

情報BOX管路材

DMDポリエチレンシステム

技術資料

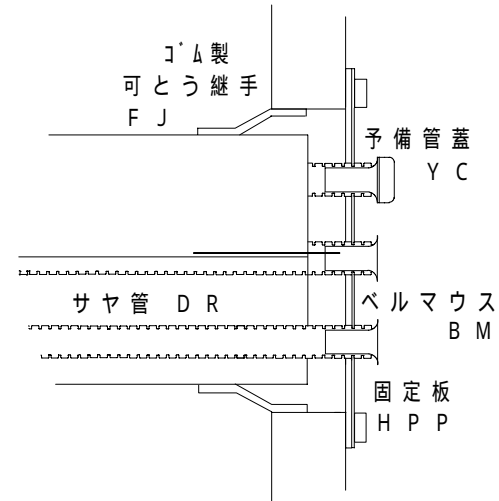
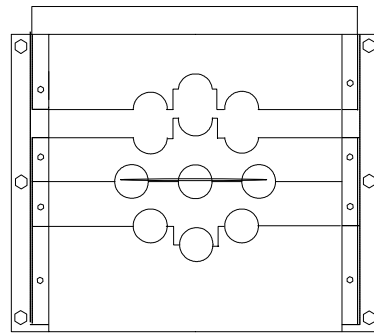
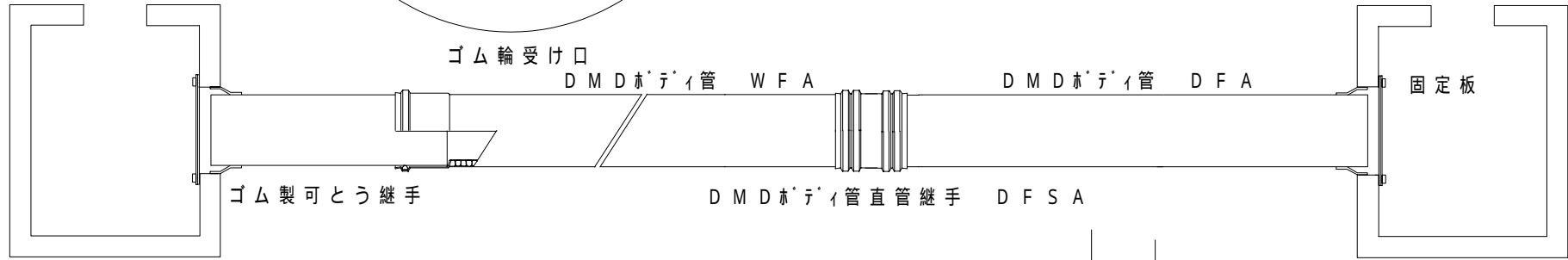
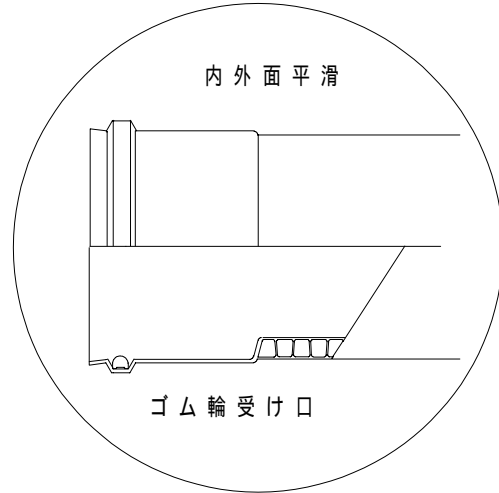
情報BOXポリエチレンシステム協会

ダイカポリマー株式会社
大日本プラスチック株式会社
三井石化産資株式会社

情報BOX管路材

DMDポリエチレンシステム

- 1) 内外面が平滑な3層構造なので、耐外圧性、水密性が優れている
- 2) ゴム輪受け口構造なので、水密性が優れ、施工が簡単
- 3) ポリエチレンなので他の素材製品に比べ、軽量
- 4) サヤ管の波付形状は山谷比が3:1なので、内外面とも滑り性良好
- 5) ポリエチレンなので、リサイクル可能、燃焼時に有毒ガスが発生しない、埋設下で有害化学物質の溶出がないなど、環境に優しいシステム
- 6) 耐衝撃性、耐食性、耐震性がすぐれたシステムなので耐久性良好



ハンドホール取付部

DMDボディ管は、情報BOXポリエチレンシステム協会が画期的な設計手法のもとに開発した内外面が平滑な三層構造管で、強靱性、軽量性、耐薬品性、水密性に優れた高密度ポリエチレン製の管路材です。

主な特徴は以下の通りです。

特 徴

1 . 高い耐圧強度

内外面平滑な3層構造で、耐外圧性に優れています。

2 . 優れた水密性

ゴム輪を使用した継手部構造で、水密性に優れています。

3 . 滑り性が良好

サヤ管の波付き形状は、山谷比が3：1なので内外面ともに滑り性が良好です。

4 . 環境に優しい素材

ポリエチレン製のためリサイクルが可能です。燃焼時にも有毒ガスが発生しません。

5 . 耐久性に優れた高密度ポリエチレン樹脂製

耐薬品性、耐食性、耐摩耗性、耐寒性に優れています。

(酸やアルカリ、様々な薬品に侵されにくく、長寿命です。)

(耐衝撃性に優れ、寒冷地においても損傷する事がない。)

6 . 優れた施工性

ボディ管は、軽量なための人力による運搬、設置が容易です。

スリップオン方式により管の接続が容易です。

7 . 耐不等沈下・耐震構造システム

下水道施設の耐震対策指針に基づいて開発されています。

ハンドホールとの取付部はスリーブタイプ、ゴムタイプとも対応可能です。

他種管との比較

ボディ管比較表 (300)

| 項 目 | | トラフ | リップ付き硬質塩化ビニル管 | 金属複合ポリエチレン管 | DMDボディ管 |
|---------|---------|--------|---------------|-------------|---------|
| 形状 | 材 質 | コンクリート | 硬質塩化ビニル | 金属複合ポリエチレン | ポリエチレン |
| | 区 分 | 不とう性管 | とう性管 | | |
| | 定 尺 | m | 2.00 | 4.00 | 5.00 |
| | 重 量 | kg/m | 128 | 9.02 | 7.00 |
| 機能性 | さや管挿入 | × | | | |
| | 水密性 | | | | |
| | 可とう性 | × | | | |
| | 伸縮性 | × | | | |
| 耐久性 | 耐寒・耐衝撃性 | | | | |
| | 耐食性 | × | | | |
| | 耐候性 | | | | |
| | 耐震性 | | | | |
| 施 工 性 | | | | | |
| 総 合 評 価 | | | | | |

さや管比較表 (50)

| 項 目 | | 硬質塩化ビニル管 (VU) | F E P | ポリエチレン直管 | DMDさや管 |
|---------|---------|---------------|--------|----------|--------|
| 形状 | 材 質 | 硬質塩化ビニル | ポリエチレン | ポリエチレン | ポリエチレン |
| | 定 尺 | m | 4 | 250 | 60 |
| | 重 量 | kg/m | 0.5 | 0.3 | 0.5 |
| 機能性 | 水密性 | | | | |
| | 可とう性 | × | | | |
| | 伸縮性 | × | | | |
| | 耐寒・耐衝撃性 | × | | | |
| | 耐震性 | × | | | |
| 施工性 | 接続作業性 | × | | | |
| | 引込作業性 | × | | | |
| | 追加引込作業性 | - | | | |
| | 道路線形追従性 | × | | | |
| | 光ケーブル挿入 | | | | |
| 総 合 評 価 | | | | | |

1 . ボディ管の埋設設計方法

地中に埋設するDMDボディ管の埋設設計計算は、計画する土被り及び自動車荷重により、管体に発生するたわみ率及び最大曲げ応力を計算し、そのいずれもが許容値を満足することを確認する手法により行う。

1 . 設計手順

DMDボディ管の設計は図 - 1 の手順で行う。

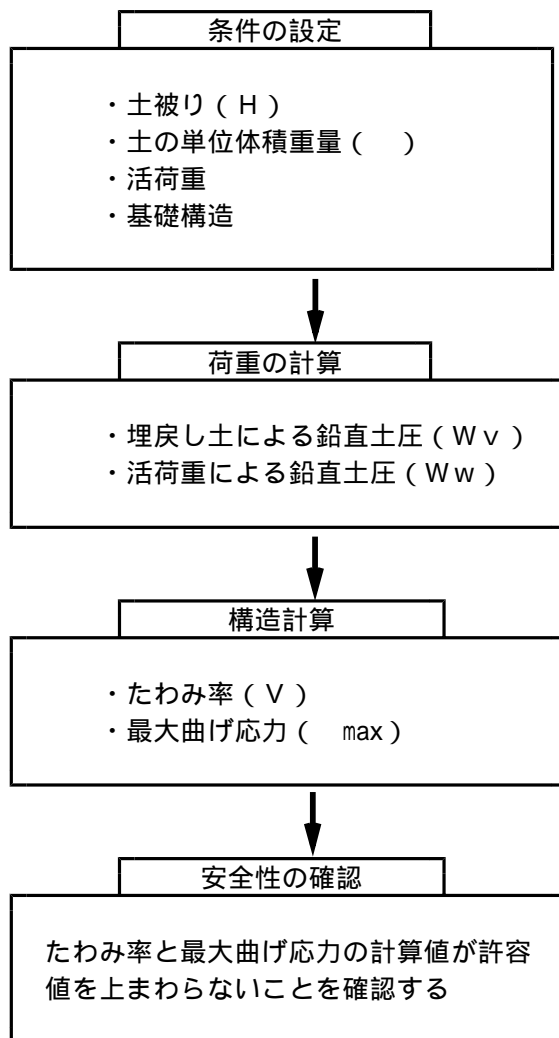


図 - 1 設計手順

2. 埋設管に作用する荷重

埋設管に作用する荷重は、埋戻し土及び活荷重による鉛直荷重とする。

(1) 荷重による土圧分布

管体の円周方向構造計算に用いる鉛直土圧と水平土圧の分布を図 - 2 とする。ここでは、スパングレー (Spangle) の土圧分布モデルで作用するものとする。

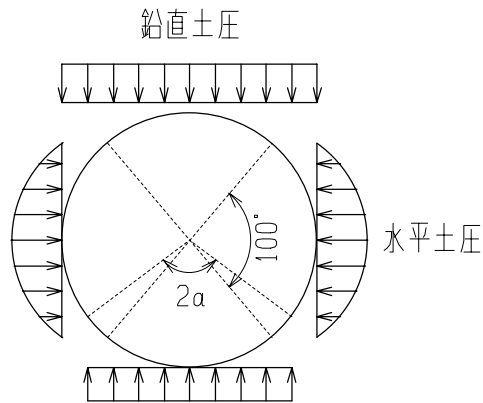


図 - 2 土圧分布状態

(2) 埋戻し土による鉛直荷重

埋戻し土による鉛直荷重は式 (1.1) により求める。

$$W_v = \quad \cdot H$$

ここに、

| | |
|---------------------|-----------------------|
| W_v : 埋戻し土による鉛直土圧 | (kgf/cm^2) |
| 埋戻し土の単位体積重量 | (kgf/cm^3) |
| H : 土被り | (cm) |

