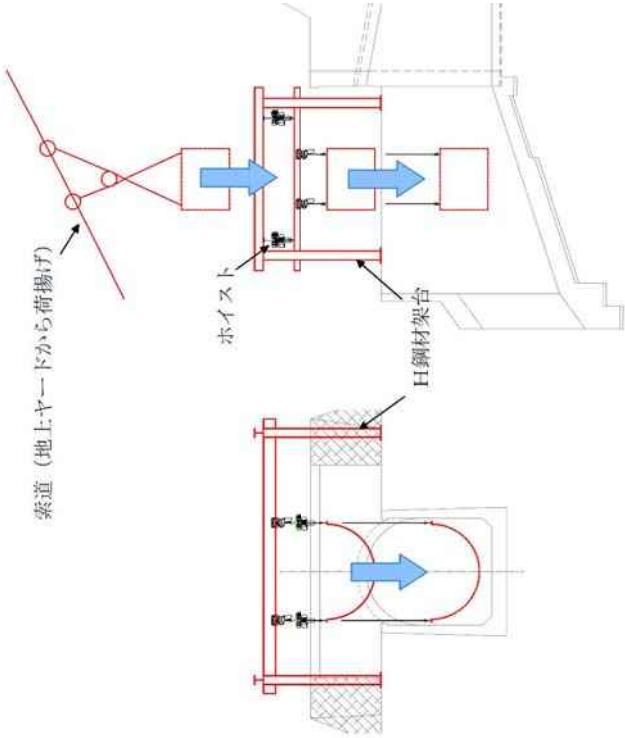


6.6.3 (資料 3) 三方原用水二期地区

No.	項目	助言事項等	対応方針（案）	処理結果	備考
1	既設施設の強度確認	既設トンネル天端については、当時の施工技術上、完全にコンクリートが充填されていない可能性がある。施工前にコンクリート強度を確認しておくこと。	● 確認する。	● 工事契約後、受注業者によりコア採取を行い、コンクリート強度、背面空洞の有無、覆工厚さについて確認する。	
2	仮設計画の検討	坑口から坑内に移動する際の昇降設備ならびに設置方法を検討すること。	● 検討する。	● 既設水路と挿入する鋼管とのクリアランスが殆ど無いことから、やむを得ない措置として仮設梯子で対応する。 【補足説明 1】	
3	仮設計画の検討	作業時間を短縮又は有効活用を目的とした仮置きヤード設置を検討すること。	● 検討する。	● 坑口周りのスペースを利用して、H鋼梁台の設置により通水時に鋼管搬入の準備を行うものとする。 【補足説明 2】	
4	充填材圧送方法の検討	スライムグラウトとビスコトップ充填材について、高粘性材料の圧送方法について検討すること。	● 検討する。	● ビスコトップ充填材は粘性が高く、長距離圧送に向かない。一方で、日当たり打設量は 2～3m ³ と少ないことから、坑口周りのスペースを利用して小型機械によるプラントヤードを設置し、坑口直近から充填材を打設する方法に変更する。 【補足説明 3】	
5	鋼管の強度	裏込め強度を期待しなくても、鋼管で十分に土被りや水圧に耐えられることを確認すること。	● 計算手法を確認する。	● 土被り荷重に対する管体構造計算を行った結果、所定の強度を確保できることを確認した。 【補足説明 4】	
6	充填材による濁水の対策について	濁水対策に留意すること。	● 施工時に検討する。	● 坑口周りヤードから、地上ヤードに設置した濁水処理施設へ送水して処理する。 【補足説明 5】	
7	溶接について	半割鋼管溶接時について、坑内での調整作業が発生する。調整時間を踏まえた施工計画とすること。 また、溶接で求められる精度を確認し、芯出し方法や所要時間等の確認をすること。	● メーカーも含めて、作業方法、作業時間等を確認する。	● 現設計においては、坑内配管の専門業者と打ち合わせを行い、想定し得る作業時間に基づき工程日数を設定している。また、溶接時の芯出し方法について、同上業者にヒアリングを行い、これに基づき設定した作業時間となっていることを確認した。 【補足説明 6】	
8	溶接について	施工性を考慮して、鋼管のソケットやボルト止めの採用を検討すること。また、溶接の場合、6 日に 1 回の作業で水中溶接が必要になるため作業員の確保が困難と思われる。	● 水替えできない箇所はボルト止めで検討しているが、全てボルト止めにするかどうかは施工性も含めて検討。	● 鋼管溶接接合からフランジ・ソケット接合への施工方法の変更は、施工時間短縮の観点から極めて有効な策と受けている。ただし、フランジ化は、半割鋼管を成形させて坑口へ搬入させる都合から採用が困難である（1 号トンネルを除く）。また、鋼管のソケット化は、耐震性能の照査手法を明確化する必要（現在の鋼管の耐震設計手法は溶接継ぎ手を前提としている）があり、R2 年度において検証を行っていくものとする。 【補足説明 7】	
9	流水阻害低減の検討	断面の変化部について水がスムーズに流れる方法を検討すること。	● デーパーをできるだけ設置することを検討。	● 補強鋼管端部のテーパー化を行うことで検討を進める。 【補足説明 8】	

