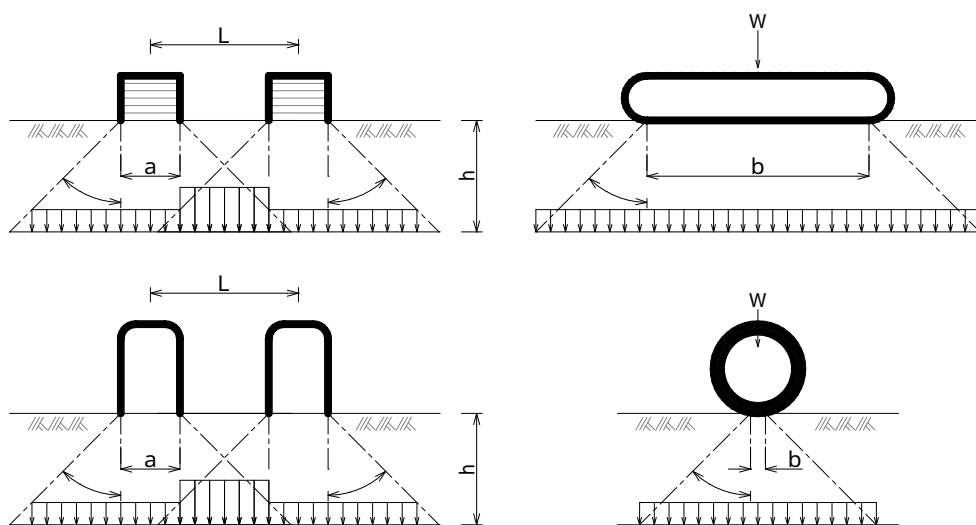


図 5-1 施工機械荷重

5.3 管のたわみ量

ネオドレーンパイプ、ネトロンパイプの地下埋設におけるたわみ量は、スパングラの公式を適用します。

$$x = F \cdot \frac{2 \cdot K \cdot (W_v + W_w) \cdot R^4}{E \cdot I + 0.061 \cdot e' \cdot R^3}$$

ここに、 x : 管のたわみ量 (m)

F : 変形おくれ係数 (表 5-5 参照)

K : 基礎の支持角によって決まる係数 (表 5-6 参照)

$W_v + W_w$: 土圧、上載荷重による鉛直荷重 (kN/m^2)

R : 管の平均半径 (m)

E : 管の弾性係数 (kN/m^2)

$$E = 981 \times 10^3 (\text{kN/m}^2)$$

I : 管の断面二次モーメント (m^4/m)

e : 土の受働抵抗係数 (kN/m^2) (表 5-7 参照)

表 5-5 変形おくれ係数 F の標準値

| | 変形おくれ係数 F |
|-------------|-------------|
| 口径 300mm 以下 | 1.0 |

表 5-6 基礎の支持角によって決まる係数 K の標準値

| 基礎の設計支持角 | 0° | 30° | 60° | 90° | 120° | 180° |
|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| K | 0.110 | 0.108 | 0.103 | 0.096 | 0.089 | 0.083 |

土地改良事業計画設計基準および運用・解説 設計「パイプライン」
社団法人 農業農村工学会発行 より

表 5-7 土の受働抵抗係数 e

| 管の裏込め材料の種類 | 裏込めの締固め度に応じた e (10 ³ kN/m ²) | | | |
|--|---|--|---|--|
| | 締固めなし ダンプしたま まの状態 | 緩い状態 dmax ²⁾ < 85% 相対密度 < 40% | 普通の状態 dmax ²⁾ 85 ~ 95% 相対密度 40 ~ 70% | 密な状態 dmax ²⁾ > 95% 相対密度 > 70% |
| 粒度のよい土 (LL > 50) 中位から高塑性を有する土 CH、MH、CH-MH | データを与えることはできない。有資格の土質技術者に相談のこと。そうでないときは e = 0 とする。 | | | |
| 粒度のよい土 (LL < 50) 中位から無塑性の土で 25% 以下の粗粒分を含む CL、 ML、ML-CL | 0.34 | 1.37 | 2.75 | 6.86 |
| 粒度のよい土 (LL < 50) 中位から無塑性の土で粗粒 分を 25%以上含む CL、ML、 ML-CL 細粒分を含む粗粒土、12% 以上の細粒分を含む GM、 GC、SM、SC | 0.69 | 2.75 | 6.86 | 13.7 |
| 細粒分を含んでいないか少 量含んでいる粗粒土 細粒分 12%以下の GW、GP、 SW、SP | 1.37 | 6.86 | 13.7 | 20.6 |
| 破碎岩 | 6.86 | 20.6 | 20.6 | 20.6 |
| 変形のパーセント項の精度 | ± 2% | ± 2% | ± 1% | ± 0.5% |

