

東大阪市営旧上小阪東住宅建替事業  
既設水道管及び水路の耐久力調査業務

調査報告書

令和2年8月

## 目 次

|                      | 頁    |
|----------------------|------|
| 1. 業務概要 .....        | 1    |
| 1.1 業務の目的 .....      | 1    |
| 1.2 業務概要 .....       | 1    |
| 2. 既存資料収集整理 .....    | 2    |
| 3. 既設水道管及び水路調査 ..... | 3    |
| 4. 水道管の検討 .....      | 7    |
| 4.1 既設水道管の検討 .....   | 7    |
| 4.2 新設水道管の検討 .....   | 14   |
| 5. 水路の検討 .....       | 29   |
| 卷末資料                 |      |
| 1. 収集資料 .....        | D- 1 |
| 2. 既設水道管調査状況写真 ..... | D-56 |

本報告書は、「東大阪市営旧上小阪東住宅建替事業 既設水道管及び水路の耐久力調査業務」をまとめたものである。

## 1. 業務概要

### 1.1 業務の目的

市営旧上小阪東住宅建替事業で予定している工事車両用道路に敷設されている既設水道管及び水路に対する影響検討を行い、既設水道管及び水路の変形損傷防止策を検討することを目的とする。

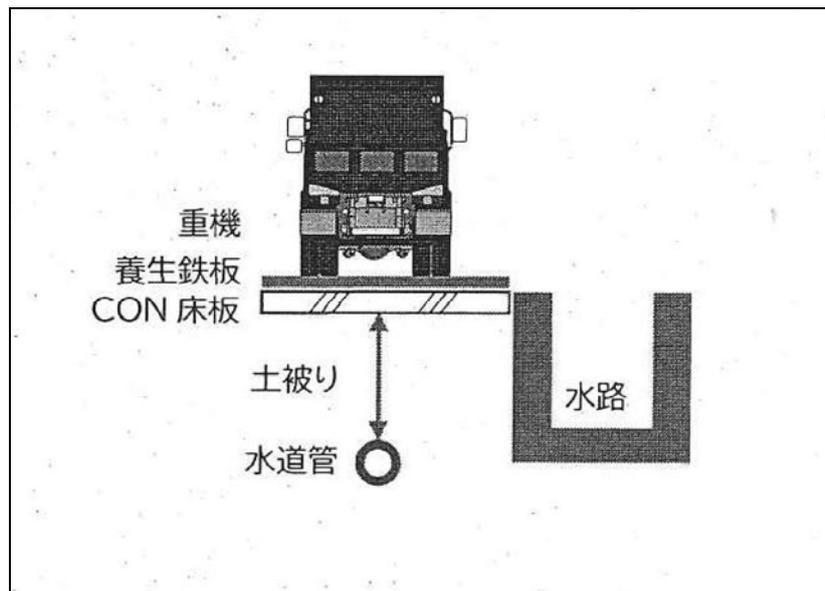


図 1.1 想定重機走行時のイメージ図

### 1.2 業務概要

本業務の概要を以下に示す。

- 1) 業務名：東大阪市営旧上小阪東住宅建替事業 既設水道管及び水路の耐久力調査業務
- 2) 業務場所：大阪府東大阪市新上小阪 1
- 3) 業務工期：令和 2 年 6 月 23 日～令和 2 年 8 月 20 日
- 4) 業務内容：現地調査 一式  
想定重機走行時の管及び水路の荷重圧と耐久性の検討 一式  
打合せ協議 一式

## 2. 既存資料収集整理

既存資料として収集した資料を表 2.1 に示す。

各資料を巻末資料編に添付する。

既設水道管の諸元は、以下の通りである。

- 1) 管種：鋳鉄管
- 2) 管径：φ900mm
- 3) 土被り：1.5m程度
- 4) 敷設年次：昭和38年

表 2.1 既存資料の収集整理一覧表

| 番号  | 資料名                                      | 内容            | 備考  |
|-----|--|---------------|-----|
| 資料1 | 新上小阪平面図                                  | 既設水道管敷設平面図    | CAD |
| 資料2 | 既設水道管の資料                                 | メカニカルジョイント鋳鉄管 | XDW |
| 資料3 | 水道台帳                                     |               | PDF |
| 資料4 | 上小阪地区空気弁取付工事<br>完工図                      | 空気弁図面         | PDF |
| 資料5 | 空気弁写真                                    |               | PDF |
| 資料6 | 上小阪配水場1号配水池更新及び<br>ポンプ施設棟新設工事<br>設計図 C-4 | ボーリング位置図と柱状図  | CAD |
| 資料7 | 東大阪市営上小阪東住宅地内地質<br>調査業務                  | 地盤調査資料        | PDF |
| 資料8 | 側こう 場所打ち鉄筋コンクリート<br>U型側こう 標準図            |               | XDW |

### 3. 既設水道管及び水路調査

既設水道管及び水路の諸元を確認するために現地調査を令和2年7月8日に実施した。調査結果を次ページ以降に示す。

既設水道管に対しては、試験掘りを行った。既設水道管の土被りは1.9mであることを確認した。土被りが想定（1.5m程度）よりも深く、既設水道管の上部で地下水位があり、掘削壁面が地下水により崩れて自立しなかったため、これ以上の掘削は困難であった。このため、既設水道管の直径や板厚の測定はできなかった。



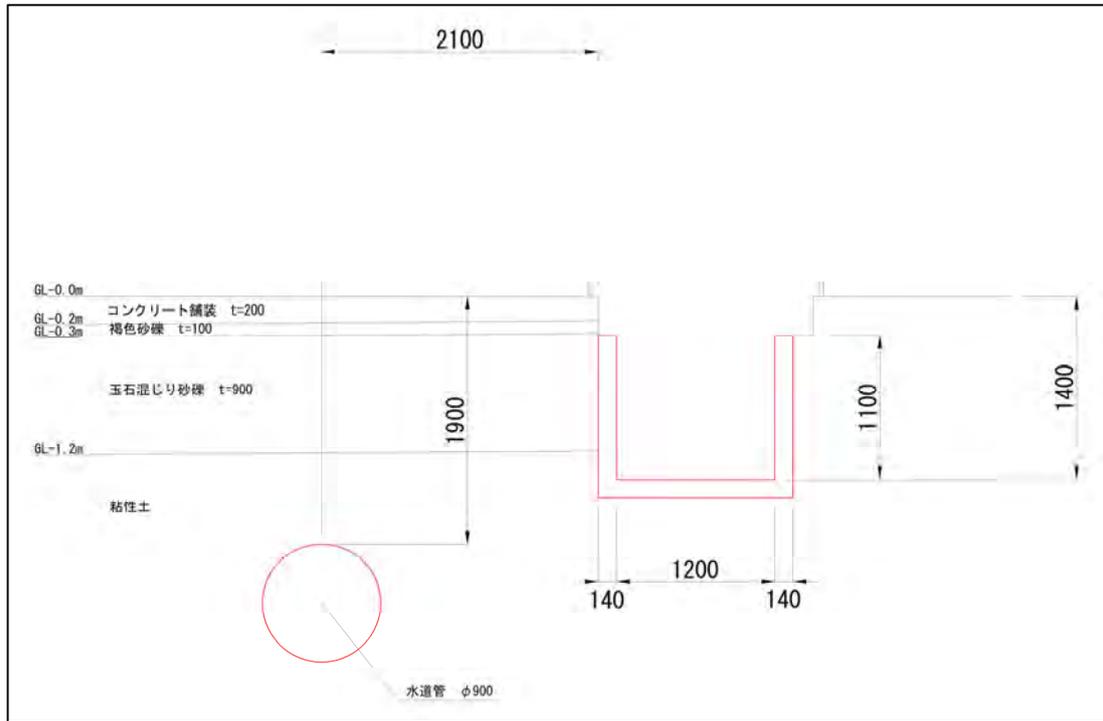


図 3.1 埋設管及び水路調査結果図



水道管の一部を確認



水道管中心の深度 2.35m (土被り 1.9m)



水道管の位置 水路端部より 2.55m (水路端より水道管中心まで 2.1m)



水路調査結果写真



## 4. 水道管の検討

### 4.1 既設水道管の検討

#### 4.1.1 計算条件の整理

##### (1) 水道管の諸元

- 1) 管種 高級鋳鉄管（遠心力鋳造）
- 2) 管径  $\phi 900\text{mm}$  【出典：台帳より】
- 3) 管厚  $t18.2\text{mm}$  【出典：メカニカルジョイント鋳鉄管 P80～81】
- 4) 腐食代  $2.0\text{mm}$  【出典：ダクタイトル鉄管ガイドブック P469】
- 5) 設計水圧  $P=0.74\text{Mpa}$  ( $7.5\text{kgf/cm}^2$ )

##### (2) 土質条件

- 1) 土質 盛土（砂質土と想定）
- 2) 土の単位体積重量  $\gamma = 19\text{kN/m}^3$  【出典：道路土工 擁壁工指針 P66】
- 3) 土の内部摩擦角  $\phi = 30^\circ$  【出典：道路土工 擁壁工指針 P66】
- 4) 管と土の摩擦係数  $0.4$  【出典：GX形ダクタイトル鉄管管路の設計 P46】