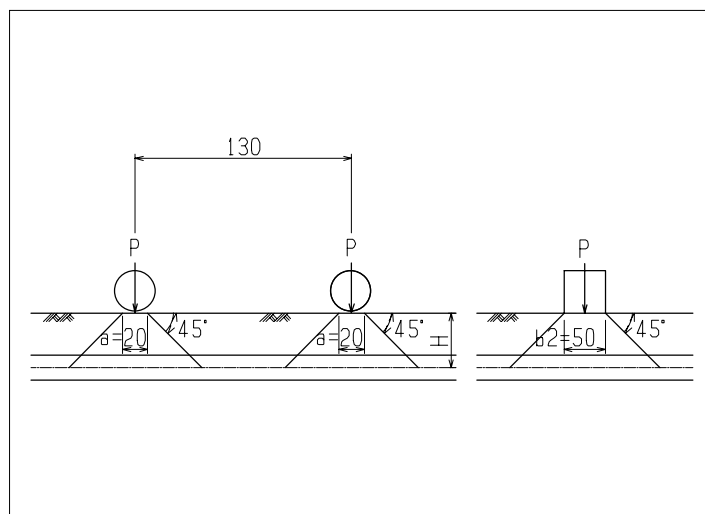
(3) 活荷重による鉛直荷重

1) 埋設深さが40cm以下の場合の活荷重による鉛直荷重は式(1.2)により求める。

$$W_w = \frac{P}{(2H + a) \times (2H + b_2)} \quad \text{----- (1.2)}$$

ここに、

- W_w : 活荷重による鉛直土圧 (kgf/cm²)
- P : 後輪1輪荷重 × (1 + 衝撃係数) (kgf)
- H : 土被り (cm)
- a : 車輪接地長 (cm)
- b_2 : 後輪接地幅 (cm)



2) 埋設深さが40cmを超え55cm以下の場合の活荷重による鉛直荷重は式(1.3)により求める。

$$W_w = \frac{2P}{(2H + a) \times W} \quad \text{----- (1.3)}$$

ここに、

- W : 車両占有幅 (cm)

3) 埋設深さが55cmを超え、隣接軸相互荷重が重複する場合の活荷重による鉛直荷重は式(1.4)により求める。

$$W_w = \frac{4P}{(2H + a) \times W} \quad \text{----- (1.4)}$$

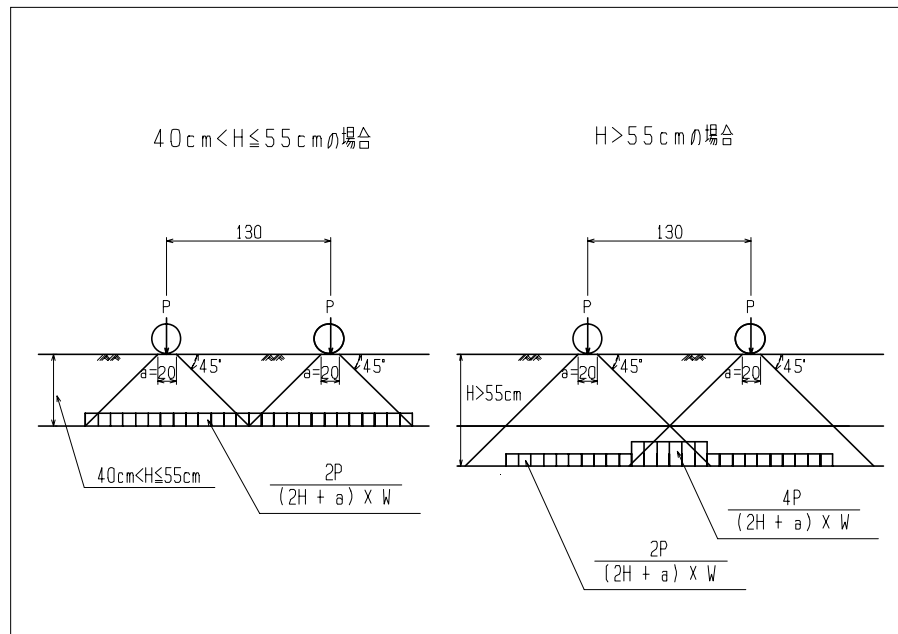


表 - 1 自動車荷重の諸元

| 総重量 (tf) | 後輪1軸重 (kgf) | 後輪1軸荷重 (kgf) | 隣接軸距離 (cm) | 接地幅 b2 (cm) | 接地長 a (cm) |
|-------------|----------------|-----------------|---------------|----------------|---------------|
| 25 | 10000 | 5000 | 130 | 50 | 20 |

表 - 2 衝撃係数

| 種 類 | | 衝撃係数 i |
|----------------|---------|--------|
| 車 道 | 土被り1m未満 | 0.4 |
| | 土被り1m以上 | 0.3 |
| 歩道等(車両を考慮する場合) | | 0.1 |

3. 構造計算

(1) たわみ率の計算

1) 埋戻し土によるたわみ量

埋戻し土によるたわみ量は式(1.5)により求める。

$$X_1 = F_d \times \frac{2 \times F_k \times W_v \times r_m^4}{E \times I + 0.061 \times E' \times r_m^3} \quad \text{----- (1.5)}$$

ここに、

- X_1 : 埋戻し土によるたわみ量 (cm)
- F_d : 変形遅れ係数
- F_k : 基礎の設計支持角
- W_v : 埋戻し土による鉛直荷重 (kgf/cm²)
- r_m : 管断面の中立軸までの半径 (cm)
- E : 管材の弾性係数 (kgf/cm²)
- I : 管壁の断面2次モーメント (cm⁴/cm)
- E' : 土の受動抵抗係数 (kgf/cm²)

表 - 3 基礎の設計支持角による係数

| 設計支持角 | 60° | 90° | 120° | 180° |
|-------|-------|-------|-------|-------|
| 係数 | 0.102 | 0.096 | 0.090 | 0.083 |

2) 活荷重によるたわみ量

活荷重によるたわみ量は式(1.6)により求める。

$$X_2 = \frac{2 \times F_k \times W_w \times r_m^4}{E \times I + 0.061 \times E' \times r_m^3} \quad \text{----- (1.6)}$$

ここに、

- X_2 : 活荷重によるたわみ量 (cm)
- W_w : 活荷重による鉛直荷重 (kgf/cm²)

3) 管のたわみ量

管のたわみ量は式(1.7)により求める。

$$X = X_1 + X_2 \quad \text{-----} \quad (1.7)$$

ここに、

X:鉛直荷重による管のたわみ量 (cm)

4) 管のたわみ率

管のたわみ率は式(1.8)により求める。

$$V = \frac{X}{2 \times r m} \times 100 \quad \text{-----} \quad (1.8)$$

ここに、

V:鉛直荷重による管のたわみ率 (%)

(2) 曲げ応力の計算

1) 埋戻し土による水平荷重

埋戻し土による水平反力は式(1.9)により求める。

$$P_v = \frac{1}{F_d} \times \frac{E'}{r m} \times \frac{X_1}{2} \quad \text{-----} \quad (1.9)$$

ここに、

P_v:埋戻し土による水平荷重 (kgf/cm²)

E':土の受動抵抗係数 (kgf/cm²)

X₁:埋戻し土によるたわみ量 (cm)

F_d:変形遅れ係数

r m:管断面の中立軸までの半径 (cm)

2) 活荷重による水平荷重

活荷重による水平反力は式(1.10)により求める。

$$P_w = \frac{E'}{r_m} \times \frac{X_2}{2} \text{-----} (1.10)$$

ここに、

P_w : 活荷重による水平荷重 (kgf/cm²)
 X_2 : 活荷重によるたわみ量 (cm)

3) 最大曲げモーメント(管底部)

最大曲げモーメントは式(1.11)により求める。

$$M = k_1 \times (W_v + W_w) \times r_m^2 + k_2 \times (P_v + P_w) \times r_m^2 \text{-----} (1.11)$$

ここに、

M : 最大曲げモーメント (kgf・cm/cm)
 k_1 : 支持角による曲げモーメント係数
 W_v : 埋戻し土による鉛直荷重 (kgf/cm²)
 W_w : 活荷重による鉛直荷重 (kgf/cm²)
 r_m : 管断面の中立軸までの半径 (cm)
 k_2 : 支持角による曲げモーメント係数
 P_v : 埋戻し土による水平荷重 (kgf/cm²)
 P_w : 活荷重による水平荷重 (kgf/cm²)

表 - 4 設計支持角による最大曲げモーメント係数

| 設計支持角 | 60° | 90° | 120° | 180° |
|-------|--------|-------|-------|-------|
| k_1 | 0.377 | 0.314 | 0.275 | 0.250 |
| k_2 | -0.166 | | | |

4) 曲げ応力 (管底部)

曲げ応力は式 (1 . 1 2) より求める。

$$\sigma = \frac{M}{Z} \text{----- (1 . 1 2)}$$

ここに、

- σ : 管体に発生する最大曲げ応力 (kgf/cm²)
- M : 最大曲げモーメント (kgf/cm²)
- Z : 断面係数 (cm³/cm)

表 - 5 設計に用いる管緒元

| 管種 | 呼び径 | 断面の中 立軸半径 r m (cm) | 弾性係数 E (kgf/cm ²) | 断面 2 次 モーメント I (cm ⁴ /cm) | 断面係数 Z (cm ³ /cm) |
|-----|-----|--------------------------|-------------------------------------|--|------------------------------------|
| A 種 | 250 | 13.57 | 10000 | 0.420 | 0.840 |
| | 300 | 16.30 | 10000 | 0.723 | 1.446 |
| B 種 | 250 | 13.50 | 10000 | 0.198 | 0.396 |
| | 300 | 15.90 | 10000 | 0.264 | 0.528 |

4 . たわみ率と曲げ応力の許容値

- (1) 許容たわみ率 : 許容たわみ率 (Va) は、5%とする。
- (2) 許容曲げ応力 : 許容曲げ応力 (a) は、引張降伏応力 (240kgf/cm²) を安全率で除した値とする。(安全率 : 2)