ネオドレーンパイプ、ネトロンパイプの許容たわみ率()は、「土地改良事業計画設計基準および運用・解説 設計「パイプライン」 社団法人農業農村工学会発行」より 5%とします。管のたわみ率()は次式を用いて算出します。

$$= \frac{x}{D} \times 100(\%)$$

ここに、 x : 管のたわみ量(m)
D : 管の平均外径(m)

5.4 耐圧強度

管のたわみ量の公式から求めたネオドレーンパイプ、ネトロンパイプの耐圧強度を図 5-2～図 5-6 に示します。

$$F = 1.5, \quad K = 0.089, \quad e = 6.86 \times 10^3 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

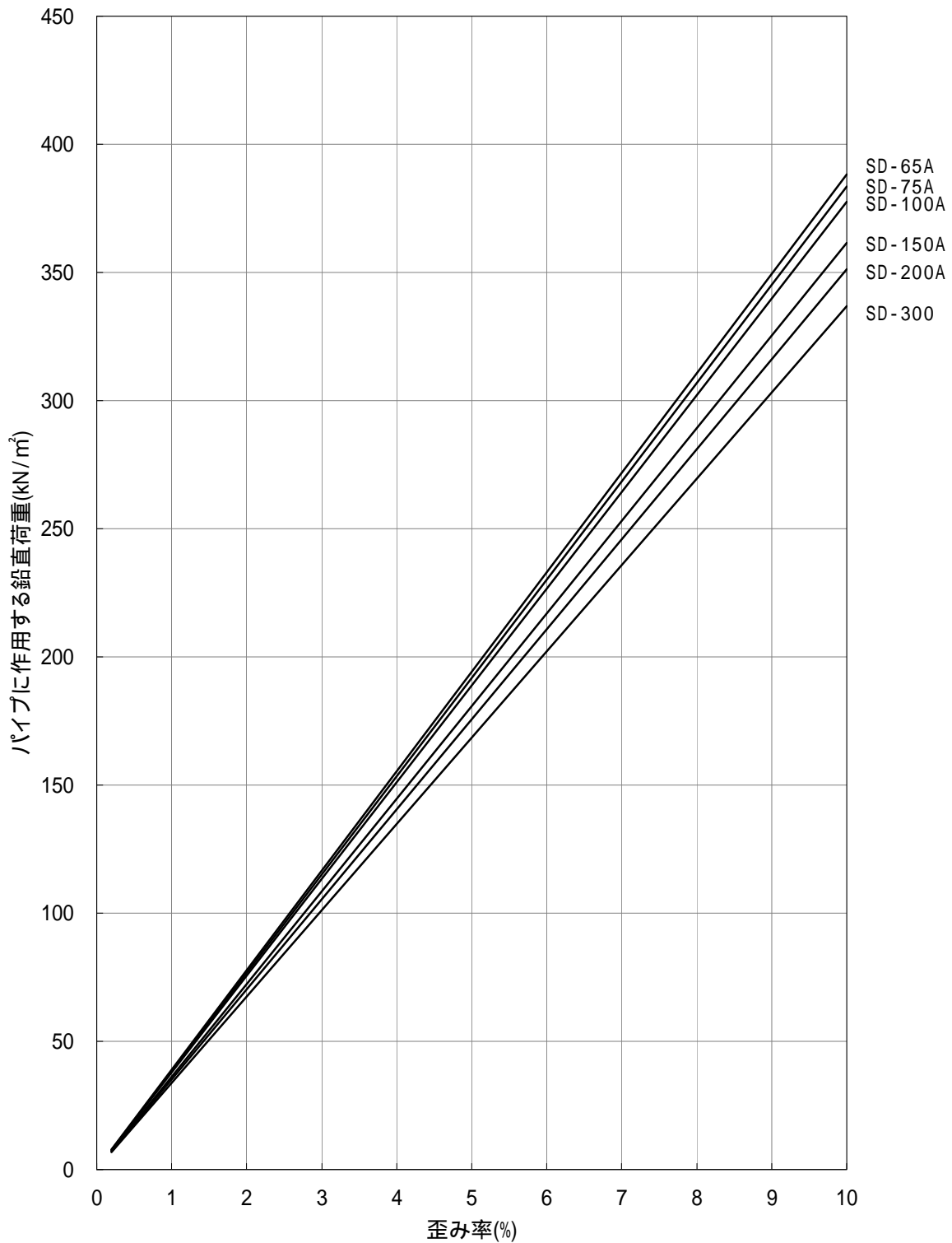


図 5-2 ネオドレーンパイプ (SD タイプ) 耐圧強度

$F = 1.5$, $K = 0.089$, $e = 6.86 \times 10^3 \text{ (kN/m}^2\text{)}$

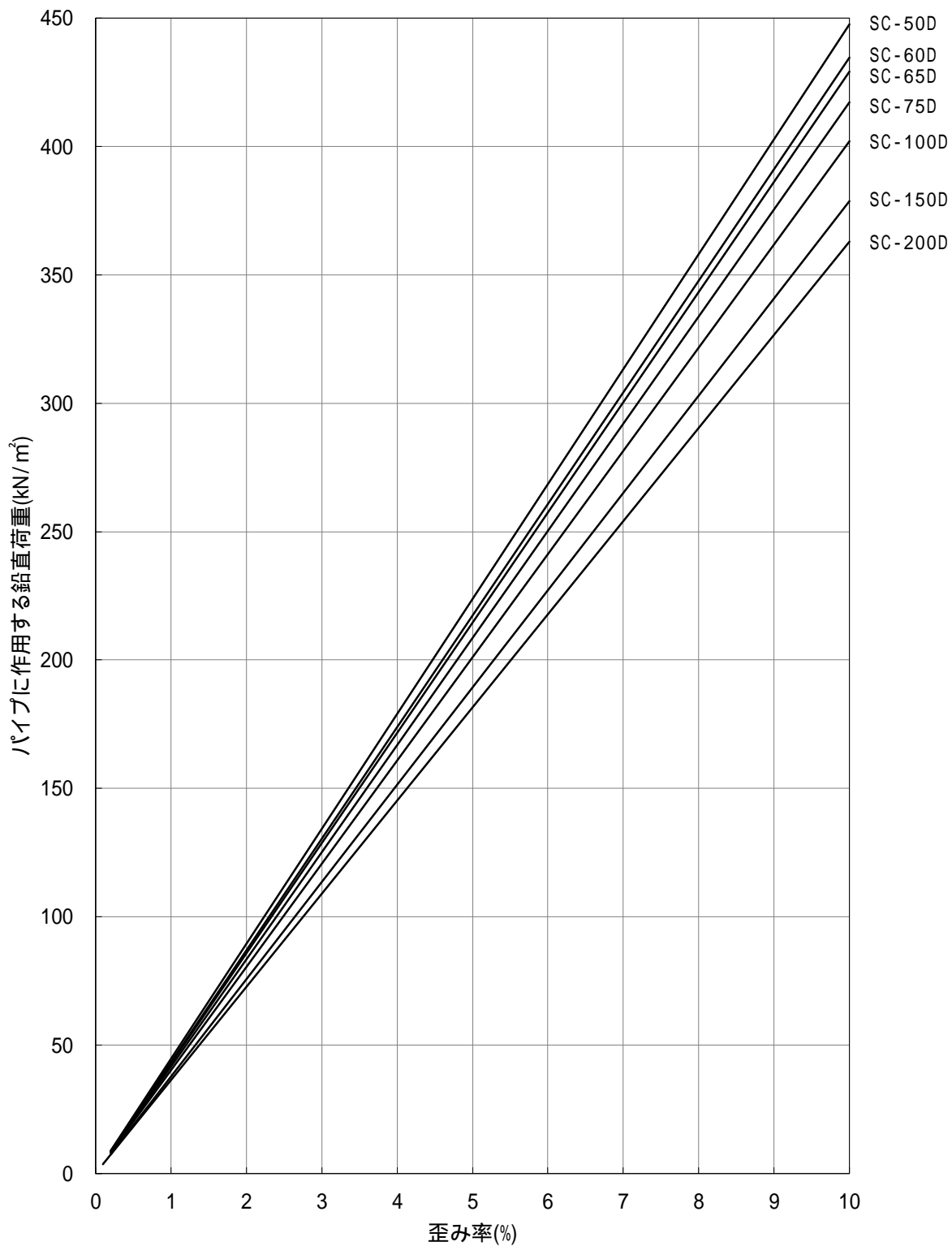


図 5-3 ネオドレーンパイプ (SC タイプ) 耐圧強度

$$F = 1.5, K = 0.089, e = 6.86 \times 10^3 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