##### (3) 荷重条件

- 1) 施工時 路面荷重 T-25 2台

##### (4) 計算方法

既設鋳鉄管について、メーカーに問合せで計算手法の提示を受けた。

既設管は鋳鉄管でダクタイトル鉄管に比べて撓性がなく脆い管材であること、更に有効板厚さ等の諸元が不明であるため、水道施設設計指針の照査方法を適用するのは危険と判断し、安全側に全土被り荷重や工事用車両が作用する方法とする。

#### 4.1.2 検討ケース

- 1) 土被り  $H=1.50\text{m}$  （水道局ヒアリング）
- 2) 土被り  $H=1.90\text{m}$  （試掘結果）

#### 4.1.3 検討結果

2 ケースとも管体強度の安全率が基準値の 2 未満であるため、管は危険と判断する。

表 4.1.1 検討結果のまとめ

| 土被り<br>(m) | 荷重条件          | 管体強度の安全率 | 基準安全率 | 判定  |
|------------|---------------|----------|-------|-----|
| 1.50       | 施工時 (T-25 2台) | 1.54     | 2     | OUT |
| 1.90       | 施工時 (T-25 2台) | 1.56     | 2     | OUT |

#### 4.1.4 土被り1.5mの場合の計算

##### 1. 検討条件

- |               |                                    |
|---------------|------------------------------------|
| (1) 鋳鉄管の種類    | : 高級鋳鉄管 (遠心力鋳造)                    |
| (2) 製造年度      | : 昭和39年                            |
| (3) 呼び径       | : $D = 900 \text{ mm}$             |
| (4) 管種        | : 普通圧                              |
| (5) 規格管厚      | : $T = 18.2 \text{ mm}$            |
| (6) 設計水圧      | : $P_{sd} = 0.750 \text{ MPa}$     |
| (7) 土かぶり      | : $H = 1.50 \text{ m}$             |
| (8) 路面荷重      | : 245kNトラック 2台並行同時通過               |
| (9) 管底支持角     | : $2\theta = 40^\circ$             |
| (10) 土の単位体積重量 | : $\gamma_s = 19.0 \text{ kN/m}^3$ |
| (11) 土の内部摩擦角  | : $\phi = 30^\circ$                |

##### 2. 安全性検討

###### 2.1 計算管厚

管の安全性の検討に用いる計算管厚を下記に示す。

$$T - 1.00 \geq 10.0 \text{ mmより}$$

$$t = \frac{T}{1.1} \text{ (注)} - t_c$$

$$= 14.5 \text{ mm}$$

ここに、 $t$  : 計算管厚 (mm)

$T$  : 規格管厚 (=18.2 mm)

$t_c$  : 腐食代 (=2.00 mm)

注) 規格管厚から管厚の許容差を差し引いたもの。

###### 2.2 土圧分布

鋳鉄管は不とう性管であるため、土かぶりおよび路面荷重による土圧分布を図1に示すように仮定する。

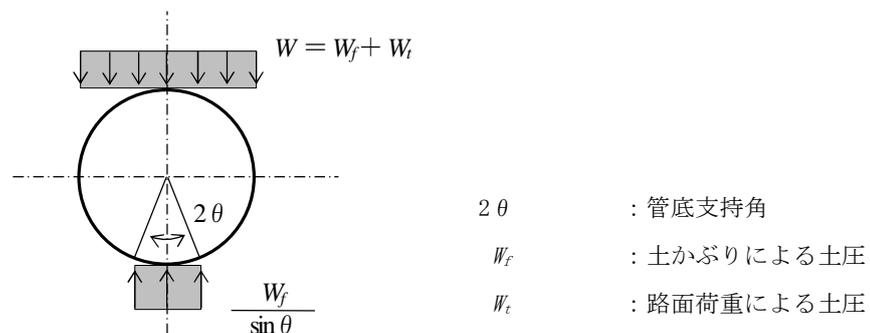


図1 土かぶりおよび路面荷重による土圧分布

## 2. 3 応力に対する安全性

### 2. 3. 1 内圧により管体に発生する引張応力

$$\begin{aligned}\sigma_t &= \frac{P_{sd} D}{2t} \\ &= 23.2 \text{ N/mm}^2\end{aligned}$$

ここに、 $\sigma_t$  : 内圧により管体に発生する引張応力 (N/mm<sup>2</sup>)

$P_{sd}$  : 設計水圧 (=0.750 MPa =0.750 N/mm<sup>2</sup>)

$D$  : 呼び径 (=900 mm)

$t$  : 計算管厚 (=14.5 mm)

### 2. 3. 2 外圧により管体に発生する曲げ応力

#### (1) 曲げモーメント係数

図1に示す土圧分布の場合、外圧により管体に発生する曲げ応力は管底で最大となる。このときの管底における曲げモーメント係数 $K_M$ は、管底支持角40°の場合、 $K_M=0.435$ となる。

#### (2) 土かぶりによる土圧

土かぶりによる土圧は、土かぶり2.0 m以下は垂直公式で計算し、2.0 mを越える場合はヤンセン公式の値と土かぶり2.0 mの垂直公式の値を比較して大きい方を使用する。

ただし、盛土の場合、および矢板施工で矢板引抜き時の土の緩みを考慮する場合は、土かぶりが2.0 mを越える場合であっても垂直公式で計算する。

本検討では、以下に示す垂直公式で計算した。

$$\begin{aligned}W_f &= \gamma_s \cdot H \\ &= 28.5 \text{ kN/m}^2\end{aligned}$$

ここに、 $W_f$  : 土かぶりによる土圧 (kN/m<sup>2</sup>)

$\gamma_s$  : 土の単位体積重量 (=19.0 kN/m<sup>3</sup>)

$H$  : 土かぶり (=1.50 m)

#### (3) 路面荷重による土圧

ブーシネスク式を用いた以下に示す式より求める。

$$\begin{aligned}W_t &= (1+i) \alpha P \\ &= 43.7 \text{ kN/m}^2\end{aligned}$$

ここに、 $W_t$  : 路面荷重による土圧 (kN/m<sup>2</sup>)

$i$  : 路面荷重の衝撃割増係数 (=0.500)

$\alpha$  : 呼び径、土かぶりおよびトラック台数により定まる係数  
(=0.29728 m<sup>-2</sup>)

$P$  : トラック1後輪荷重 (=  $\frac{4}{5} \times \frac{1}{2} \times U = 98.0$  kN)

$U$  : トラック重量 (=245 kN)

(4) 外圧により管体に発生する曲げ応力

$$\sigma_b = \frac{6K_M (W_f + W_t) R^2}{t^2}$$
$$= 181 \text{ N/mm}^2$$

ここに、 $\sigma_b$  : 外圧により管体に発生する曲げ応力 (N/mm<sup>2</sup>)

$K_M$  : 外圧による曲げモーメント係数 (=0.435)

$W_f$  : 土かぶりによる土圧 (=28.5 kN/m<sup>2</sup> =28.5×10<sup>-3</sup> N/mm<sup>2</sup>)

$W_t$  : 路面荷重による土圧 (=43.7 kN/m<sup>2</sup> =43.7×10<sup>-3</sup> N/mm<sup>2</sup>)

$R$  : 管半径 (=  $\frac{D}{2}$  =450 mm)

$D$  : 呼び径 (=900 mm)

$t$  : 計算管厚 (=14.5 mm)

2. 3. 3 合計応力

内圧による引張応力と外圧による換算引張応力(外圧による曲げ応力を1.7で除して引張応力に換算したもの)を加えると合計応力となる。

$$\sigma = \sigma_t + \frac{\sigma_b}{1.7}$$
$$= 130 \text{ N/mm}^2$$

ここに、 $\sigma$  : 合計応力 (N/mm<sup>2</sup>)

$\sigma_t$  : 内圧により管体に発生する引張応力 (=23.2 N/mm<sup>2</sup>)

$\sigma_b$  : 外圧により管体に発生する曲げ応力 (=181 N/mm<sup>2</sup>)

2. 3. 4 応力に対する安全率

以上より、発生応力に対する管体強度の安全率は次式で求まる。

$$S_f = \frac{\sigma_o}{\sigma}$$
$$= 1.51$$

ここに、 $S_f$  : 応力に対する安全率

$\sigma$  : 合計応力 (=130 N/mm<sup>2</sup>)

$\sigma_o$  : 鋳鉄管の引張強さ (=196 N/mm<sup>2</sup>)