補足説明 2. 坑口周辺への仮設ヤード設置について

鋼管の搬入口となるオーブンランジション上部にH鋼架台を組み、地上ヤードから索道で吊り上げた管材を受け取る方策を採るものとする。この作業を通水期間中に終えておけば、断水+水位低下と同時に坑内搬入作業が着手可能であり、工事進捗の確保が図れるものと考ええる。



図一坑口仮設架台のイメージ

補足説明 3. 空隙充填材の注入方法について

トンネル坑口周辺には若干の平場があり、これを仮置きヤードとして活用する。特に、本工事で使用するグラウト材（ビスコトップ）は高粘性で、長距離圧送が出来ないため、この仮置きヤードに設置した注入ブランチを用いて充填作業を行うものとする。



図ー2・3号トンネルの坑口周辺ヤード（案）

坑口ヤード求積表（最大打設量2m ³ /hr）				
項目	規格	平面寸法	必要面積 (m ²)	
基材用ミキサー	1000L級	3.1m×2.1m	6.51	
基材用グラウトポンプ	22kw	3.2m×0.6m	1.92	
添加剤用ミキサー	800L級	3.1m×1.7m	5.27	
添加剤用グラウトポンプ	11kw	1.6m×0.6m	0.96	
基材・添加剤混合装置		1.5m×1.0m	1.50	
吸水槽	3m ³ 級	1.5m×2.0m	3.00	
排水槽	3m ³ 級	1.5m×2.0m	3.00	
発動発電器	100kVA	2.75m×1.05m	2.89	
基材置き場（バラ袋）	100袋程度	1.0m×2.0m	2.00	
添加剤置き場（一斗缶）	120本程度	1.0m×1.5m	1.50	
計			28.55	
余裕率			200%	
①必要ヤード面積			85	
②ヤード利用面積			159	
判定 ①<②→ok			o k	



図ー4号トンネルの坑口周辺ヤード（案）

坑口ヤード求積表（最大打設量2m ³ /hr）				
項目	規格	平面寸法	必要面積 (m ²)	
基材用ミキサー	1000L級	3.1m×2.1m	6.51	
基材用グラウトポンプ	22kw	3.2m×0.6m	1.92	
添加剤用ミキサー	800L級	3.1m×1.7m	5.27	
添加剤用グラウトポンプ	11kw	1.6m×0.6m	0.96	
基材・添加剤混合装置		1.5m×1.0m	1.50	
吸水槽	3m ³ 級	1.5m×2.0m	3.00	
排水槽	3m ³ 級	1.5m×2.0m	3.00	
発動発電器	100kVA	2.75m×1.05m	2.89	
基材置き場（バラ袋）	100袋程度	1.0m×2.0m	2.00	
添加剤置き場（一斗缶）	120本程度	1.0m×1.5m	1.50	
計			28.55	
余裕率			200%	
①必要ヤード面積			85	
②ヤード利用面積			96	
判定 ①<②→ok			o k	