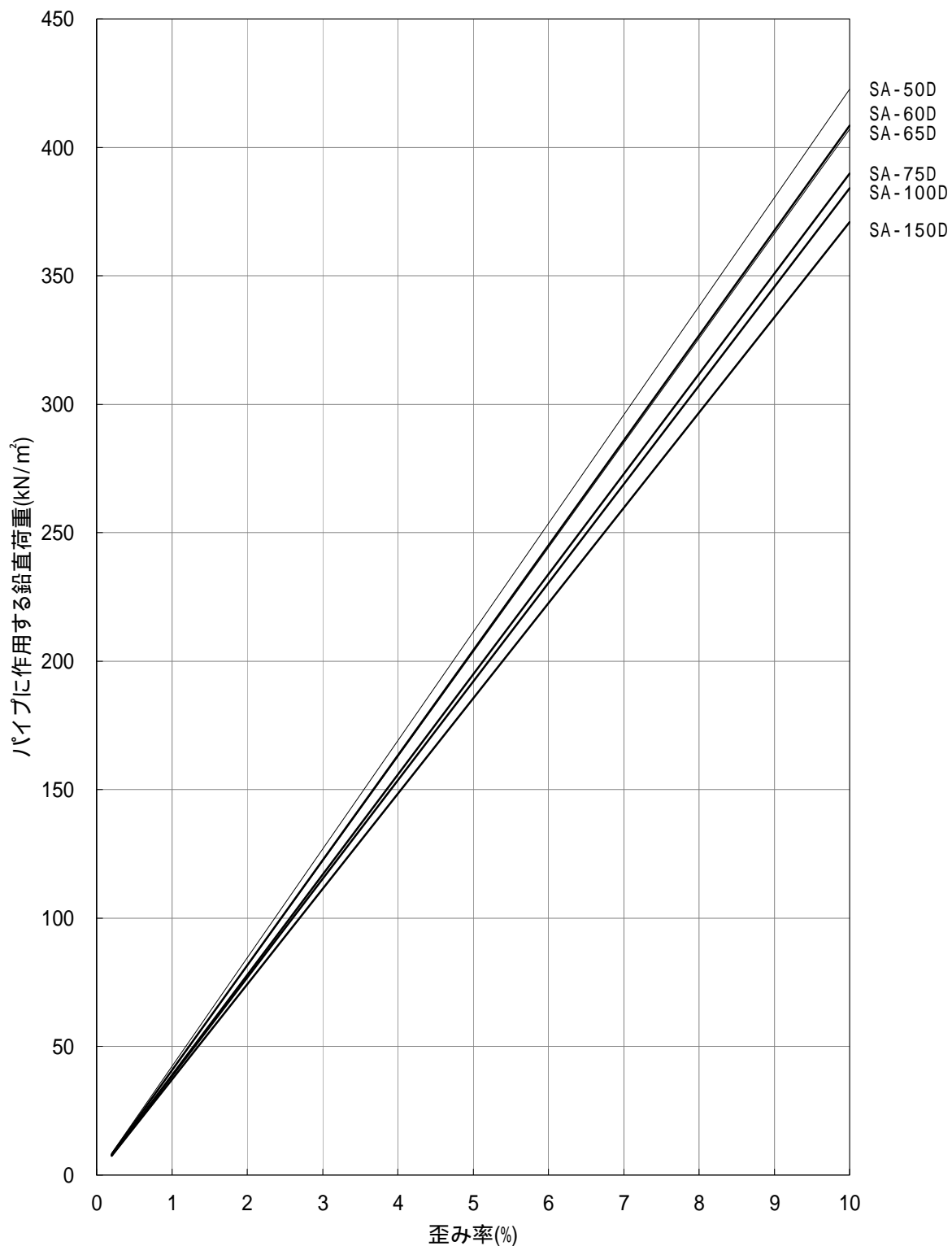


図 5-4 ネオドレインパイプ (SA タイプ) 耐圧強度

$$F = 1.5, K = 0.089, e = 6.86 \times 10^3 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