3. まとめ

以上の検討結果より、管の発生応力に対する安全率は2未満となり、管は危険であると考えられる。

#### 4.1.5 土被り1.9mの場合の計算

##### 1. 検討条件

- |               |                                    |
|---------------|------------------------------------|
| (1) 鋳鉄管の種類    | : 高級鋳鉄管 (遠心力鋳造)                    |
| (2) 製造年度      | : 昭和39年                            |
| (3) 呼び径       | : $D = 900 \text{ mm}$             |
| (4) 管種        | : 普通圧                              |
| (5) 規格管厚      | : $T = 18.2 \text{ mm}$            |
| (6) 設計水圧      | : $P_{sd} = 0.750 \text{ MPa}$     |
| (7) 土かぶり      | : $H = 1.90 \text{ m}$             |
| (8) 路面荷重      | : 245kNトラック 2台並行同時通過               |
| (9) 管底支持角     | : $2\theta = 40^\circ$             |
| (10) 土の単位体積重量 | : $\gamma_s = 18.0 \text{ kN/m}^3$ |
| (11) 土の内部摩擦角  | : $\phi = 30^\circ$                |

##### 2. 安全性検討

##### 2.1 計算管厚

管の安全性の検討に用いる計算管厚を下記に示す。

$$T - 1.00 \geq 10.0 \text{ mmより}$$

$$t = \frac{T}{1.1} \text{ (注)} - t_c$$

$$= 14.5 \text{ mm}$$

ここに、 $t$  : 計算管厚 (mm)

$T$  : 規格管厚 (=18.2 mm)

$t_c$  : 腐食代 (=2.00 mm)

注) 規格管厚から管厚の許容差を差し引いたもの。

##### 2.2 土圧分布

鋳鉄管は不とう性管であるため、土かぶりおよび路面荷重による土圧分布を図1に示すように仮定する。

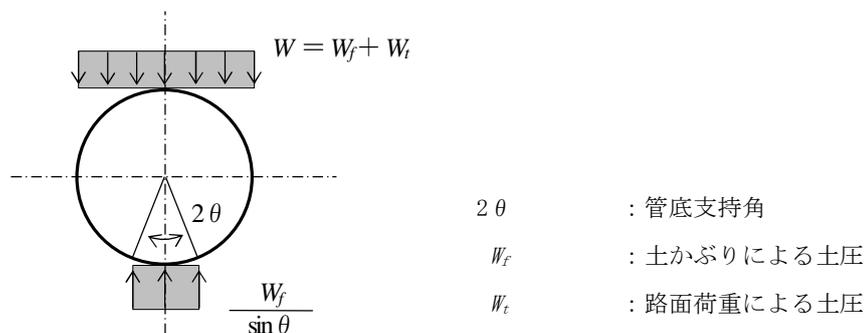


図1 土かぶりおよび路面荷重による土圧分布

## 2. 3 応力に対する安全性

### 2. 3. 1 内圧により管体に発生する引張応力

$$\begin{aligned}\sigma_t &= \frac{P_{sd} D}{2t} \\ &= 23.2 \text{ N/mm}^2\end{aligned}$$

ここに、 $\sigma_t$  : 内圧により管体に発生する引張応力 (N/mm<sup>2</sup>)

$P_{sd}$  : 設計水圧 (=0.750 MPa =0.750 N/mm<sup>2</sup>)

$D$  : 呼び径 (=900 mm)

$t$  : 計算管厚 (=14.5 mm)

### 2. 3. 2 外圧により管体に発生する曲げ応力

#### (1) 曲げモーメント係数

図1に示す土圧分布の場合、外圧により管体に発生する曲げ応力は管底で最大となる。このときの管底における曲げモーメント係数 $K_M$ は、管底支持角40°の場合、 $K_M=0.435$ となる。

#### (2) 土かぶりによる土圧

土かぶりによる土圧は、土かぶり2.0 m以下は垂直公式で計算し、2.0 mを越える場合はヤンセン公式の値と土かぶり2.0 mの垂直公式の値を比較して大きい方を使用する。

ただし、盛土の場合、および矢板施工で矢板引抜き時の土の緩みを考慮する場合は、土かぶりが2.0 mを越える場合であっても垂直公式で計算する。

本検討では、以下に示す垂直公式で計算した。

$$\begin{aligned}W_f &= \gamma_s \cdot H \\ &= 36.1 \text{ kN/m}^2\end{aligned}$$

ここに、 $W_f$  : 土かぶりによる土圧 (kN/m<sup>2</sup>)

$\gamma_s$  : 土の単位体積重量 (=19.0 kN/m<sup>3</sup>)

$H$  : 土かぶり (=1.90 m)

#### (3) 路面荷重による土圧

ブーシネスク式を用いた以下に示す式より求める。

$$\begin{aligned}W_t &= (1+i) \alpha P \\ &= 33.2 \text{ kN/m}^2\end{aligned}$$

ここに、 $W_t$  : 路面荷重による土圧 (kN/m<sup>2</sup>)

$i$  : 路面荷重の衝撃割増係数 (=0.500)

$\alpha$  : 呼び径、土かぶりおよびトラック台数により定まる係数  
(=0.22585 m<sup>-2</sup>)

$P$  : トラック1後輪荷重 (=  $\frac{4}{5} \times \frac{1}{2} \times U = 98.0$  kN)

$U$  : トラック重量 (=245 kN)

(4) 外圧により管体に発生する曲げ応力

$$\sigma_b = \frac{6K_M (W_f + W_t) R^2}{t^2}$$
$$= 174 \text{ N/mm}^2$$

ここに、 $\sigma_b$  : 外圧により管体に発生する曲げ応力 (N/mm<sup>2</sup>)

$K_M$  : 外圧による曲げモーメント係数 (=0.435)

$W_f$  : 土かぶりによる土圧 (=34.2 kN/m<sup>2</sup> =36.1×10<sup>-3</sup> N/mm<sup>2</sup>)

$W_t$  : 路面荷重による土圧 (=33.2 kN/m<sup>2</sup> =33.2×10<sup>-3</sup> N/mm<sup>2</sup>)

$R$  : 管半径 (=  $\frac{D}{2}$  =450 mm)

$D$  : 呼び径 (=900 mm)

$t$  : 計算管厚 (=14.5 mm)

### 2. 3. 3 合計応力

内圧による引張応力と外圧による換算引張応力(外圧による曲げ応力を1.7で除して引張応力に換算したもの)を加えると合計応力となる。

$$\sigma = \sigma_t + \frac{\sigma_b}{1.7}$$
$$= 126 \text{ N/mm}^2$$

ここに、 $\sigma$  : 合計応力 (N/mm<sup>2</sup>)

$\sigma_t$  : 内圧により管体に発生する引張応力 (=23.2 N/mm<sup>2</sup>)

$\sigma_b$  : 外圧により管体に発生する曲げ応力 (=174 N/mm<sup>2</sup>)

### 2. 3. 4 応力に対する安全率

以上より、発生応力に対する管体強度の安全率は次式で求まる。

$$S_f = \frac{\sigma_o}{\sigma}$$
$$= 1.56$$

ここに、 $S_f$  : 応力に対する安全率

$\sigma$  : 合計応力 (=126 N/mm<sup>2</sup>)

$\sigma_o$  : 鋳鉄管の引張強さ (=196 N/mm<sup>2</sup>)

### 3. まとめ

以上の検討結果より、管の発生応力に対する安全率は2未満となり、管は危険であると考えられる。

## 4.2 新設水道管の検討

### 4.2.1 計算条件の整理

(1) 水道管の諸元

- 1) 管種 NS形ダクタイル鉄管（S種）
- 2) 管径  $\phi 800\text{mm}$
- 3) 管厚  $t12.0\text{mm}$
- 4) 腐食代  $2.0\text{mm}$  【出典：ダクタイル鉄管ガイドブック P469】
- 5) 設計水圧  $P=0.75\text{Mpa}$ （静水圧） $+0.55\text{Mpa}$ （水撃圧） $=1.30\text{Mpa}$

(2) 土質条件

- 1) 土質 盛土（砂質土と想定）
- 2) 土の単位体積重量  $\gamma = 19\text{kN/m}^3$  【出典：道路土工 擁壁工指針 P66】
- 3) 土の内部摩擦角  $\phi = 30^\circ$  【出典：道路土工 擁壁工指針 P66】

(3) 荷重条件

- 1) 施工時 路面荷重 T-25 2台

(4) 計算方法

水道施設設計指針の照査方法を適用する。

### 4.2.2 検討ケース

- 1) 土被り  $H=1.00\text{m}$
- 2) 土被り  $H=1.50\text{m}$

### 4.2.3 検討結果

2ケースとも計算による必要管厚を満足しているため、安全と判断する。

表 4.2.1 検討結果のまとめ

| 土被り<br>(m) | 荷重条件          | 管厚<br>(mm) | 計算管厚<br>(mm) | 判定 |
|------------|---------------|------------|--------------|----|
| 1.00       | 施工時 (T-25 2台) | 12.0       | 9.6          | OK |
| 1.50       | 施工時 (T-25 2台) | 12.0       | 9.4          | OK |

