

Next Standard



高機能ダクタイル鉄管

日本ダクタイル鉄管協会技術資料

ダクタイル鉄管による 水管橋の設計と施工

JDPA T 41



日本ダクタイル鉄管協会

正 誤 表

「ダクタイトイル鉄管による水管橋の設計と施工 J D P A T 4 1」

主な変更点

- 3.7.7 鉛直たわみ量（タイプⅠの場合）の展開式が誤表記であった。
- 3.7.8 継手 の自重および水重によるたわみ量の式の誤表記について。
- 3.7.9 橋台部分の支圧応力部 B：コンクリート巻き込み長（m）の誤表記について。

【現行】P16

3.7.7 鉛直たわみ量（タイプⅠの場合）

タイプⅠの場合の鉛直荷重による水管橋中央部のたわみ量は次式で求める。

$$\delta_m = \frac{1}{E \cdot I} \left(\frac{w \cdot L_2^4}{8} + \frac{R_1 \cdot L_2^3}{3} + \frac{5w \cdot L_1^4}{384} \right)$$
$$= \frac{w}{384E \cdot I} (48L_2^4 + 128R_1 \cdot L_2^3 + 5L_1^4) = \frac{w}{384E \cdot I} (48L_2^4 + 64L_1 \cdot L_2^3 + 5L_1^4)$$

ここに、 δ_m ：水管橋中央のたわみ量（m）

E：ダクタイトイル鉄管の弾性係数（kN/m²）

【現行】P18

$$\delta_{22} = \delta_{12} + \frac{L_1^3}{96E \cdot I} \left[4w \cdot L_1 \left\{ \frac{L_B}{L_1} - 2 \left(\frac{L_B}{L_1} \right)^3 + \left(\frac{L_B}{L_1} \right)^4 \right\} + \dots \right]$$
$$\delta_{22} = \delta_{12} + \frac{L_1^3}{96E \cdot I} \left[4w \cdot L_1 \left\{ \left(\frac{L_B}{L_1} \right) - 2 \left(\frac{L_B}{L_1} \right)^3 + \left(\frac{L_B}{L_1} \right)^4 \right\} + \dots \right]$$

【現行】P22

ここに、 c_1 ：固定端曲げモーメントによるコンクリートの支圧応力（kN/m²）

B：コンクリート巻き込み長（m）

<参考> 75～250・・・0.5m

300～400・・・1.0m

~~450～600・・・0.5m~~

450～600・・・1.5m（正）

以 上

目 次

1. はじめに	1
2. 水管橋の構造および特長	2
2.1 構 造	2
2.2 特 長	3
3. 水管橋の設計	4
3.1 構 成	4
3.2 継手の種類	4
3.3 付帯設備	6
3.3.1 防渡柵	6
3.3.2 空気弁	7
3.3.3 歩廊	7
3.4 キャンバ	7
3.5 防 食	8
3.6 設計条件	8
3.7 設 計	10
3.7.1 設計の流れ	10
3.7.2 管断面の諸数値	11
3.7.3 荷 重	11
3.7.4 管体応力	13
3.7.5 F T形継手の安全性	15
3.7.6 温度変化による管の伸縮量	16
3.7.7 鉛直たわみ量（タイプⅠの場合）	16
3.7.8 長支間水管橋での管路線形（タイプⅡの場合）	16
3.7.9 橋台部分の支圧応力	21
4. 設計計算例	23
4.1 構 造	23
4.2 使用材料	23
4.3 計算条件	23
4.4 管断面の諸数値	24
4.5 荷 重	25
4.6 管体応力	26
4.7 F T形継手の安全性	27
4.8 温度変化による管の伸縮量	28
4.9 管路線形（タイプⅡの場合）	28
4.10 橋台部分の支圧応力	31
5. 水管橋の施工	32
5.1 水管橋架設工事手順	32

5.2	事前調査	33
5.3	架設工法の選定	33
5.3.1	一括吊り込み工法	33
5.3.2	単管吊り込み工法	35
5.4	一括吊り込み工法の施工手順	35
5.4.1	仮設支持台方式	35
5.4.2	固定金具方式	40
5.5	単管吊り込み工法（ステージング工法）の施工手順	41
5.6	水管橋前後の取り付け配管	42
6.	橋梁添架配管	43
7.	防凍工	44
8.	参考資料	45
8.1	基本となる指針	45
8.2	詳細設計の基準	45
8.3	関連法規	45
8.4	諸数値	46
8.5	F T形継手の接合要領	47

1. はじめに

これまで鑄鉄管による水管橋は、管強度、継手性能の制約から直管1本による河川幅5～6m以内の場合には数多く使われてきた。

しかし、ダクタイル鉄管の継手性能の向上・改善で、直管3本を組合せた単独のパイプビーム水管橋の架設が可能になり普及している。また、呼び径350以下については、専用の継手を使用することで長支間の水管橋も架設できるようになった。

本資料は、主として呼び径600以下のダクタイル鉄管による水管橋の設計および施工に関する要点についてまとめたものである。

2. 水管橋の構造および特長

2.1 構造

ダクティル水管橋は、両端を橋台コンクリートで巻き込んだ固定支持とし、架空部の2ヶ所の継手にNS形、SⅡ形あるいはS形継手を使用している。これらは耐震継手で伸縮・可とう性を有し、モーメントを伝達しないので、この水管橋の構造はゲルバー形式となる。

この形式をタイプⅠとする。

図1に直管3本で構成した時の例を示す。

また、水管橋両端部の継手(NS形、またはSⅡ形)のいずれかに市販の回転止め金具を取り付け、架空部は美観上キャンバを設けるのが望ましい。

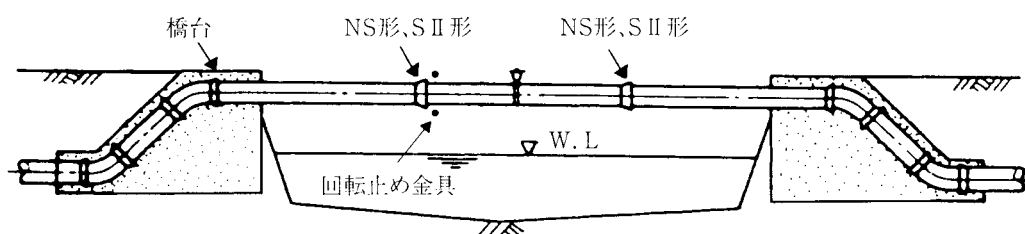


図1 ダクティル水管橋(直管3本の場合、タイプⅠ)

長支間の水管橋(呼び径350以下)では、タイプⅠの中央の管の代わりに、FT形を用い一体化した管を使用する。

この形式をタイプⅡとする。

図2にFT形を使用した長支間水管橋の構造例を示す。

また、水管橋両端部の継手(NS形、またはSⅡ形)のいずれかに市販の回転止め金具を取り付け、架空部は美観上キャンバを設けるのが望ましい。

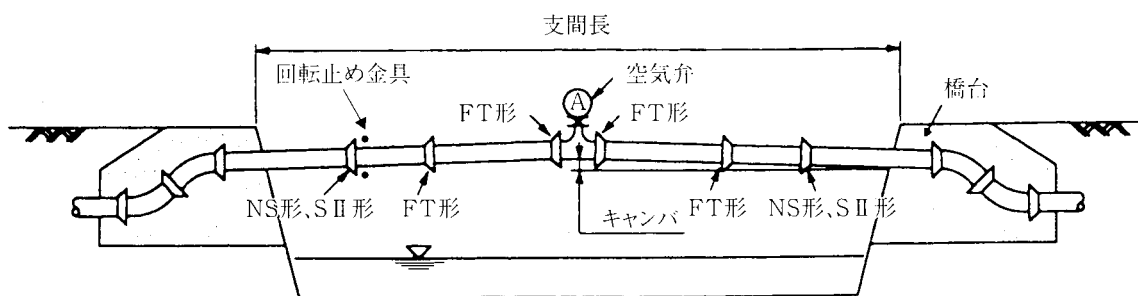


図2 ダクティル水管橋(長支間の場合、タイプⅡ)

2.2 特長

(1) 施工性

継手はメカニカル形またはプッシュオン形なので、簡単な工具でスピーディに接合・架設できる。

(2) 管体強度

ダクタイル鉄管の引張強さは420N/mm²と大きい。

(3) 耐久性

管外面は露出配管用のダクタイル鋳鉄管外面特殊塗装を、また管内面は防食性と衛生面に優れたエポキシ樹脂粉体塗装を施しているため、優れた耐久性を有している。

(4) 経済性

管材料費が安い。また、現地溶接が不要で短時間で架設できるため、架設費も節減できる。さらに、耐久性に優れているため維持管理費用も少なくすむ。

(5) 温度変化への順応性

温度変化による管の伸縮は、NS形、SⅡ形またはS形継手の伸縮余裕代で吸収できる。

(6) 耐震性

地震時の橋台部の不同沈下や相対移動によって管に発生する変位を、NS形、SⅡ形またはS形継手の伸縮および屈曲によって無理なく吸収する。また、継手が最大まで伸び出しても離脱防止機構が作用する。これらにより耐震性に優れている。

(7) 景観

NS形、SⅡ形、S形、FT形継手は、いずれもキャンバを設定できるので、安定した線形を実現できる。また、外面特殊塗装は色を選定できる。

3. 水管橋の設計

3.1 構成

水管橋は図3に示すように、ダクタイル鉄管を主体とする上部構造と橋台・橋脚を主体とする下部構造から構成される。本資料では、主として水管橋の上部構造について解説する。

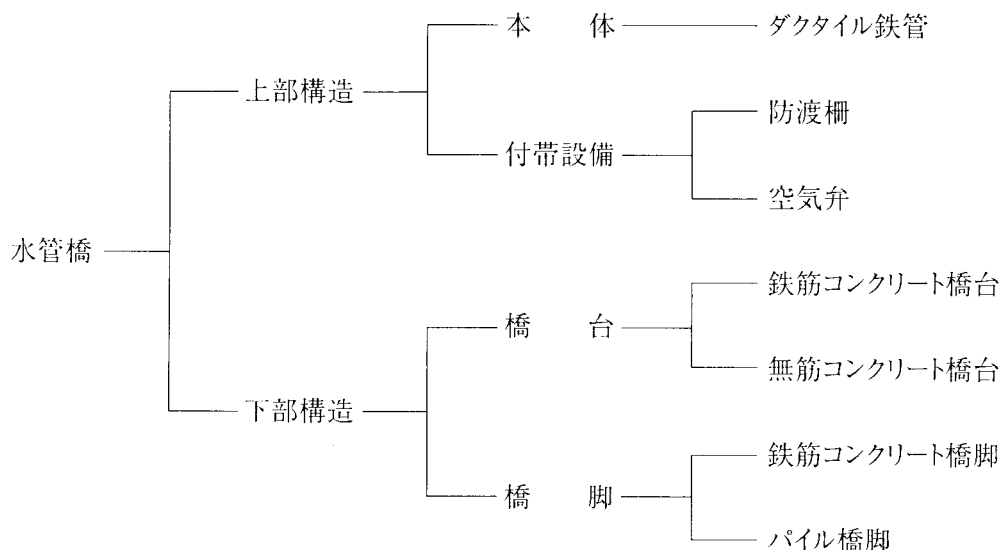


図3 水管橋の構成

なお、橋台部には曲管が使用されることが多いので、内圧による不平均力や回転モーメントを考慮した下部構造の設計が別途必要である。

下部構造設計の関係基準は、下記の通りである。

- (1) 道路橋示法書・同解説Ⅳ下部構造編(日本道路公団)
- (2) 建築基礎構造設計基準(日本建築学会)
- (3) 建築鋼くい基礎設計施工基準(日本建築学会)
- (4) コンクリート標準示法書(土木学会)

3.2 継手の種類

水管橋には、大きな伸縮性・可とう性と離脱防止機構を備えたNS形、SⅡ形、S形継手を使用する。図4、5、6にNS形、SⅡ形、S形継手を示す。

また、呼び径350以下の長支間の場合は、FT形継手を合わせて使用する。FT形継手は図6に示すように、T形継手にフランジとリブを設け、曲げ剛性を高め、大きな曲げモーメントに耐えるように設計されたものである。このため、T頭ボルト・もどり止めナットの材質は強度の高いSUS403を用いている。また、受口・挿し口のフランジ間にテーパリングを使用して、任意のキャンバを設定することができる。

表1、2に各継手の主な性能を示す。

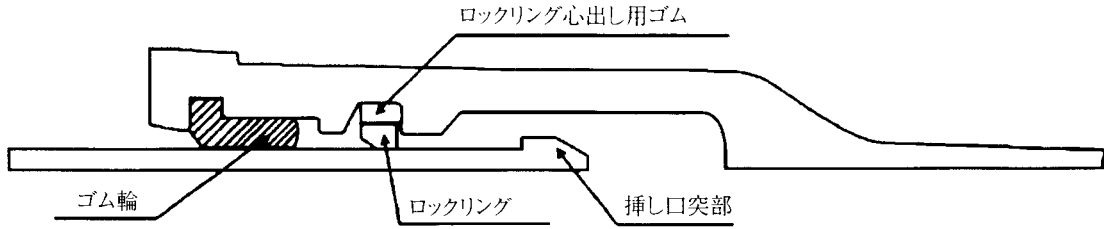


図4 NS形継手

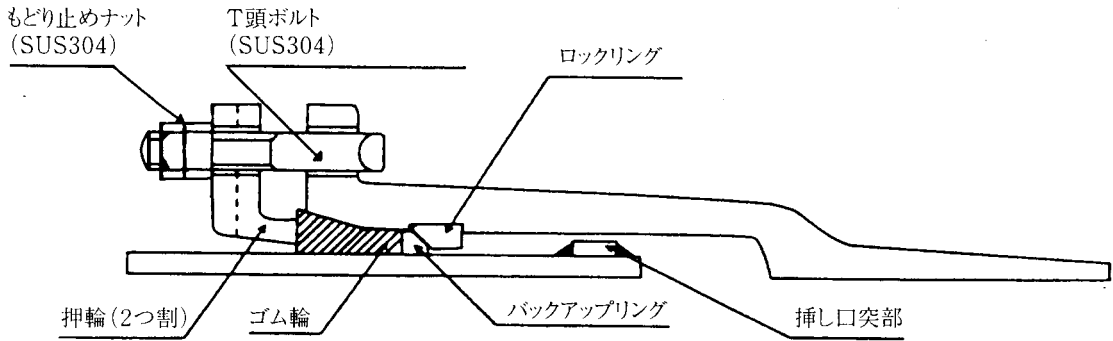


図5 SII形継手

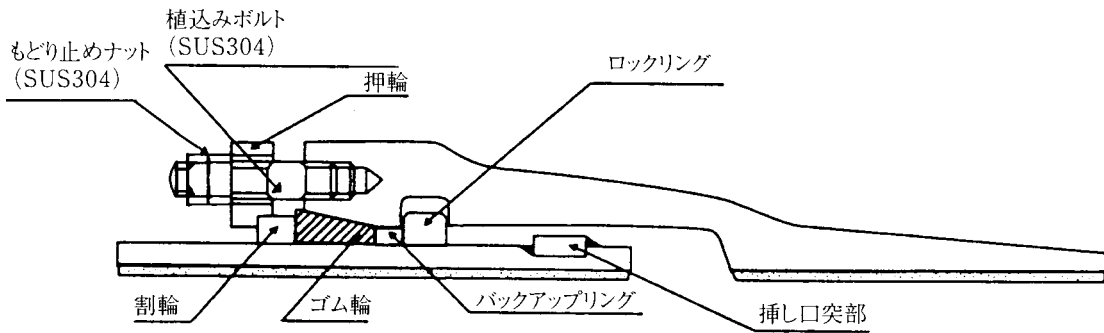


図6 S形継手

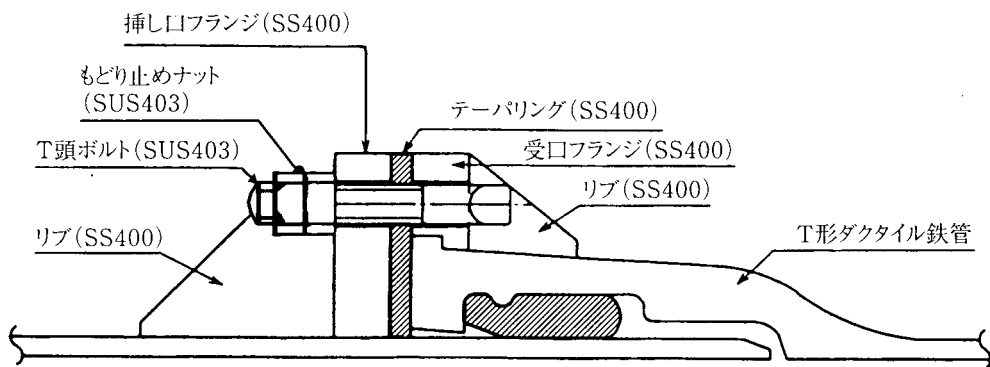


図7 FT形継手

表1 NS形、SⅡ形、S形継手の性能

接合形式	呼び径	許容伸縮量 (mm)	許容曲げ角度	離脱防止力 (kN)
NS形	75・100	± 45	4°00′	3D
	150~250	± 60	4°00′	3D
	300	± 65	3°00′	3D
	300~450	± 70	3°00′	3D
SⅡ形	75・100	± 45	4°00′	3D
	150~250	± 60	4°00′	3D
	300~450	± 75	3°00′	3D
S形	500	± 75	3°20′	3D
	600	± 75	2°50′	3D