補足説明 4. 鋼管の構造計算について

①土被り荷重に対する照査

検討対象区間はトンネルの坑口区間であり、何れも土被深が浅く地下水もない。ここでは「溝型埋設」と仮定して、土圧に対する管体構造計算を行った結果、何れの区間においても所定の強度（たわみ率）を満足することが確認された。

a. 管体設置条件

トンネル名	補強延長	補強鋼管諸元		土被り深 (m)	備考
		口径(mm)	板厚(mm)		
1号	8.0m	3,100	12	STW400	地下水無し
2・3号	8.0m	"	"	"	"
4号	4.0m	"	"	"	"

b. 裏込め材の強度

鋼管と既設トンネルとの空隙は、セメント系材料で裏込を行う。
裏込め材は、土地改良事業計画設計基準・設計「水路トンネル」 p.274
の記述に準じて、1.0N/mm²の強度を持たせることで、地山と同程度の
支持角が得られるものと考えた。

c. 周辺地山の条件

過年度の調査によると、検討対象区間の土質は礫質土が主体（赤枠部分）である。その物性値は下表のとおりである。

Vs区分	地層 記号	地層名	土質	採用 N値	土性	単位体積 重量 γ (kN/m ³)	粘着力 c (kN/m ²)	せん断 抵抗角 φ (度)	変形係数 E (MN/m ²)	α
Vs < 100	Vs1	表土・盛土	礫質土	1	非常にゆるい礫	17	0	25	0.7	4
100 ≤ Vs < 200	Vs2-d	盛土・崩積土	礫質土	6	ゆるい礫	18	0	35	4.2	4
200 ≤ Vs < 300	Vs2-g		礫質土	18	中位の礫	19	0	35	12	4
300 ≤ Vs < 400	Vs3-g		礫質土	32	密な礫	20	0	40	22	4
400 ≤ Vs < 500	Vs3-s	高位段丘 堆積物	砂質土	34	密な砂	20	0	40	23	4
500 ≤ Vs	Vs3-g		粘性土	25	緩い粘性土	19	200	0	17	4
	Vs4-g		礫質土	50	非常に密な礫	21	0	45	35	4
	Vs4-s		粘性土	50	非常に硬い粘性土	20	400	0	35	4
	Vs4-DH		軟岩(DH)	200	DH級軟岩	21	100	21	100	4
	Vs5-CL	岩盤	軟岩(CL)	-	CL級軟岩	23	500	35	300	4
	Vs5-CH		中硬岩	-	CH級-中硬岩	24	1,250	40	750	4

管体構造計算〔鋼管 φ3100 STW400〕

件名：三方・鋼管補強区間の検討
ケース：1

内径 D = 3100.0 mm
外径 Dc = 3124.0 mm
管厚 T = 12.0 mm
平均半径 R = 1556.0 mm
余裕厚 t = 0.0 mm
管自重 Wp = 9.0336 kN/m