5 . 計算結果

基礎の設計支持角 : 60 °

土の受動抵抗係数 : 140 kgf/cm²の場合の計算結果を以下に示す。

DMD ボディ管 250 A種 (DFA-250)

| 土被り H (cm) | 静土圧 W _v (kgf/cm ²) | 動土圧 W _w (kgf/cm ²) | 全荷重 w (kgf/cm ²) | たわみ量 X (cm) | たわみ率 V (%) | 発生応力 (kgf/cm ²) |
|------------------|---|---|------------------------------------|-------------------|------------------|--------------------------------|
| 50 | 0.090 | 0.424 | 0.514 | 0.151 | 0.56 | 16.35 |
| 60 | 0.108 | 0.727 | 0.835 | 0.241 | 0.89 | 26.56 |
| 70 | 0.126 | 0.636 | 0.762 | 0.224 | 0.82 | 24.25 |
| 80 | 0.144 | 0.566 | 0.710 | 0.212 | 0.78 | 22.57 |
| 90 | 0.162 | 0.509 | 0.671 | 0.204 | 0.75 | 21.34 |
| 100 | 0.180 | 0.430 | 0.610 | 0.190 | 0.70 | 19.39 |
| 110 | 0.198 | 0.394 | 0.592 | 0.187 | 0.69 | 18.83 |
| 120 | 0.216 | 0.364 | 0.580 | 0.186 | 0.69 | 18.43 |
| 130 | 0.234 | 0.338 | 0.572 | 0.187 | 0.69 | 18.18 |
| 140 | 0.252 | 0.315 | 0.567 | 0.188 | 0.69 | 18.04 |
| 150 | 0.270 | 0.295 | 0.565 | 0.190 | 0.70 | 17.98 |
| 160 | 0.288 | 0.278 | 0.566 | 0.192 | 0.71 | 18.00 |
| 170 | 0.306 | 0.263 | 0.569 | 0.195 | 0.72 | 18.08 |
| 180 | 0.324 | 0.249 | 0.573 | 0.199 | 0.73 | 18.22 |
| 190 | 0.342 | 0.236 | 0.578 | 0.203 | 0.75 | 18.39 |
| 200 | 0.360 | 0.225 | 0.585 | 0.207 | 0.76 | 18.61 |

DMD ボディ管 250 B種 (DFB-250)

| 土被り H (cm) | 静土圧 W _v (kgf/cm ²) | 動土圧 W _w (kgf/cm ²) | 全荷重 w (kgf/cm ²) | たわみ量 X (cm) | たわみ率 V (%) | 発生応力 (kgf/cm ²) |
|------------------|---|---|------------------------------------|-------------------|------------------|--------------------------------|
| 50 | 0.090 | 0.424 | 0.514 | 0.165 | 0.61 | 29.19 |
| 60 | 0.108 | 0.727 | 0.835 | 0.262 | 0.97 | 47.41 |
| 70 | 0.126 | 0.636 | 0.762 | 0.243 | 0.90 | 43.27 |
| 80 | 0.144 | 0.566 | 0.710 | 0.230 | 0.85 | 40.28 |
| 90 | 0.162 | 0.509 | 0.671 | 0.222 | 0.82 | 38.09 |
| 100 | 0.180 | 0.430 | 0.610 | 0.206 | 0.76 | 34.61 |
| 110 | 0.198 | 0.394 | 0.592 | 0.204 | 0.75 | 33.60 |
| 120 | 0.216 | 0.364 | 0.580 | 0.203 | 0.75 | 32.90 |
| 130 | 0.234 | 0.338 | 0.572 | 0.203 | 0.75 | 32.45 |
| 140 | 0.252 | 0.315 | 0.567 | 0.204 | 0.76 | 32.19 |
| 150 | 0.270 | 0.295 | 0.565 | 0.206 | 0.76 | 32.10 |
| 160 | 0.288 | 0.278 | 0.566 | 0.209 | 0.78 | 32.13 |
| 170 | 0.306 | 0.263 | 0.569 | 0.213 | 0.79 | 32.28 |
| 180 | 0.324 | 0.249 | 0.573 | 0.217 | 0.80 | 32.51 |
| 190 | 0.342 | 0.236 | 0.578 | 0.221 | 0.82 | 32.83 |
| 200 | 0.360 | 0.225 | 0.585 | 0.225 | 0.84 | 33.21 |

D M D ボディ管 300 A種 (DFA-300)

| 土被り H (cm) | 静土圧 W v (kgf/cm2) | 動土圧 W w (kgf/cm2) | 全荷重 w (kgf/cm2) | たわみ量 X (cm) | たわみ率 V (%) | 発生応力 (kgf/cm2) |
|--------------------|---------------------------|---------------------------|-------------------------|---------------------|--------------------|---------------------|
| 50 | 0.090 | 0.424 | 0.514 | 0.182 | 0.56 | 13.68 |
| 60 | 0.108 | 0.727 | 0.835 | 0.290 | 0.89 | 22.23 |
| 70 | 0.126 | 0.636 | 0.762 | 0.269 | 0.82 | 20.29 |
| 80 | 0.144 | 0.566 | 0.710 | 0.255 | 0.78 | 18.88 |
| 90 | 0.162 | 0.509 | 0.671 | 0.245 | 0.75 | 17.86 |
| 100 | 0.180 | 0.430 | 0.610 | 0.228 | 0.70 | 16.22 |
| 110 | 0.198 | 0.394 | 0.592 | 0.225 | 0.69 | 15.75 |
| 120 | 0.216 | 0.364 | 0.580 | 0.224 | 0.69 | 15.42 |
| 130 | 0.234 | 0.338 | 0.572 | 0.224 | 0.69 | 15.21 |
| 140 | 0.252 | 0.315 | 0.567 | 0.226 | 0.69 | 15.09 |
| 150 | 0.270 | 0.295 | 0.565 | 0.228 | 0.70 | 15.05 |
| 160 | 0.288 | 0.278 | 0.566 | 0.231 | 0.71 | 15.06 |
| 170 | 0.306 | 0.263 | 0.569 | 0.235 | 0.72 | 15.13 |
| 180 | 0.324 | 0.249 | 0.573 | 0.239 | 0.73 | 15.24 |
| 190 | 0.342 | 0.236 | 0.578 | 0.244 | 0.75 | 15.39 |
| 200 | 0.360 | 0.225 | 0.585 | 0.249 | 0.76 | 15.57 |

D M D ボディ管 300 B種 (DFB-300)

| 土被り H (cm) | 静土圧 W v (kgf/cm2) | 動土圧 W w (kgf/cm2) | 全荷重 w (kgf/cm2) | たわみ量 X (cm) | たわみ率 V (%) | 発生応力 (kgf/cm2) |
|--------------------|---------------------------|---------------------------|-------------------------|---------------------|--------------------|---------------------|
| 50 | 0.090 | 0.424 | 0.514 | 0.197 | 0.62 | 29.36 |
| 60 | 0.108 | 0.727 | 0.835 | 0.314 | 0.99 | 47.69 |
| 70 | 0.126 | 0.636 | 0.762 | 0.291 | 0.92 | 43.53 |
| 80 | 0.144 | 0.566 | 0.710 | 0.276 | 0.87 | 40.52 |
| 90 | 0.162 | 0.509 | 0.671 | 0.265 | 0.83 | 38.32 |
| 100 | 0.180 | 0.430 | 0.610 | 0.247 | 0.78 | 34.82 |
| 110 | 0.198 | 0.394 | 0.592 | 0.244 | 0.77 | 33.80 |
| 120 | 0.216 | 0.364 | 0.580 | 0.243 | 0.76 | 33.10 |
| 130 | 0.234 | 0.338 | 0.572 | 0.243 | 0.76 | 32.64 |
| 140 | 0.252 | 0.315 | 0.567 | 0.244 | 0.77 | 32.38 |
| 150 | 0.270 | 0.295 | 0.565 | 0.247 | 0.78 | 32.29 |
| 160 | 0.288 | 0.278 | 0.566 | 0.250 | 0.79 | 32.32 |
| 170 | 0.306 | 0.263 | 0.569 | 0.255 | 0.80 | 32.47 |
| 180 | 0.324 | 0.249 | 0.573 | 0.259 | 0.81 | 32.71 |
| 190 | 0.342 | 0.236 | 0.578 | 0.264 | 0.83 | 33.02 |
| 200 | 0.360 | 0.225 | 0.585 | 0.270 | 0.85 | 33.41 |

2 . D M D ボディ管の施工標準

1. 運搬および保管

1.1 運搬

管、部品の運搬に際しては、管を放り投げたり、引きずったりしないよう充分注意する。

荷台に管を積み込む場合は、台板を敷きロープ等で適切に固定する。

片受け直管は、受け口と差し口を交互に千鳥積みにする。

運搬中、振動や滑りで荷崩れが起きないように、側方に角材を入れ荷台全面に当て板をつけ締め付ける。

荷降ろしに際し、管の引きずり、投げ降ろし等により衝撃を与えないようにする。

1.2 保管

D M D ボディ管の保管については、以下の項目に留意して行う。

管が、曲がらないように平らな場所に置く。

積み重ねは滑り止めをして、平行に置く。

積み重ね高さは、表 - 2 . 1 に示すとおりとする。

風などによる荷崩れを防ぐため、ロープ、シート等で固定し、保管する。

直射日光、熱などにより高温となるような場所での保管は避ける。

炎天下で保管する場合は、シートなどをかぶせ、風通しを良くし、熱気がこもらないようにする。

図 - 2 . 1 (a) に示すように、管の転がり防止のため、端止め材を設置する。

図 - 2 . 1 (b) に示すように、台板は、厚さ100mm以上、幅150mm以上とし、直管部に1m間隔で敷く。

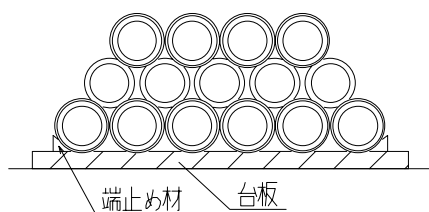
片受け直管は、受け口と差し口を交互に千鳥積みにする。

1段保管の場合でも、直管部に台板を敷く。

長期にわたって保管する場合、ゴム輪は、受け口及び継ぎ手からはずし、屋内の冷暗所に保管する。滑剤も変質をさけるため屋内の冷暗所に保管する。

図 - 2 . 1 管の保管

(a) 積み重ね正面図



(b) 積み重ね側面図

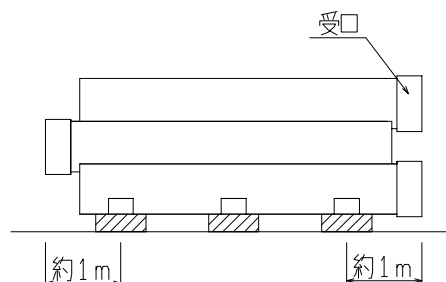


表 - 2 . 1 管の積み重ね段数

| 呼び径 | 段数 |
|-----------|------|
| 250 ~ 300 | 3段以下 |

2. 基本作業

2.1 工具類

DMDボディ管の配管作業に必要な工具類は、表 - 2.2 に示す通りである。

表 - 2.2 作業工具類

| 作業名 | | 工具類 |
|------------|--------|--|
| 切断及び面取り | | レスプロソー、ジグソ-又は大工鋸、面取り器（ハンドグラインダー、やすり又は専用面取り器）、100V電源、スケ-ル、スチ-ル、尺、帯テ-プ又は細紐、マジックインキ（白）、ウエス等 |
| 管の接合 | | スリングベルト、てこ棒、挿入機、専用滑剤及び押出ガン、ウエス、刷毛、スケ-ル、てこ棒、あて木等 |
| ハンドホールとの接合 | | 2液性樹脂系接合剤、普通ポルトランドセメント、へら、ハンドグラインダー、100V電源 |
| 予備線 | 施工同時入線 | 予備線、棒、ピアノ線（5m以上） |
| | 施工後入線 | 予備線ロッド棒、気流入線装置（パラシュート、送風機、コンプレッサー、100V 200V電源） |