備考 1.許容伸縮量は継手1ヶ所当たりを示す。

2.離脱防止力のDは呼び径である。

表2 FT形継手の許容曲げモーメント

呼び径	許容曲げモーメント (kN・m)	呼び径	許容曲げモーメント (kN・m)
75	4.90	250	40.2
100	7.85	300	61.8
150	18.6	350	85.3
200	31.4		

3.3 付帯設備

3.3.1 防渡柵

防渡柵は必要に応じて設ける。図8に一例を示す。

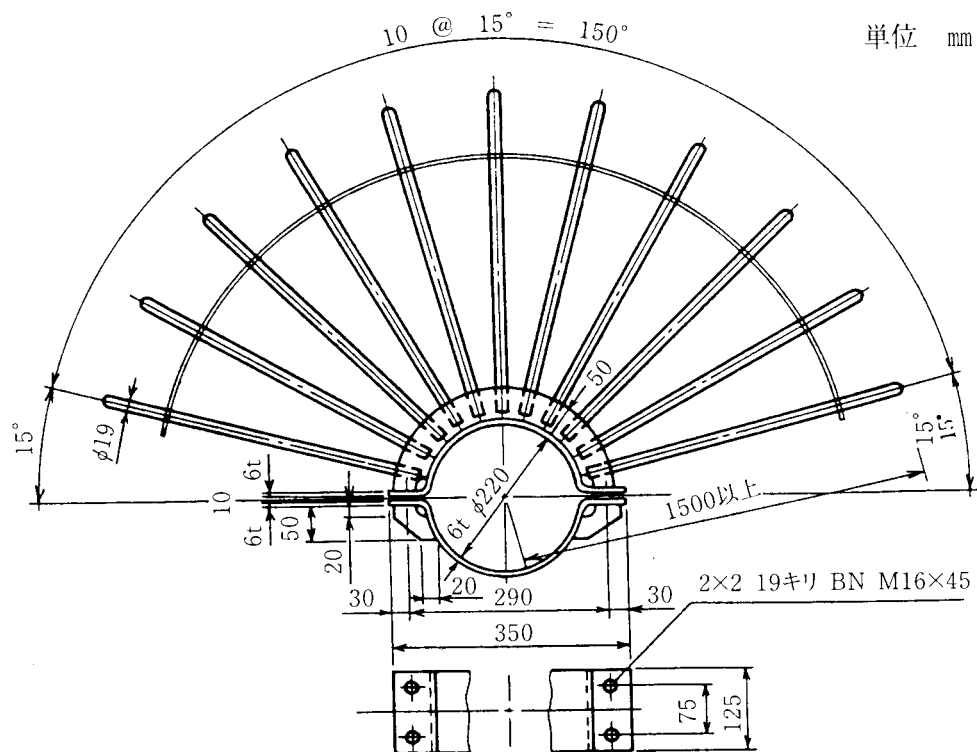


図8 防渡柵の例(呼び径200の場合)

3.3.2 空気弁

空気弁は水管橋部でキャンバの最も高い位置に設けることを原則とする。また、空気弁の取り付けは呼び径やタイプに応じて下記の方法による。

(1) 呼び径450以下の場合

① タイプIの場合は分岐サドルを取り付け、これに空気弁を設置する。

図9に分岐サドルを使用したときの設置例を示す。

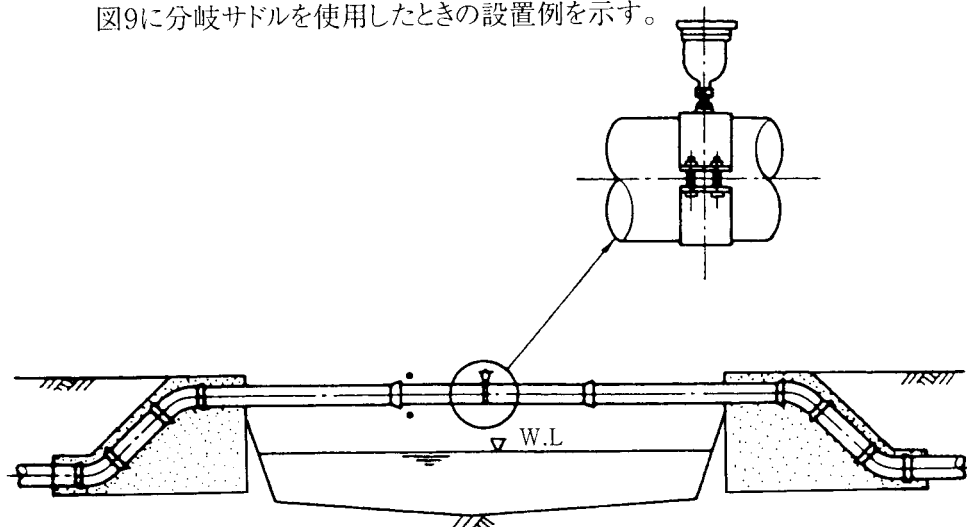


図9 分岐サドルを使用して取り付ける場合

② タイプⅡの場合は、FT形フランジ付きT字管に空気弁を取り付ける。

(2) 呼び径500以上の場合

KF形フランジ付きT字管を橋台内に設置し、これに空気弁を取り付けることを原則とする。空気弁は急速空気弁または双口空気弁を使用する。

3.3.3 歩廊

歩廊は、必要に応じて設ける。

3.4 キャンバ

空気弁の効果および美観上から支間長の1/200程度のキャンバを設けることが望ましい。

3.5 防食

管の内面塗装は、エポキシ樹脂紛体塗装を標準とする。タイプⅠの場合はモルタルライニングも可能である。外面の塗装は管が露出することを考慮して外面特殊塗装を施す。また、付帯設備の外面も本体と同様の塗装を行うものとする。

図10に内外面の塗装の規格を示す。

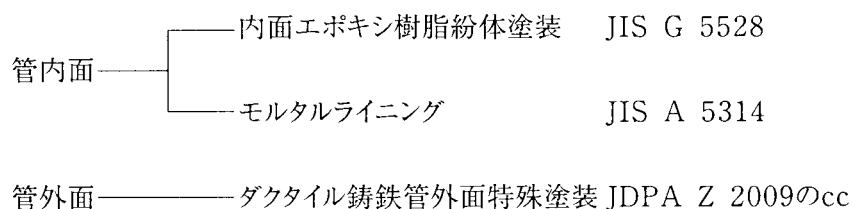


図10 管の塗装

3.6 設計条件

(1) 管種 1種(内面紛体塗装)

(2) 最大支間長

表3に積雪、保温材などを考慮しない最大支間長を示す。

表3 最大支間長

呼び径	タイプ I		タイプ II	
	支間長L(m)	橋梁部接合形式	支間長L(m)	橋梁部接合形式
75	11.0	NS形、 S II形	17.0	FT形、NS形、S II形
100			18.0	
150	14.0		23.5	
200・250			25.0	
300・350	16.0			
400				
450	15.0		S形	
500・600				

(3) 設計管厚(t)

t=規格管厚-鑄造公差

規格管厚 T-0.001≤0.01mのとき、

t=T-0.001(m)

規格管厚 T-0.001>0.01mのとき、

t=T/1.1(m)

(4) 設計水圧

p=静水圧+水撃圧(MPa=10³kN/m²)

(5) 地震荷重(水平震度)

k_h=0.3

(6) 風荷重(円筒体)

1.5kN/m²(風速40m/s相当)

(7) 積雪荷重

必要に応じて考慮する。

(参考)

多雪地区 3.5kN/m³

(8) 鉄部の温度変化

ΔT =50℃(-10~40℃)

(9) コンクリートの許容支圧応力

σ_{ca} =6.0×10³kN/m²

(10) ダクタイル鉄管の弾性係数

E =1.6×10⁸kN/m²

(11) ダクタイル鉄管の許容引張応力

σ_a =1.4×10⁵kN/m²

(12) ダクタイル鉄管の許容せん断応力

τ_a =0.8×10⁵kN/m²

(13) ダクタイル鉄管の線膨張係数

α =1.0×10⁻⁵/℃

3.7 設 計

3.7.1 設計の流れ

設計の流れを図11に示す。

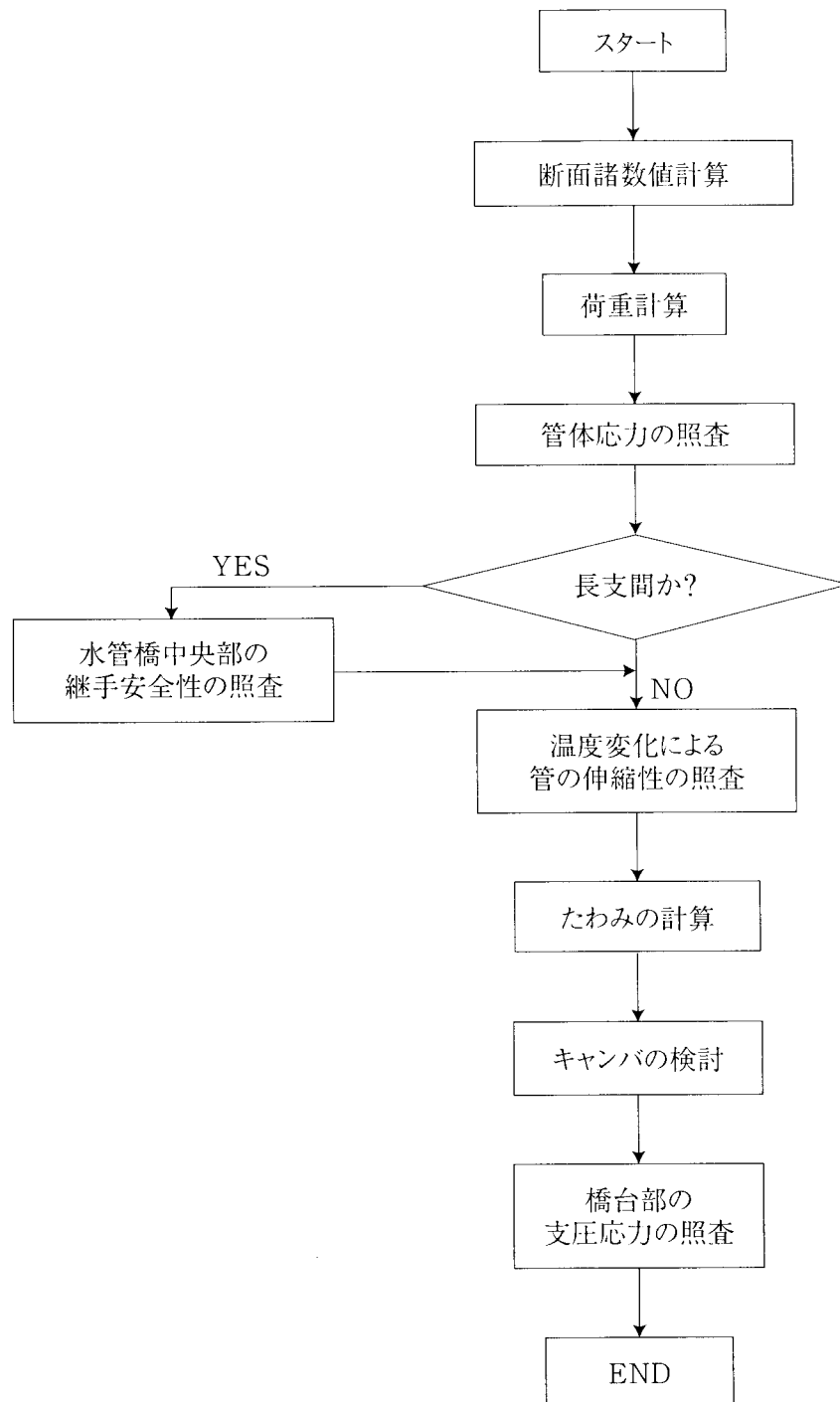


図11 設計の流れ

3.7.2 管断面の諸数値

(1) 応力計算に用いる管厚

応力計算では安全性の面から設計管厚(規格管厚から鑄造公差を差し引いた管厚)を用いる。

$$[T \leq 0.01\text{mの場合}] \quad t = T - 0.001$$

$$[T > 0.01\text{mの場合}] \quad t = T / 1.1$$

ここに、 t : 設計管厚(m) T : 規格管厚

(2) 応力計算に用いる管内径

$$D_1 = D_2 - 2t \quad \text{ここに、} D_1 : \text{応力計算に用いる管の内径(m)}$$

D_2 : 管の外径(m)

t : 設計管厚(m)

(3) たわみ計算に用いる管内径

たわみ(キャンバ)計算では、実際の管厚に近い規格管厚を用いる方がたわみをより正確に算出できる。この場合の管内径は次式を用いる。

$$D_1' = D_2 - 2T \quad \text{ここに、} D_1' : \text{たわみ計算に用いる管の内径(m)}$$

D_2 : 管の外径(m)

T : 規格管厚(m)

(4) 管鉄部の断面積

$$A = \frac{\pi}{4} (D_2^2 - D_1^2) \quad \text{ここに、} A : \text{管鉄部の断面積(m}^2\text{)}$$

D_1 : 応力計算に用いる管の内径(= $D_2 - 2t$ m)

D_2 : 管の外径(m)

t : 設計管厚(m)

(5) 管の断面係数

$$Z = \frac{\pi}{32} \cdot \frac{(D_2^4 - D_1^4)}{D_2} \quad \text{ここに、} Z : \text{管の断面係数(m}^3\text{)}$$

(6) 管の断面2次モーメント

キャンバを確保するためのたわみの計算で使用する管の断面2次モーメントは、規格管厚を用いる。

$$I = \frac{\pi}{64} (D_2^4 - D_1'^4) \quad \text{ここに、} I : \text{管の断面2次モーメント(m}^4\text{)}$$

D_1' : たわみ計算に用いる管の内径(= $D_2 - 2T$ m)

T : 規格管厚(m)

3.7.3 荷重

(1) 鉛直荷重

① 平常時

平常時の鉛直荷重は管自重と管内水重を考える。

$$w_1 = w_p + w_w$$

ここに、 w_1 : 平常時の鉛直荷重 (kN/m)
 w_p : 管自重 (kN/m)
 w_w : 管内水重 (kN/m)

② 積雪時

積雪荷重の検討が必要な場合は、架設場所の実情に即した値を使用する。

$$w_2 = k_s \cdot h_s \cdot D_2$$

備考 保温材のある場合は、 D_2 の代わりに D_2' で計算する。

ここに、 w_2 : 積雪による鉛直荷重 (kN/m)
 k_s : 単位体積当たりの積雪重量 (kN/m³)
(多雪地域においては一般に3.5kN/m³とする。)
 h_s : 積雪量 (m)
 D_2 : 管外径 (m)
 D_2' : 保温材外径 (m)

③ 保温材使用時

保温材のある場合は、保温材重量を加える。

$$w_t : \text{保温材重量 (kN/m)}$$

④ 鉛直荷重

鉛直荷重は次式で求める。

1) 平常時

$$w = w_1$$

ここに、 w : 鉛直荷重 (kN/m)