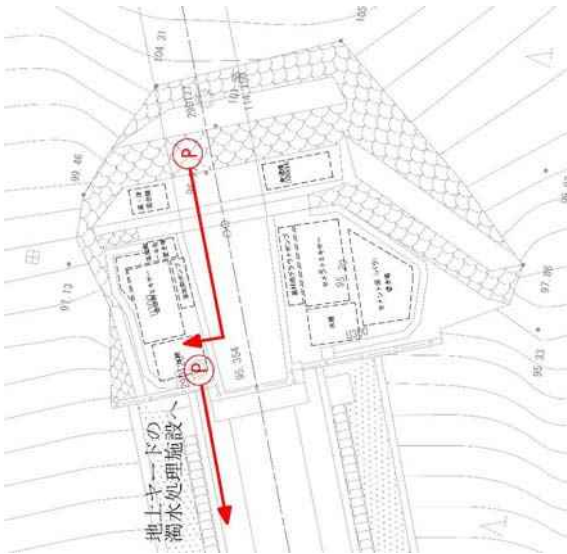
布設状態 溝形
土の単位重量 γ = 19.00 kN/m³
内部摩擦角 φ = 35.0°
土圧係数 K = 0.2710
設計支持角 2θ = 180° (自由支承)
管頂掘削幅 B = 7.224 m

群集荷重(耕作道、山林下) 3.00 kN/m²
沈下比 e' = 7000 kN/m²
基礎材の反力係数 F1 = 1.0
変形遅れ係数 = 3.0 %
設計たわみ率

土被り H (m)	等沈下面 He (m)	土圧係数 C	鉛直 土圧 公式	鉛直 強度 Wp (kN/m ²)	長期荷重 たわみ量 dx1 (cm)	長期水平 荷重強度 Px (kN/m ²)	側壁 係数 t	鉛直荷重 強度 Ww (kN/m ²)	短期荷重 たわみ量 dx2 (cm)	短期水平 荷重強度 Pw (kN/m ²)	曲げモー メント M (kN・m)	たわみ 量 dx (cm)	たわみ 率 (%)	許容た わみ率 (%)	判定	備考
2.10	2.100	1.000	垂直	38.00	3.05	68.71	0.0	3.00	0.18	4.01	4.697	3.23	1.04	3.00	OK	2・3号T
2.20	2.200	1.000	垂直	38.00	3.05	68.71	0.0	3.00	0.18	4.01	4.697	3.23	1.04	3.00	OK	
2.30	2.300	0.642	Cc	38.13	3.06	68.88	0.0	3.00	0.18	4.01	4.705	3.24	1.04	3.00	OK	
2.40	2.400	0.666	Cc	39.55	3.15	70.79	0.0	3.00	0.18	4.01	4.803	3.33	1.07	3.00	OK	
2.50	2.500	0.690	Cc	40.97	3.23	72.67	0.0	3.00	0.18	4.01	4.899	3.41	1.10	3.00	OK	
2.60	2.600	0.714	Cc	42.36	3.31	74.53	0.0	3.00	0.18	4.01	4.993	3.49	1.12	3.00	OK	
2.70	2.700	0.737	Cc	43.74	3.40	76.38	0.0	3.00	0.18	4.01	5.087	3.57	1.15	3.00	OK	
2.80	2.800	0.760	Cc	45.10	3.48	78.19	0.0	3.00	0.18	4.01	5.180	3.65	1.17	3.00	OK	
2.90	2.900	0.782	Cc	46.44	3.56	79.99	0.0	3.00	0.18	4.01	5.271	3.73	1.20	3.00	OK	
3.00	3.000	0.805	Cc	47.77	3.64	81.77	0.0	3.00	0.18	4.01	5.362	3.81	1.23	3.00	OK	
3.10	3.100	0.827	Cc	49.08	3.71	83.52	0.0	3.00	0.18	4.01	5.451	3.89	1.25	3.00	OK	
3.20	3.200	0.849	Cc	50.38	3.79	85.25	0.0	3.00	0.18	4.01	5.539	3.97	1.28	3.00	OK	4号T
3.30	3.300	0.870	Cc	51.66	3.87	86.96	0.0	3.00	0.18	4.01	5.626	4.04	1.30	3.00	OK	
3.40	3.400	0.892	Cc	52.92	3.94	88.65	0.0	3.00	0.18	4.01	5.712	4.12	1.32	3.00	OK	
3.50	3.500	0.913	Cc	54.17	4.02	90.32	0.0	3.00	0.18	4.01	5.797	4.19	1.35	3.00	OK	
3.60	3.178	0.936	Cc	55.54	4.10	92.16	0.0	3.00	0.18	4.01	5.890	4.28	1.37	3.00	OK	
3.70	3.014	0.960	Cc	56.99	4.18	94.09	0.0	3.00	0.18	4.01	5.989	4.36	1.40	3.00	OK	
3.80	2.912	0.985	Cc	58.45	4.27	96.04	0.0	3.00	0.18	4.01	6.088	4.45	1.43	3.00	OK	1号T
3.90	2.837	1.009	Cc	59.90	4.36	97.99	0.0	3.00	0.18	4.01	6.187	4.53	1.46	3.00	OK	
4.00	2.778	1.034	Cc	61.37	4.44	99.94	0.0	3.00	0.18	4.01	6.287	4.62	1.49	3.00	OK	
4.10	2.728	1.059	Cc	62.83	4.53	101.90	0.0	3.00	0.18	4.01	6.387	4.71	1.51	3.00	OK	
4.20	2.687	1.083	Cc	64.30	4.62	103.86	0.0	3.00	0.18	4.01	6.486	4.80	1.54	3.00	OK	
4.30	2.651	1.108	Cc	65.77	4.70	105.83	0.0	3.00	0.18	4.01	6.586	4.88	1.57	3.00	OK	
4.40	2.619	1.133	Cc	67.24	4.79	107.79	0.0	3.00	0.18	4.01	6.686	4.97	1.60	3.00	OK	
4.50	2.591	1.158	Cc	68.71	4.88	109.76	0.0	3.00	0.18	4.01	6.787	5.06	1.63	3.00	OK	