#### 4.2.4 土被り1.0mの場合の計算

(社) 日本水道協会規格、JWWA G 113・114 (水道用ダクタイル鋳鉄管および異形管) 解説に準じて、管厚の計算を行う。

##### 1. 検討条件

- |              |                                     |
|--------------|-------------------------------------|
| (1) 呼び径      | : $D = 800$ mm                      |
| (2) 管種       | : S種                                |
| (3) 公称管厚     | : $T = 12.0$ mm                     |
| (4) 静水圧      | : $P_s = 0.75$ MPa                  |
| (5) 水撃圧      | : $P_d = 0.55$ MPa                  |
| (6) 土被り      | : $H = 1.00$ m                      |
| (7) 路面荷重     | : 25 tトラック 2 台並行同時通過                |
| (8) 管底支持角    | : $2\theta = 60^\circ$              |
| (9) 土の単位体積重量 | : $\gamma_s = 19$ kN/m <sup>3</sup> |
| (10) 土の内部摩擦角 | : $\phi = 30^\circ$                 |

## 2. 外圧

### 2-1. 土被りによる土圧

土被りによる土圧は、土被り 2 m 以下は垂直公式で計算し、2 m を超える場合は土被り 2 m 時の垂直公式の値とヤンセン公式で求めた値の大きいほうを採用する。

#### 1) 垂直公式

$$Wf = \gamma s \cdot H$$

ここに、  
Wf : 垂直土圧 (kN/m<sup>2</sup>)  
 $\gamma s$  : 土の単位体積重量 (kN/m<sup>3</sup>)  
H : 土被り (m)

#### 2) ヤンセン公式

$$Wf = \frac{\gamma}{2K \cdot \tan \phi} (1 - e^{-2K \cdot \tan \phi \cdot H/B}) B$$

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

ここに、  
Wf : 垂直土圧 (kN/m<sup>2</sup>)  
 $\gamma$  : 土の単位体積重量 (kN/m<sup>3</sup>)  
K : ランキン係数  
 $\phi$  : 土の内部摩擦角 (°)  
H : 土被り (m)  
B : 溝幅 (m)  
e : 自然対数の底

### 2-2. 路面荷重による土圧

ブーシネクス式を用いた以下に示す式により求める。

$$Wt = 1.5 \alpha \cdot P$$

$$P = \frac{4}{5} \cdot \frac{1}{2} U$$

$$\alpha = \frac{\Sigma (\Phi \cdot a)}{\Sigma a}$$

ここに、  
Wt : 路面荷重による土圧 (kN/m<sup>2</sup>)  
P : トラック 1 後輪重量 (kN)  
U : トラック重量 (kN)  
 $\alpha$  : 管口径、土被りにより定まる係数 (m<sup>-2</sup>)  
a : 正方形面積 (m<sup>2</sup>)

### 3. 内圧

内圧としては、管路の分岐や末端のバルブを閉じて管内の水の流れを静止させた時に管路に作用する静水圧と、管路中のバルブの急開閉時またはポンプ電動機の急起動・急停止などの場合に発生する水撃圧とがある。

### 4. 管厚計算式

ダクタイル鉄管の管厚計算式は、静水圧、水撃圧、土被りによる土圧および路面荷重による土圧を全部同時に考慮している。

内圧によって発生する引張応力 $\sigma_t$ は、

$$\sigma_t = \sigma_{ts} + \sigma_{td} = \frac{(P_s + P_d) \cdot d}{2t}$$

$$\left. \begin{aligned} \sigma_{ts} &= \frac{P_s \cdot d}{2t} \\ \sigma_{td} &= \frac{P_d \cdot d}{2t} \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (1)$$

ここに、  
 $\sigma_t$  : 内圧によって発生する引張応力  
 $\sigma_{ts}$  : 静水圧によって発生する応力  
 $\sigma_{td}$  : 水撃圧によって発生する応力  
 $P_s$  : 静水圧  
 $P_d$  : 水撃圧  
 $d$  : 管内径  
 $t$  : 管厚

外圧によって発生する曲げ応力  $\sigma_b$  は、

$$\sigma_b = \frac{(M_f + M_t)}{Z} \quad \dots \dots \dots (2)$$

$$Z = \frac{b \cdot t^2}{6}$$

ここに、  $M_f$  : 土被りによって発生する曲げモーメント  
 $M_t$  : 路面荷重により発生する曲げモーメント  
 $Z$  : 断面係数  
 $b$  : 管長 (単位長さであれば、 $b=1$ )  
 $t$  : 管厚

$$Z = \frac{t^2}{6} \quad \text{なので、(2)式は}$$

$$\sigma_b = \frac{6(M_f + M_t)}{t^2} \quad \dots \dots \dots (3)$$

土被りによって発生する曲げモーメント  $M_f$ 、路面荷重によって発生する曲げモーメント  $M_t$  は、

$$M_f = K_f \cdot W_f \cdot R^2$$

$$M_t = K_t \cdot W_t \cdot R^2$$

ここに、  $K_f, K_t$  : 管底支持角により定まる係数  
 $W_f$  : 土被りによる土圧  
 $W_t$  : 路面荷重による土圧  
 $R$  : 管半径

これらを (3) 式に代入すると、

$$\sigma_b = \frac{6(K_f \cdot W_f + K_t \cdot W_t) \cdot R^2}{t^2} \quad \dots \dots \dots (4)$$

となる。

$\sigma_b$  は曲げ応力であるから、引張応力に換算するために 0.7 を乗じ、許容応力を  $\sigma_z$  とすると、管厚は次式を満足するように決定すればよいことになる。

$$\sigma_t + 0.7 \sigma_b = \sigma_z \quad \dots \dots \dots (5)$$

ここで、

|              |     |
|--------------|-----|
| 静水圧に対し安全率    | 2.5 |
| 水撃圧に対し安全率    | 2.0 |
| 土被りによる土圧安全率  | 2.0 |
| 路面荷重による土圧安全率 | 2.0 |

を見込み、管材の引張強さをSとすると、(5)式は、

$$2.5 \sigma_{ts} + 2.0 \sigma_{td} + 1.4 \sigma_b = S \quad \dots \dots \dots (6)$$

R=Dm/2とおいて、(6)式に(1)式、(4)式を代入すると、(Dm:管厚中心半径)

$$S \cdot t^2 - (1.25 P_s + P_d) d \cdot t - 2.1(K_f \cdot W_f + K_t \cdot W_t) D_m^2 = 0$$

Dm≒dとおいてtについて解くと、

$$t = \frac{(1.25 P_s + P_d) + \sqrt{\{(1.25 P_s + P_d)^2 + 8.4(K_f \cdot W_f + K_t \cdot W_t) S\}}}{2 S} d$$

となる。

ここに、

|                                 |                                     |
|---------------------------------|-------------------------------------|
| t                               | : 設計管厚(mm)                          |
| P <sub>s</sub>                  | : 静水圧(MPa)                          |
| P <sub>d</sub>                  | : 水撃圧(MPa)                          |
| K <sub>f</sub> , K <sub>t</sub> | : 管底支持角により定まる係数(表1, 2による)           |
| W <sub>f</sub>                  | : 土被りによる土圧(kN/m <sup>2</sup> )      |
| W <sub>t</sub>                  | : 路面荷重による土圧(kN/m <sup>2</sup> )     |
| S                               | : 管材の引張強さ(= 420 N/mm <sup>2</sup> ) |
| d                               | : 管の呼び径(mm)                         |

さらに公称管厚Tは、

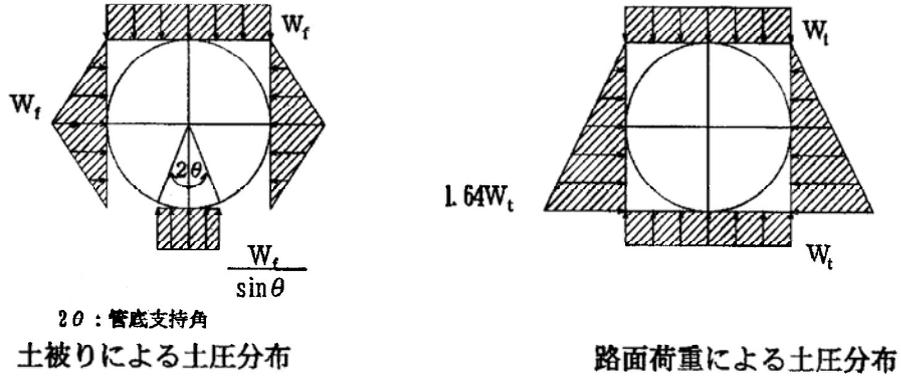
$$T = (t + 2) \times 1.1 \text{ mm} \quad t+2 \geq 10 \text{ mm の場合}$$

$$T = [(t + 2) + 1] \text{ mm} \quad t+2 < 10 \text{ mm の場合}$$

である。

ダクタイル鉄管の場合の土圧分布は、数多くの埋設実験の結果から図1のようになるとする。

図1 土圧分布



Kfの値を表1に示し、Ktの値を表2に示す。

Kfは管底の支持角によって定まる係数で、一般に埋め戻し時に管側のつき固めが行われたり、管径が大きくなれば管底支持角も大きくなる。

表1 Kfの値

| 管底支持角<br>位置 | 40°                  | 60°                  | 90°                  | 120°                 | 180°                |
|-------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|---------------------|
| 管頂          | $140 \times 10^{-6}$ | $132 \times 10^{-6}$ | $121 \times 10^{-6}$ | $108 \times 10^{-6}$ | $96 \times 10^{-6}$ |
| 管底          | $281 \times 10^{-6}$ | $223 \times 10^{-6}$ | $160 \times 10^{-6}$ | $122 \times 10^{-6}$ | $96 \times 10^{-6}$ |

