



呼び径200mm FT形ダクタイトイル鉄管水管橋の施工事例

奈良市水道局給水部東部事業推進課
工務第一係 榮 富也(設計担当)
工務第二係 巽 文男(現場担当)



榮 富也



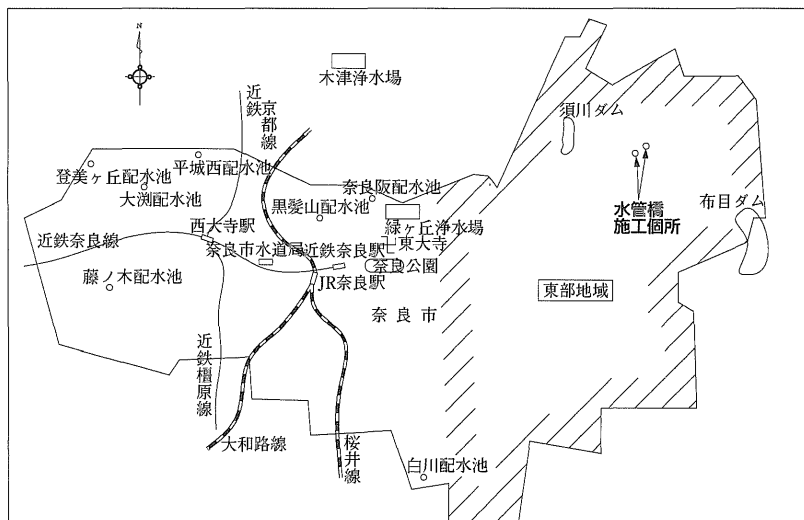
巽 文男

1. はじめに

奈良市では、国の「ふれっしゅ水道計画」に基づき給水区域を市全域に拡張する第6期拡張事業を、平成3年度から着手している。

この事業の概要は「清潔でうまい水の安定供給」を基本目標に、市民皆水道やライフラインの確立、安全でうまい水づくりを図るために、計画給水

図1 位置図



人口40万人、計画一日最大給水量24万7400m³の計画で推進している。

また、この事業計画には、市の東部地域における水道整備事業で、既存の簡易水道(18箇所)を上水道に統合すること、その他の地域に点在している水道未普及地域の解消を図るためにポンプ所(11箇所)と配水池(8箇所)を築造し、これら地域をパイプラインで連絡すべく送・配水管延長約165kmを布設しているところである。

このパイプラインは、呼び径500～50mmで、このうち呼び径75mm以上については、ダクタイル鉄管を使用している。今回水管橋の計画にあたっては、独立水管橋についての経済性等の諸条件を勘案して検討した結果、ダクタイル鉄管の独立水管橋を採用することになった。

2. 工事概要

(1) 工事名

呼び径200～150mm 送・配水支管
(水管橋) 布設工事(第30工区)

(2) 工事場所

奈良市阪原町

(3) 河川名

白砂川

(4) 橋梁名

新鳥ヶ谷橋、野田橋(2橋)

(5) 水管橋

呼び径 : 200mm

支間長 : 22m、17.5m

3. 採用の経緯

今回、ダクタイル鉄管水管橋で架設できる支間長であり、鋼管、ステンレス鋼管と比較検討した結果、比較的安価で施工期間も短いダクタイル鉄管(FT形)の採用となった。表1にFT形ダクタイル鉄管水管橋の最長支間長、表2に管材比較を示す。

表1 FT形ダクタイル鉄管水管橋の最長支間長

呼び径 (mm)	支間長 (m)
75	17.0
100	18.0
150	23.5
200～350	25.0

表2 管材比較

項目	ダクタイル鉄管(DCIP)	鋼管(SP)	ステンレス鋼管(SUS)
機械的性質	DCIP ・引張強さ 420N/mm ² 以上 ・曲げ強さ 600N/mm ² 以上 ・伸び 10%以上 ・比重 7.15	STW370 ・引張強さ 370N/mm ² 以上 ・伸び 25%以上 ・比重 7.85	SUS316TP ・引張強さ 520N/mm ² 以上 ・伸び 25%以上 ・比重 7.98
支間長	表1参照	種々の補剛形式により、延長可能	同左
継手性能	・柔構造継手または鎖構造継手であり、継手自体に伸縮性があり、管体に無理な応力が発生しない。	・溶接継手で一体化されており、温度伸縮等に対して別途伸縮継手が必要となる。	同左
施工性	・接合に特殊な技能を必要とせず、簡単な工具で接合できる。また接合時間も短い。 ・天候に左右されることが少ない。	・溶接に高度な技術を必要とする。 ・現場溶接であるため、天候に左右される。	同左
耐食性	内面はモルタルライニングまたはエポキシ樹脂粉体塗装、外面は特殊塗装(JDPA Z 2009)を施し、高い耐食性を示す。	内面は液状エポキシ樹脂塗装を被覆するが、中小口径管では、溶接部の塗装の補修が困難である。	材質そのものに高い耐食性を持ち、無塗装でも問題ない。
経済性	比較的安価	比較的高価	最も高価