2.2 切断，面取り

必要長さを正確に取る。

ハンドホール際等で長さ調整のため管を切断する場合は、必要長さの寸法出しを正確に行う。管軸に直角に切断標線を記入する。

切断箇所にスチ-ル巻尺などを当て、管軸に直角にマジックインキ（白）などで切断標線を記入する。

切断を丁寧に行う。

標線にそって、ジグソ-又は大工鋸などで、切断面のくいちがいを生じないように注意して正確に切断する。

切断面の仕上げを行う。

切断面に生じたばりやくいちがいを平らに仕上げるとともに、管端内外周をハンドグラインダー、やすり又は専用面取り器等で仕上げる。

注意：差し口部のばりやくいちがいがあつたまま挿入すると、ゴム輪に傷が入り水密性が低下します。

2.3 管の布設

管の吊り降ろしは丁寧に行う。

受口は上流側に向ける。

片受け直管を使用する場合は受口を上流側に向ける。

管据付け時に管の下にキャンバー等の角材を使用しない。

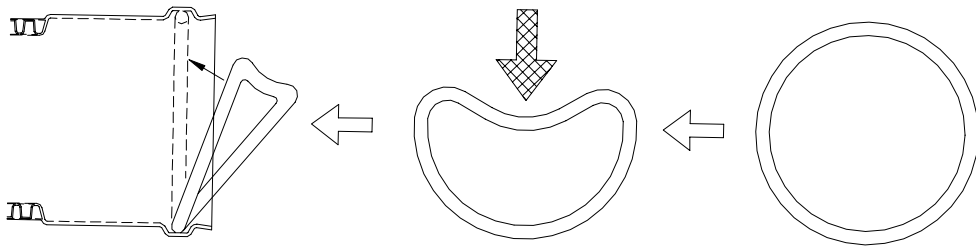
2.4 管の接合

直管を使用する場合には、直管外面と直管継手の内面及びゴム輪、片受け直管を使用する場合には、管の受け口内面及びゴム輪、差し口部外面をウエスで拭き、砂や泥などを除去する。ゴム輪が正確に挿入してあるか確認する。もし、ゴム輪がねじれていたりみ出している場合は、ゴム輪をはずし、溝及びゴム輪をウエスで拭いた後図 - 2.2 の要領で再装着する。

注意：

- ・ゴム輪接合機能から、受け口又は継手、ゴム輪、差し口の間には土砂、ゴミ等の異物があつたり外傷があつたりすると、水密性が低下するので注意する。
- ・ゴム輪は、使用により方向性等の規制があるものがあるので装着時に必ず確認する。

図 - 2 . 2 ゴム輪の装着方法



差込標線を確認する。

管を切断した時は、受け口端から受け口肩までの寸法を差し口に写し取り、標線をマジックインキ(白)等で記入する。

専用滑剤をゴム輪及び差し口部表面に均等に塗布する。

表 - 2 . 3 に専用滑剤使用量を示す。

表 2 . 3 ゴム輪 1 箇所当たり滑剤使用量 (参考)

| | | |
|---------|-------|-------|
| 呼び径 | 2 5 0 | 3 0 0 |
| 使用量(ml) | 3 5 | 5 0 |

注 意：

- ・滑剤は、協会指定品を使用すること。
- ・グリス、油等は、ゴム輪を劣化させるおそれがあるので使用してはならない。

管軸を正確に合わせ、図 - 2 . 3 のように挿入機等を使用して標線まで差し込む。図 - 2 . 4 のようにてこ棒を用いて接合しても良い。又、図 - 2 . 3 , 2 . 4 のように基礎上に塩ビ板や薄いベニヤ板等の薄い板を置き、その上で接合しても良い。尚、差込が困難なときは、管軸が一直線になっているかどうか確認して差込み直す。

注 意：

- ・挿入する時、たたき込みなど衝撃力を加えると管の破損、水密性の低下の原因となるため、行ってはならない。
- ・挿入する時、受け口部及び差込部付近を持って接合すると、指が挟まる危険性があります。接合の際には、手の位置には十分注意してください。

図 - 2 . 3 挿入機による差込 (片受け直管)

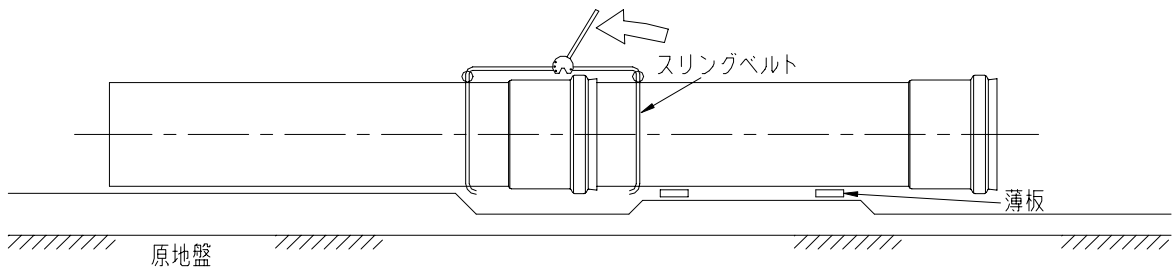


図 - 2 . 4 てこ棒による差込 (直 管)

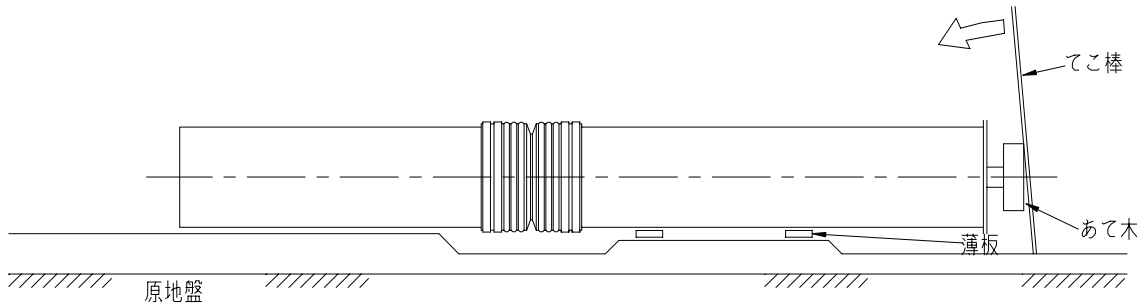
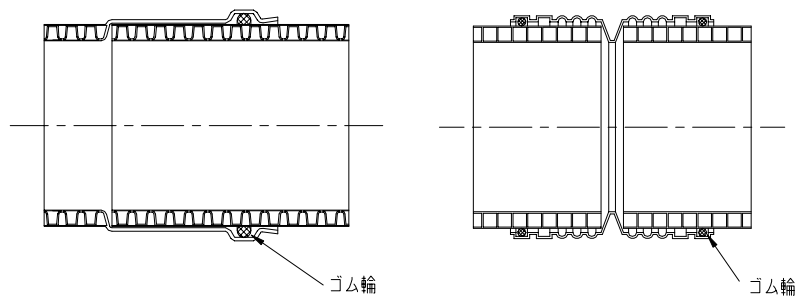


図 - 2 . 5 ゴム輪接合部
(片受け直管) (直 管)



2.5 予備線の入線

管布設同時入線

管接続時に、管内に5m以上の棒または、ピアノ線等を使用して通した後、予備線がゴム輪に噛み込まないように注意して管を接続する。

管布設後入線

管敷設後ハンドホールより、ロッド棒、気流入線工法等で予備線を通す。

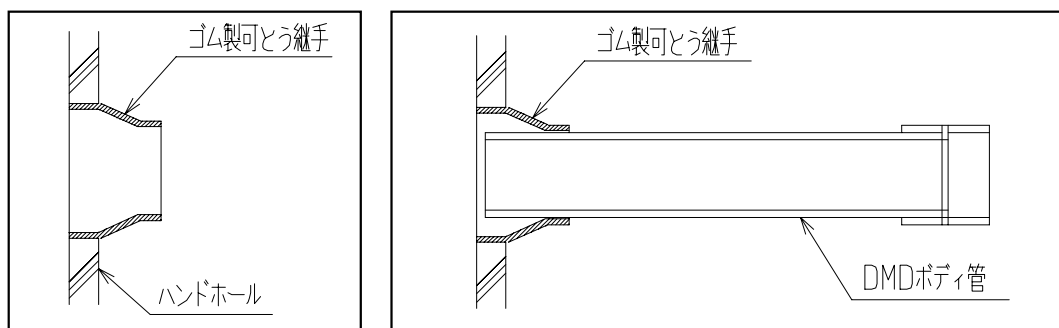
注 意：

- ・予備線は、1.6mm以上のナイロンロープ等で有害な傷がない物を使用すること。
- ・予備線で、さや管引込み作業は行わないで下さい。必ず専用ロープと交換して下さい。
- ・管布設同時入線の場合は、管接続時にゴム輪に噛み込むと水密性低下の原因となるので十分注意して下さい。

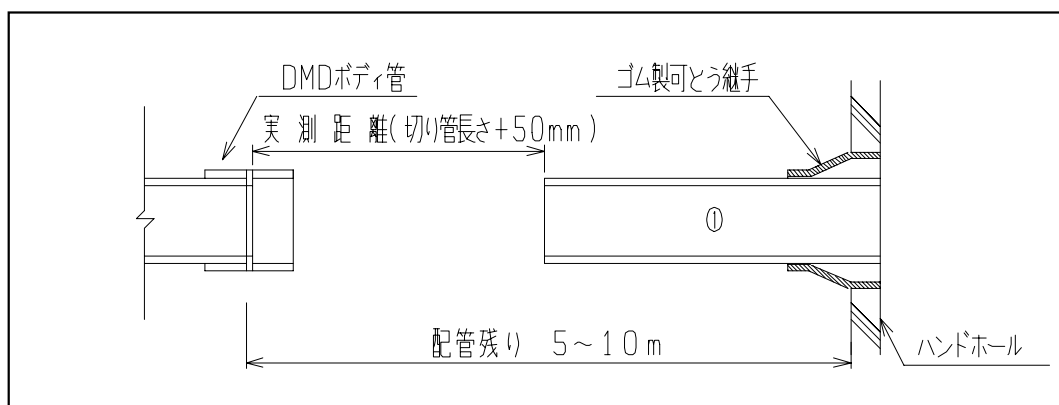
2.6 ハンドホールとの接合

2.6.1 ゴム製可とう継手を使用する場合

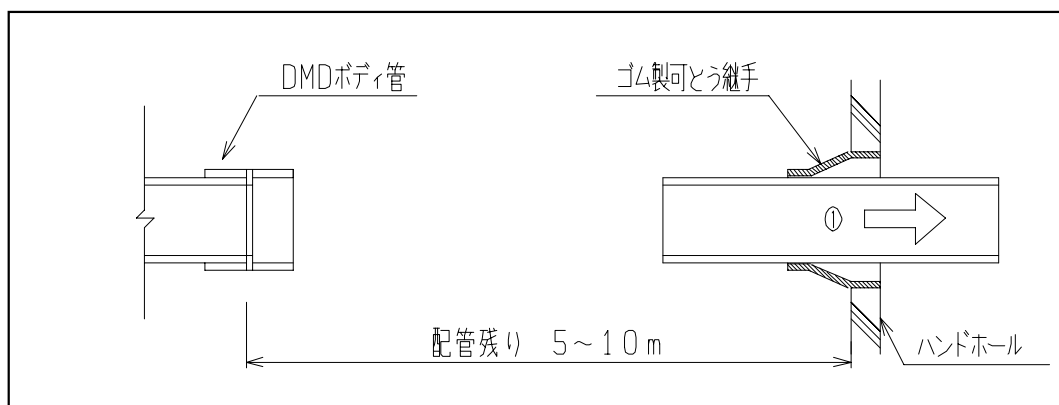
ゴム製可とう継手をハンドホール内面に合わせ設置する。
ゴム製可とう継手とDMDボディ管を接続する。