表2 Ktの値

|    |                     |
|----|---------------------|
| 管頂 | $76 \times 10^{-6}$ |
| 管底 | $11 \times 10^{-6}$ |

管厚計算に当たっては、管頂及び管底の両方について計算し、いずれか厚くなるほうを採用する。

## 5. 管厚の計算

### 5-1. 土被りによる土圧

垂直公式により計算する

$$\begin{aligned} W_f &= \gamma \cdot H \\ &= 19 \times 1.00 \\ &= 19 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

### 5-2. 路面荷重による土圧

$$\begin{aligned} W_t &= 1.5 \cdot \alpha \cdot P \\ &= 1.5 \times 0.47164219 \times 98.0665 \\ &= 69.378 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

### 5-3. 設計管厚

#### I. 管頂

$$\begin{aligned} t_1 &= \frac{(1.25 P_s + P_d) + \sqrt{\{(1.25 P_s + P_d)^2 + 8.4(K_f \cdot W_f + K_t \cdot W_t) S_d\}}}{2 S} \\ &= \frac{800}{2 \times 420} \times [ (1.25 \times 0.75 + 0.55) + \sqrt{\{ 1.25 \times 0.75 \\ &\quad + 0.55 \}^2 + 8.4 (0.00013 \times 19 + 7.6E-05 \times 69.38) \times 420} ] \\ &= 6.6 \text{ mm} \end{aligned}$$

#### II. 管底

$$\begin{aligned} t_2 &= \frac{(1.25 P_s + P_d) + \sqrt{\{(1.25 P_s + P_d)^2 + 8.4(K_f \cdot W_f + K_t \cdot W_t) S_d\}}}{2 S} \\ &= \frac{800}{2 \times 420} \times [ (1.25 \times 0.75 + 0.55) + \sqrt{\{ 1.25 \times 0.75 \\ &\quad + 0.55 \}^2 + 8.4 (0.00022 \times 19 + 1.1E-05 \times 69.38) \times 420} ] \\ &= 5.66 \text{ mm} \end{aligned}$$

$t_1 > t_2$ より、設計管厚 $t = 6.6 \text{ mm}$

$t+2 < 10$ であるから、

$$\begin{aligned} T &= (t+2) + 1 \\ &= 9.6 < 12.0 \dots\dots\dots \text{OK} \end{aligned}$$

従って、この条件下のもとで使用可能

#### 4.2.5 土被り1.5mの場合の計算

(社) 日本水道協会規格、JWWA G 113・114 (水道用ダクタイル鋳鉄管および異形管) 解説に準じて、管厚の計算を行う。

##### 1. 検討条件

- |              |                                     |
|--------------|-------------------------------------|
| (1) 呼び径      | : $D = 800$ mm                      |
| (2) 管種       | : S種                                |
| (3) 公称管厚     | : $T = 12.0$ mm                     |
| (4) 静水圧      | : $P_s = 0.75$ MPa                  |
| (5) 水撃圧      | : $P_d = 0.55$ MPa                  |
| (6) 土被り      | : $H = 1.50$ m                      |
| (7) 路面荷重     | : 25 tトラック 2 台並行同時通過                |
| (8) 管底支持角    | : $2\theta = 60^\circ$              |
| (9) 土の単位体積重量 | : $\gamma_s = 19$ kN/m <sup>3</sup> |
| (10) 土の内部摩擦角 | : $\phi = 30^\circ$                 |

## 2. 外圧

### 2-1. 土被りによる土圧

土被りによる土圧は、土被り 2 m 以下は垂直公式で計算し、2 m を超える場合は土被り 2 m 時の垂直公式の値とヤンセン公式で求めた値の大きいほうを採用する。

#### 1) 垂直公式

$$Wf = \gamma s \cdot H$$

ここに、  
Wf : 垂直土圧 (kN/m<sup>2</sup>)  
 $\gamma s$  : 土の単位体積重量 (kN/m<sup>3</sup>)  
H : 土被り (m)

#### 2) ヤンセン公式

$$Wf = \frac{\gamma}{2K \cdot \tan \phi} (1 - e^{-2K \cdot \tan \phi \cdot H/B}) B$$

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

ここに、  
Wf : 垂直土圧 (kN/m<sup>2</sup>)  
 $\gamma$  : 土の単位体積重量 (kN/m<sup>3</sup>)  
K : ランキン係数  
 $\phi$  : 土の内部摩擦角 (°)  
H : 土被り (m)  
B : 溝幅 (m)  
e : 自然対数の底

### 2-2. 路面荷重による土圧

ブーシネクス式を用いた以下に示す式により求める。

$$Wt = 1.5 \alpha \cdot P$$

$$P = \frac{4}{5} \cdot \frac{1}{2} U$$

$$\alpha = \frac{\Sigma (\Phi \cdot a)}{\Sigma a}$$

ここに、  
Wt : 路面荷重による土圧 (kN/m<sup>2</sup>)  
P : トラック 1 後輪重量 (kN)  
U : トラック重量 (kN)  
 $\alpha$  : 管口径、土被りにより定まる係数 (m<sup>-2</sup>)  
a : 正方形面積 (m<sup>2</sup>)

### 3. 内圧

内圧としては、管路の分岐や末端のバルブを閉じて管内の水の流れを静止させた時に管路に作用する静水圧と、管路中のバルブの急開閉時またはポンプ電動機の急起動・急停止などの場合に発生する水撃圧とがある。

### 4. 管厚計算式

ダクタイル鉄管の管厚計算式は、静水圧、水撃圧、土被りによる土圧および路面荷重による土圧を全部同時に考慮している。

内圧によって発生する引張応力 $\sigma_t$ は、

$$\sigma_t = \sigma_{ts} + \sigma_{td} = \frac{(P_s + P_d) \cdot d}{2t}$$
$$\left. \begin{aligned} \sigma_{ts} &= \frac{P_s \cdot d}{2t} \\ \sigma_{td} &= \frac{P_d \cdot d}{2t} \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (1)$$

ここに、  
 $\sigma_t$  : 内圧によって発生する引張応力  
 $\sigma_{ts}$  : 静水圧によって発生する応力  
 $\sigma_{td}$  : 水撃圧によって発生する応力  
 $P_s$  : 静水圧  
 $P_d$  : 水撃圧  
 $d$  : 管内径  
 $t$  : 管厚

外圧によって発生する曲げ応力  $\sigma_b$  は、

$$\sigma_b = \frac{(M_f + M_t)}{Z} \quad \dots \dots \dots (2)$$

$$Z = \frac{b \cdot t^2}{6}$$

ここに、  $M_f$  : 土被りによって発生する曲げモーメント  
 $M_t$  : 路面荷重により発生する曲げモーメント  
 $Z$  : 断面係数  
 $b$  : 管長 (単位長さであれば、 $b=1$ )  
 $t$  : 管厚

$$Z = \frac{t^2}{6} \quad \text{なので、(2)式は}$$

$$\sigma_b = \frac{6(M_f + M_t)}{t^2} \quad \dots \dots \dots (3)$$

土被りによって発生する曲げモーメント  $M_f$ 、路面荷重によって発生する曲げモーメント  $M_t$  は、

$$M_f = K_f \cdot W_f \cdot R^2$$
$$M_t = K_t \cdot W_t \cdot R^2$$

ここに、  $K_f, K_t$  : 管底支持角により定まる係数  
 $W_f$  : 土被りによる土圧  
 $W_t$  : 路面荷重による土圧  
 $R$  : 管半径

これらを (3) 式に代入すると、

$$\sigma_b = \frac{6(K_f \cdot W_f + K_t \cdot W_t) \cdot R^2}{t^2} \quad \dots \dots \dots (4)$$

となる。

$\sigma_b$  は曲げ応力であるから、引張応力に換算するために 0.7 を乗じ、許容応力を  $\sigma_z$  とすると、管厚は次式を満足するように決定すればよいことになる。

$$\sigma_t + 0.7 \sigma_b = \sigma_z \quad \dots \dots \dots (5)$$

ここで、

|              |     |
|--------------|-----|
| 静水圧に対し安全率    | 2.5 |
| 水撃圧に対し安全率    | 2.0 |
| 土被りによる土圧安全率  | 2.0 |
| 路面荷重による土圧安全率 | 2.0 |

を見込み、管材の引張強さをSとすると、(5)式は、

$$2.5 \sigma_{ts} + 2.0 \sigma_{td} + 1.4 \sigma_b = S \quad \dots \dots \dots (6)$$