補足説明 5. 濁水処理について

背面充填時は、既設トンネルと補強鋼管との間にある空隙内の水を、充填材で押しだしながら排水させる。この排水は、坑内に設置した工事用ポンプで直ちに坑外へ搬出し、更に地上ヤードの濁水処理施設へ送水する計画とする。



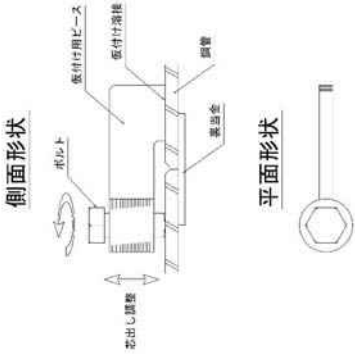
図一濁水の送水イメージ

補足説明 6. 鋼管溶接時の芯出しおよび所要時間について

鋼管溶接時の芯出しは、以下の写真・図のように仮付け用ピースを用いて仮止めし、溶接熱で前後管突き合わせ面の凹凸が出ないように行う。

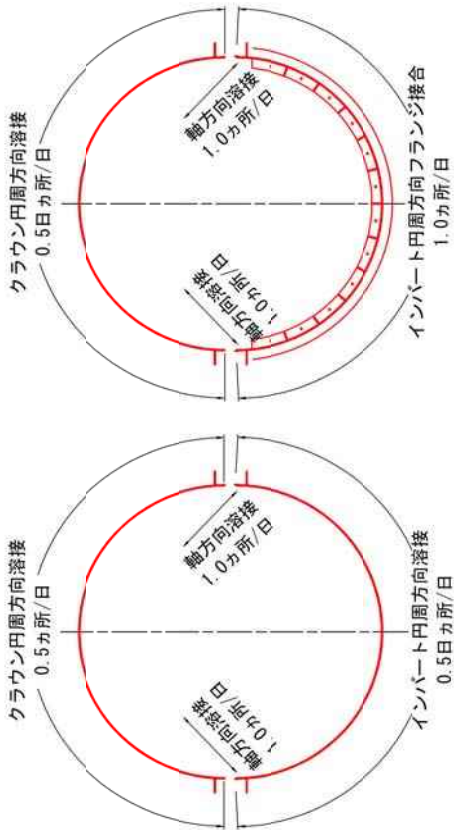


写真一鋼管の仮付け・芯出し状況



図一仮付け用ピースの形状

トンネル内配管溶接の専門業者との打ち合わせの結果、1回/週、3.0hr/回の断水条件において、下記の所要時間であれば十分に施工可能と想定（専門業者へのヒアリングによる）している。
なお、本設計においては2班投入により工期短縮を図っている。（光線防御等の安全管理面で2班投入が限界）