2) 積雪および保温材を考慮する場合

$$w = w_1 + w_2 + w_t$$

(2) 水平荷重

① 地震荷重

地震荷重は平常時の鉛直荷重に対して水平震度を考慮する。

$$w_{h1} = w \cdot k_h$$

ここに、 w_{h1} : 地震荷重 (kN/m)
 k_h : 水平震度

② 風荷重

風荷重は設計基準風速40m/sの時に円筒体に加わる荷重として、次式で求める。

$$w_{h2} = 1.5 \times D_2$$

ここに、 w_{h2} : 風荷重 (kN/m)

③ 水平荷重

水平荷重は地震荷重と風荷重のいずれか大きい方を用いる。

すなわち、

$$W_h = W_{h1} \dots\dots\dots W_{h1} \geq W_{h2} \text{ のとき}$$

または、

$$W_h = W_{h2} \dots\dots\dots W_{h1} < W_{h2} \text{ のとき}$$

となる。

(3) 合成荷重

水管橋に作用する曲げモーメントの計算には上記鉛直荷重 w と水平荷重 w_h を合成したものを用いる。

$$w_{cb} = \sqrt{w^2 + w_h^2}$$

ここに、 w_{cb} : 合成荷重 (kN/m)

3.7.4 管体応力

(1) 水圧による応力

$$\sigma_o = \frac{p \cdot D_1}{2t}$$

ここに、 σ_o : 水圧による応力 (kN/m²)

p : 設計水圧 (MPa=10³kN/m²)

D_1 : 管の内径 (m)

(2) 合成荷重および空気弁による管の応力

合成荷重と空気弁による管の応力の検討は、2ヶ所のSⅡ形、NS形、またはS形継手部がヒンジとなり、管に作用する曲げモーメントが伝達されなくなるから、SⅡ形(NS形、S形)継手間の中央部と橋台からSⅡ形(NS形、S形)継手までの両端部に分けて行う。

① 水管橋中央の管(単純支持梁部)の応力

水管橋の中央の管は、等分布荷重(合成荷重) w_{cb} および集中荷重(空気弁重量) W_A を受ける両端自由の単純支持梁と考える。

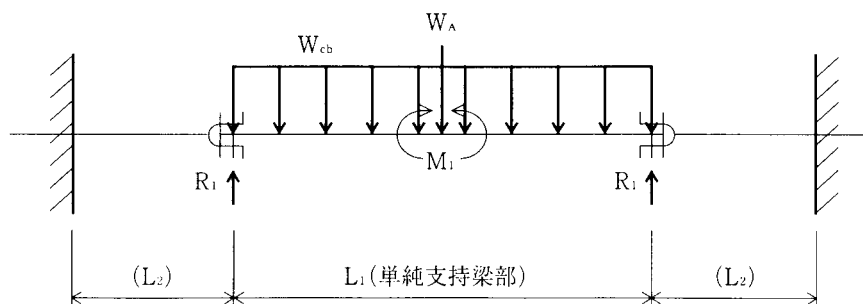


図12 水管橋中央部の荷重状態

1) 管中央の曲げモーメント

$$M_1 = \frac{w_{cb} \cdot L_1^2}{8} + \frac{W_A \cdot L_1}{4}$$

ここに、 M_1 :水管橋中央の曲げモーメント(kN・m)
 L_1 :水管橋中央部(単純支持梁部)の管長(m)
 W_A :空気弁重量(kN)

2) 管両端の支持反力

$$R_1 = \frac{w_{cb} \cdot L_1 + W_A}{2}$$

ここに、 R_1 :水管橋中央の管の両端支持反力(kN)

3) 管中央の応力

管中央の曲げ応力を引張応力に換算する。

$$\sigma_{t1} = 0.7 \times \frac{M_1}{Z}$$

ここに、 σ_{t1} :水管橋中央の曲げ応力の引張応力換算値(kN/m²)

② 水管橋両端の管(片持ち梁部)の応力

水管橋両端の管はいずれも先端に集中荷重 R_1 と全長に等分布荷重(合成荷重) w_{cb} を受ける片持ち梁と考える。

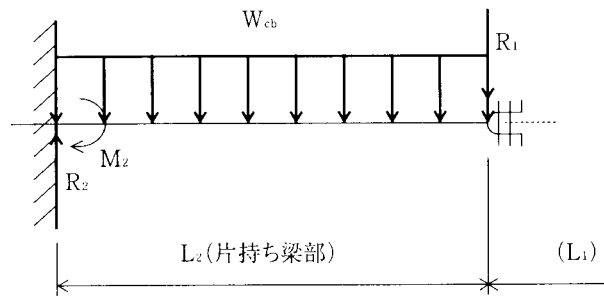


図13 両端部の荷重状態

1) 管固定端の曲げモーメント

$$M_2 = R_1 \cdot L_2 + \frac{w_{cb} \cdot L_2^2}{2}$$

ここに、 M_2 :水管橋固定端の曲げモーメント(kN・m)
 L_2 :水管橋両端(片持ち梁部)の管長(m)

2) 管固定端の支持反力

$$R_2 = R_1 + w_{cb} \cdot L_2$$

ここに、 R_2 :水管橋固定端の支持反力(kN)

3) 管固定端の応力

管固定端の曲げ応力を引張応力に換算する。

$$\sigma_{t2} = 0.7 \times \frac{M_2}{Z}$$

ここに、 σ_{t2} :水管橋固定端の曲げ応力の引張応力換算値(kN/m²)

4) 管固定端部のせん断応力

$$\tau = \frac{R_2}{A}$$

ここに、 τ :水管橋固定端のせん断応力(kN/m²)

(3) 管の応力の合成

管の強度の照査は水圧による応力、曲げ応力の引張応力への換算値およびせん断応力を合成して許容応力との対比で行う。ここで、許容応力は地震荷重と風荷重などの従荷重(短期荷重)を考慮しているので、許容引張応力 σ_a に対し、地震荷重が風荷重より大きい場合は50%、風荷重が地震荷重より大きい場合は25%の割増しを行うものとする。

$$\begin{aligned}\sigma_{ta} &= 1.5 \times \sigma_a \\ &= 1.5 \times 1.4 \times 10^5 = 2.10 \times 10^5 \text{ (kN/m}^2\text{)}\end{aligned}$$

あるいは、

$$\begin{aligned}\sigma_{ta} &= 1.25 \times \sigma_a \\ &= 1.25 \times 1.4 \times 10^5 = 1.75 \times 10^5 \text{ (kN/m}^2\text{)}\end{aligned}$$

ここに、 σ_{ta} :割増許容引張応力(kN/m²)

σ_a :許容引張応力(kN/m²)

① 水管橋中央の管(単純支持梁部)の合成応力

$$\sigma_1 = \sqrt{\sigma_0^2 + \sigma_{t1}^2 - \sigma_0 \cdot \sigma_{t1}}$$

ここに、 σ_1 :水管橋中央部の合成応力(kN/m²)

② 水管橋両端の管(片持ち梁部)の合成応力

$$\sigma_2 = \sqrt{\sigma_0^2 + \sigma_{t2}^2 - \sigma_0 \cdot \sigma_{t2} + 3\tau^2}$$

ここに、 σ_2 :水管橋固定端部の合成応力(kN/m²)

3.7.5 FT形継手の安全性

タイプⅡの場合は、単純支持梁部のFT形フランジ付きT字管のFT形継手に最大の曲げモーメント M_1 が作用するため、FT形継手の許容曲げモーメント M_J と対比して安全性を確認する。

$$M_1 < M_J$$

ここに、 M_J :FT形継手の許容曲げモーメント(kN・m)

3.7.6 温度変化による管の伸縮量

温度変化による管の伸縮量は次式で求める。

$$\Delta L = \Delta T \cdot \alpha \cdot L$$

ここに、 ΔL :管の伸縮量(m)

ΔT :管の温度変化(°C)

α :ダクタイル鉄管の線膨張係数(1/°C)

3.7.7 鉛直たわみ量(タイプⅠの場合)

タイプⅠの場合の鉛直荷重による水管橋中央部のたわみ量は次式で求める。

$$\begin{aligned} \delta_m &= \frac{1}{E \cdot I} \left(\frac{w \cdot L_2^4}{8} + \frac{R_1 \cdot L_2^3}{3} + \frac{5w \cdot L_1^4}{384} \right) \\ &= \frac{w}{384E \cdot I} (48L_2^4 + 128R_1 \cdot L_2^3 + 5L_1^4) \end{aligned}$$

ここに、 δ_m :水管橋中央のたわみ量(m)

E :ダクタイル鉄管の弾性係数(kN/m²)

3.7.8 長支間水管橋の管路線形(タイプⅡの場合)

(1) 供用時の線形

美観を確保するため、管路の供用状態で各継手が水管橋の両端部(Ⅰ、Ⅲ)と中央のキャンバ高さ部(Ⅱ)の3点を通過する円弧状にできるようにする。

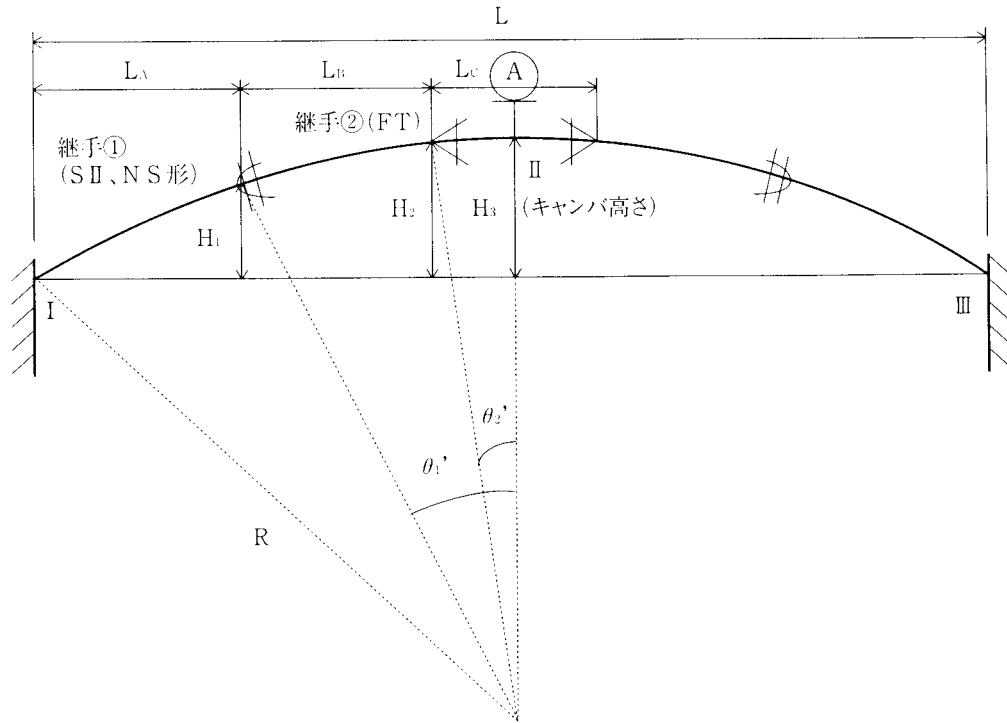


図14 管路線形

① キャンバ高さ

管路中央部の円弧高さ(キャンバ高さ)は次式で求まる。

$$H_3 = L / \alpha_c$$

ここに、 H_3 : 管路中央部の円弧高さ(m)

α_c : キャンバ(200分の1)

② 曲率半径

円弧の曲率半径は次式で計算される。

$$R = \frac{L^2}{8H_3} + \frac{H_3}{2}$$

ここに、 R : 円弧の曲率半径(m)

③ 円弧中心に対する継手位置

円弧中心に対する水管橋中央部から各継手までの角度は、次式で求まる。

$$\theta_2' = 2 \sin^{-1} \{ L_c / (4R) \}$$

$$\theta_1' = \theta_2' + 2 \sin^{-1} \{ L_B / (2R) \}$$

ここに、 θ_2' : 水管橋中心部から継手②までの角度(°)

θ_1' : 水管橋中心部から継手①までの角度(°)

L_c : FT形フランジ付きT字管の長さ(m)

L_B : FT-S II形(FT-NS形)管の長さ(m)

④ 供用時の継手高さ

以上より、供用時の継手高さは次式で求まる。

$$H_1 = H_3 - R(1 - \cos\theta_1')$$

$$H_2 = H_3 - R(1 - \cos\theta_2')$$

ここに、 H_1 : 継手①の供用時高さ(m)

H_2 : 継手②の供用時高さ(m)

(2) 継手部のたわみ量

管重のみが作用した場合、および管重と水重が作用した場合の各継手部のたわみ量は次式で求める。

① 自重のみの場合(通水前の状態)

$$\delta_{11} = \frac{L_2^3}{24E \cdot I} \{3w_p \cdot L_2 + 4(w_p \cdot L_1 + W_A)\}$$

ここに、 δ_{11} : 継手①の自重によるたわみ量(m)

$$\begin{aligned} \delta_{21} = & \delta_{11} + \frac{L_1^3}{96E \cdot I} \left[4w_p \cdot L_1 \left\{ \left[\frac{L_B}{L_1} \right] - 2 \left[\frac{L_B}{L_1} \right]^3 \right. \right. \\ & \left. \left. + \left[\frac{L_B}{L_1} \right]^4 \right\} + W_A \left\{ 6 \left[\frac{L_B}{L_1} \right] - 8 \left[\frac{L_B}{L_1} \right]^3 \right\} \right] \end{aligned}$$

ここに、 δ_{21} : 継手②での自重によるたわみ量(m)

$$\delta_{31} = \delta_{11} + \frac{L_1^3}{384E \cdot I} (5w_p \cdot L_1 + 8W_A)$$

ここに、 δ_{31} : 自重による中央部での仮想値(m)

② 自重および水重が作用した場合(通水後の状態)

$$\delta_{12} = \frac{L_2^3}{24E \cdot I} \{3w \cdot L_2 + 4(w \cdot L_1 + W_A)\}$$

ここに、 δ_{12} : 継手①の自重および水重によるたわみ量(m)

$$\begin{aligned} \delta_{22} = & \delta_{12} + \frac{L_1^3}{96E \cdot I} \left[4w \cdot L_1 \left\{ \left[\frac{L_B}{L_1} \right] - 2 \left[\frac{L_B}{L_1} \right]^3 \right. \right. \\ & \left. \left. + \left[\frac{L_B}{L_1} \right]^4 \right\} + W_A \left\{ 6 \left[\frac{L_B}{L_1} \right] - 8 \left[\frac{L_B}{L_1} \right]^3 \right\} \right] \end{aligned}$$

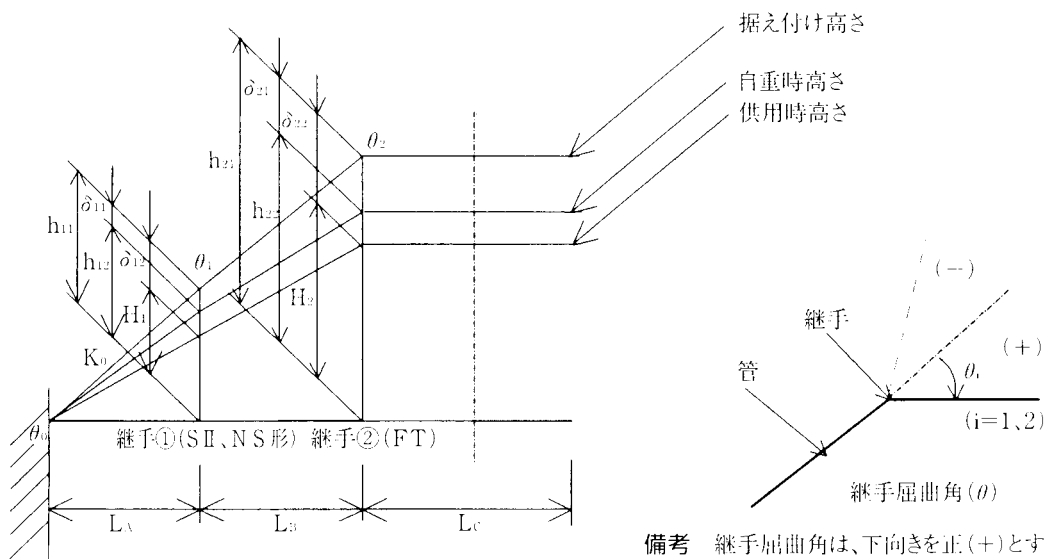
ここに、 δ_{22} : 継手②の自重および水重によるたわみ量(m)

$$\delta_{32} = \delta_{12} + \frac{L_1^3}{384E \cdot I} (5w \cdot L_1 + 8W_A)$$

ここに、 δ_{32} :自重および水重による中央部の仮想値(m)