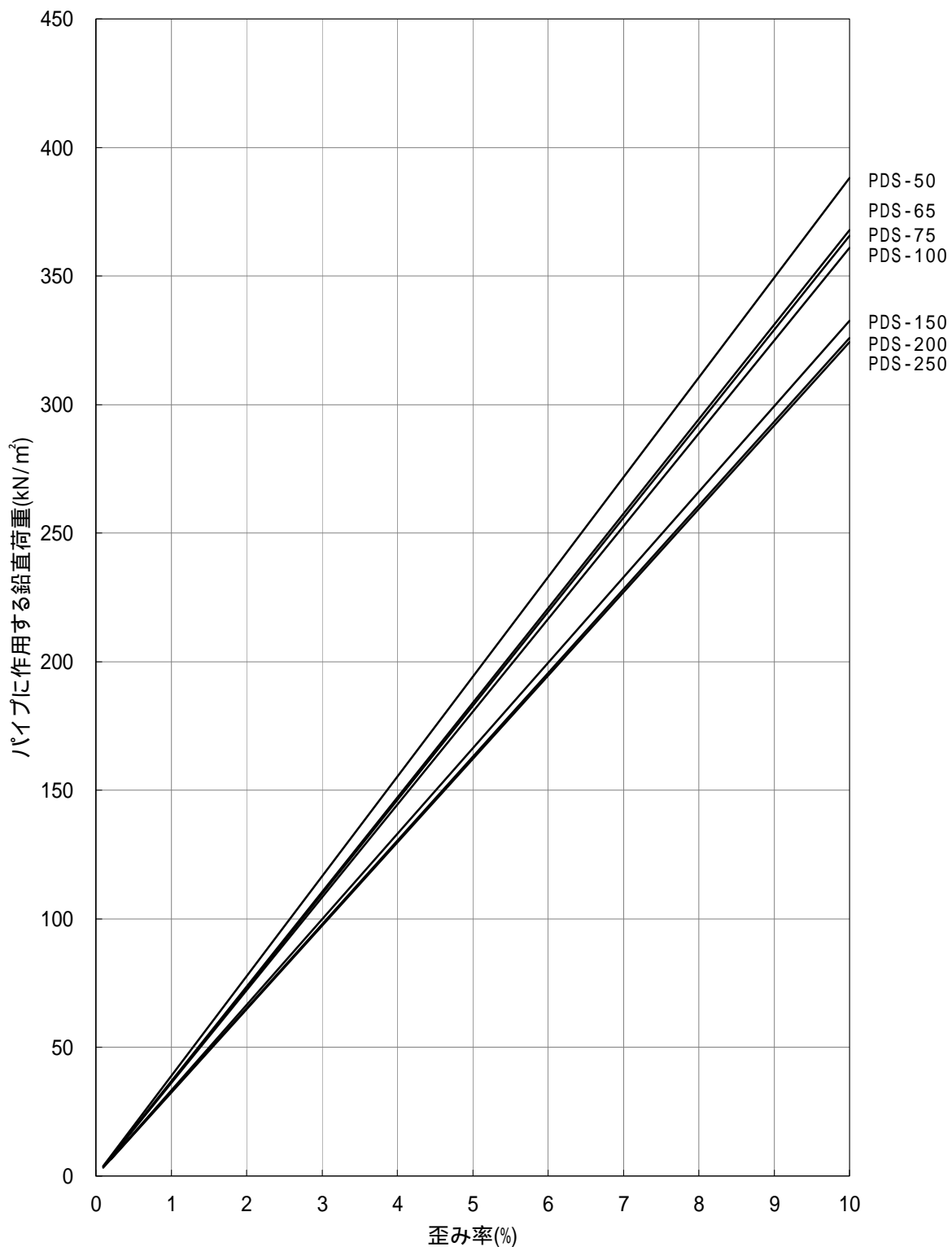


図 5-5 ネットロンパイプ (PDS タイプ) 耐圧強度

$$F = 1.5, K = 0.089, e = 6.86 \times 10^3 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