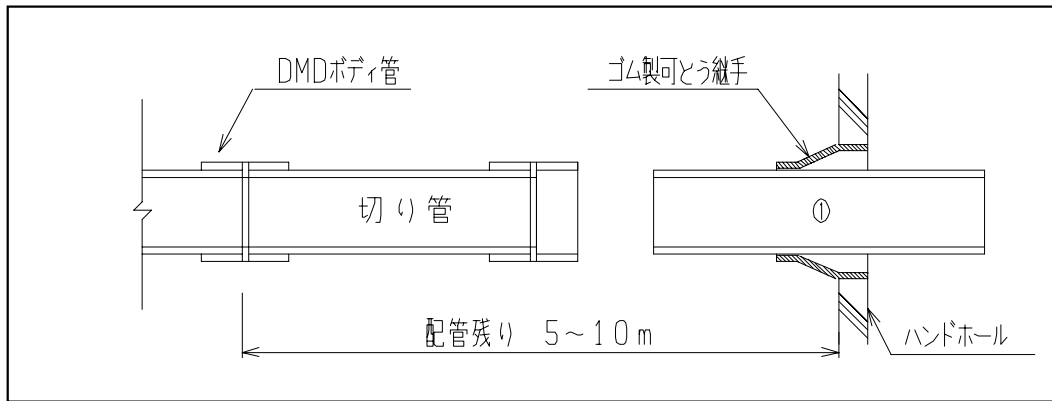
ゴム製可とう継手を取り付け側のハンドホール内面に合わせ設置する。
取り付け側のハンドホールから5m～10mの範囲で配管を一旦終了し、最終管（5m）を仮設置し、切り管長さ（実測距離 - 50mm）を測定する。



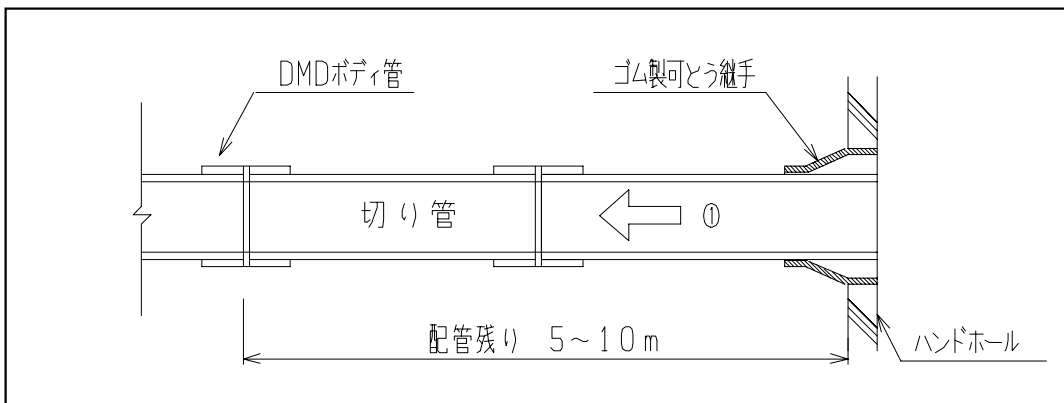
最終管 を一旦回避させる。



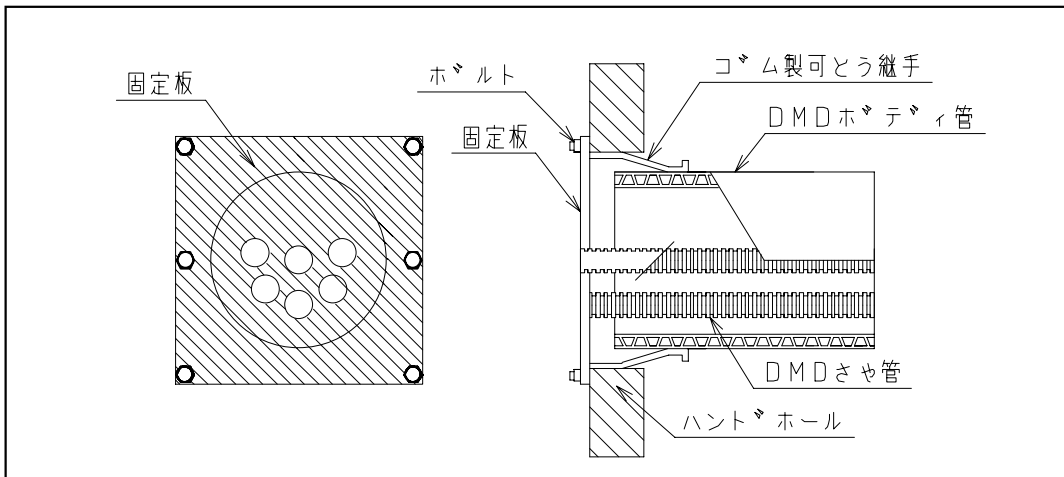
長さ調整した切り管を既設管と接合する。



一旦回避させた最終管 を所定の位置までスライドさせゴム製可とう継手と接合する。



ハンドホールとゴム製可とう継手取付構造図



3. 土工

3.1 掘削工

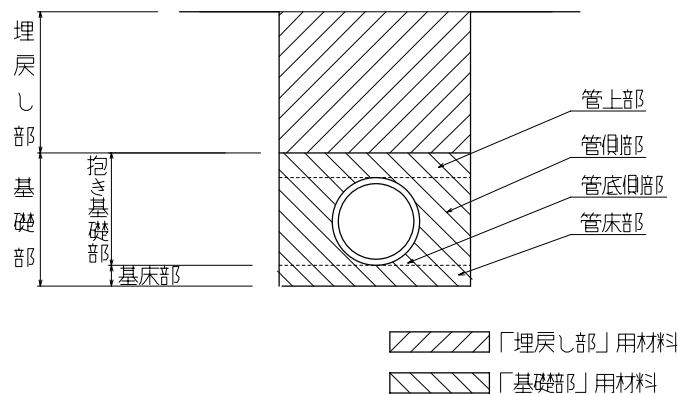
掘削は設計図書に基づいて確実に行う。
特に、機械掘削の場合は、掘りすぎや溝底が不陸を生じないように注意し、床付面に近づいたら床面を乱さないようにする。

3.2 基礎工

基礎工と埋戻し工の区分

基礎工と埋戻し工の区分を図 - 2.6 に示す。

図 - 2.6 「基礎工」「埋戻し工」の区分



基礎に使用する材料

1) 砂基礎の場合

基礎材に使用する砂は、粒径10mm以上を含まないもので原則として川砂を用いるが、湧水や地下水などの影響のない地盤については良質の山砂を用いても良い。

2) 碎石基礎の場合

基礎材に使用する碎石は、JIS A 5001 (道路用碎石) に規定される物を原則とし、耐久性があり、ごみや不純物などを含まず、かつ凍結していないものとする。使用可能な碎石の種類と粒度範囲を表 - 2.4 に示す。

表 - 2.4 碎石の種類

| 種類 | 種類 | 粒度範囲 (mm) |
|----------|-------------|-----------|
| クラッシャーラン | C - 40 | 40 ~ 0 |
| | C - 30 | 30 ~ 0 |
| | C - 20 | 20 ~ 0 |
| 粒度調整碎石 | M - 40 | 40 ~ 0 |
| | M - 30 | 30 ~ 0 |
| | M - 25 | 25 ~ 0 |
| 単粒度碎石 | S - 13 (6号) | 13 ~ 5 |
| | S - 5 (7号) | 5 ~ 2.5 |

基床部

1) 床付面の仕上げ

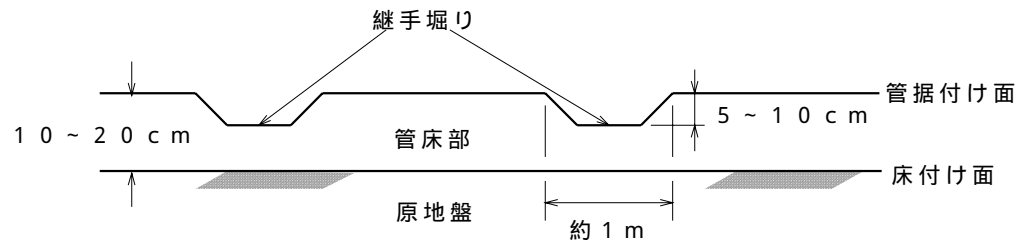
人力で掘削溝底の不陸をなくし、所定の縦断勾配になるように平坦に床付面を仕上げる。がれきや、木の根などの固いものは管に悪影響を与えるので必ず取り除く。

2) 管据付面の仕上げ

良質地盤の場合

管据付面の仕上げは、設計管底高さや、勾配に注意しながら、タンピングランマーなどで十分転圧する。なお、管を接合する箇所を予め継手掘りしておく、後の接合作業が容易である。管布設後は、継手掘り箇所に十分基礎材料を充填し、つき棒などでつき固める。(図 - 2 . 7 参照)

図 - 2 . 7 良質地盤の基礎

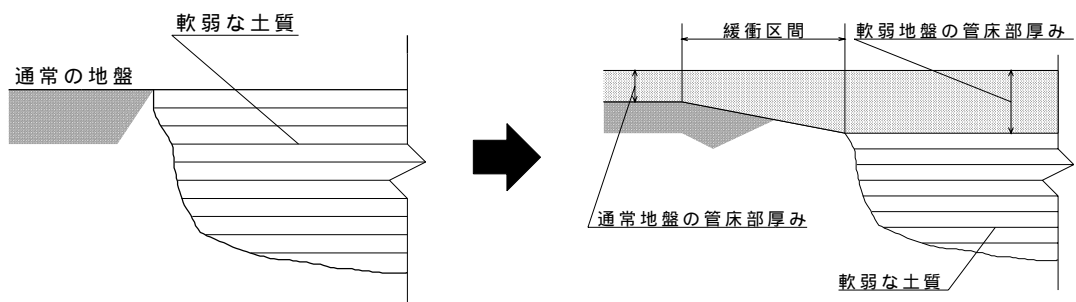


湧水地帯や軟弱地盤の場合

湧水のあるところでは排水を十分に行い、予め、栗石や砕石等を投入し、管床部の材料が転圧出来るだけの支持力を出しておく。

超軟弱地盤では、管床部厚50cm～60cm以上を必要とし、砂床のみでは不十分なときは、地盤改良やソイルセメント工法、ベッドシート工法、及びはしご胴木、布基礎などの基礎工を施すことが望ましい。また地盤及び管床部の急激な変化を避けるため、図 - 5のように緩衝区間を設けると効果がある。