(3) 架設時の据え付け高さ

架設時の据え付け高さを図14に示す。据え付け高さ(h_{11} 、 h_{21})は、供用時の継手高さ(H_1 、 H_2)に、前項で計算した自重および水重による管のたわみ量(δ_{12} 、 δ_{22})を加えたものとする。



備考 継手屈曲角は、下向きを正(+とする。据え付け時や自重時(通水前)には、継手①の屈曲角 θ_1 が負となる場合がある。ただし、このような場合でも供用時(通水時)は θ は正となる。

図15 管路線形(架設時の据え付け高さ)

① 橋台巻込み部

1) 据え付け角度

$$\theta_0 = \sin^{-1}(h_{11}/L_A)$$

ここに、 θ_0 :橋台巻込み部の据え付け角度(°)

L_A :水管橋両端(片持ち梁部)の管長(m) (= L_2)

2) 据え付け勾配

$$K_0 = h_{11}/L_A \times 100$$

ここに、 K_0 :橋台巻込み部の据え付け勾配(%)

② 継手①(SⅡ形、NS形)

1) 据え付け高さ

$$h_{11} = H_1 + \delta_{12}$$

ここに、 h_{11} :継手①の据え付け高さ(m)

2) 自重時高さ

$$h_{12}=h_{11}-\delta_{11}$$

ここに、 h_{12} : 継手①の自重時高さ(m)

3) 供用時高さ

$$H_1 \text{ (P18参照)}$$

ここに、 H_1 : 継手①の供用時高さ(m)

4) 継手屈曲角

$$\theta_1=\theta_0-\sin^{-1}\{(h_{21}-h_{11})/L_{B1}\}$$

ここに、 θ_1 : 継手①の継手屈曲角(°)

③ 継手②(FT形)

1) 据え付け高さ

$$h_{21}=H_2+\delta_{22}$$

ここに、 h_{21} : 継手②の据え付け高さ(m)

2) 自重時高さ

$$h_{22}=h_{21}-\delta_{21}$$

ここに、 h_{22} : 継手②の自重時高さ(m)

3) 供用時高さ

$$H_2 \text{ (P18参照)}$$

ここに、 H_2 : 継手②の供用時高さ(m)

4) 継手屈曲角

$$\theta_2=\theta_0-\theta_1$$

ここに、 θ_2 : 継手②の継手屈曲角(°)

④ 管中央部(仮想値)

1) 据え付け高さ

$$h_{31}=H_3+\delta_{32}$$

ここに、 h_{31} : 管中央部の据え付け高さ(m)

2) 自重時高さ

$$h_{32} = h_{31} - \delta_{31}$$

ここに、 h_{32} : 管中央部の自重時高さ(m)

3) 供用時高さ

$$H_3 \text{ (P17参照)}$$

ここに、 H_3 : キャンバ高さ(m)

(4) テーパーリングの厚さ

FT形継手②に上記の屈曲角を設定するため、接合時にテーパーリングを装着する。

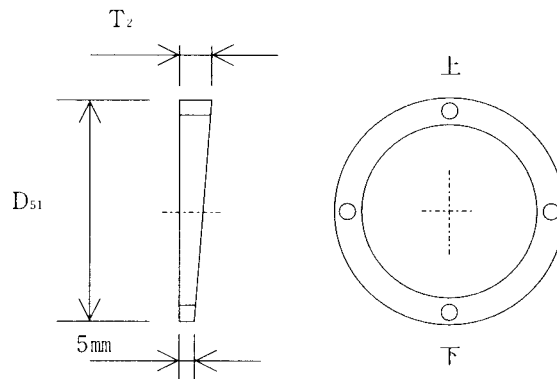


図16 テーパーリング

$$T_2 = 5 + D_{51} \cdot \tan \theta_2$$

ここに、 T_2 : テーパーリングの厚さ(mm)

D_{51} : テーパーリングの外径(mm)

3.7.9 橋台部分の支圧応力

水管橋両端の管を固定している橋台部のコンクリート巻き込み部の支圧応力は図17に示す関係から求める。

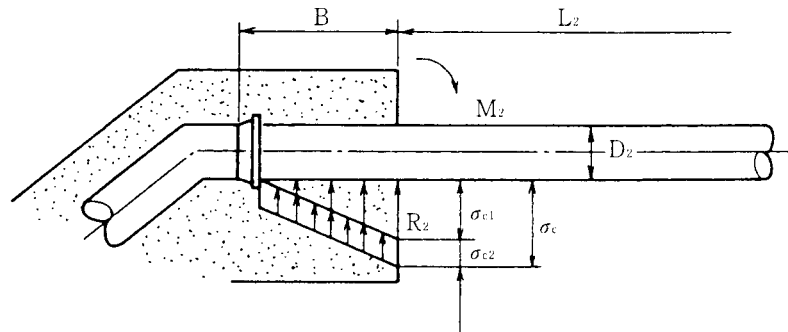


図17 橋台のコンクリート支圧応力

① 固定端曲げモーメントに対するコンクリートの支圧応力

$$\left(\frac{1}{2} B \cdot D_2 \cdot \sigma_{c1}\right) \cdot \frac{2}{3} B = M_2$$
$$\therefore \sigma_{c1} = \frac{3M_2}{B^2 \cdot D_2}$$

ここに、 σ_{c1} : 固定端曲げモーメントによるコンクリートの支圧応力 (kN/m²)

B : コンクリート巻き込み長 (m)

<参考> $\phi 75 \sim 250 \cdots 0.5\text{m}$

$\phi 300 \sim 400 \cdots 1.0\text{m}$

$\phi 450 \sim 600 \cdots 0.5\text{m}$

② 固定端反力によるコンクリートの支圧応力

$$\sigma_{c2} = \frac{R_2}{B \cdot D_2}$$

ここに、 σ_{c2} : 固定端反力によるコンクリートの支圧応力 (kN/m²)

③ コンクリートの支圧応力

コンクリートの支圧応力は許容支圧応力以下とする。

$$\sigma_c = \sigma_{c1} + \sigma_{c2} \leq \sigma_{ca}$$

ここに、 σ_c : コンクリートの支圧応力 (kN/m²)

σ_{ca} : コンクリートの許容支圧応力 (= $6.0 \times 10^3 \text{kN/m}^2$)

4. 設計計算例

3.7節に基づいたFT-SⅡ形水管橋の設計計算例を以下に示す。なお、FT-NS形水管橋も同じ方法で計算できる。

4.1 構造

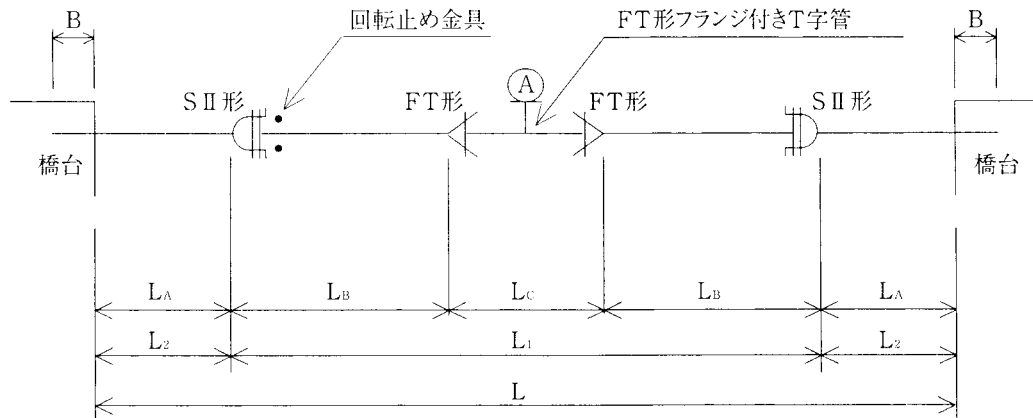


図18 構造

4.2 使用材料

(1) FT-SⅡ形甲切管	$\phi 200 \times 4190$	2本
(2) SⅡ-K形直管	$\phi 200 \times 5000$	2本
(3) FT形フランジ付きT字管	$\phi 200 \times \phi 75$	1個
(4) 空気弁	$\phi 25$ (コック付き)	1個

4.3 計算条件

(1) 呼び径	$D = 0.200\text{m}$
(2) 管外径	$D_2 = 0.220\text{m}$
(3) 管種	FT形、SⅡ形ダクタイル鉄管(1種管)
(4) 管厚	$T = 0.0075\text{m}$
(5) 形式	両端固定支持パイプビーム
(6) 支間長	$L = 18\text{m}$
①水管橋中央部(単純支持梁部)長さ	$L_1 = 9.0\text{m} (= 2L_B + L_C)$
②水管橋両端部(片持ち梁部)長さ	$L_2 = 4.5\text{m} (= L_A)$
(7) 管体重量(表4参照)	$W_L = 7.81\text{kN}$ (質量795.9kg)
(8) 空気弁	
①種類	$\phi 25$ (コック付き)
②重量(補修弁含む)	$W_A = 0.220\text{kN}$
(9) テーパーリング外径	$D_{51} = 358\text{mm}$
(10) 橋台巻込み長	$B = 0.5\text{m}$
(11) 設計水圧(静水圧+水撃圧)	$p = 1.3\text{MPa} = 1300\text{kN/m}^2$
(12) 水平震度	$k_h = 0.3$
(13) 風荷重	1.5kN/m^2 (風速40m/s相当)
(14) 積雪荷重	考慮せず

(15) 保温材	考慮せず
(16) 管架設部の温度変化	$\Delta T = 50^{\circ}\text{C} (-10\sim 40^{\circ}\text{C})$
(17) コンクリートの許容支圧応力	$\sigma_{ca} = 6.0 \times 10^3 \text{kN/m}^2$
(18) ダクタイル鉄管の弾性係数	$E = 1.6 \times 10^8 \text{kN/m}^2$
(19) ダクタイル鉄管の許容引張応力	$\sigma_a = 1.4 \times 10^5 \text{kN/m}^2$
(20) ダクタイル鉄管の許容せん断応力	$\tau_a = 0.8 \times 10^5 \text{kN/m}^2$
(21) ダクタイル鉄管の線膨張係数	$\alpha = 1.0 \times 10^{-5} / ^{\circ}\text{C}$
(22) 水の単位体積重量	$\gamma_w = 9.81 \text{kN/m}^3$
(23) キャンバ	$\alpha_c = 200$ 分の1

表4 水管橋質量算出表

部品名	質量	数量	計
直管	35.80 kg/m	17.38m	622.2 kg
SⅡ形直管受口凸部	36.3 kg/箇所	2箇所	72.6 kg
SⅡ形直管挿し口凸部	0.694kg/箇所	2箇所	1.4 kg
FT形受口凸部	18.54 kg/箇所	2箇所	37.1 kg
FT形F付きT字管	62.6 kg/個	1個	62.6 kg
水管橋質量			計 795.9 kg

4.4 管断面の諸数値

(1) 応力計算に用いる管厚

$$T - 0.001 \leq 0.01\text{m} \text{ より}$$

$$t = T - 0.001$$

$$= 0.0075 - 0.001 = 0.0065\text{m}$$

(2) 応力計算に用いる管内径

$$D_1 = D_2 - 2t$$

$$= 0.220 - 2 \times 0.0065 = 0.207\text{m}$$

(3) たわみ計算に用いる管内径

$$D_1' = D_2 - 2T$$

$$= 0.220 - 2 \times 0.0075 = 0.205\text{m}$$

(4) 管断面積

$$A = \frac{\pi}{4} (D_2^2 - D_1^2)$$

$$= \frac{\pi}{4} \times (0.220^2 - 0.207^2) = 4.36 \times 10^{-3} \text{m}^2$$

(5) 管の断面係数

$$Z = \frac{\pi}{32} \cdot \frac{(D_2^4 - D_1^4)}{D_2}$$
$$\frac{\pi}{32} \times \frac{(0.220^4 - 0.207^4)}{0.220} = 2.26 \times 10^{-4} \text{ m}^3$$

(6) 断面二次モーメント

$$I = \frac{\pi}{64} (D_2^4 - D_1^4)$$
$$= \frac{\pi}{64} (0.220^4 - 0.205^4) = 2.83 \times 10^{-5} \text{ m}^4$$

4.5 荷重

(1) 鉛直荷重

① 管自重 (モルタルライニング含む)

$$w_p = \frac{W_L}{L} = \frac{7.81}{18.0} = 0.434 \text{ kN/m}$$

② 管内水重

$$w_w = \frac{\pi}{4} \cdot D^2 \cdot \gamma_w$$
$$= \frac{\pi}{4} \times 0.200^2 \times 9.81 = 0.308 \text{ kN/m}$$

③ 鉛直荷重

$$w = 0.434 + 0.308 = 0.742 \text{ kN/m}$$

(2) 水平荷重

① 地震荷重

$$w_{h1} = w \cdot k_h = 0.742 \times 0.3 = 0.223 \text{ kN/m}$$

② 風荷重

$$w_{h2} = 1.5 \times D_2 = 1.5 \times 0.22 = 0.330 \text{ kN/m}$$

③ 水平荷重

$$w_{h1} < w_{h2} \text{ より } w_h = w_{h2} = 0.330 \text{ kN/m}$$

(3) 合成荷重

$$\begin{aligned}w_{cb} &= \sqrt{w^2 + w_b^2} \\ &= \sqrt{0.742^2 + 0.330^2} = 0.812 \text{ kN/m}^2\end{aligned}$$

4.6 管体応力

(1) 水圧による応力

$$\begin{aligned}\sigma_0 &= \frac{p \cdot D_1}{2t} \\ &= \frac{1300 \times 0.207}{2 \times 0.0065} = 2.07 \times 10^4 \text{ kN/m}^2\end{aligned}$$

(2) 合成荷重および空気弁による管の応力

① 水管橋中央の管(単純支持梁部)の応力

1) 管中央の曲げモーメント

$$\begin{aligned}M_1 &= \frac{w_{cb} \cdot L_1^2}{8} + \frac{W_A \cdot L_1}{4} \\ &= \frac{0.812 \times 9.0^2}{8} + \frac{0.220 \times 9.0}{4} = 8.72 \text{ kN} \cdot \text{m}\end{aligned}$$

2) 管両端の支持反力

$$\begin{aligned}R_1 &= \frac{w_{cb} \cdot L_1 + W_A}{2} \\ &= \frac{0.812 \times 9.0 + 0.220}{2} = 3.76 \text{ kN} \cdot \text{m}\end{aligned}$$

3) 管中央の応力

管中央の曲げ応力を引張応力に換算する。

$$\begin{aligned}\sigma_{t1} &= \pm 0.7 \times \frac{M_1}{Z} \\ &= \pm 0.7 \times \frac{8.72}{2.26 \times 10^{-4}} = \pm 2.70 \times 10^4 \text{ kN/m}^2\end{aligned}$$

⑤ 水管橋両端の管(片持ち梁部)の応力

1) 管固定端の曲げモーメント

$$\begin{aligned}M_2 &= R_1 \cdot L_2 + \frac{w_{cb} \cdot L_2^2}{2} \\ &= 3.76 \times 4.5 + \frac{0.812 \times 4.5^2}{2} = 25.14 \text{ kN} \cdot \text{m}\end{aligned}$$

2) 管固定端の支持反力

$$\begin{aligned} R_2 &= R_1 + w_{cb} \cdot L_2 \\ &= 3.76 + 0.812 \times 4.5 = 7.41 \text{ kN} \end{aligned}$$

3) 管固定端の応力

管固定端の曲げ応力を引張応力に換算する。

$$\begin{aligned} \sigma_{t2} &= \pm 0.7 \times \frac{M_2}{Z} \\ &= \pm 0.7 \times \frac{25.14}{2.26 \times 10^{-4}} = \pm 7.79 \times 10^4 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

4) 管固定端部のせん断応力

$$\begin{aligned} \tau &= \frac{R_2}{A} \\ &= \frac{7.41}{4.36 \times 10^{-3}} = 1.70 \times 10^3 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

(3) 管の応力の合成

① 水管橋中央の管(単純支持梁部)

合成応力が最大になるのは σ_0 と σ_{t1} が異符号の場合であるので σ_{t1} を負として計算する。

$$\begin{aligned} \sigma_1 &= \sqrt{\sigma_0^2 + \sigma_{t1}^2 - \sigma_0 \cdot \sigma_{t1}} \\ &= \sqrt{(2.07 \times 10^4)^2 + (-2.70 \times 10^4)^2 - 2.07 \times 10^4 \times (-2.70 \times 10^4)} \\ &= 4.14 \times 10^4 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