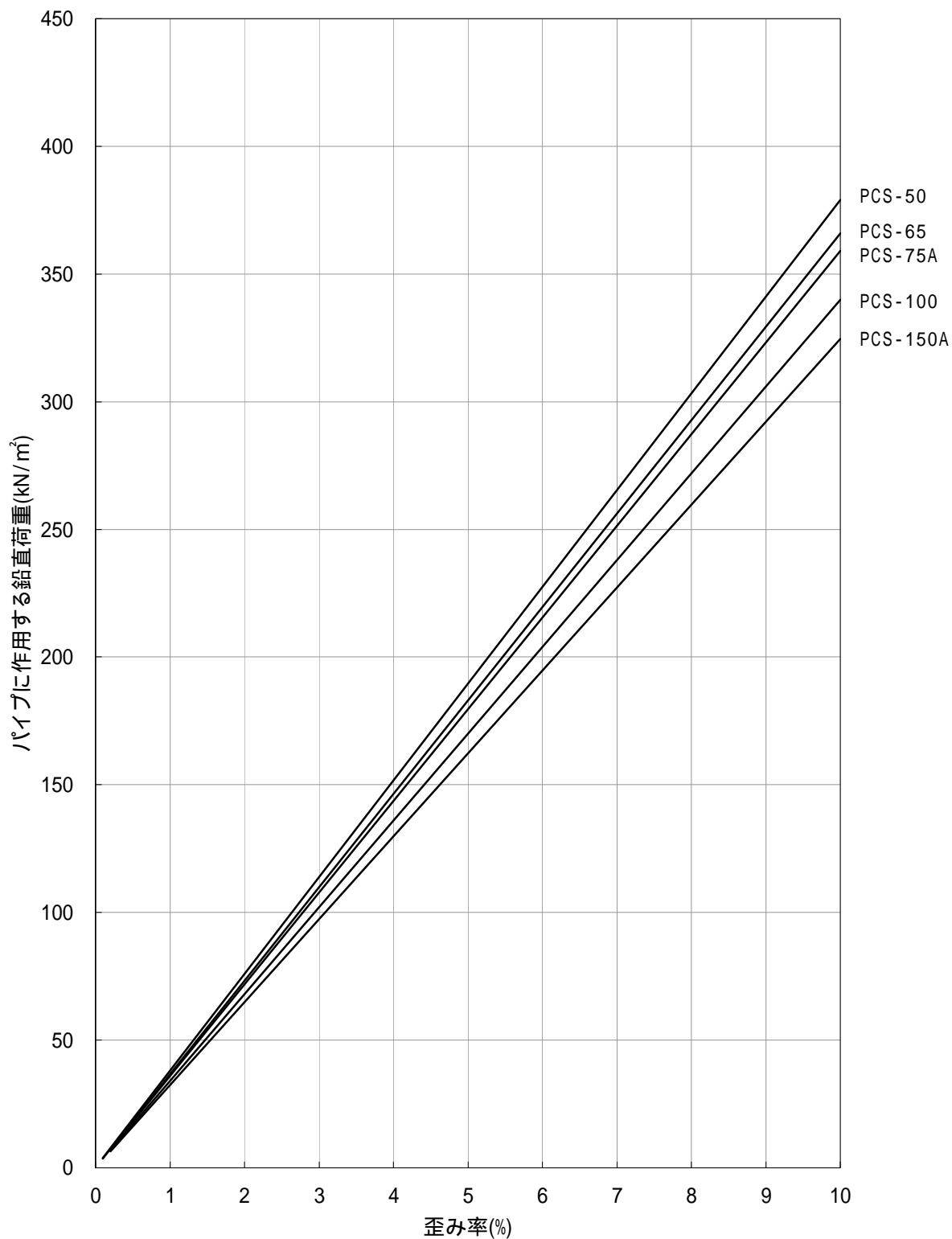


図 5-6 ネットロンパイプ (PCS タイプ) 耐圧強度

6 . 施工

6 . 1 標準断面

施工断面は設計条件・地盤の状態など管の使用状況によって異なりますが、標準的な断面例を示します。

表 6-1 標準断面

| 口径 | a (cm) | b (cm) | c (cm) | 10m あたり数量(参考) | |
|-----|-----------|-----------|-----------|-----------------------------|--------------------------|
| | | | | フィルター材 (m ³) | 不織布 (m ²) |
| 50 | 46 | 25 | 35 | 1.22 | 15.4 |
| 60 | 47.6 | 26 | 36 | 1.30 | 15.9 |
| 65 | 48.4 | 26.5 | 36.5 | 1.33 | 16.1 |
| 75 | 50 | 27.5 | 37.5 | 1.41 | 16.6 |
| 100 | 54 | 30 | 40 | 1.60 | 17.8 |
| 150 | 62 | 35 | 45 | 2.01 | 20.1 |
| 200 | 70 | 40 | 50 | 2.44 | 22.4 |
| 250 | 78 | 45 | 55 | 2.89 | 24.8 |
| 300 | 86 | 50 | 60 | 3.37 | 27.1 |