R=Dm/2とおいて、(6)式に(1)式、(4)式を代入すると、(Dm:管厚中心半径)

$$S \cdot t^2 - (1.25 P_s + P_d) d \cdot t - 2.1(K_f \cdot W_f + K_t \cdot W_t) D_m^2 = 0$$

Dm≒dとおいてtについて解くと、

$$t = \frac{(1.25 P_s + P_d) + \sqrt{\{(1.25 P_s + P_d)^2 + 8.4(K_f \cdot W_f + K_t \cdot W_t) S\}}}{2 S} d$$

となる。

ここに、

|                                 |                                     |
|---------------------------------|-------------------------------------|
| t                               | : 設計管厚(mm)                          |
| P <sub>s</sub>                  | : 静水圧(MPa)                          |
| P <sub>d</sub>                  | : 水撃圧(MPa)                          |
| K <sub>f</sub> , K <sub>t</sub> | : 管底支持角により定まる係数(表1, 2による)           |
| W <sub>f</sub>                  | : 土被りによる土圧(kN/m <sup>2</sup> )      |
| W <sub>t</sub>                  | : 路面荷重による土圧(kN/m <sup>2</sup> )     |
| S                               | : 管材の引張強さ(= 420 N/mm <sup>2</sup> ) |
| d                               | : 管の呼び径(mm)                         |

さらに公称管厚Tは、

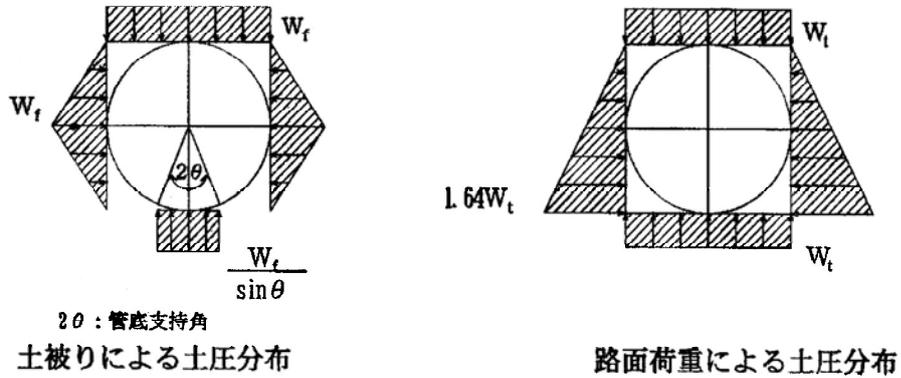
$$T = (t + 2) \times 1.1 \text{ mm} \quad t+2 \geq 10 \text{ mm の場合}$$

$$T = [(t + 2) + 1] \text{ mm} \quad t+2 < 10 \text{ mm の場合}$$

である。

ダクタイル鉄管の場合の土圧分布は、数多くの埋設実験の結果から図1のようになるとする。

図1 土圧分布



$K_f$ の値を表1に示し、 $K_t$ の値を表2に示す。

$K_f$ は管底の支持角によって定まる係数で、一般に埋め戻し時に管側のつき固めが行われたり、管径が大きくなれば管底支持角も大きくなる。

表1  $K_f$ の値

| 管底支持角<br>位置 | $2\theta$ | $40^\circ$           | $60^\circ$           | $90^\circ$           | $120^\circ$          | $180^\circ$         |
|-------------|-----------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|---------------------|
| 管頂          |           | $140 \times 10^{-6}$ | $132 \times 10^{-6}$ | $121 \times 10^{-6}$ | $108 \times 10^{-6}$ | $96 \times 10^{-6}$ |
| 管底          |           | $281 \times 10^{-6}$ | $223 \times 10^{-6}$ | $160 \times 10^{-6}$ | $122 \times 10^{-6}$ | $96 \times 10^{-6}$ |

表2  $K_t$ の値

|    |                     |
|----|---------------------|
| 管頂 | $76 \times 10^{-6}$ |
| 管底 | $11 \times 10^{-6}$ |

管厚計算に当たっては、管頂及び管底の両方について計算し、いずれか厚くなるほうを採用する。

## 5. 管厚の計算

### 5-1. 土被りによる土圧

垂直公式により計算する

$$\begin{aligned} W_f &= \gamma \cdot H \\ &= 19 \times 1.50 \\ &= 28.5 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

### 5-2. 路面荷重による土圧

$$\begin{aligned} W_t &= 1.5 \cdot \alpha \cdot P \\ &= 1.5 \times 0.30101448 \times 98.0665 \\ &= 44.279 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

### 5-3. 設計管厚

#### I. 管頂

$$\begin{aligned} t_1 &= \frac{(1.25 P_s + P_d) + \sqrt{\{(1.25 P_s + P_d)^2 + 8.4(K_f \cdot W_f + K_t \cdot W_t) S_d\}}}{2 S} \\ &= \frac{800}{2 \times 420} \times [ (1.25 \times 0.75 + 0.55) + \sqrt{\{ 1.25 \times 0.75 \\ &\quad + 0.55 \}^2 + 8.4 (0.00013 \times 28.5 + 7.6E-05 \times 44.28) \times 420} ] \\ &= 6.4 \text{ mm} \end{aligned}$$

#### II. 管底

$$\begin{aligned} t_2 &= \frac{(1.25 P_s + P_d) + \sqrt{\{(1.25 P_s + P_d)^2 + 8.4(K_f \cdot W_f + K_t \cdot W_t) S_d\}}}{2 S} \\ &= \frac{800}{2 \times 420} \times [ (1.25 \times 0.75 + 0.55) + \sqrt{\{ 1.25 \times 0.75 \\ &\quad + 0.55 \}^2 + 8.4 (0.00022 \times 28.5 + 1.1E-05 \times 44.28) \times 420} ] \\ &= 6.31 \text{ mm} \end{aligned}$$

$t_1 > t_2$ より、設計管厚 $t = 6.4 \text{ mm}$

$t+2 < 10$ であるから、

$$\begin{aligned} T &= (t+2) + 1 \\ &= 9.4 < 12.0 \dots\dots\dots \text{OK} \end{aligned}$$

従って、この条件下のもとで使用可能

## 5.水路の検討

排水路の諸元については、現場で確認した寸法形状から標準設計を参考に推定する。

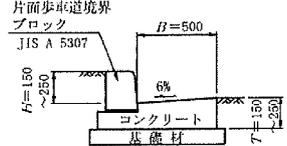
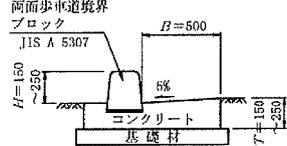
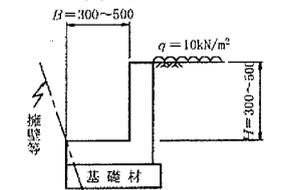
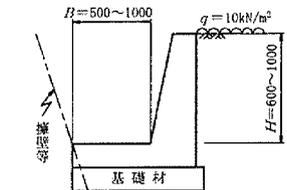
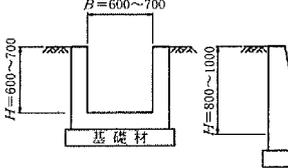
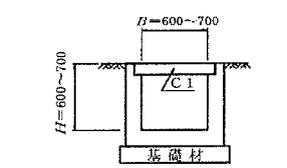
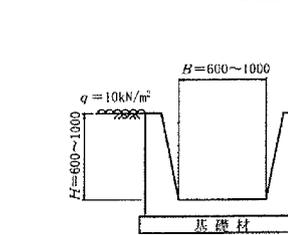
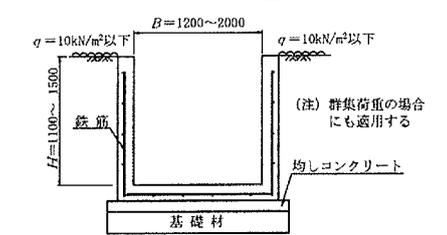
水路の断面は、幅 1.2m×高さ 1.1mのU型水路で、側壁の勾配は直壁である。

次ページ以降に水路の標準設計の適用条件を示す。

水路の形状寸法より、標準設計の U4-B1200-H1100 に該当すると考えられ、側壁・底板の主鉄筋は、D13 が 20cm 間隔で配筋されていると想定される。