② 水管橋両端の管(片持ち梁部)

前項と同様にして、 σ_{t2} を負として求める。

$$\begin{aligned} \sigma_2 &= \sqrt{\sigma_0^2 + \sigma_{t2}^2 - \sigma_0 \cdot \sigma_{t2} + 3\tau^2} \\ &= \sqrt{(2.07 \times 10^4)^2 + (-7.79 \times 10^4)^2 - 2.07 \times 10^4 \times (-7.79 \times 10^4)} \\ &\quad + 3 \times (1.70 \times 10^3)^2 = 9.01 \times 10^4 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

以上より、管の合成応力は中央部および両端部ともに許容応力 $\sigma_{ta} = 1.75 \times 10^5 \text{ kN/m}^2$ 以下であるので安全である。

4.7 FT形継手の安全性

FT形継手部に作用する曲げモーメント $M_1 = 8.72 \text{ kN} \cdot \text{m}$

FT形継手の許容曲げモーメント $M_J = 31.4 \text{ kN} \cdot \text{m}$

したがって、 $M_1 < M_J$ よりFT形継手の強度は問題ないものと考えられる。

4.8 温度変化による管の伸縮量

$$\begin{aligned}\Delta L &= \Delta T \cdot \alpha \cdot L \\ &= 50 \times 1.0 \times 10^{-5} \times 18 = 0.009 \text{m}\end{aligned}$$

管の伸縮量はSⅡ形継手の許容伸縮量(±0.06m)の範囲内である。したがって、温度変化による管の伸縮はSⅡ形継手で十分に吸収できる。

4.9 管路線形(タイプⅡの場合)

(1) 供用時の線形

① キャンバ高さ

$$\begin{aligned}H_3 &= L / \alpha_c \\ &= 18 / 200 = 0.090 \text{m}\end{aligned}$$

② 曲率半径

$$\begin{aligned}R &= \frac{L^2}{8H_3} + \frac{H_3}{2} \\ &= \frac{18^2}{8 \times 0.090} + \frac{0.090}{2} = 450.0 \text{m}\end{aligned}$$

③ 円弧中心に対する継手位置

$$\begin{aligned}\theta_2' &= 2\sin^{-1}\{L_c / (4R)\} \\ &= 2\sin^{-1}\{0.62 / (4 \times 450.0)\} = 0.04^\circ \\ \theta_1' &= \theta_2' + 2\sin^{-1}\{L_B / (2R)\} \\ &= 0.04 + 2\sin^{-1}\{4.19 / (2 \times 450.0)\} = 0.57^\circ\end{aligned}$$

④ 供用時の継手高さ

$$\begin{aligned}H_1 &= H_3 - R(1 - \cos\theta_1') \\ &= 0.090 - 450.0(1 - \cos 0.57) = 0.068 \text{m} \\ H_2 &= H_3 - R(1 - \cos\theta_2') \\ &= 0.090 - 450.0(1 - \cos 0.04) = 0.090 \text{m}\end{aligned}$$

(2) 継手部のたわみ量

① 自重のみの場合(通水前の状態)

$$\begin{aligned}\delta_{11} &= \frac{L_2^3}{24E \cdot I} \{3w_p \cdot L_2 + 4(w_p \cdot L_1 + W_A)\} \\ &= \frac{4.5^3}{24 \times 1.6 \times 10^8 \times 2.83 \times 10^{-5}} \times \{3 \times 0.434 \times 4.5 + 4 \times (0.434 \times 9.0 + 0.220)\} \\ &= 0.019 \text{m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\delta_{21} &= \delta_{11} + \frac{L_1^3}{96E \cdot I} \left[4w_p \cdot L_1 \left\{ \left[\frac{L_B}{L_1} \right] - 2 \left[\frac{L_B}{L_1} \right]^3 \right. \right. \\
&\quad \left. \left. + \left[\frac{L_B}{L_1} \right]^4 \right\} + W_A \left\{ 6 \left[\frac{L_B}{L_1} \right] - 8 \left[\frac{L_B}{L_1} \right]^3 \right\} \right] \\
&= 0.019 + \frac{9.0^3}{96 \times 1.6 \times 10^8 \times 2.83 \times 10^{-5}} \times \left[4 \times 0.434 \times 9.0 \right. \\
&\quad \left. \times \left\{ \left[\frac{4.19}{9.0} \right] - 2 \times \left[\frac{4.19}{9.0} \right]^3 + \left[\frac{4.19}{9.0} \right]^4 \right\} + 0.220 \right. \\
&\quad \left. \times \left\{ 6 \times \left[\frac{4.19}{9.0} \right] - 8 \times \left[\frac{4.19}{9.0} \right]^3 \right\} \right] = 0.028\text{m} \\
\delta_{31} &= \delta_{11} + \frac{L_1^3}{384E \cdot I} (5w_p \cdot L_1 + 8W_A) \\
&= 0.019 + \frac{9.0^3}{384 \times 1.6 \times 10^8 \times 2.83 \times 10^{-5}} \times (5 \times 0.434 \times 9.0 + 8 \times 0.220) \\
&= 0.028\text{m} (\text{中央部の仮想値})
\end{aligned}$$

② 自重および水重が作用した場合(通水後の状態)

$$\begin{aligned}
\delta_{12} &= \frac{L_2^3}{24E \cdot I} \{ 3w \cdot L_2 + 4(w \cdot L_1 + W_A) \} \\
&= \frac{4.5^3}{24 \times 1.6 \times 10^8 \times 2.83 \times 10^{-5}} \times \{ 3 \times 0.742 \times 4.5 + 4 \times (0.742 \times 9.0 + 0.220) \} \\
&= 0.032\text{m} \\
\delta_{22} &= \delta_{12} + \frac{L_1^3}{96E \cdot I} \left[4w \cdot L_1 \left\{ \left[\frac{L_B}{L_1} \right] - 2 \left[\frac{L_B}{L_1} \right]^3 \right. \right. \\
&\quad \left. \left. + \left[\frac{L_B}{L_1} \right]^4 \right\} + W_A \left\{ 6 \left[\frac{L_B}{L_1} \right] - 8 \left[\frac{L_B}{L_1} \right]^3 \right\} \right] \\
&= 0.032 + \frac{9.0^3}{96 \times 1.6 \times 10^8 \times 2.83 \times 10^{-5}} \times \left[4 \times 0.742 \times 9.0 \right. \\
&\quad \left. \times \left\{ \left[\frac{4.19}{9.0} \right] - 2 \times \left[\frac{4.19}{9.0} \right]^3 + \left[\frac{4.19}{9.0} \right]^4 \right\} + 0.220 \right. \\
&\quad \left. \times \left\{ 6 \times \left[\frac{4.19}{9.0} \right] - 8 \times \left[\frac{4.19}{9.0} \right]^3 \right\} \right] = 0.047\text{m} \\
\delta_{32} &= \delta_{12} + \frac{L_1^3}{384E \cdot I} (5w \cdot L_1 + 8W_A) \\
&= 0.032 + \frac{9.0^3}{384 \times 1.6 \times 10^8 \times 2.83 \times 10^{-5}} \times (5 \times 0.742 \times 9.0 + 8 \times 0.220) \\
&= 0.047\text{m} (\text{中央部の仮想値})
\end{aligned}$$

(3) 架設時の据え付け高さ

① 橋台巻込み部

1) 据え付け角度

$$\begin{aligned}\theta_0 &= \sin^{-1}(h_{11}/L_A) \\ &= \sin^{-1}(0.099/4.5) = 1.26^\circ\end{aligned}$$

2) 据え付け勾配

$$\begin{aligned}K_0 &= (h_{11}/L_A) \times 100 \\ &= (0.099/4.5) \times 100 = 2.20\%\end{aligned}$$

② 継手①(SⅡ形)

1) 据え付け高さ

$$\begin{aligned}h_{11} &= H_1 + \delta_{12} \\ &= 0.067 + 0.032 = 0.099\text{m}\end{aligned}$$

2) 自重時高さ

$$\begin{aligned}h_{12} &= h_{11} - \delta_{11} \\ &= 0.099 - 0.019 = 0.080\text{m}\end{aligned}$$

3) 供用時高さ

$$\text{P28より、} H_1 = 0.068\text{m}$$

4) 継手屈曲角

$$\begin{aligned}\theta_1 &= \theta_0 - \sin^{-1}\{(h_{21} - h_{11})/L_{01}\} \\ &= 1.26 - \sin^{-1}\{(0.137 - 0.099)/4.19\} \\ &= 0.74^\circ\end{aligned}$$

③ 継手②(FT形)

1) 据え付け高さ

$$\begin{aligned}h_{21} &= H_2 + \delta_{22} \\ &= 0.090 + 0.047 = 0.137\text{m}\end{aligned}$$

2) 自重時高さ

$$\begin{aligned}h_{22} &= h_{21} - \delta_{21} \\ h_{22} &= 0.137 - 0.028 = 0.109\text{m}\end{aligned}$$

3) 供用時高さ

$$\text{P28より、} H_2 = 0.090\text{m}$$

4) 継手屈曲角

$$\begin{aligned}\theta_2 &= \theta_0 - \theta_1 \\ &= 1.26 - 0.74 = 0.52^\circ\end{aligned}$$

④ 管中央部(仮想値)

1) 据え付け高さ

$$\begin{aligned} h_{31} &= H_3 + \delta_{32} \\ &= 0.090 + 0.047 = 0.137\text{m} \end{aligned}$$

2) 自重時高さ

$$\begin{aligned} h_{32} &= h_{31} - \delta_{31} \\ &= 0.137 - 0.028 = 0.109\text{m} \end{aligned}$$

3) 供用時高さ

$$P28\text{より、} H_3 = 0.090\text{m}$$

(4) テーパーリングの厚さ

$$\begin{aligned} T_2 &= 5 + D_{51} \cdot \tan\theta_2 \\ &= 5 + 358 \times \tan 0.52^\circ = 8\text{mm} \end{aligned}$$

4.10 橋台部分の支圧応力

(1) 固定曲げモーメントによるコンクリートの支圧応力

$$\begin{aligned} \sigma_{c1} &= \frac{3M_2}{B^2 \cdot D_2} \\ &= \frac{3 \times 25.14}{0.5^2 \times 0.220} = 1.371 \times 10^3 \text{kN/m}^2 \end{aligned}$$

(2) 固定端反力によるコンクリートの支圧応力

$$\begin{aligned} \sigma_{c2} &= \frac{R_2}{B \cdot D_2} \\ &= \frac{7.41}{0.5 \times 0.220} = 0.067 \times 10^3 \text{kN/m}^2 \end{aligned}$$

(3) コンクリートの支圧応力

$$\begin{aligned} \sigma_c &= \sigma_{c1} + \sigma_{c2} \\ &= 1.371 \times 10^3 + 0.067 \times 10^3 = 1.438 \times 10^3 \text{kN/m}^2 \end{aligned}$$

支圧応力はコンクリートの許容支圧応力 $\sigma_{ca} = 6.0 \times 10^3 \text{kN/m}^2$ 以下であるので安全である。

5. 水管橋の施工

5.1 水管橋架設工事手順

ダクタイル鉄管によるパイプビーム水管橋の架設工事は、下図に示す手順で施工する。

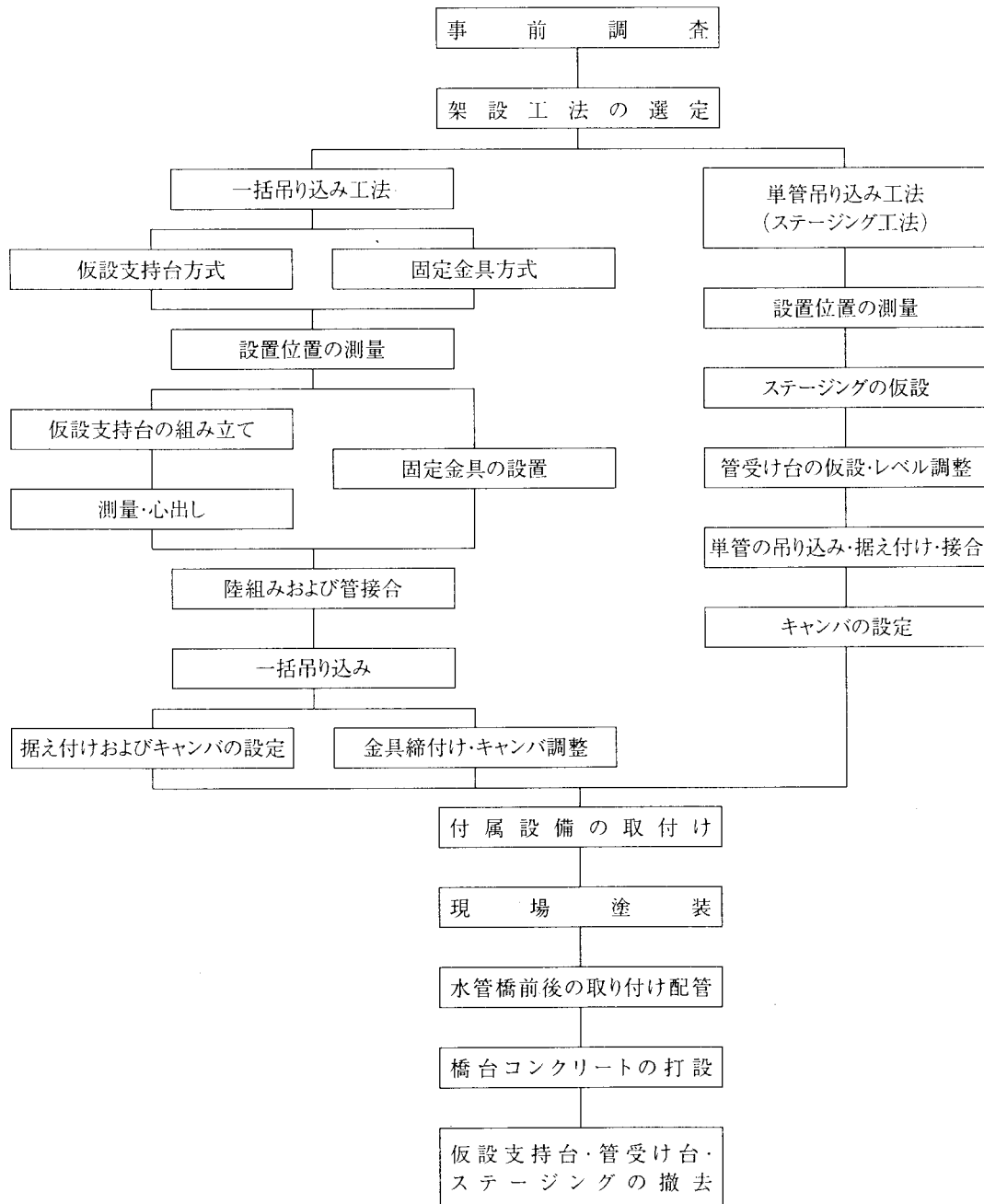


図19 水管橋架設工法と手順

5.2 事前調査

水管橋の架設にあたり、工事開始前に表5の事項について十分調査する。

表5 事前調査項目

項目	調査内容
自然条件	地形、地質、気象
河川状況	河川幅、水位、流量、流速、船舶交通
下部構造	橋台の寸法、構造
搬入部材	部材の最大寸法、最大重量
工事用地	資材置場、陸組み用地、重機設置用地
道路状況	搬入路、交通量
障害物	電線類、樹木、建築物ほか既設構造物

5.3 架設工法の選定

ダクタイル鉄管によるパイプビーム水管橋の架設工法としては、一括吊り込み工法と単管吊り込み工法（ステーシング工法）が一般的であり、事前調査の結果と各工法の特徴や施工環境から安全で経済的な工法を選定する。

なお、施工にあたっては、下記の事項に留意が必要である。

- ① 配管工事において使用するクレーンなどの重機類、チェーンブロックやワイヤロープなどの吊り具類、ラチェットレンチやレバブロックなどの接合器具・治具類などは指定したものや専用のものを使用し、常に点検を行い、正常なものを使用すること。
- ② 各種作業は労働安全衛生規則や規準など、各々該当する法規を遵守して施工し、安全には常に注意すること。