4. 設計

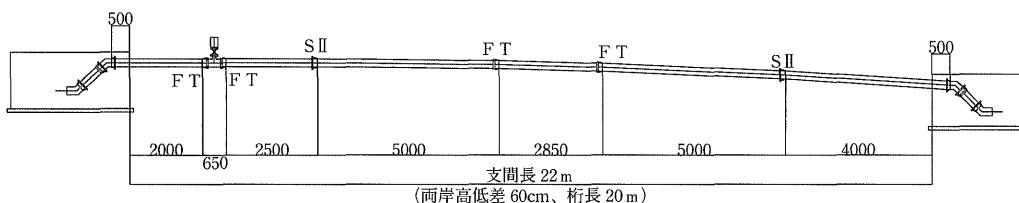
(1) 構造

図2に水管橋の管割図を示す。新鳥ヶ谷橋は片勾配となっており、桁長20mで高低差が約

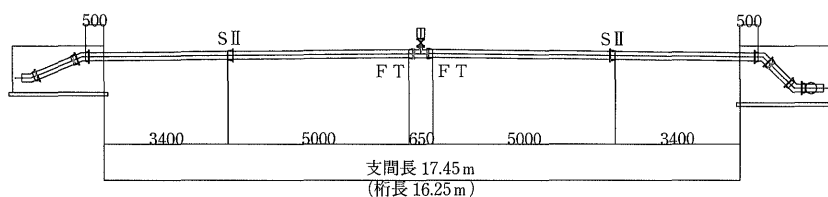
60cmある。そのために通常は中央に空気弁を設置するが、新鳥ヶ谷橋水管橋は橋台近傍に空気弁を設置した。

図2 水管橋管割図

a) 新鳥ヶ谷橋



b) 野田橋



(2) 管体

FT、S II形ダクタイル鉄管1種管

※ FT形の規格管厚は1種管のみである。

(3) 内外面塗装

内面塗装は、管体の応力軽減する目的で管重量を軽くするため、エポキシ樹脂粉体塗装管とした。また外面塗装は布設場所の湿度が高く、露出配管であることから、JCPA Z 2009-1992(ダクタイル鉄管外面特殊塗装)の4-bとした。

(4) 管体応力

管体応力の照査は、日本ダクタイル鉄管協会技術資料JCPA T 41「ダクタイル管による水管橋の設計と施工」に基づき行い、管体応力、FT形継手の曲げモーメントが許容値を満たしているか検討した。以下に主な設計条件および検討結果を示す。

a) 設計条件

- ・呼び径 D (管外径 D₂) 200 (220) mm
- ・設計水圧 p 1.75 Mpa

- ・設計管厚 t (規格管厚 T) 6.5 (7.5) mm
- ・形式 両端固定支持
パイプビーム
- ・地震荷重 k_h 0.3 (水平震度)
- ・風荷重 1.5 kN/m²
(風速40m/s相当)
- ・積雪荷重 考慮せず
- ・ダクタイル鉄管の弾性係数 E 1.6×10⁸ kN/m²
- ・ダクタイル鉄管の許容引張応力 σ_a 1.4×10⁵ kN/m²
- ・ダクタイル鉄管の許容せん断応力 τ_a 0.8×10⁵ kN/m²
- ・地震荷重に対する許容応力割増し 50%
- ・風荷重に対する許容応力割増し 25%
- ・温度変化量 ΔT 50℃ (-10~40℃)
- ・ダクタイル鉄管の線膨張係数 α 1.0×10⁻⁵ /℃
- ・水管橋総重量 10.95 kN
(新鳥ヶ谷橋)
8.57 kN (野田橋)