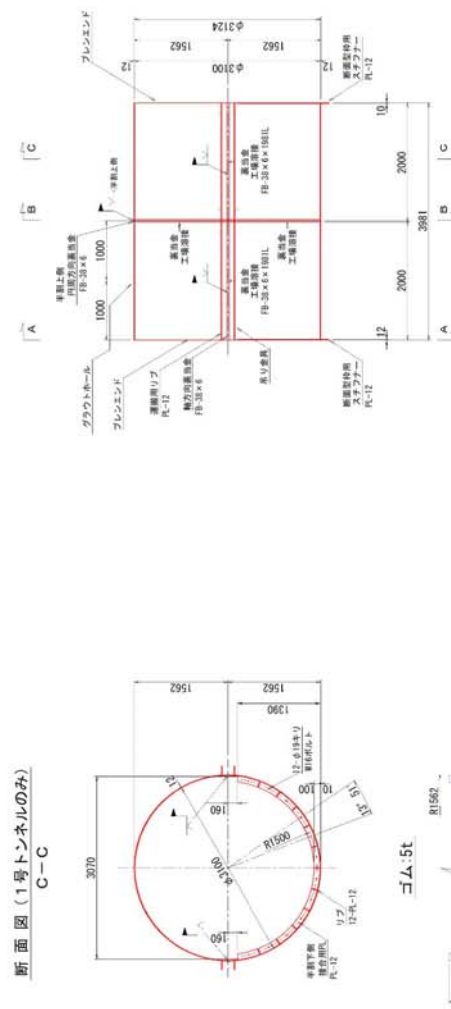
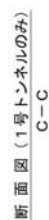
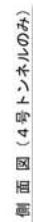


(2・3号、4号トンネル)

(1号トンネル)

作業項目	数量	単位 作業 能力 (各単位)	班数 (班)	日数 (断水) (回)	工程日数 (要断水回数)				
					5	10	15	20	
1号	ガイドレール設置	一式	-	4	1				
	引き込み用治具設置	一式	-	1					
	インバート円周方向溶接	4ピース	1	4		1			
	インバート円周方向溶接 (フラグ)	3カ所	1	2			1		
	クラウン引込み	4ピース	1	4				1	
	クラウン円周方向溶接	3カ所	0.5	2					1
2号	軸方向溶接	8カ所	1	2					
	溶接部検査	一式	-	1					
	ガイドレール設置	一式	-	4	1				
	引き込み用治具設置	一式	-	1					
	インバート円周方向溶接	4ピース	1	4		1			
	インバート円周方向溶接 (溶接)	3カ所	0.5	2			1		
3号	クラウン引込み	4ピース	1	4				1	
	クラウン円周方向溶接	3カ所	0.5	2					1
	軸方向溶接	8カ所	1	2					
	溶接部検査	一式	-	1					
	ガイドレール設置	一式	-	4	1				
	引き込み用治具設置	一式	-	1					
4号	インバート円周方向溶接	2ピース	1	2		1			
	インバート円周方向溶接 (溶接)	1カ所	0.5	2			1		
	クラウン引込み	2ピース	1	2				1	
	クラウン円周方向溶接	1カ所	0.5	2					1
	軸方向溶接	4カ所	1	2					
	溶接部検査	一式	-	1					