図 - 2 . 8 軟弱地盤における緩衝区間の設置



抱き基礎部

1) 抱き基礎部材料の投入

管の接合が完了した後の抱き基礎部材料を投入する際には、管が移動しないよう管の左右に投入する。この時、管の芯出しや仮固定に杭や横木などを使用した場合は、必ず取り除く。

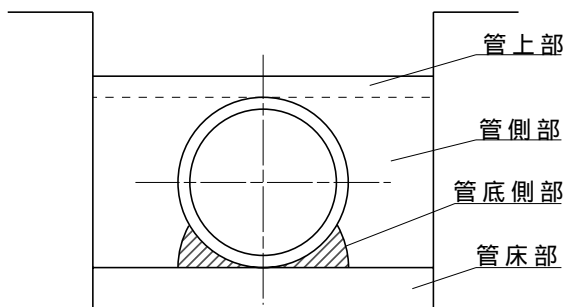
2) 抱き基礎部材料の締固め

DMDボディ管のようなとう性管は、管周囲の締固めの程度により埋設強度が異なってくるため基礎工材料の締固めが極めて重要である。特に管底側部は基礎工材料が回り込みにくく締固め不足が生じ易い箇所なので、図 - 6のように基礎工材料を盛付け、木だこ、突き棒などで突固め、管側部の基礎工材料の巻き出しは一層の巻き出し厚さが30cmを越えないようにする。一層ごとに基礎材料を均等に敷きならし、木だこ、ダンピングランマーなどにより管側部の左右に不均衡を生じないように入念に締固める。管上部についても同様に締固める。

また、軟弱地盤では基礎工および埋戻し土の締固めが十分行えるよう、ソイルセメントなどの改良施工を行う。さらに矢板施工では矢板引き抜きによる基礎工の緩み防止と締固めの効果を維持するために、合成樹脂シートを用いる方法がある。

不等沈下を防止するため、はしご胴木を用いる場合は胴木が直接管に当たらないよう、10cm以上の砂または砕石によるクッション層を設ける。

図 - 2 . 9 管底側部の基礎材料の盛付



3.3 埋戻し工

埋戻し工は、管上30cmまでの埋戻しと、管上30cmから地表面までの埋戻しの二つに大別される。埋戻しには、次の各項に留意して施工する。

管上30cmまでの埋戻し

埋戻し土は、石、がれきなど管に悪影響を及ぼすような固形物を一緒に埋め込まないようにする。締固めは管に悪影響を及ぼさないよう注意して、ダンピングランマーなどで十分に行う。

管上30cmから地表面までの埋戻し。

良質土で厚さ30cmの層に分け、道路復旧工事仕様書などに基づいて、各層毎にダンピングランマーなどで締固める。又、降雨や湧水による管の浮上や落下物などによる管の損傷を防ぐため、管布設後は速やかに埋戻す。

3.4 締固め機器

DMDボディ管の埋戻しに使用する締固め機器には、表 - 3 . 2 に示すような種類があり、掘削溝の状況（溝幅，床付面の土質及び山留工の種類等）埋戻し材料及び締固め位置の諸条件を考慮し、適切な締固め機器を選定する。

表 - 2 . 5 締固め機器の選定例

| 機 器 名 | | 突き棒 | 木だこ | 振動コンパクター | ダンピングランマー |
|-------------|---------|-----|-----|----------|-----------|
| | | | | | |
| 基 礎 部 | 管 床 部 | | | | |
| | 管 底 側 部 | | | | |
| | 管 側 部 | | | 1 | |
| | 管 頂 部 | | | 2 | 1 |
| | 管 上 部 | | | | |

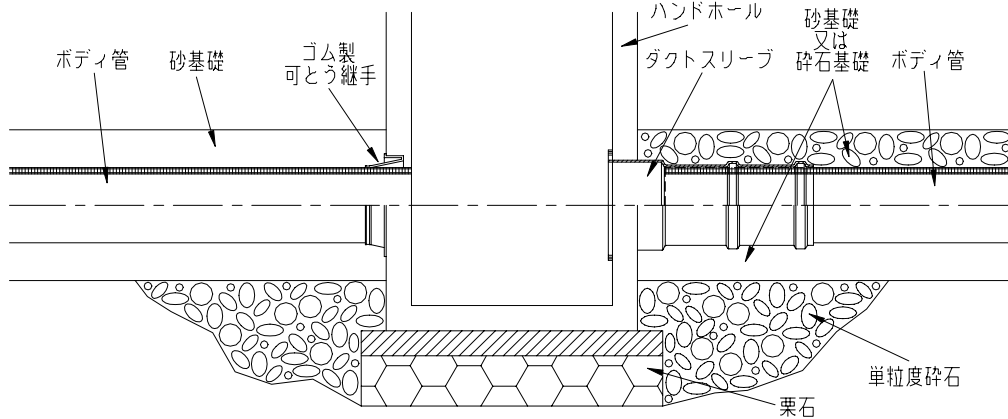
1 溝幅が広く機械が使用可能な場合は、使用できることを示す。

2 管頂部及び管上部で振動コンパクター及びダンピングランマーを用いる場合は、管の直上の部分は、木だこ又は足踏みで施工することを示す。

3.5 ハンドホール部の埋戻し

ハンドホール設置のために余分に掘削された部分は、地盤沈下を起こすおそれがあるので、良質な埋戻し材料（単粒度砕石等）を用いて十分締固める。（表 - 2 . 4 参照）
ゴム製可とう継手周辺は、砂基礎とする。（図 - 2 . 1 0 参照）

図 - 2 . 1 0 ハンドホール余掘り部の埋戻し
（ゴム製可とう継手） （ダクトスリーブ）

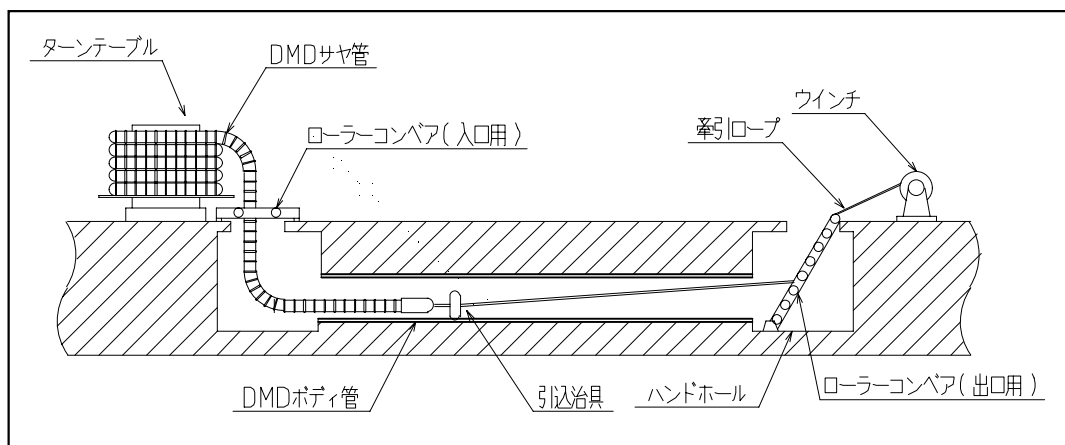


4 . 廃材の処理

DMDボディ管は、施工上ハンドホールとの調整のために廃材が少なからず発生しますが、DMDボディ管の素材は、高密度ポリエチレン製で、焼却してもダイオキシン等の有毒ガスは、発生しません。しかし地球環境を保全するとともに資源の有効利用を図るため、現場で発生した廃材については、指定の廃材処理業者に持ち込み処理する様にして下さい。

5 . DMDさや管の引き込み

DMDさや管をターンテーブルにセットし、先端に引込治具を取り付けウインチにより引き込む。



詳細については別資料 「DMDサヤ管施工標準書」を参照して下さい。

3 . 基礎実験

3 - 1 . 偏平試験

(1) 目的

DMD ボディ管に扁平荷重を加え、管のたわみ率と荷重の関係を確認する。

(2) 試験体

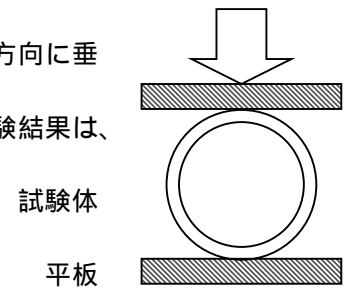
供試管 : DMD ボディ管、呼び径300、250のそれぞれA類、B類合計4種類
供試管の直管部から500mmの長さを切り取り、 23 ± 2 で24時間保管した。

(3) 試験方法

情報BOXポリエチレンシステム協会規格「DMDポリエチレンシステム・ボディ管及び直管継手(以下DMD-1規格という。)の5.5扁平試験方法に準拠して行った。

図3-1に示す様に、JIS K 7733の2等級の圧縮試験機を用いて、管軸方向に垂直に毎分20mm/minで載荷板を移動させて供試体を変形させ、変形量が内径の5%になるまで扁平させる。5%変形時の荷重値を記録する。試験結果は、その荷重値を管長1m当たりに換算し表現する。

図3-1.試験方法



(4) 試験結果

試験結果は、表3-1に示すとおりとなった。

表3-1.扁平試験結果

| 管種 | 呼び径 | 外径 (mm) | 内径 (mm) | 5%扁平 | 規格強度 |
|----|-----|------------|------------|-------------|--------------|
| | | | | kN/m(kgf/m) | kN/m(kgf/m) |
| A種 | 250 | 305 | 249 | 9.61(972) | 9.3 (940) |
| | 250 | 305 | 249 | 9.89(1000) | |
| | 300 | 363 | 299 | 13.11(1337) | 11.4 (1160) |
| | 300 | 363 | 299 | 13.70(1397) | |
| B種 | 250 | 285 | 250 | 5.67(569) | 4.4 (450) |
| | 250 | 285 | 250 | 5.66(577) | |
| | 300 | 341 | 299 | 5.34(545) | 5.1 (520) |
| | 300 | 341 | 300 | 5.42(552) | |

写真3-1.管の設置状態



写真3-2.圧縮試験風景



(5) 考察

試験結果より、DMD ボディ管は、DMD-1に規定する扁平強度を十分満足しており、埋設管として十分な強度性能を持っていることが確認された。

3 - 2 . 引張試験

(1) 目的

DMDボディ管の素材である高密度ポリエチレンの力学特性値である引張強度及びその挙動を確認する。

(2) 試験片

DMD-1の5.4引張試験方法に準拠して行った。試験片は、供試体と同じ原料を用いて試験片を作成し、JIS K 7100の標準温度状態 2 級(23±2)で60分以上保管した。