標準設計では、活荷重として 10kN/m<sup>2</sup> の上載荷重が考慮されているため、今回、T-25 の重機荷重が作用しても問題ないと判断する。

表-2.2(a) 側こう類の適用範囲

| 設計条件項目      | 内 容   |
|-------------|---|
| (1) 形式および形状 | 適用できる形式および形状は以下のとおりである。   |
|             | L 型 側 こう  |
|             | <p>組み合わせ側この PL 1 型は歩道がマウントアップの場合、PL 2 型は歩道がフラットの場合に利用する。</p> <p>また、場所打ち側この L 1 型は側この深さが 500 mm 以下の場合、それを超える場合には L 2 型を利用する。</p>   |
|             | <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>(a) PL 1 型</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>(b) PL 2 型</p> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 20px;"> <div style="text-align: center;">  <p>(c) L 1 型</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>(d) L 2 型</p> </div> </div>     |
|             | U 型 側 こう  |
|             | <p>場所打ち側この U 型は、無筋コンクリート構造を U 1~U 3 型、鉄筋コンクリート構造を U 4 型とした。</p> <p>歩道あるいはそれと同等以下の場所に使用する場合で、ふたがない場合は U 1 型、ふたがある場合は U 2 型を利用する。U 2 型に対応するふたは C 1 型である。</p> <p>路側に設ける場合で、T 荷重相当の影響または載荷が考えられる場所に使用する場合でふたがない場合は U 3 を利用する。</p> <p>なお、側この深さが 1 m を超える場合には、歩道、路側を問わず U 4 型を利用する。</p>   |
|             | <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>(a) U 1 型</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>(b) U 2 型</p> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 20px;"> <div style="text-align: center;">  <p>(c) U 3 型</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>(d) U 4 型</p> </div> </div> |

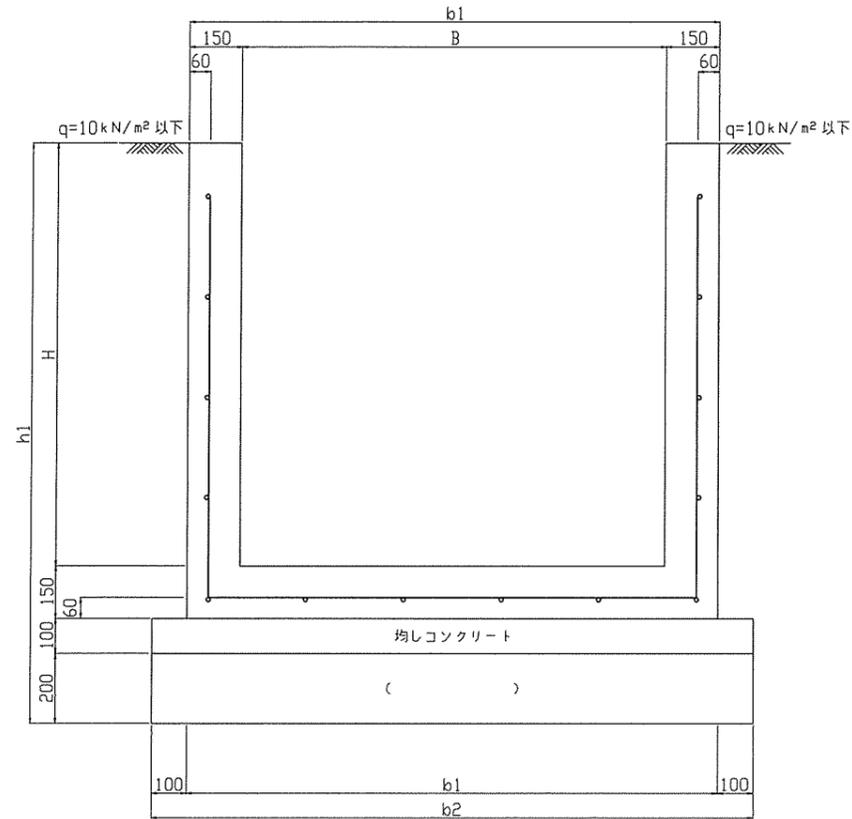
【出典：建設省制定 土木構造物標準設計第 1 巻 解説書（側こう類・暗渠類）12.5、p3】

表-2.3(b) 暗きょ類の適用範囲

| 設計条件項目  | 内 容  |                                   |   |   |
|---|--|-----------------------------------|---|---|
| (2) 荷重条件  | ボックスカルバートの荷重条件は以下のとおりである。  |                                   |   |   |
|   | 種 別  |                                   | 荷 重 条 件   |   |
|   | 死 荷 重  | 自 重                               | 鉄筋コンクリートの単位体積重量<br>$\gamma = 24.5 \text{ kN/m}^3$ |   |
|   | 土 圧  | 鉛 直 土 圧                           | 土の単位体積重量 $\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$             |   |
|   |  | 水 平 土 圧                           | 静止土圧係数 $k_0 = 0.5$                                |   |
|   | 活 荷 重<br>(T 荷 重)   | 鉛直荷重                              | 土かぶり4 m 未満  | 後輪：100 kN<br>前輪：25 kN<br>衝撃係数 $i = 0.3$ |
|   |  |                                   | 土かぶり4 m 以上  | カルバート上の路面に一樣に $10 \text{ kN/m}^2$       |
|   |  | 水 平 荷 重                           | 鉛直荷重強度×静止土圧係数                                     |   |
|   | 底 版 の 地 盤 反 力  | 直線分布と仮定している                       |   |   |
|   | 温 度 変 化 の 影 響  | 考慮していない                           |   |   |
| 地 震 の 影 響   | 考慮していない  |                                   |   |   |
| ※カルバート内部の荷重（水の重量，活荷重）および地下水の影響（水圧，浮力）は考慮していない。  |  |                                   |   |   |
| (3) 適用土かぶり  | ボックスカルバートの適用土かぶりは以下のとおりである。<br>内空高 $H \leq 4.0 \text{ m}$ ：適用土かぶり $D = 0.5 \sim 6.0 \text{ m}$<br>$H > 4.0 \text{ m}$ ：適用土かぶり $D = 0.5 \sim 3.0 \text{ m}$ |                                   |   |   |
| (4) 基礎形式  | 直接基礎とした。   |                                   |   |   |
| (5) 材料規格  | 材料規格は以下のとおりである。  |                                   |   |   |
|   | 種 別  | 規 格                               | 摘 要   |   |
|   | コンクリートの<br>設計基準強度  | $\sigma_{ck} = 18 \text{ N/mm}^2$ | パイプカルバート基礎  |   |
|   |  | $\sigma_{ck} = 24 \text{ N/mm}^2$ | ボックスカルバート   |   |
| 鉄 筋   | SD 345   |                                   |   |   |
| (6) 許容応力度   | ボックスカルバートに係わる材料の許容応力度は以下のとおりである。   |                                   |   |   |
|   | 種 別  | 許容応力度 ( $\text{N/mm}^2$ )         |   |   |
|   |  | 引張応力度<br>$\sigma_{sa}$            | 曲げ圧縮応力度<br>$\sigma_{ca}$                          | せん断応力度 <sup>注1</sup><br>$\tau_{a1}$     |
|   | コンクリート   | -                                 | 8 (6) <sup>注2</sup>                               | 0.39                                    |
|   | 鉄 筋  | 部材設計                              | 160 <sup>注3</sup>                                 | -                                       |
| 重ね継手長の<br>算 定   |  | 200                               | -   | -                                       |
| 注1：コンクリートの平均せん断応力度<br>注2：( )内は，下側ハンチの除去に伴い，側壁下端と底版端部の許容応力度を3/4に低減した値<br>注3：標準設計では不特定の施工場所を対象とせざるを得ないため，鉄筋の引張応力度は厳しい環境下の部材とした。 |  |                                   |   |   |

【出典：建設省制定 土木構造物標準設計第1巻 解説書（側こう類・暗渠類）12.5、p4】

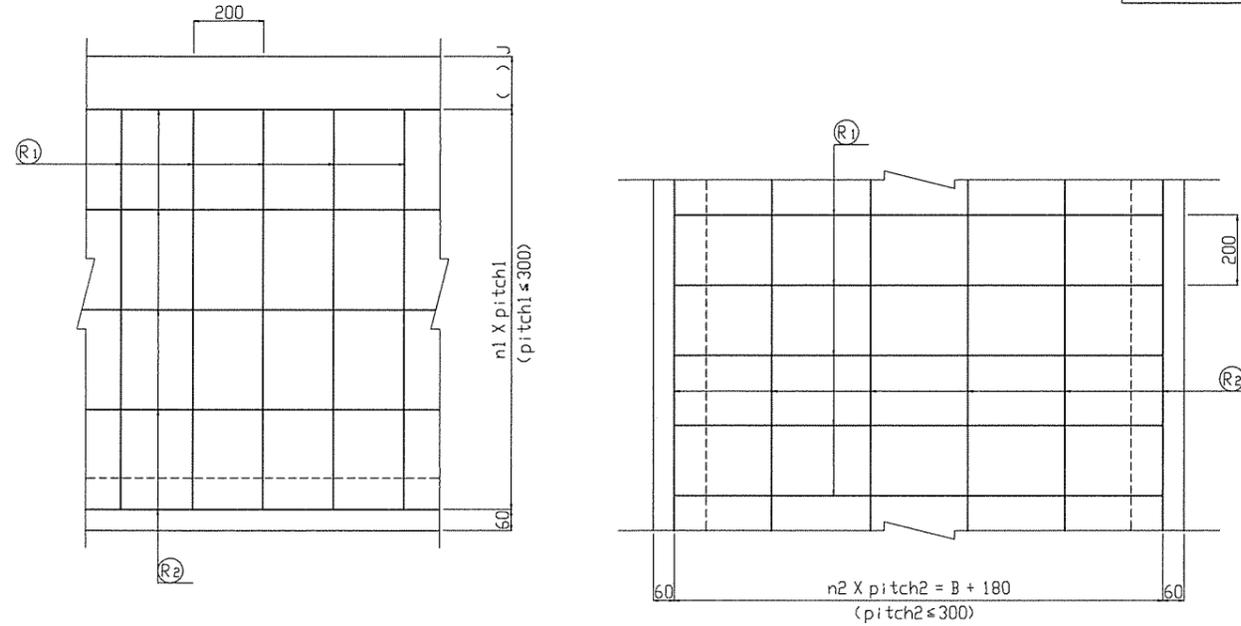
U4型



01-US-03 (U4-B ( ) -H ( )) -H12  
(型) (幅) (高さ) (制定年度)