・φ200mmのFT形継手の許容曲げモーメントMJ
31.4 kN・m

・S II 形継手の伸縮量 e ±52mm

b) 検討結果

新鳥ヶ谷橋(支間長22m)

・割増許容引張応力 σ_{ta}

$$\sigma_a \times 1.25 = 1.75 \times 10^5 \text{ kN/m}^2$$

(∵風荷重>地震荷重)

・最大発生応力 $1.44 \times 10^5 \text{ kN/m}^2 < \sigma_{ta}$

・FT形継手の最大曲げモーメント

$$17.4 \text{ kN} \cdot \text{m} < M_j$$

・温度変化による伸縮量 11 mm < e

野田橋(支間長17.5m)

・割増許容引張応力 σ_{ta}

$$\sigma_a \times 1.25 = 1.75 \times 10^5 \text{ kN/m}^2$$

(∵風荷重>地震荷重)

・最大発生応力 $0.83 \times 10^5 \text{ kN/m}^2 < \sigma_{ta}$

・FT形継手の最大曲げモーメント

$$14.2 \text{ kN} \cdot \text{m} < M_j$$

・温度変化による伸縮量 9 mm < e

(5) キャンバ

水管橋のキャンバは一般的に支間長の1/200が最も美しいとされる。また、キャンバ線形は放物線にすると最も美しい梁に見える。以下にキャンバ線形の二次方程式を示す。

$$Y = -\frac{4}{200 \cdot L} X^2 + \frac{L}{200}$$

ここで、Y:キャンバ高さ L:支間長
X:支間中央部からの距離

今回、新鳥ヶ谷橋が片勾配の橋であるため、次の二次方程式でキャンバ線形を求めた。

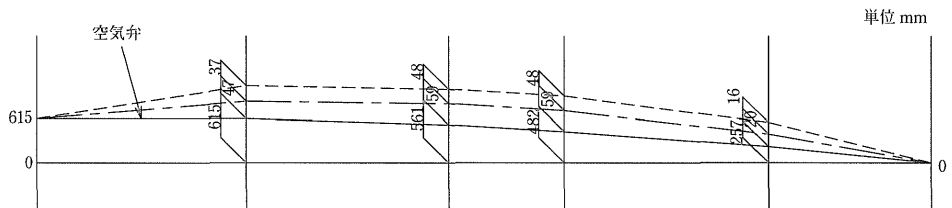
$$Y = \frac{F}{L^2} X(2L - X)$$

ここで、Y:キャンバ高さ F:高低差
L:支間長
X:支間端からの距離

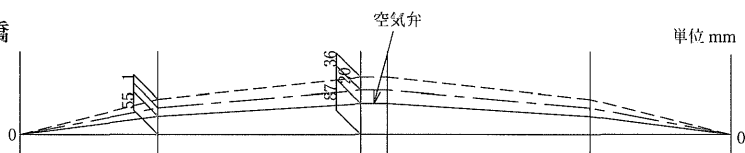
図3に本水管橋のキャンバ線図を示す。

図3 キャンバ線図

a) 新鳥ヶ谷橋



b) 野田橋



----- : 据え付高さ
----- : 自重時高さ
----- : 供用時高さ

(6) 橋台

橋台は重力式橋台で検討を行った。管体重量、水重作用時および水圧負荷時に転倒しないよう形状を決定した。

5. 施工

(1) 仮組み

FT形ダクタイトル鉄管は製作後、規定に従い工場内で仮組みをする。仮組みした結果、設計通りのたわみ量であることを確認した。

写真1 仮組状況



(2) 足場設置

管の接合、キャンパ調整および現地塗装が円滑に行えるよう足場を設置した。