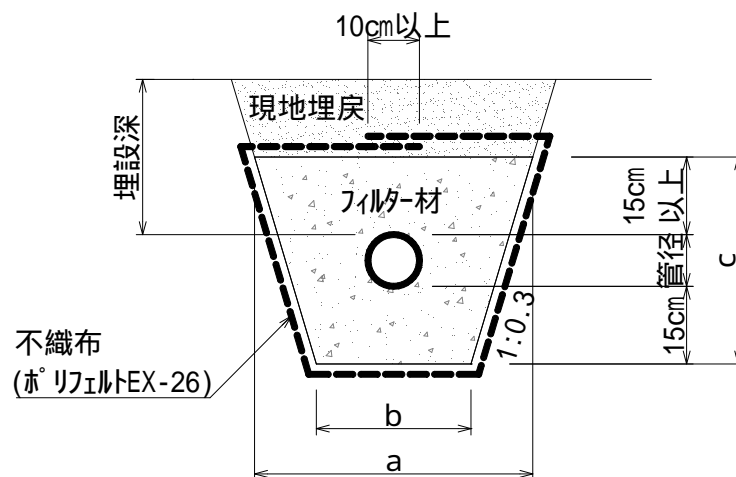


図 6-1 標準断面図

6.2 埋設深

埋設深は、管頂から埋戻し土の表面までの深さとし、現場の条件に応じて選定します。

埋設深は管路の保護上から 0.6m 以上とする。ただし、公道下、歩道下、軌道下又は河川下等に埋設する場合、管理者と協議して決定する必要がある。公道又は市町村道等に認定され道路構造例に準拠している農道下では 1.2m 以上、土地改良事業計画設計基準・設計「農道」に準拠する農道および私道下においては、付帯施設等の設置を考慮して、一般的に 1.0m 以上とする。

耕地下に埋設する場合の最小埋設深は、「0.6m 以上 + 耕土深」を標準とする。ただし、管径 300mm 以下のほ場内管路(耕作道路含む)の埋設深は、作物の種類、耕起の状態、耕うん作業機の種類、通行車両等により検討し、最小埋設深を 0.3m 以上とすることができる。

寒冷地における埋設深は凍結深以上とする。

山林下に埋設する場合の最小埋設深は、0.6m 以上を標準とする。

地下水位が高く、管路が浮上するおそれのあるところでは、管体空虚時に管路が浮上しない深さとする。

土地改良事業計画設計基準および運用・解説 設計「パイプライン」

社団法人 農業農村工学会発行 より抜粋

6.3 基礎歩掛

表 6-2 パイプの敷設歩掛

| 工種 口径 (mm) | 設置 (配管・接続・固定) | 小運搬 (現場 100m 以内) |
|---------------|------------------|---------------------|
| 50 | 0.04 人日/10m | 0.05 人日/10m |
| 60 | 0.04 " | 0.05 " |
| 65 | 0.05 " | 0.05 " |
| 75 | 0.05 " | 0.06 " |
| 100 | 0.06 " | 0.07 " |
| 150 | 0.07 " | 0.10 " |
| 200 | 0.10 " | 0.20 " |
| 250 | 0.15 " | 0.30 " |
| 300 | 0.20 " | 0.30 " |

注) 掘削、埋戻し工ほか土工事歩掛は
貴事業所の基準をご参照下さい。

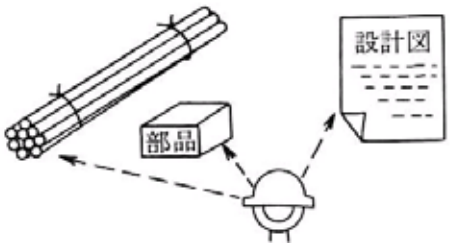
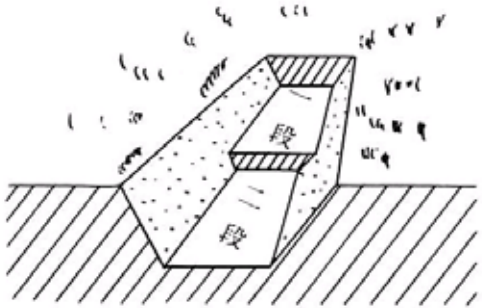
6.4 積算例

表 6-3 SD-100A の暗渠歩掛 (10m あたり)