側こう一場所打ち鉄筋コンクリートU型側こう

U4型配筋図



設計条件

|              |                          |
|--------------|--------------------------|
| 活荷重          | 群集荷重 (q=3.5kN/m²)・T荷重    |
| コンクリート設計基準強度 | σ <sub>ck</sub> =18N/mm² |
| 鉄筋の種類        | SD345                    |

U4型(場所打ち鉄筋コンクリートU型側こう:ふたなし)寸法および材料表

U4型鉄筋材料表

| 記号             | 寸法表 (単位mm) |      |      |      |      |     | 材料表 (10m当たり) |        |         |              |         | 鉄筋材料表 (1m当たり) |             |    |        |     |       |       | 備要 |        |        |
|----------------|------------|------|------|------|------|-----|--------------|--------|---------|--------------|---------|---------------|-------------|----|--------|-----|-------|-------|----|--------|--------|
|                | B          | H    | b1   | b2   | h1   | J   | コンクリート(m³)   | 型枠(m²) | 鉄筋(kg)  | 均しコンクリート(m²) | 基礎材(m²) | 鉄筋径           | 1本当たり長さ(mm) | 本数 | 質量(kg) | 鉄筋径 | 間隔数n1 | 間隔数n2 |    | 本数     | 質量(kg) |
| U4-B1200-H1100 | 1200       | 1100 | 1500 | 1700 | 1550 | 130 | 5.550        | 47.000 | 313.430 | 17.000       | 17.000  | D13           | 3500        | 5  | 17.413 | D13 | 4     | 5     | 14 | 13.930 | 31.343 |
| U4-B1200-H1200 | 1200       | 1200 | 1500 | 1700 | 1650 | 230 | 5.850        | 51.000 | 313.430 | 17.000       | 17.000  | D13           | 3500        | 5  | 17.413 | D13 | 4     | 5     | 14 | 13.930 | 31.343 |
| U4-B1400-H1100 | 1400       | 1100 | 1700 | 1900 | 1550 | 230 | 5.850        | 47.000 | 323.380 | 19.000       | 19.000  | D13           | 3500        | 5  | 17.413 | D13 | 4     | 6     | 15 | 14.925 | 32.338 |
| U4-B1400-H1200 | 1400       | 1200 | 1700 | 1900 | 1650 | 80  | 6.150        | 51.000 | 368.150 | 19.000       | 19.000  | D13           | 4000        | 5  | 19.900 | D13 | 5     | 6     | 17 | 16.915 | 36.815 |
| U4-B1400-H1300 | 1400       | 1300 | 1700 | 1900 | 1750 | 180 | 6.450        | 55.000 | 368.150 | 19.000       | 19.000  | D13           | 4000        | 5  | 19.900 | D13 | 5     | 6     | 17 | 16.915 | 36.815 |
| U4-B1400-H1400 | 1400       | 1400 | 1700 | 1900 | 1850 | 280 | 6.750        | 59.000 | 368.150 | 19.000       | 19.000  | D13           | 4000        | 5  | 19.900 | D13 | 5     | 6     | 17 | 16.915 | 36.815 |
| U4-B1600-H1100 | 1600       | 1100 | 1900 | 2100 | 1550 | 80  | 6.150        | 47.000 | 348.250 | 21.000       | 21.000  | D13           | 4000        | 5  | 19.900 | D13 | 4     | 6     | 15 | 14.925 | 34.825 |
| U4-B1600-H1200 | 1600       | 1200 | 1900 | 2100 | 1650 | 180 | 6.450        | 51.000 | 348.250 | 21.000       | 21.000  | D13           | 4000        | 5  | 19.900 | D13 | 4     | 6     | 15 | 14.925 | 34.825 |
| U4-B1600-H1300 | 1600       | 1300 | 1900 | 2100 | 1750 | 280 | 6.750        | 55.000 | 348.250 | 21.000       | 21.000  | D13           | 4000        | 5  | 19.900 | D13 | 4     | 6     | 15 | 14.925 | 34.825 |
| U4-B1600-H1400 | 1600       | 1400 | 1900 | 2100 | 1850 | 130 | 7.050        | 59.000 | 393.030 | 21.000       | 21.000  | D13           | 4500        | 5  | 22.388 | D13 | 5     | 6     | 17 | 16.915 | 39.303 |
| U4-B1600-H1500 | 1600       | 1500 | 1900 | 2100 | 1950 | 230 | 7.350        | 63.000 | 393.030 | 21.000       | 21.000  | D13           | 4500        | 5  | 22.388 | D13 | 5     | 6     | 17 | 16.915 | 39.303 |
| U4-B1800-H1100 | 1800       | 1100 | 2100 | 2300 | 1550 | 180 | 6.450        | 47.000 | 358.200 | 23.000       | 23.000  | D13           | 4000        | 5  | 19.900 | D13 | 4     | 7     | 16 | 15.920 | 35.820 |
| U4-B1800-H1200 | 1800       | 1200 | 2100 | 2300 | 1650 | 280 | 6.750        | 51.000 | 358.200 | 23.000       | 23.000  | D13           | 4000        | 5  | 19.900 | D13 | 4     | 7     | 16 | 15.920 | 35.820 |
| U4-B1800-H1300 | 1800       | 1300 | 2100 | 2300 | 1750 | 130 | 7.050        | 55.000 | 402.980 | 23.000       | 23.000  | D13           | 4500        | 5  | 22.388 | D13 | 5     | 7     | 18 | 17.910 | 40.298 |
| U4-B1800-H1400 | 1800       | 1400 | 2100 | 2300 | 1850 | 230 | 7.350        | 59.000 | 402.980 | 23.000       | 23.000  | D13           | 4500        | 5  | 22.388 | D13 | 5     | 7     | 18 | 17.910 | 40.298 |
| U4-B1800-H1500 | 1800       | 1500 | 2100 | 2300 | 1950 | 80  | 7.650        | 63.000 | 447.750 | 23.000       | 23.000  | D13           | 5000        | 5  | 24.875 | D13 | 6     | 7     | 20 | 19.900 | 44.775 |
| U4-B2000-H1100 | 2000       | 1100 | 2300 | 2500 | 1550 | 280 | 6.750        | 47.000 | 368.150 | 25.000       | 25.000  | D13           | 4000        | 5  | 19.900 | D13 | 4     | 8     | 17 | 16.915 | 36.815 |
| U4-B2000-H1200 | 2000       | 1200 | 2300 | 2500 | 1650 | 130 | 7.050        | 51.000 | 393.030 | 25.000       | 25.000  | D13           | 4500        | 5  | 22.388 | D13 | 4     | 8     | 17 | 16.915 | 39.303 |
| U4-B2000-H1300 | 2000       | 1300 | 2300 | 2500 | 1750 | 230 | 7.350        | 55.000 | 393.030 | 25.000       | 25.000  | D13           | 4500        | 5  | 22.388 | D13 | 4     | 8     | 17 | 16.915 | 39.303 |
| U4-B2000-H1400 | 2000       | 1400 | 2300 | 2500 | 1850 | 80  | 7.650        | 59.000 | 437.800 | 25.000       | 25.000  | D13           | 5000        | 5  | 24.875 | D13 | 5     | 8     | 19 | 18.905 | 43.780 |
| U4-B2000-H1500 | 2000       | 1500 | 2300 | 2500 | 1950 | 180 | 7.950        | 63.000 | 437.800 | 25.000       | 25.000  | D13           | 5000        | 5  | 24.875 | D13 | 5     | 8     | 19 | 18.905 | 43.780 |

注意事項

- U4型は群集荷重の影響を受ける場合およびT荷重の影響を受ける場合の両方に適用する。
- 側こうに防護柵を設ける場合には適用できない。
- 側壁配筋図中( )内には、寸法表より該当する数値を転記すること。
- 基礎材の使用材料を図中( )内に明記すること。
- 材料は10m当たりで計上してある。
- 端部型枠面積を必要とする場合は、単位長さ当たりのコンクリート体積(材料表内の数値の1/10)の2倍(両面のとき)を計上すればよい。
- 高さを連続的に変化させる考え方については解説を参照のこと。