5.3.1 一括吊り込み工法

水管橋の全体にわたり陸組みした管路をトラッククレーンで吊り上げ、河川の中に事前に設置した仮設支持台、または橋台上の固定金具を用いて一度に架設する工法である。

(1) 仮設支持台方式

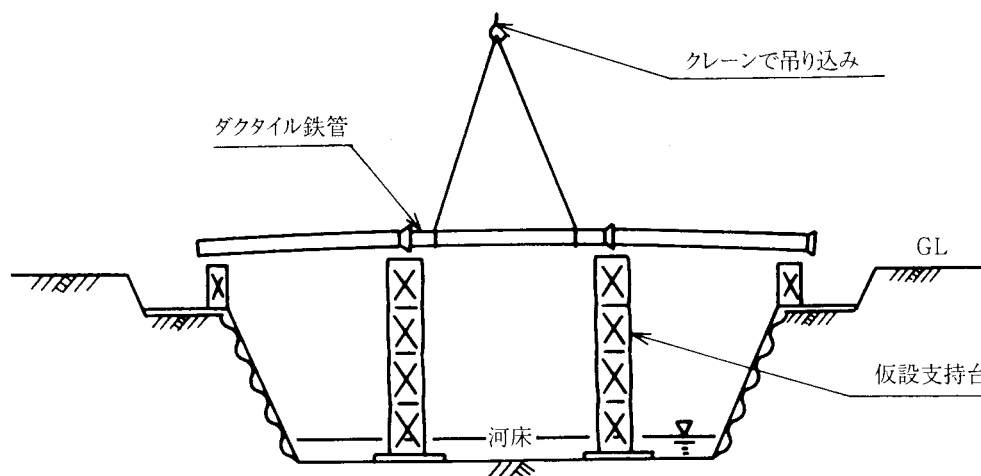


図20 仮設支持台方式の概要

① 特長

- 1) 一度に吊り込むため短時間で架設ができる。
- 2) 河川敷内に水管橋の自重に耐えられる簡単な仮設支持台を設けるだけでよく、仮設備が簡単である。
- 3) 仮設支持台を利用して心出しやキャンバの調整が容易にできる。
- 4) 外面の現場塗装も仮設支持台間に足場を設けることで容易にできる。

② 施工環境条件

- 1) 道路橋上、堤防上などに吊り込み用重機を安全に設置できる場所があること。
- 2) 河川敷内に仮設支持台の設置が可能であること。
- 3) 陸組みスペースが道路上や河川敷内で確保できること。
- 4) タイプⅡでは、中央部にも仮設支持台が必要である。

(2) 固定金具方式

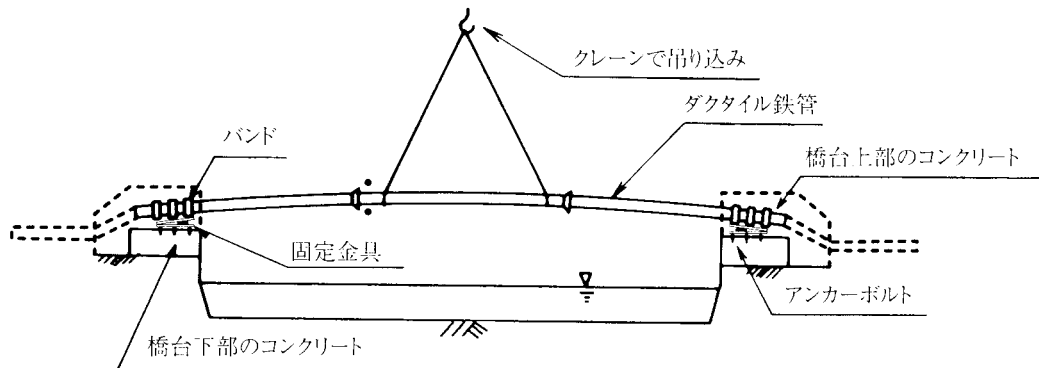


図21 固定金具方式の概要

① 特長

- 1) 一度に吊り込むため短時間で架設ができる。
- 2) 河川敷内に仮設支持台を設ける必要がなく、河川の水量などに関係なく施工できる。
- 3) キャンバの調整は、固定金具を利用して容易にできる。
- 4) 橋台コンクリートの打設は、架設時と仕上がり時の2回に分割して行う必要がある。この場合、架設直後に水管橋の重量で下部コンクリートが転倒しないようにするため、下部コンクリートのみの安定計算が別途必要である。その結果、一般に仕上がり時の橋台が大きくなる。
- 5) 固定金具を橋台コンクリートに巻き込まず(露出タイプ)永久鋼構造物として設計する場合は、橋台コンクリートを2回打ちする必要はない。ただし、鋼材の防食対策や美観上から固定金具を橋台コンクリートに巻き込むのが一般的である。
- 6) 外面の現場塗装時には、別途塗装用の足場が必要になる。

② 施工環境条件

- 1) 道路橋上、堤防上などに吊り込み用重機を安全に設置できる場所があること。
- 2) 陸組みスペースが道路上や河川敷内で確保できること。

5.3.2 単管吊り込み工法(ステーピング工法)

水管橋を構成する直管、フランジ付きT字管などを単管と呼び、単管を架設するにあたって仮設した支保工をステーピングと呼ぶ。

この方法は、河川敷内に設置したステーピングを利用して各単管を1本ずつ架設する工法であり、河床から水管橋までの桁下高が小さく、水深が浅いかまたは水がない場合に適している。ステーピングの材料、形状の規格はないが、鋼製のパイプと角材を組み立て水管橋の全長にわたって設置するのが一般的である。

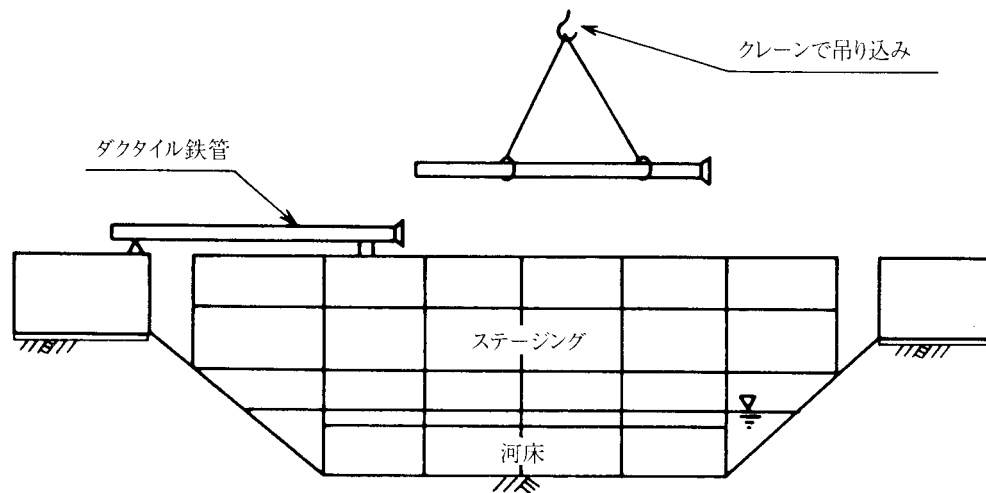


図22 単管吊り込み工法の概要

① 特長

- 1) 一括吊り込み工法と比べて、重機の能力が小さくても架設できる。
- 2) キャンバの設定が容易である。
- 3) 外面の現場塗装がステーピング上で容易にできる。

② 施工環境条件

- 1) 道路橋上、堤防上などに吊り込み用重機を安全に設置できる場所があること。
- 2) 河川敷内にステーピングの設置が可能なこと。

5.4 一括吊り込み工法の施工手順

5.4.1 仮設支持台方式

タイプⅡの場合の施工手順を以下に示す。タイプⅠはこれに準ずるものとする。

(1) 橋台打設部の掘削

- ① 設計図に基づき、所定の位置を掘削する。
- ② ベースコンクリートを打設する。

(2) 設置位置の測量

① レベル測量

橋台の設置高さ、水管橋の据え付け高さなどをレベル測量し、丁張りを設置して基準高さをマークする。

- ② 方位測量
トランシットで水管橋の据え付け方向などを測量し、ベースコンクリート上に墨入れする。
- ③ 水平距離
スチールテープなどで水管橋の支間距離と位置を測量し、ベースコンクリート上に墨入れする。

(3) 仮設支持台の設置

管を架設するときの仮受けおよびキャンバ調整用として、図23に示す位置に銅製枠組み足場や銅製短管足場などを設置する。

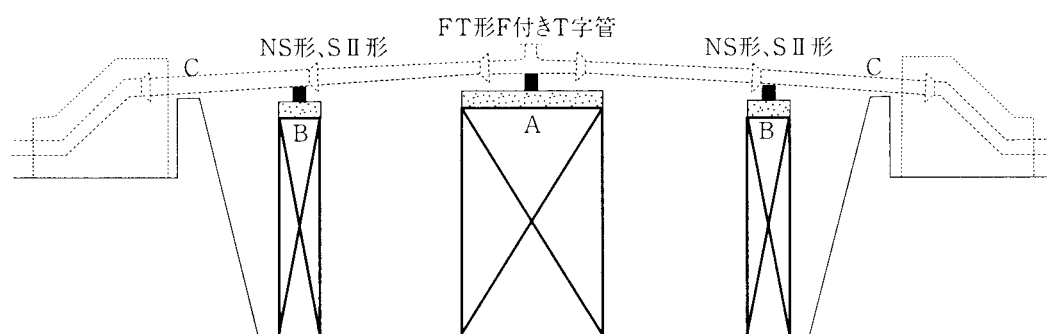


図23 仮設支持台の設置

- ① A部
A部の仮設支持台は、FT形フランジ付きT字管の位置に設置する。(タイプ I の場合は空気弁設置部の下に設ける。)この支持台は、NS形または、S II 形継手間の管重量の支持とフランジ付きT字管部の高さ調整、空気弁取り付け用フランジ面のレベル調整、空気弁取り付け作業などを行うためのものである。したがって、支持台の上面は人が管の横に立って作業できるだけの大きさを確保する。
- ② B部
B部の仮設支持台は、NS形または、S II 形継手の受口付近に設置する。この支持台は、管重の支持と小型ジャッキによるS II 形継手部のキャンバ調整用であり、A部と同様に必要な大きさを確保する。
- ③ C部
C部の高さは、水管橋の始点および終点のレベルに正確に合わせる。図22は河岸法面を想定した例であるが、これがない場合はこの部分にも仮設支持台を設置する必要がある。
以上の仮設支持台は、水管橋の架設時から橋台コンクリートの養生完了時まで水管橋を安定して支持できる必要がある。したがって、沈下したり風や通行車両等によって振動しないよう対策を講じる必要がある。
また、これらは現地外面塗装時にも使用するため、仮設支持台の上面は管下から500mm程度下げて塗装時の作業空間を確保しておくことが望ましい。
仮設支持台設置後、兩岸のベースコンクリートの墨入れを基準に管心位置を各支持台上にマーキングしておく。

(4) 管の接合

水管橋用の外面特殊塗装管は、原則として設計書に基づく長さのものが納入されるため、現地切管は一般に不要である。これらの管を橋梁上、道路上または河川敷内など吊り込みの容易なところで接合する。なお、現場合わせ用の調整管のある場合については、設計図あるいは測量結果により前もって所定の長さに切管した後、切管端面および受口内で水と接する挿し口外面の特殊塗装部に補修用塗料を塗布し、十分硬化してから接合する必要がある。(タイプⅠの場合は、あらかじめ管の所定の位置にせん孔し分岐サドルを取り付けておく。)

管の接合は、図24に示すように架設状態のとおりに行う。このため、枕木は管1本につき2ヶ所設け、高さは管が接合できるように管底から地面までの間隔を0.3m以上確保する。また、FT形継手はテーパリングで若干屈曲するため、それぞれの枕木はレベル測量により管の据え付け勾配に相当する高低差を設けて、継手部に負担のかからないようにしておく必要がある。

このとき、管を90°回転させて水平状態で接合すると、吊り上げ時に管の自重でNS形またはSⅡ形継手が横方向に屈曲し、吊り込み後の修正が困難となるため避けるべきである。

FT形継手は出荷前の仮組み時に継手ごとの受口、テーパリング、挿し口の組み合わせが決められており、受口フランジ、テーパリング、挿し口フランジの外周部に継手Noと合マークが打刻されている。(図38参照)管接合時はこれらの打刻が上にくるようにする。

また、NS形およびSⅡ形継手は日本ダクタイル鉄管協会発行の接合要領書(JDPA W 12、W 02)、FT形継手は8.5節(FT形継手の接合要領)に示す手順にしたがって正しく接合する。

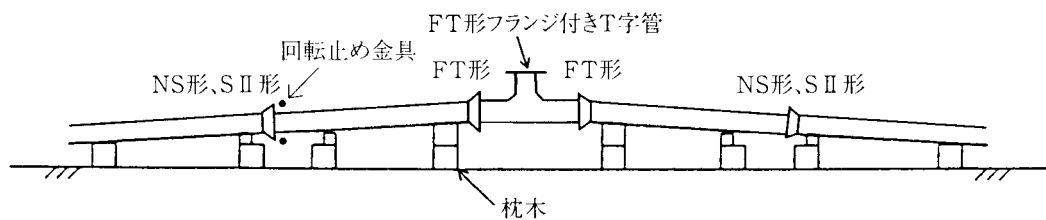


図24 陸組みの方法

(5) 仮設支持台上の枕木のセット

吊り込んだ管を支持するため、仮設支持台上に図25に示すような枕木を管の勾配に合うようにセットする。

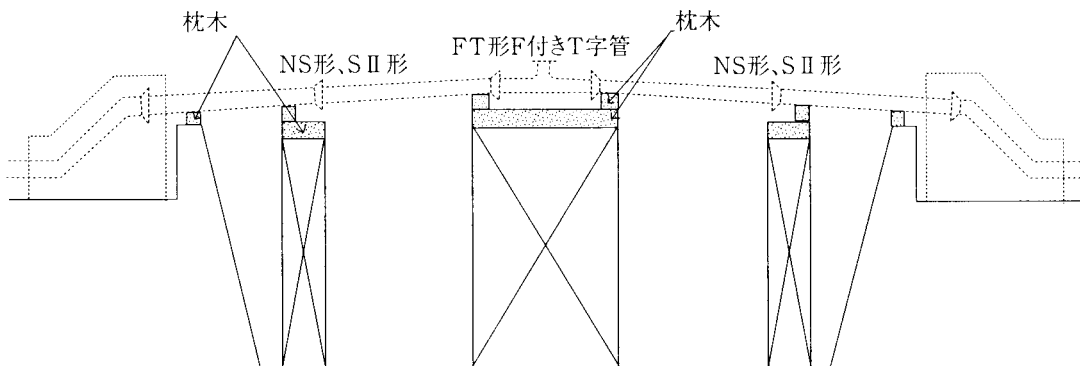


図25 枕木のセット

(6) 水管橋の吊り込み・据え付け

陸組みした水管橋をクレーンで吊り上げ、仮設支持台の上に静かに乗せる。吊り具は、外面特殊塗装を損傷しないようにナイロンスリングを使用する。ワイヤロープを使用する場合は、接続部にゴム板を巻くなどの対策が必要である。また、クレーン能力や吊り具の安全荷重は、架設位置や水管橋重量を確認して適切なものを選定する。

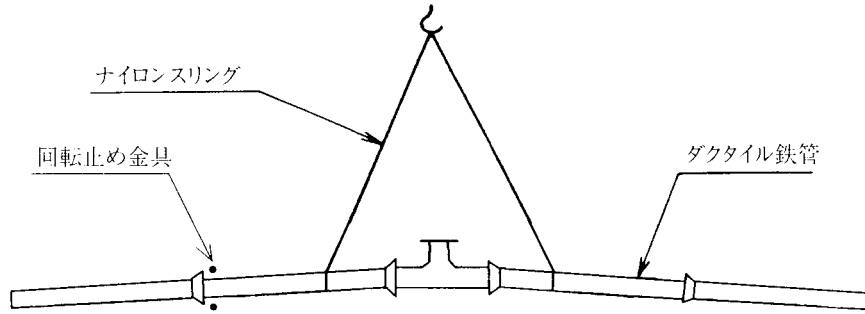


図26 水管橋の吊り込み

(7) キャンバ調整

各継手部が設計書に示されたキャンバ図のレベル差となるように高さ調整を行う。キャンバは両端部と各継手部に箱尺をセットして水準器で測定する。このとき、管全体の重量をクレーンで保持しながら、中央部とNS形またはS II形継手部の仮設支持台にセットした小型手動ジャッキで微調整を行う。