(3) 試験方法

DMD-1の5.4引張試験方法に準拠して行った。

(4) 試験結果

引張試験の結果を表3-2に示す。

表3-2 引張試験結果

| サプル No, | 幅 (mm) | 厚み (mm) | 断面積 (mm ²) | 引張降伏応力 (kgf/cm ²) | 引張破断伸び (mm) | 引張破断強さ (kgf/cm ²) |
|------------|-----------|------------|---------------------------|----------------------------------|----------------|----------------------------------|
| 1 | 6.03 | 2.18 | 13.15 | 297.9 | 349.8 | 305.6 |
| 2 | 6.07 | 2.28 | 13.84 | 298.8 | 344.8 | 312.5 |
| 3 | 6.15 | 2.31 | 14.21 | 301.0 | 293.1 | 338.7 |
| 4 | 6.17 | 2.31 | 14.25 | 305.4 | 307.5 | 352.2 |
| 5 | 6.09 | 2.27 | 13.82 | 297.8 | 297.6 | 303.3 |
| 平均 | — | — | — | 300.2 | 318.6 | 322.5 |

図3-3. 引張試験時のひずみ応力曲線

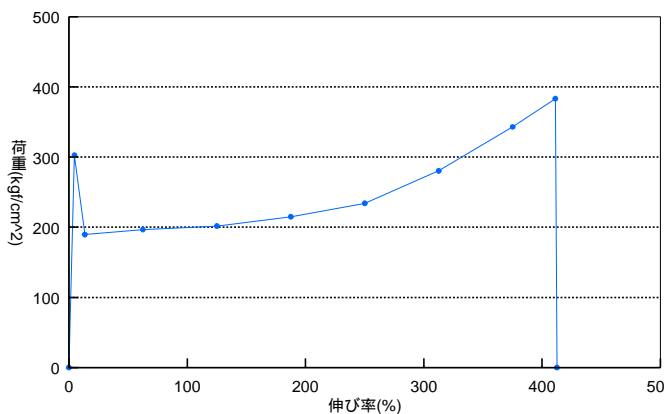


写真3-3. 引張試験風景



(5) 考察

試験結果より、DMDボディ管は、DMD-1に規定する引張強度を十分満足しており、また降伏点を過ぎても破断するまで400%以上の伸びを示しており柔軟性に富んだ破壊しにくい材料であることが確認された。

3 - 3 . 耐薬品性試験

(1) 目的

DMD ボディ 管の耐薬品性を調査し他の材料と比較する。

(2) 試験片

試験材料は、以下の 3 種類の試験片を作成し測定する。

(3) 試験方法

DMD -1規格5.7「耐薬品性試験」に準じて試験片を切り出し、薬品中に浸せきし、重量変化率を調べる。

(4) 試験条件

- 1) 溶 液：塩化ナトリウム、硫酸、硝酸、水酸化ナトリウム、エタノール
- 2) 溶 液 濃 度：それぞれ10wt%
- 3) 溶 液 温 度：60
- 4) 浸せき時間：5時間
- 5) 試 験 片：長さ50mm、巾25mm、厚さ10mmの板状で各溶液ごとにn=2個
- 6) 測 定 項 目：重量変化率

(5) 試験結果

重量変化率 (n=2の平均) 表3-3. に示す。

表3-3 . 重量変化

| 試験水溶液 | 試験片NO. | 浸せき前質量 (mg) | 浸せき後質量 (mg) | 表面積 (c m ²) | 質量変化量 (mg/cm ²) |
|----------|--------|----------------|----------------|-----------------------------|--------------------------------|
| 塩化ナトリウム | 1 | 12235.9 | 12237.2 | 40.3539 | 0.032 |
| | 2 | 12004.2 | 12003.3 | 39.7495 | -0.023 |
| | 3 | 12040.0 | 12039.6 | 39.6760 | -0.010 |
| 硫酸 | 1 | 12297.6 | 12298.0 | 40.0738 | 0.010 |
| | 2 | 12105.5 | 12104.8 | 39.7878 | -0.018 |
| | 3 | 12218.6 | 12218.3 | 40.0093 | -0.007 |
| 硝酸 | 1 | 11963.3 | 11967.3 | 39.8572 | 0.100 |
| | 2 | 12164.2 | 12164.1 | 39.7818 | -0.003 |
| | 3 | 11948.7 | 11949.3 | 39.7364 | 0.015 |
| 水酸化ナトリウム | 1 | 12026.1 | 12025.1 | 39.8858 | -0.025 |
| | 2 | 12161.5 | 12163.5 | 40.3204 | 0.050 |
| | 3 | 12308.8 | 12308.0 | 40.3780 | -0.020 |
| エタノール | 1 | 12262.8 | 12266.3 | 40.1677 | 0.087 |
| | 2 | 12022.7 | 12034.6 | 39.8080 | 0.299 |
| | 3 | 12196.6 | 12200.1 | 40.1536 | 0.087 |

(6) 考察

以上のようにDMD ボディ 管は、他の管材料と比較しても優れた耐薬品性を有しており、高温 (60) 中の促進試験においてもほとんど変化無く長期の耐久性に優れることが判った。

3 - 4 . 灰分試験

(1) 目的

DMD ボディ管の素材である高密度ポリエチレンの灰分量を測定する。

(2) 試験片

製品より材料を切り出し、裁断し約10 g とする。n=3とした。

(3) 試験方法

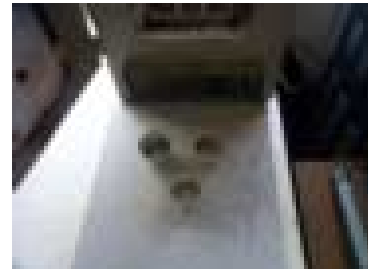
DMD-1規格5.8「灰分試験」に準じて試験片を切り出し、磁製のるつぼに入れ加熱炭化させる。さらに強熱して恒量とした後重量を量り灰分を算出する。



加熱前試料の秤量



加熱炭化前



加熱炭化後

(4) 試験結果

試験結果を、表3-4に示す。

表3-4. 灰分試験の結果

| 試験片NO. | るつぼの重量 W1 (g) | 加熱前試料を 含む総重量 W2 (g) | 恒量後の 総重量 W3 (g) | 試料の重さ W2-W1 (g) | 灰分量 W3-W1 (g) | 灰分率 A (%) |
|--------|------------------|---------------------------|-----------------------|--------------------|----------------------|----------------------|
| 1 | 54.0645 | 64.1461 | 54.0658 | 10.0816 | 1.3×10^{-3} | 2.4×10^{-3} |
| 2 | 56.0474 | 66.0567 | 56.0497 | 10.0093 | 2.3×10^{-3} | 4.1×10^{-3} |
| 3 | 54.9739 | 65.1483 | 54.9763 | 10.0744 | 2.4×10^{-3} | 4.3×10^{-3} |

(5) 考察

以上のようにDMD ボディ管の灰分は、規格値の0.1%以下を満足している。

3 - 5 . 負圧試験

(1) 目的

DMD ボディ管の継手部における水密性能を確認する。

(2) 供試体

DMD ボディ管DF型、呼び径300



(3) 試験方法

供試体を2本用意し、端部を高密度ポリエチレン板でシールする。(ボディ管とポリエチレン板の接合にはエポキシ樹脂を使用) 次に管の一端を真空ポンプに接続し、管内を0.8kgf/cm²の負圧にして1分間放置する。負圧計によって負圧の移動を調べる。



真空ポンプ



負圧計

(4) 試験結果

負圧計の変動は確認されず、漏気のない結果となった。

(5) 考察

以上のようにDMD ボディ管の継手部は、埋設管としての十分な水密性を有していることが確認できた。

3 - 6 . 耐衝撃試験

(1) 目的

DMDボディ管の外部からの衝撃に対する強さを調べるために、落錘衝撃試験を行ない、耐衝撃性を調べる。

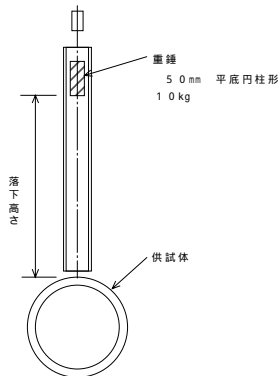
(2) 試験方法

供試管をコンクリート床面に置き、重錘（10kg）を管面に落下させることにより、管の破損状況を確認する。

(3) 試験条件

1)試験機 図3-4参照

図3-4. 落錘落下試験装置図



2)供試体 供試体の種類及び個数を表3-5に示す。

表3-5. 供試体の種類及び個数

| 呼び径 | 種別 | 個数 |
|-----|----|----|
| 250 | A | 5 |
| 250 | B | 5 |
| 300 | A | 5 |
| 300 | B | 5 |

3)試験温度 17～25

(4) 試験結果

試験結果を表3-6に示す。

表3-6 落錘衝撃試験結果

| 呼び径 | 種別 | 落錘高さ(m) { 衝撃エネルギー - (kgf・m) } | | | |
|-----|----|--------------------------------------|----------|------------|----------|
| | | 0.5 {5.0} | 1 {10.0} | 1.5 {15.0} | 2 {20.0} |
| 250 | A | | | | |
| 250 | B | | | | |
| 300 | A | | | | |
| 300 | B | | | | |

注： 表中の 印は落錘時に異常の無いことを示す。

試験は、0.5m、1m、1.5m、2mと順次高さを上げていった。つまり2mの場合は合計4回同一管上面に衝撃を加えた。

(5)考察

DMDボディ管は、直径50mm、平底円柱形、重量10kgの重錘を2.0mの高さから落下させた試験では異常は認められなかった。

4 . 高密度ポリエチレン樹脂の特性

ポリエチレンは、1930年代に発見されて以来、軽量かつ引張特性等の力学的特性に優れ成形加工が容易であり、耐蝕性、耐薬品性、耐衝撃性、耐寒性、耐磨耗性、耐候性、電気的特性及び融着特性等に優れる事から、ガス、水道、下水道、排水用管及び継手や電力ケーブル、通信ケーブル等のライフラインをはじめとし、各種包装用フィルム、ラミネート加工製品、洗剤や食品用の容器、工業薬品や灯油用缶、ドラム缶、ガソリタンク、大型タンク、クレート類、土木用シート、ロープ、ネット、緩衝剤等の極めて多岐にわたる分野で使用されている。

近年特に管材分野にて、ポリエチレンがその優れた耐震性故に注目されている。ポリエチレン管が水道管としてはじめて採用されたのはイギリスであるが、わが国でも1950年代より給水管として使用されており、最近では更に口径の大きい配水管への採用も開始されている。またガス管としては1960年代に米国で使用開始され、わが国では1970年代後半から使用されている。1993年の釧路沖地震および1995年の阪神淡路大震災において、ガス用ポリエチレン管の被害が皆無であったことから、ポリエチレンは耐震管材として高い評価を得て、採用に拍車がかかっている。

4 - 1 . ポリエチレンの耐薬品性

高密度ポリエチレン樹脂の耐薬品性を表4-1に示す。

表4-1. 高密度ポリエチレンの耐薬品性

| 試薬 | 20 | 50 | 80 | 試薬 | 20 | 50 | 80 |
|---|----|----|----|---|----|----|----|
| 1. 無機酸 クロム酸80% 塩化水素酸 シアン化水素 フッ化水素酸 硝酸50% 硝酸20% リン酸85% 硫酸75% 硫酸50% | | | | 5. 炭化水素及び塩素化炭化水素 ベンゼン 四塩化炭素 シロキサ ジクロロエチレン ジーゼル油 n - ヘプタン 石油エーテル トルエン キシレン | | | |
| 2. アルカリ アンモニア水 水酸化カルウム 水酸化ナトリウム | | | | 6. アルコール、ケトン アセトン アニリン ベンゾールアルコール 1-ブタノール シロキサンオール エタノール エチルアセテート エチングリコール グリセリン 1-ドデカノール 1-プロパノール | | | |
| 3. 無機塩水溶液 塩化アンモニウム 硝酸アンモン 漂白粉 塩化カルシウム 炭酸ナトリウム 次亜塩素酸ナトリウム 硫酸ナトリウム 塩化亜鉛 | | | | 7. その他 ビール 洗剤水溶液 蒸留水 亜麻仁油 過酸化水素水30% 牛乳 オリーブ油 | | | |
| 4. 有機酸 酢酸99% 酢酸10% 酪酸 クエン酸 ギ酸 オレイン酸 | | | | | | | |