S=1:40



業務名	三方原用水二期農業水利事業 清水幹線水路トンネル掘削機護その工事
図面名	鋼管詳細図(1/2)
作成年月日	平成31年3月
縮尺	S=1:40 図面番号 3-1/2
会社名	■■■■■
事務所名	関東建設院三方面土木二課第一組事務所

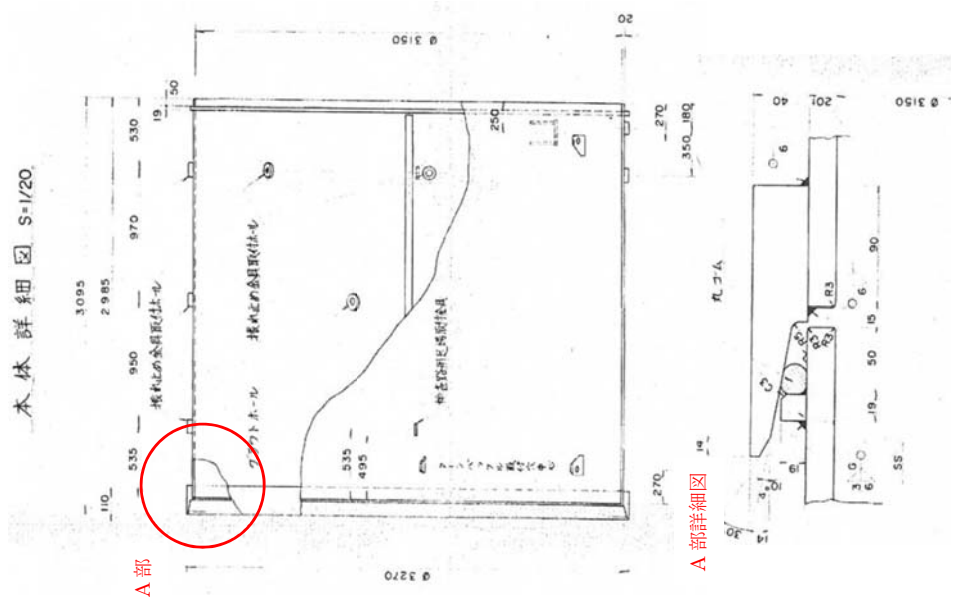
補足説明 7. 鋼管の継ぎ手構造について

本設計では、鋼管の継ぎ手は溶接構造としており、水没が避けられず、鋼管をそのままの形状で坑内搬入できる1号トンネルのみフランジ止めとしている。

同一水路で鋼管によるトンネル補強を行った前歴事業（三方原地区施設整備事業・S51～54年度）では、継手構造にソケット式を採用（下図）しており、本設計においても同型式を採用すれば、作業時間の短縮が図れ、より確実な工程日数の設定が可能になるものと思われる。

ただし、鋼管のソケット式継ぎ手はコストが嵩むことに加え、①本設計の補強目的が耐震補強であること、②各種基準書において、DCIP管とFRPM管の耐震設計手法は明示されているが、鋼管に関しては溶接継ぎ手構造のみ明示されていること、等、構造計算手法の面で解決すべき課題がある。

今後は、上記課題についての検討を深め、鋼管ソケット式継ぎ手の採用の妥当性を判断していきたいと考える。



図一 前歴事業で用いられた補強鋼管の構造

補足説明 8. 鋼管の端部テーパー処理について

本設計では、背面充填材の漏出防止壁として、端部妻面にレンガ積みを行う計画である。

また、レンガ壁面のみでは充填圧に耐えられないことから、鋼管端部にスティフナーを設け、これをレンガの補強材としている。そのため、端部の形状は施工性を優先し、ストレートエンドとしているが、水理性能の低下は無論のこと、浮遊物の衝突や引っ掛かりが生じて、更なる水理性能の低下や、管体の損傷発生が懸念される場所である。

工事実施にあたっては、下図のように端部をテーパー処理する方策について検討し、上記課題の克服に努めるものとする。