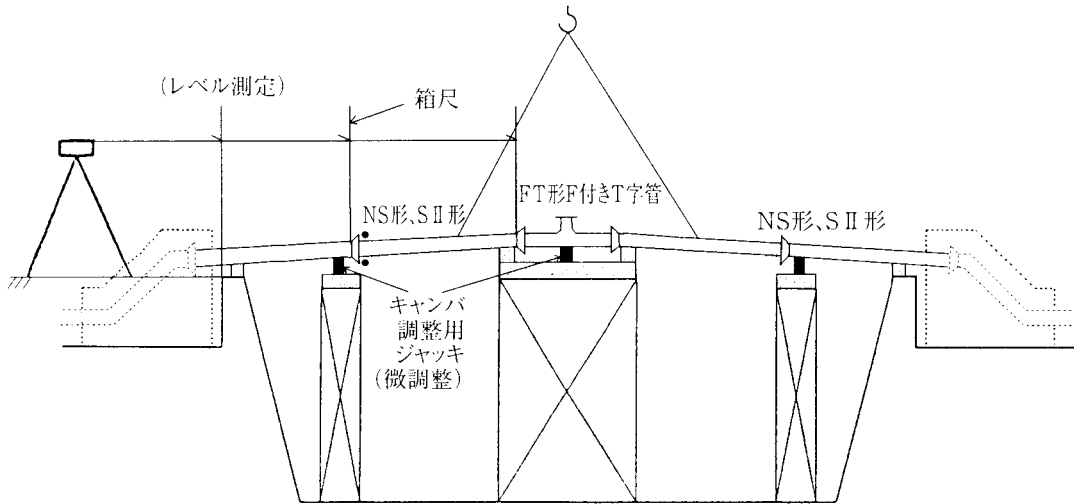


図27 キャンバ調整方法

(8) キャンバ調整後の管の固定

キャンバ調整後、NS形またはS II形継手部および中央のFT形フランジ付きT字管部の下に、ジャッキ高さに相当する枕木や板などを挿入して支持し、ジャッキを取り外す。その後、各継手のレベルが設計書どおりであること、およびFT形フランジ付きT字管のフランジ面が水平であることを再度確認する。全ての作業が終了してからクレーンを降ろし、これ以降の作業によって管全体が回転しないように、管と枕木の接触部に木製くさびを挿入すると同時に、兩岸の支持部を木材や番線などを用いてしっかりと固定する。

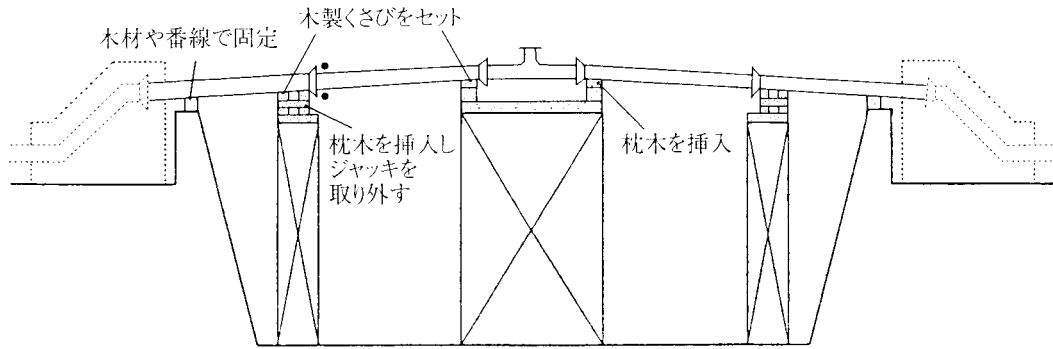


図28 キャンバ調整後の管の固定

- (9) 水管橋前後の配管
設計図に基づいて水管橋の前後の管を、橋台コンクリートから出るところまで配管する。
- (10) 水管橋据え付け位置の最終確認
前後の配管完了後に、水管橋の管路の高さ、方向、キャンバおよびFT形フランジ付きT字管のフランジ面が水平であることを最終的に確認する。
- (11) 付帯設備の設置
空気弁、防渡柵を所定の位置に設置する。
- (12) 橋台コンクリートの打設・養生
水管橋が動かないように十分注意しながら、型枠の組み立て、コンクリートの打設作業を行う。その後、コンクリートに所定の強度がでるまで十分養生する。この養生期間は、通常2週間程度以上が必要と考えられる。
- (13) 仮設支持台上の枕木の撤去
コンクリートに所定の強度が確保されたことを確認した後、仮設支持台上の枕木などを撤去する。コンクリートが十分に固まっていないとこの時点で管全体のレベルが下がってしまうため、特に注意が必要である。
- (14) 現場塗装用足場の設置
仮設支持台のない部分に現場塗装用足場を設置する。

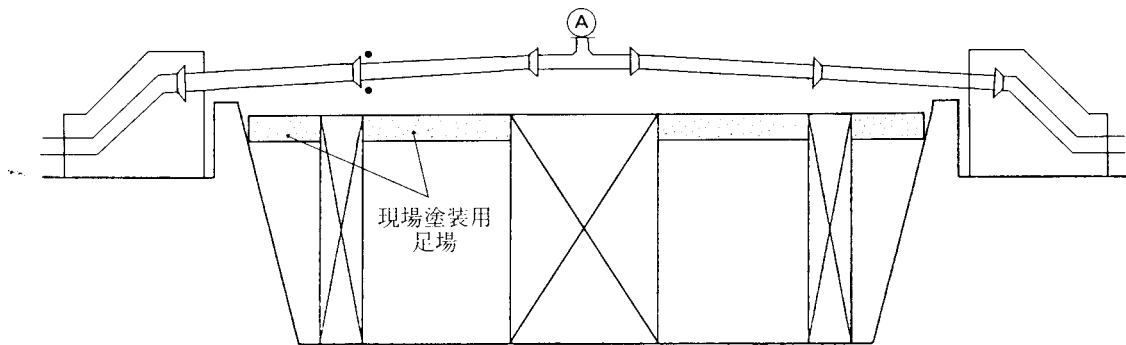


図29 現場塗装用足場の設置

- (15) 現場塗装
 - ① 下塗り塗装の補修
工場出荷時の下塗り塗装が運搬や架設工事などで損傷している箇所があれば、エポキシ樹脂塗料で補修する。

② 中塗り・上塗り塗装

現場補修塗装が十分硬化した後、中塗り・上塗り塗装としてポリウレタン樹脂塗料を2層塗装する。ポリウレタン樹脂塗料は、ダクタイル鋳鉄管外面特殊塗装(JDPA Z 2009²⁰⁰²)の解説に規定されているccのものを使用する。塗料は、塗料製造業者の指定した混合比になるように調合し、有効期限内に使用する。塗膜厚は、中塗り、上塗りともそれぞれ20 μ m以上とし、塗りむら、塗りもれ、異物の付着などがなく、均一な塗膜が得られるように行う。塗り重ねるときは、塗料製造業者の指定する塗装間隔で塗装する必要がある。また、現場塗装は、水管橋本体だけでなく、空気弁、押輪、ボルト・ナット、防渡柵、分岐サドル(タイプIの場合)などの付帯設備にも同質の塗料で塗装する。

(16) 仮設支持台および足場の撤去

水管橋仮受用の仮設支持台および現場塗装用足場を解体・撤去する。

5.4.2 固定金具方式

以下、仮設支持台方式と異なるところだけを記載する。

(1) 固定金具設置位置の測量

設計図面に基ついて水管橋架設位置を測量し、固定金具を設置する下部コンクリートの型枠を組み立てる。その後、型枠に固定金具の取り付け位置を墨入れする。

(2) 固定金具の設置

固定金具は、下部コンクリート打設時にあらかじめ埋め込んでおくか、コンクリート打設後にホールインアンカーで取り付けしたアンカーボルトに固定する。その際、設計計算書に示された橋台巻込み部の据付角度を参考に薄板などを用いて固定金具に所定の勾配を設け、水管橋に適切なキャンバが設定されるようにしておく。

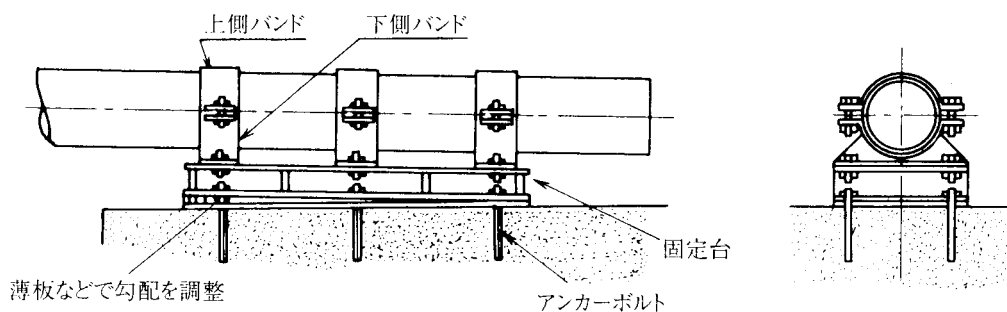


図30 固定金具の構造および設置例

(3) 水管橋の吊り込み・据え付け

陸組みした水管橋を吊り込み、両端を固定金具で固定する。このとき、管が回転していないことおよび設計時のキャンバが確保されていることを確認する。

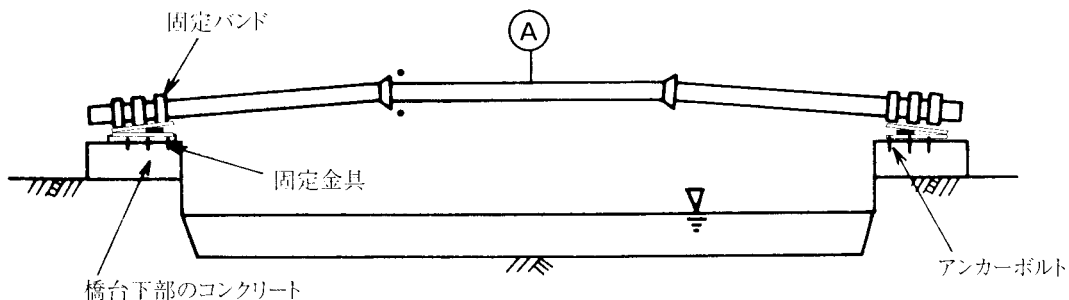


図31 据え付け要領

- (4) 仕上がりコンクリートの打設
橋台内の前後の管を配管後、型枠を設け、仕上がりコンクリートを打設する。
- (5) 現場塗装
水管橋全長にわたって塗装用の足場を仮設し、一括吊り込み工法の場合と同様に現場塗装を行う。

5.5 単管吊り込み工法(ステージング工法)の施工手順

以下、一括吊り込み工法と異なるところだけを記載する。

(1) ステージングの仮設

河川全幅にわたりステージングを仮設する。その際、管の接合・付帯設備の設置・現場塗装などの作業が、安全かつ円滑に行えるよう上面のスペースを確保する。また、河床が軟弱な場合は沈下防止対策を講じる必要がある。ステージングの構造例を図32に示す。

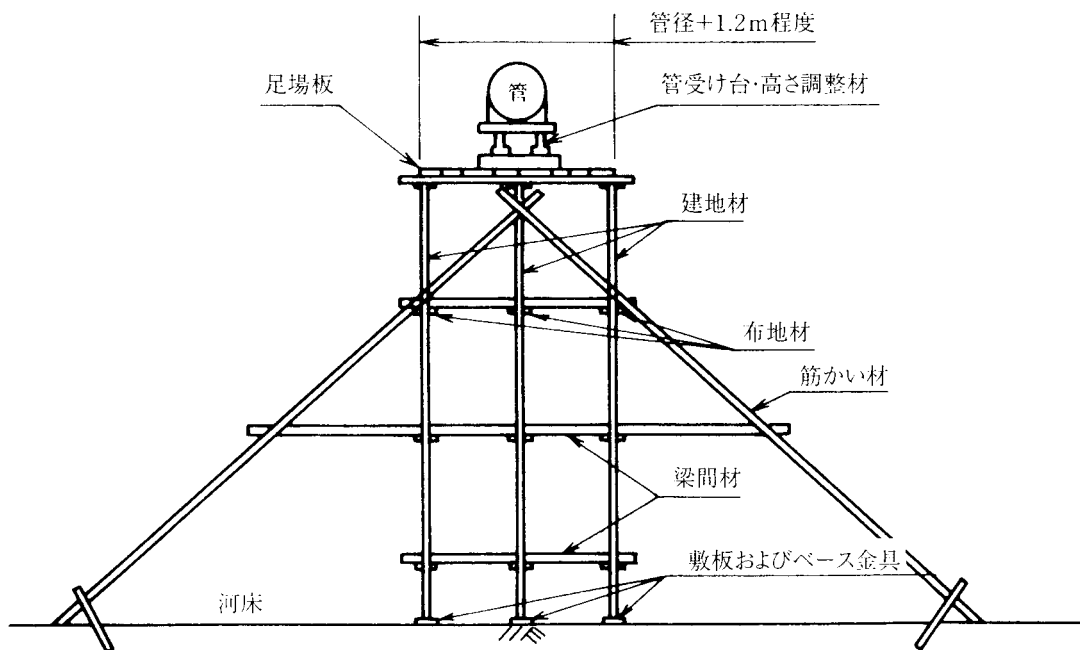


図32 ステージングの構造断面例

(2) 管受け台の設置

水管橋の設置位置および各継手の位置をステージング上にマーキングし、管受け台をマーキングに合わせて設置する。管受け台は管1本につき2ヶ所程度とし、設計計算書のキャンバ図に示された据え付け高さに概ね合うようにあらかじめ高さを調整しておく。

(3) 管の吊り込み・据え付け・接合

左右いずれかの橋台部側から管を1本ずつ吊り込み、管受け台に据え付けながら継手を順次接合していく。

(4) キャンバ調整

各継手部付近をクレーンで吊り上げるか、継手の下にセットした小型手動ジャッキを操作するなどして、管と管受け台の間に調整材を挿入し、各継手が所定の据え付け高さとなるよう微調整する。

5.6 水管橋前後の取り付け配管

設計図に基づいて水管橋前後の地中埋設部の配管を行う。ここに、橋台コンクリートと埋設配管との連絡部には継ぎ輪を使用し、不同沈下を吸収できるようにしておくことが望ましい。

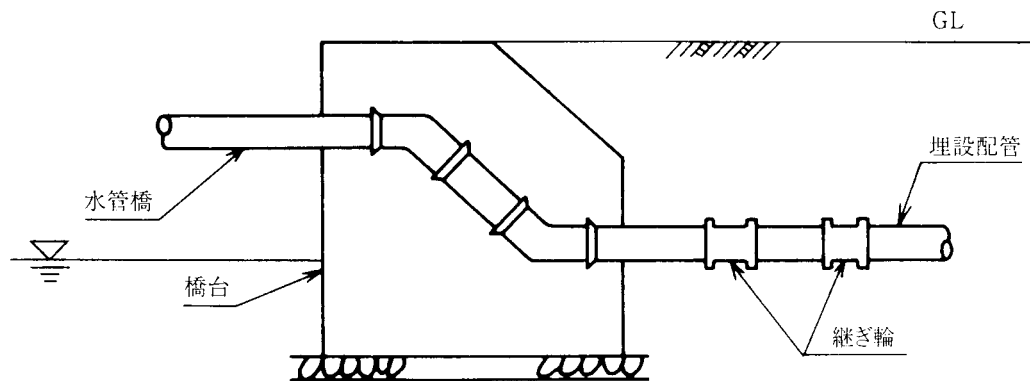


図33 水管橋前後の配管例

6. 橋梁添架配管

支間長が長い場合は橋梁に添架したり、専用のプレートガータやトラスを組んでその上に配管する。この場合、橋梁および管の温度伸縮や橋梁の振動などが管に伝わり、継手が伸縮する可能性がある。また、過去の地震では管の支持金具が破損して添架管が垂れ下がった事例も見られる。このため、添架する管路はNS形、SⅡ形、S形管による鎖構造管路としておくことが望ましい。