= 安定

試験時間 : 30時間

= 比較的安定 (引張強度が20%以内減少)

× = 不安定 (引張強度が20%以上減少したものの)

5 . 耐震性の検討

下水道施設の耐震対策指針と解説に準拠してDMDボディ管の地震時の発生歪みと継手部の屈曲角を算出し、耐震に対する安全性を確認する。

1 . 耐震設計計算手順

- (1) 地震動より管渠には、地震動、二次的に生じる地盤変状によって、管体の応力や継手部に伸縮や屈曲角が生じる。
- (2) 計算は応答変位法によって行う。

2 . 計算条件と計算結果

(1) 計算条件

呼び径 300のDMDボディ管を埋設した場合のモデル条件を表5-1に示す。

表5-1. 計算条件

| | | 種 類 | レベル1地震動 | | レベル2地震動 | |
|-----|---------|---------------|---------|------|---------|------|
| | | | 軟弱地盤 | 普通地盤 | 軟弱地盤 | 普通地盤 |
| 条 件 | 地 盤 | N 値 | 2 | 12 | 2 | 12 |
| | | 表層地盤厚 (m) | 20 | 20 | 20 | 20 |
| | | 地盤沈下量 (m) | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 0.6 |
| | | 設計応答速 (m/sec) | 0.24 | 0.24 | 0.8 | 0.6 |
| | | 呼び径 (mm) | 300 | | | |
| 管 | 有効長 (m) | 5 | 5 | 5 | 5 | |
| | 土被り (m) | 1.2 | 1.2 | 1.2 | 1.2 | |
| | マンホール | 深さ (m) | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 2.0 |
| | | 間隔 (m) | 20 | 20 | 20 | 20 |

(2) 計算結果

耐震性について検討した結果について表5-2に示す。

表5-2. 耐震性検討結果

| 条 件 | | | レベル1地震動 | | | | | | レベル2地震動 | | | | | | |
|----------------------------|---------------|------------|---------|-----|----|------|-----|----|---------|-----|----|-------|-----|------|-----|
| | | | 軟弱地盤 | | | 普通地盤 | | | 軟弱地盤 | | | 普通地盤 | | | |
| | | | 計算値 | 許容 | 判定 | 計算値 | 許容 | 判定 | 計算値 | 許容 | 判定 | 計算値 | 許容 | 判定 | |
| 応 力 (kgf/cm ²) | | | 10.08 | 120 | | 6.69 | 120 | | 33.60 | 240 | | 16.72 | 240 | | |
| 地 震 | 地盤歪み (%) | | 0.10 | | | 0.07 | | | 0.34 | | | 0.17 | | | |
| | 屈曲角 (°) | | 0.07 | 5 | | 0.04 | 5 | | 0.23 | 5 | | 0.09 | 5 | | |
| 管 動 | 抜け出し量 (mm) | | 5.0 | 100 | | 3.3 | 100 | | 16.8 | 100 | | 8.4 | 100 | | |
| | 地盤 屈曲角 (°) | | | | | | | | | | | 3.44 | | 5 | |
| 渠 沈下 | 抜け出し量 (mm) | | | | | | | | | | | 20.3 | | 100 | |
| | 液 護 | 永久歪み (%) | | | | | | | | | | 1.5 | | | |
| 継 状 | 岸 | 抜け出し量 (mm) | | | | | | | | | | 75 | | 100 | |
| | 地 内 | 永久歪み (%) | | | | | | | | | | 1.2 | | | |
| 手 盤 陸 | 抜け出し量 (mm) | | | | | | | | | | | 60 | | 100 | |
| | 傾斜 永久歪み (%) | | | | | | | | | | | 1.3 | | | |
| 部 地盤 | 抜け出し量 (mm) | | | | | | | | | | | 65 | | 100 | |
| | 地盤 急変地盤歪み (%) | | | | | | | | | | | 0.56 | | 0.21 | |
| 急 変 | 抜け出し量 (mm) | | | | | | | | | | | 27.8 | 100 | 10.7 | 100 |

1) 管体に発生する応力に対する安全性

管と地盤が一体となり、地震による地盤歪みをすべて管体で吸収するという最悪の設定で計算した結果次の通りの安全性が確認できる。

レベル1地震動に対して

管体には軟弱地盤で最大応力 10.08kgf/cm^2 が生じるが、許容応力 120kgf/cm^2 以下であり、管体として安全性が確認できた。

レベル2地震動に対して

管体には軟弱地盤で最大応力 33.60kgf/cm^2 が生じるが、管体の引張強さ 240kgf/cm^2 以下であり、管体として安全性が確認できた。

2) 継手部の伸縮に対する安全性

管と地盤が滑りを生じ、地震による地盤歪みをすべて継手部で吸収するという最悪の条件で計算した結果、次の通りの安全性が確認できる。

継手部には液状化地盤護岸部で最大抜け出し量 75mm が生じるが、許容抜け出し量 100mm 以下であり、継手部の抜け出しに対して安全性が確認できた。

3) 継手部の屈曲に対する安全性

レベル1地震動に対して

継手部には軟弱地盤で最大屈曲角 0.07° が生じるが、許容屈曲角 $5.0(^\circ)$ 以下であり継手部の屈曲に対して安全性が確認できた。

レベル2地震動に対して

継手部には軟弱地盤で最大屈曲角 0.23° が生じるが、許容屈曲角 $5.0(^\circ)$ 以下であり継手部の屈曲に対して安全性が確認できた。

(3) 考察

以上の結果より、有効長 5.0m による配管では、耐震性に対して十分な安全性が確認されるが、抜け出しに屈曲が作用する場合、及び施工誤差等の影響により抜け出し長さが 100mm を超えることが予測される場合には、有効長を短くして継手を増やす等の検討が必要である。

尚、液状化が予測される地盤においては、砕石基礎を適用するものとする。

6 . 終局限界状態の照査 参考資料

終局限界状態の照査は、DMDホテイ管A種が耐用期間（50年）に生ずる可能性のある最大級の荷重（終局設計荷重）に対して、破壊や不安定にならないことを確認する。

(1) 荷重条件

土圧 + 死荷重 (荷重係数 1 . 5)
 活荷重 (衝撃係数含む) P = 3 0 t
 内圧 考慮せず

(2) 計算応力補正

活荷重計算応力 管周方向 × 0 . 2

(3) 許容応力

引張降伏応力 2 4 0 × 0 . 9 = 2 1 6 (kg/cm²)

(4) 計算

土圧 $W f = \gamma \cdot H \cdot 1.5$: 土の単位体積重量 2(kg/cm³)
 H : 土被り (cm)
 活荷重 $W t = \frac{3 Q}{2 h^2} \left\{ 1 + \left(\frac{h}{\sqrt{h^2 + x^2}} \right)^5 \right\} \times 0.2$
 Q : 3 0 (t)
 h : 土被り (cm)
 X : 1 0 0 (cm)

応力計算

$$\text{応力} = \frac{6 (M f + M t)}{t^2}$$

$M f = 0.033 \cdot W f \cdot d^2$ d : 外径36.2(cm)
 $M t = 0.019 \cdot W t \cdot d^2$

(5) 結果

| 土被り (cm) | 土圧 (kg/cm ²) | 活荷重 (kg/cm ²) | 作用応力 (kg/cm ²) | 許容応力 (kg/cm ²) | 判定 |
|-------------|-----------------------------|------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----|
| 40 | 0.12 | 1.803 | 72.923 | 216 | O K |
| 60 | 0.18 | 0.824 | 41.222 | 216 | O K |
| 80 | 0.24 | 0.490 | 32.882 | 216 | O K |

7 . 疲労限界状態の照査 参考資料

疲労限界状態の照査は、DMDホテイ管A種が耐用期間中の累積疲労効果による疲労破壊が生じない事を確認することで、疲労応力範囲が疲労許容応力範囲以下になることを照査した。

(1) 荷重条件

作用応力
 土圧 + 死荷重 (荷重係数 1.0)
 活荷重 (衝撃係数含む) $P = 10 \text{ t}$
 内圧 考慮せず
 平均応力
 土圧 + 死荷重 + 活荷重 (5 t)

(2) 計算応力補正

活荷重計算応力 管周方向 $\times 0.2$

(3) 許容応力範囲 d (一般部)

$d = 105(1 - \text{平均応力} / \text{材料静的強度} 240 \text{ (kg/cm}^2\text{)})$

(4) 作用応力計算

土圧 $W_f = \gamma \cdot H$: 土の単位体積重量 2(kg/cm²)
H : 土被り (cm)
 活荷重 $W_t = \frac{3Q}{2h^2} \left\{ 1 + \left(\frac{h}{\sqrt{h^2 + x^2}} \right)^5 \right\} \times 0.2$
Q : 10 (t)
h : 土被り (cm)
X : 100 (cm)

応力計算

応力 $= \frac{6(M_f + M_t)}{t^2}$
 $M_f = 0.033 \cdot W_f \cdot d^2$ d : 外径36.2(cm)
 $M_t = 0.019 \cdot W_t \cdot d^2$

(5) 平均応力

土圧 $W_f = \gamma \cdot H$: 土の単位体積重量 2(kg/cm²)
H : 土被り (cm)
 活荷重 $W_t = \frac{3Q}{2h^2} \left\{ 1 + \left(\frac{h}{\sqrt{h^2 + x^2}} \right)^5 \right\}$
Q : 5 (t)
h : 土被り (cm)
X : 100 (cm)

応力計算

応力 $= \frac{6(M_f + M_t)}{t^2}$
 $M_f = 0.033 \cdot W_f \cdot d^2$ d : 外径36.2(cm)
 $M_t = 0.019 \cdot W_t \cdot d^2$

(6) 許容応力範囲

$$d = 105(1 - \text{平均応力} / \text{材料静的強度} 240 \text{ (kg/cm}^2\text{)})$$

(7) 結果

| 土被り (cm) | 土圧 (kg/cm ²) | 活荷重 (kg/cm ²) | 作用応力 (kg/cm ²) | 平均応力 (kg/cm ²) | 許容応力範囲 (kg/cm ²) | 判定 |
|-------------|-----------------------------|------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|-----|
| 40 | 0.08 | 0.601 | 26.826 | 59.510 | 78.964 | O K |
| 60 | 0.12 | 0.275 | 17.518 | 32.463 | 90.798 | O K |
| 80 | 0.16 | 0.163 | 15.998 | 24.883 | 94.114 | O K |