埋設深を 0.6m とした場合

| 種類 | 材 料 | 単 位 | 数 量 | 単 価 (円) | 金 額 (円) | 備 考 |
|-------------|-------------------------|----------------|------|------------|------------|-----|
| 材 料 費 | SD-100A | m | 10 | | | |
| | フィルター材 (碎石 5 ~ 40mm) | m ³ | 1.6 | | | |
| | 不織布 (ホリフィルト EX-26) | m ² | 17.8 | | | |
| | 小 計 | | | | | |
| 土 工 費 | 掘削(普通土) | m ³ | 4.72 | | | |
| | 碎石・土埋戻 | m ³ | 4.64 | | | |
| | 残土処理 | m ³ | 1.67 | | | |
| | パイプ設置 | 人 | 0.06 | | | |
| | パイプ小運搬 | 人 | 0.07 | | | |
| | 小 計 | | | | | |
| 合 計 | | | | | | |

6.5 標準施工方法

| | |
|---|--|
|  | <p>設計図書との照合、線引き</p> <p>現地状況・資材を設計図書と照合する。</p> <p>吐出口部分から線引きし、設計を確認する。</p> |
|  | <p>掘 削</p> <p>吐出し口部分から掘削開始する。 (施工中に滞水させない処置)</p> <p>溝が深い場合は 30 ~ 50cm 宛段掘りする。</p> <p>掘削断面については設計図書または各パイプの標準断面を参照</p> |

| | |
|--|--|
| | <p>パイプ設置</p> <p>不織布、パイプとソケット、チーズ他部品を設計図書通り敷設、配置する。</p> <p>ジョイント部および中間部を砂利等で覆い移動を防止する。(約 2m 毎)</p> |
| | <p>埋戻</p> <p>基床部、管体側部、管上部ごとに突き棒等を用いて締固める。</p> <p>不織布でフィルター層を覆い、土を埋め戻して最終断面に仕上げる。</p> |

(A) 無孔部の上下

表 6-4 無孔部の設置方法

| | | |
|-------------|---|--|
| <p>設置方法</p> | <p>A. 下側</p> | <p>B. 上側</p> |
| <p>適用場所</p> | <p>常時地下水位が低い フィルターが完全に機能する 吐出口から 4~8m</p> | <p>常時地下水位が高い シルト~砂地盤 フィルター材が微細</p> |

(B) 吐出口付近の洗掘防止対策

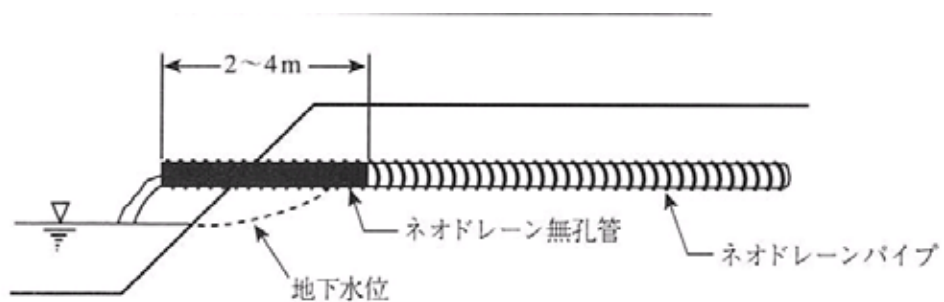


図 6-2 吐出口付近の洗掘防止

(C) 盛土内暗渠施工時の適否

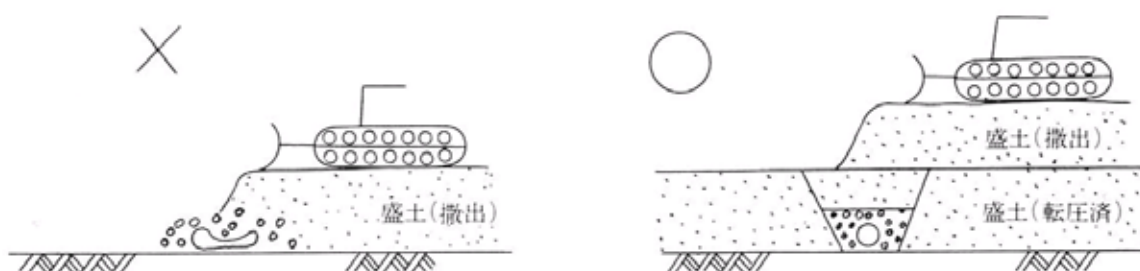


図 6-3 盛土内暗渠施工時