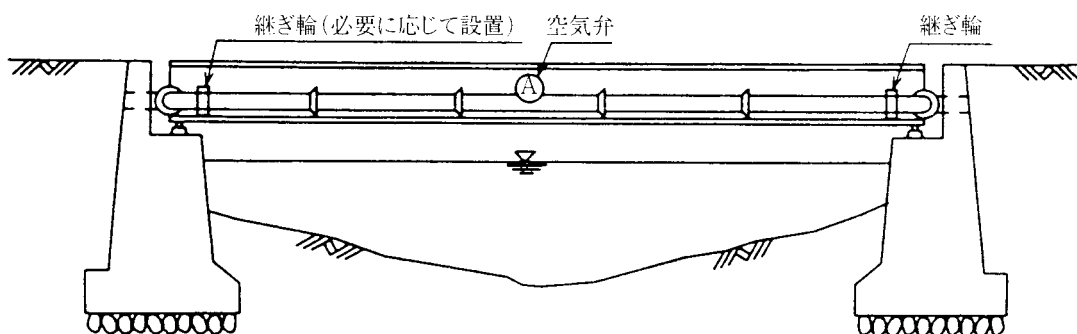


図34 橋梁添架配管例

添架管の支持は、橋梁の主桁、あるいは補桁などに鋼材などで適当な形の支持金具や吊り金具などを取り付けて行う。橋梁の形状に沿って配管するために曲管を添架するなど、水圧による不平均力が作用する管の場合には、その力を保持できる支持金具を使用する必要がある。また、添架配管の耐震性を高めるため、支持金具の形状・寸法や橋梁取り付け部のアンカーボルトなどの設計にあたっては、管重や水重に加えて震度法による地震荷重も考慮することが望ましい。

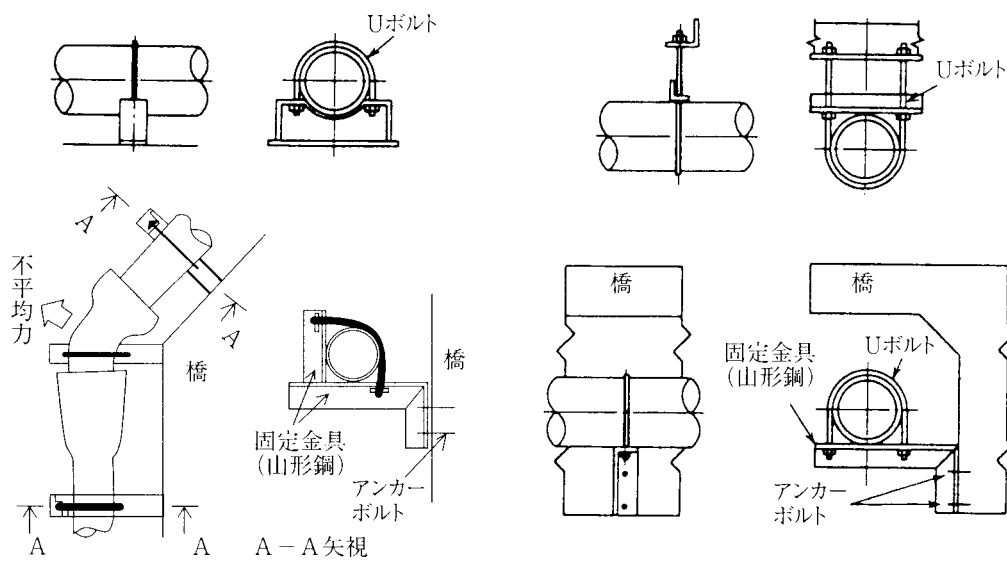


図35 添架管支持例

7. 防凍工

「水道施設設計指針」にもあるように、寒冷地にあつては適切な防凍工を施す必要がある。防凍工の例を図36に示す。

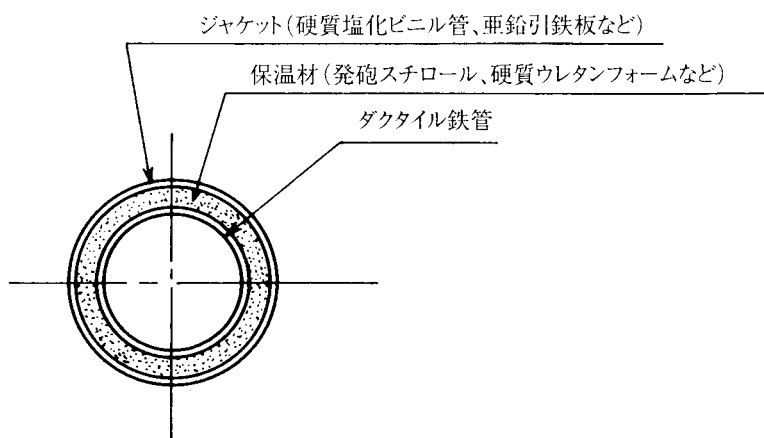


図36 防凍工の例

8. 参考資料

8.1 基本となる指針

水道施設設計指針(2000)の中の7.5.13 水管橋及び橋梁添架管の下記項目に従う。

7.5.13 水管橋及び橋梁添架管

水管橋及び橋梁添架管は、次の各項による。

1. 水管橋

- 1) 管径、支間長、架設地点の地理的条件及び景観との調和を考慮して、最も適切な構造形式を選ぶ。
- 2) 自重、水荷重、地震荷重、風荷重及び積雪荷重等に対して安全であること。
- 3) 支持部分は、管の水圧、地震荷重、温度変化に対して安全な構造とする。
- 4) 橋台付近の埋設管には、撓み性のある伸縮継手を設け、屈曲部には必要に応じて防護工を施す。
- 5) 橋脚は、必要に応じて衝突物に対する防護工を施す。
- 6) 水管橋の最も高い位置に空気弁を設ける。寒冷地にあつては、適当な防凍工を施す。また、必要に応じて管理歩廊を設ける。
- 7) 水管橋には適切な落橋防止措置を講じる。
- 8) 水管橋には適切な防食措置を講じる。

2. 橋梁添架管

- 1) 橋梁の可動端の位置に合わせて、必要に応じて伸縮継手を設ける。
- 2) 橋台付近の埋設管には、撓み性のある伸縮継手を設け、屈曲部には所要の防護工を施す。
- 3) 添架管の最も高い位置に空気弁を設ける。また、寒冷地にあつては適当な防凍工を施す。
- 4) 添架管には適切な防食措置を講じる。

8.2 詳細設計の基準

- (1) 水道施設設計指針(日本水道協会)
- (2) ダクタイル管路配管設計標準マニュアル(日本ダクタイル鉄管協会)
- (3) 水門鉄管技術基準(水門鉄管協会)
- (4) 水管橋設計基準(日本水道鋼管協会)
- (5) 鋼道路橋設計製作示方書・解説(日本道路協会)

8.3 関連法規

水道法	(昭和32年	法律第177号)
河川法	(昭和39年	法律第167号)
労働安全衛生法	(昭和47年	法律第57号)
道路交通法	(昭和35年	法律第105号)
騒音規制法	(昭和43年	法律第98号)
その他		

8.4 諸数値

(1) ダクタイル鉄管(1種管)の断面諸数値を表6に示す。

表6 ダクタイル鉄管の(1種管)の断面諸数値

D	D ₂ (mm)	T (mm)	t (mm)	I (m ⁴)	Z (m ³)	A (m ²)
75	93.0	7.5	6.5	1.86×10 ⁻⁶	3.57×10 ⁻⁵	1.77×10 ⁻³
100	118.0	7.5	6.5	3.99×10 ⁻⁶	6.02×10 ⁻⁵	2.28×10 ⁻³
150	169.0	7.5	6.5	1.24×10 ⁻⁵	1.30×10 ⁻⁴	3.32×10 ⁻³
200	220.0	7.5	6.5	2.83×10 ⁻⁵	2.26×10 ⁻⁴	4.36×10 ⁻³
250	271.6	7.5	6.5	5.43×10 ⁻⁵	3.50×10 ⁻⁴	5.41×10 ⁻³
300	322.8	7.5	6.5	9.24×10 ⁻⁵	5.01×10 ⁻⁴	6.46×10 ⁻³
350	374.0	7.5	6.5	1.45×10 ⁻⁴	6.78×10 ⁻⁴	7.50×10 ⁻³
400	425.6	8.5	7.5	2.42×10 ⁻⁴	1.01×10 ⁻³	9.85×10 ⁻³
450	476.8	9.0	8.0	3.62×10 ⁻⁴	1.36×10 ⁻³	1.18×10 ⁻²
500	528.0	9.5	8.5	5.20×10 ⁻⁴	1.77×10 ⁻³	1.34×10 ⁻²
600	630.8	11.0	10.0	1.03×10 ⁻³	2.98×10 ⁻³	1.92×10 ⁻²

記号の説明 D：呼び径
D₂：管外径
T：規格管厚
t：設計管厚
I：管の断面二次モーメント(規格管厚による)
Z：管の断面係数
A：管鉄部の断面積

(2) ダクタイル鉄管(1種管)の管長1m当たり各種荷重を表7に示す。

表7 ダクタイル鉄管の(1種管)の管長1m当たりの荷重

D	W _p (kN/m)	W _w (kN/m)
75	0.194	0.043
100	0.255	0.077
150	0.365	0.173
200	0.478	0.308
250	0.592	0.481
300	0.753	0.693
350	0.874	0.944
400	1.090	1.232
450	1.272	1.560
500	1.531	1.926
600	2.030	2.773

記号の説明 D：呼び径
W_p：管自重
W_w：管内水重

(3) FT形管、NS形管およびSⅡ形管の主要寸法を表8に示す。

表8 FT形管、NS形管およびSⅡ形管の主要寸法

単位 mm

呼び径	管厚 T	外 径 D2	受口外径D'5、D5			有効長 L	参考質量(kg)		
			FT形	NS形	SⅡ形		FT形	NS形	SⅡ形
75	7.5	93.0	218	161	224	4000	69.4	69.6	70.2
100	7.5	118.0	247	190	255	4000	90.2	89.6	92.2
150	7.5	169.0	304	242	310	5000	160.9	159	164
200	7.5	220.0	358	294	364	5000	210.3	208	214
250	7.5	271.6	418	346	416	5000	264.1	257	264
300	7.5	322.8	473	408	477	6000	372.0	373	380
350	7.5	374.0	554	465	528	6000	444.4	434	440

備考 参考重量は1種内面紛体塗装管の場合を示す。

8.5 FT形継手の接合要領

(1) 受口内面、挿し口外面の清掃

ゴム輪が入る受口内面の異物を取り除き、ウエスなどで清掃する。

(2) ゴム輪の装着

ゴム輪を清掃し、図37に示す形にして受口内におさめる。ふくらんでいる所をおさえた後、全周を手でなで、正しく装着されたことを確認する。

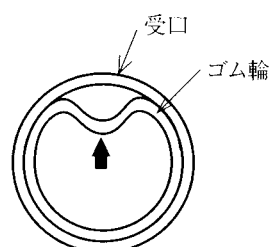


図37 ゴム輪の装着

(3) テーパーリングのセット

挿し口にテーパーリングをセットする。このとき、受口のフランジとテーパーリングの最大厚み部に打刻された継手Noと合マークを合わせる。

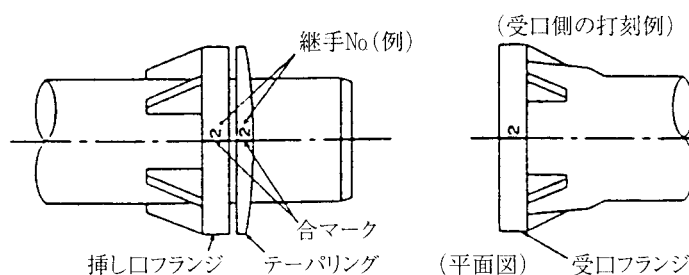


図38 テーパーリングのセット(および打刻の例)

(4) 滑剤の塗布

ゴム輪および挿し口外面にダクタイト鉄管継手用滑剤を塗布する。

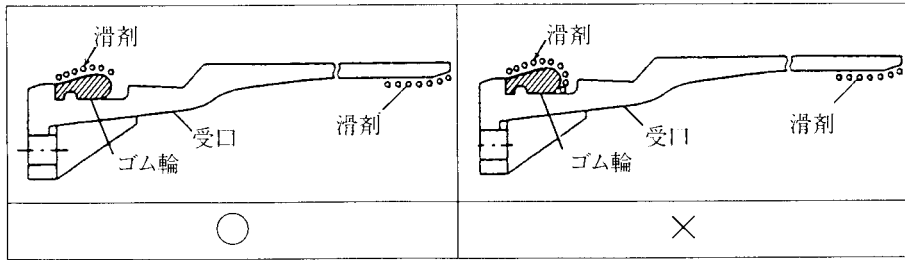


図39 滑剤の塗布

(5) 管の接合

受口および挿し口フランジの2ヶ所に引き込み用ボルトをセットし、ナットを締めこんで受口に挿し口を引き込む。

参考 引き込み用寸切りボルトの寸法(別途準備する。)

・ $\phi 75 \sim \phi 200$:M20 \times 120mm 以上

・ $\phi 250 \sim \phi 300$:M24 \times 140mm 以上

・ $\phi 300 \sim \phi 350$:M30 \times 150mm 以上

(6) ゴム輪の位置確認

FT形継手のフランジ部に設けられた上下左右4ヶ所のゴム輪位置確認用スリットから、受口と挿し口の隙間にゲージを差込み、ゴム輪が正しくセットされていることを確認する。

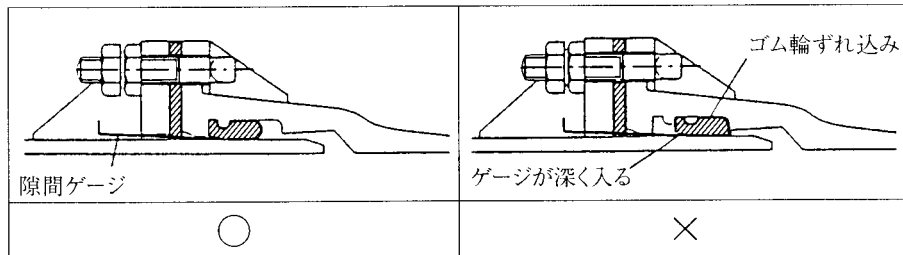


図40 ゴム輪の位置確認

(7) T頭ボルトおよびもどり止めナットの締め付け

引き込み用ボルトを取り外し、T頭ボルトともどり止めナットを締め付ける。このとき、片側の管をクレーンで吊るなどして、管の重さがT頭ボルト・ナットにかからないようにする。

参考 もどり止めナットの締め付け手順

- ① 下ナットをT頭ボルトに入れてスパナなどで確実に締め付ける。
- ② 上ナットをボルトに入れてスパナなどで十分締め付ける。このとき、上ナットだけを回すようにし、上ナットと下ナットの両方にスパナがかからないように注意する。

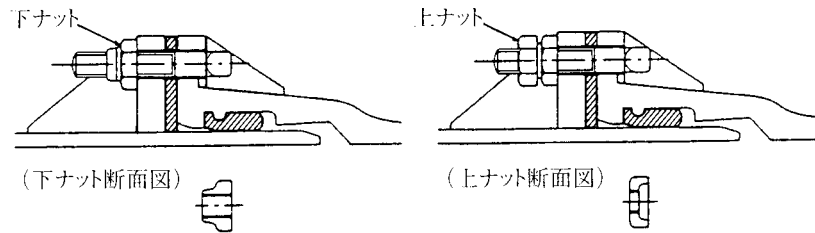


図41 もどり止めナットの締め付け

MEMO

日本ダクタイトル鉄管協会

<http://www.jdpa.gr.jp>

- 東京事務所 〒102-0074 東京都千代田区九段南4丁目8番9号(日本水道会館)
電話 03(3264)6655(代) FAX 03(3264)5075
- 大阪事務所 〒530-0005 大阪市北区中之島2丁目3番18号(新朝日ビル)
電話 06(6203)4712~3 FAX 06(6203)1860
- 北海道支部 〒060-0002 札幌市中央区北二条西2丁目41番地(セコム損保札幌ビル)
電話 011(251)8710 FAX 011(251)8710
- 東北支部 〒980-0014 仙台市青葉区本町2丁目5番1号(オーク仙台ビル)
電話 022(261)0462 FAX 022(261)0462
- 中部支部 〒450-0002 名古屋市中村区名駅3丁目22番8号(大東海ビル)
電話 052(561)3075 FAX 052(561)3075
- 中国四国支部 〒730-0011 広島市中区基町11番5号(三井生命広島ビル)
電話 082(221)8358 FAX 082(221)8358
- 九州支部 〒810-0001 福岡市中央区天神2丁目14番2号(福岡証券ビル)
電話 092(771)8928 FAX 092(771)8928