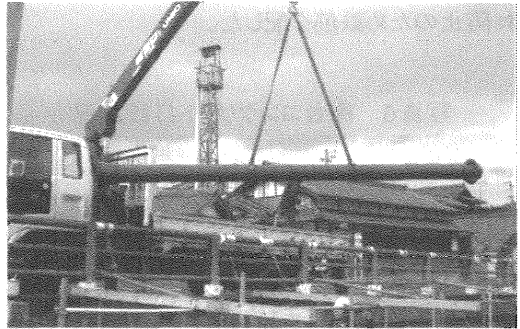
写真2 足場



(3) 管体吊り込み

管の吊り込みは、2車線道路の内1車線を占有し、管を1本ずつ吊り降ろし足場で接合する単管吊り込み方式とした。

写真3 管体吊り込み状況



(4) 接合

管を足場に仮受けし接合を行った。作業自体は管の受口にゴム輪を挿入し、ボルトを締めるだけのもの迅速に行われた。

写真4 接合状況

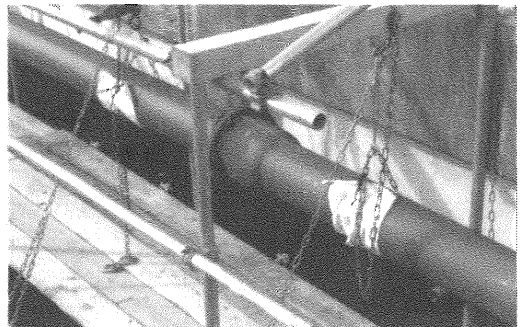


(5) キャンパ調整

キャンパの調整は、足場に吊り材を取り付けチェーン・ブロック、ターンバックルを用いて調整を行った。

(6) 橋台コンクリート打設

写真5 キャンパ調整状況



橋台は重力式橋台で検討を行ったが、ひび割れ防止のため鉄筋を配した。

写真6 橋台コンクリート打設状況



(7) 現地塗装

現地塗装として、配管終了後にJCPA Z 2009-1992(ダクトイル鉄管外面特殊塗装)の4-bに基づき、ポリウレタン樹脂塗装を塗布した。

なお塗装色は、橋梁および周囲の景観を考慮し水色系とした。

(8) 空気弁

新鳥ヶ谷橋水管橋の空気弁側の防渡柵は、河川の法面との取り合いで、空気弁と橋台との間に設置することができず、空気弁部が防渡柵より道路側に配置することになった。そのため河川の法面に弁室を構築し、空気弁部を法面部に埋設した。

写真7 工事完了後(新鳥ヶ谷橋)

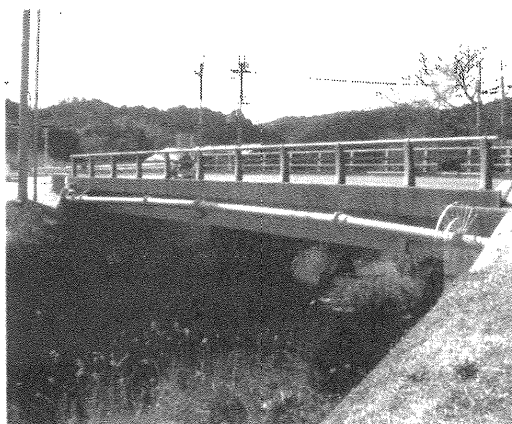


写真8 工事完了後(野田橋)

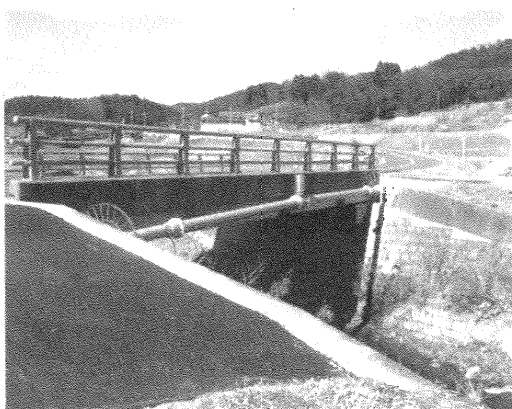


表3 水管橋施工のタイムテーブル

上段:新鳥ヶ谷橋、下段:野田橋

	日 数(日)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
仮足場設置	●●									
管の吊り込み・ 据え付け・接合	●●	●●	●●							
キャンバの設定		●●	●●							
橋台コンクリートの打設				●●●●●●●●						
現地塗装							●●●●●●●●			●●●●●●
	計:10日間									

・橋台コンクリートの養生期間、型枠の撤去および現地塗装の乾燥時間は計上していない。

6. 施工期間

表3に水管橋の施工のタイムテーブルを示す。施工はトラブルもなく、予定通り完了した。(写真7、8に工事完了後の全景を示す。)

7. おわりに

以上のようにダクタイトイル鉄管で架設された2橋の水管橋はいずれも設計通りの緩やかなアーチを構築し、施工性もよく短期間で確実に施工を完了できた。

最後に本事業の実施に際し、ご協力を賜った地元、関係各位に感謝するとともに、本文が読者諸兄の御参考になれば幸いである。