



呼び径1800mmダクタイトイル鉄管 による堀越送水トンネル更新工事

北九州市水道局 給水部東部工事事務所
工務係 小川信生 (前設計課)



1. はじめに

北九州市の水道事業は、本市の前身の一部である旧門司市が明治44年に部分給水を開始

して以来およそ90年の歴史を重ねてきた。その間、周辺都市の発展に伴い、若松、小倉、八幡、戸畑の各市においても相次いで水道事業が創設され、それぞれ単独に水需要に対応してきた。

昭和27年、旧門司市を除く4市と福岡県は北九州水道組合（昭和37年4月に北九州水道企業庁と改称）を設立、水道の一元化を図り、旧門司市と併立して水道用水の供給を開始した。

その後昭和38年、旧5市が合併して北九州市が発足、翌年の昭和39年に北九州水道企業庁と旧門司市が統合して新たに北九州市水道局として再発足し、今日に至っている。

図1 水利系統図

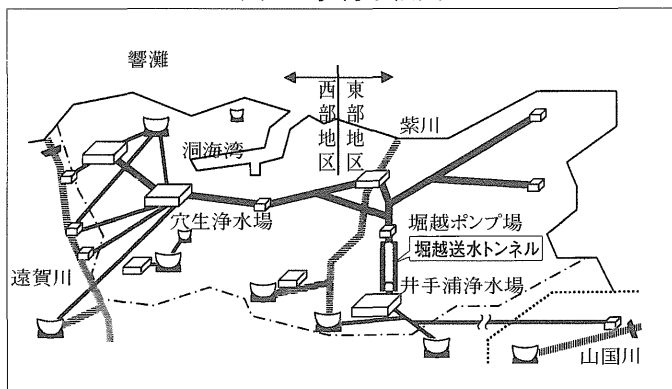
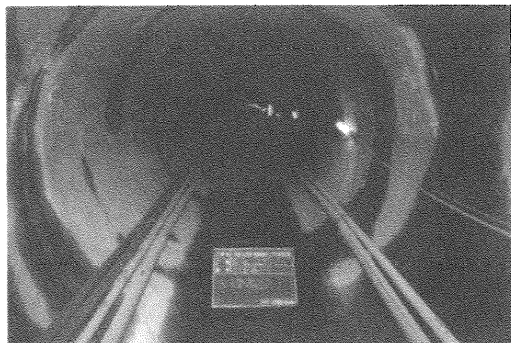


写真1 井手浦浄水場全景



写真2 更新前の送水トンネル



現在では、第5期拡張事業の完成により、769,000m³/日の給水能力を有するまでになっている。これらの拡張事業の完了により本市は、本格的な維持管理の時代へと移行していくこととなる。

今回、東部地区の基幹送水施設であり、老朽化が進行している井手浦浄水場と堀越ポンプ場を結ぶ全長4,000m余の堀越送水トンネルについて更新工事を実施したのでその概要を報告する。

2. 堀越送水トンネルの概要

井手浦浄水場と堀越ポンプ場を結ぶ堀越送水トンネルは、昭和40年代、第3期拡張事業にて築造されたコンクリート製隧道式送水路であり、現在、160,000m³/日の浄水を本市東部地区（門司区、小倉北区、小倉南区）の約30万人市民に給水している基幹送水施設の一つである。

同送水路は、建設当時、トンネル工法としては最もポピュラーであったコンクリート巻き立てによるものであった。しかし、30年以上の年月を経た今日、先のトンネル健全度調査の結果、老朽化が進行し、今後の安定給水に支障を来すことが判明した。

この送水トンネルを修復するためには次の課題を抱えている。

- ① 長期間断水が困難であり、断水可能期間が約120日程度である。
- ② 本トンネルは送水施設であるため、浄水の流出や外水侵入による汚染を完全に防止することが必要である。
- ③ 仮に長期間断水を行うためには、当送水施設

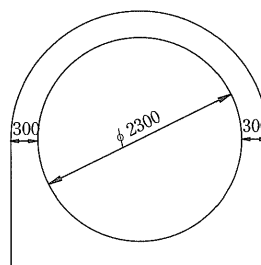
の代替機能を別途準備したり、改修時の施工性・経済性等を更に総合的に評価する必要がある。

以上のことを総合的に評価した結果、完全な機能回復（水密性）が期待できる「パイプ・イン・パイプ工法」が最も効果的な工法であると判断した。

また、先の阪神淡路大震災の教訓から、全国的に災害時における「ライフラインの確保」の必要性および対策の強化が叫ばれている折り、本市においても堀越送水トンネル更新事業を「ライフライン強化対策事業」と位置づけ、今回、更新工事に踏み切ったものである。

- 名 称:井手浦～堀越間送水隧道
- 位 置:井手浦浄水場～堀越サージタンク
- 竣 工:昭和47年3月
- 送水開始:昭和47年4月
- 延 長:4,049m
- 内 径:2,300mm
- 縦断勾配:1/1000
- 構 造:円形コンクリート造

図2 トンネル断面図



3. 更新計画

3.1 施工時期・工期の検討

全長4,049mの堀越送水トンネルは、市内最大の送水施設であり、これを停止することは大きなリスクを背負うことになる。検討の結果、浄水の運用及び安定給水の面で一番リスクの小さい（使用水量が少ない期間）1月から4月末の120日間

図3 トンネル位置図

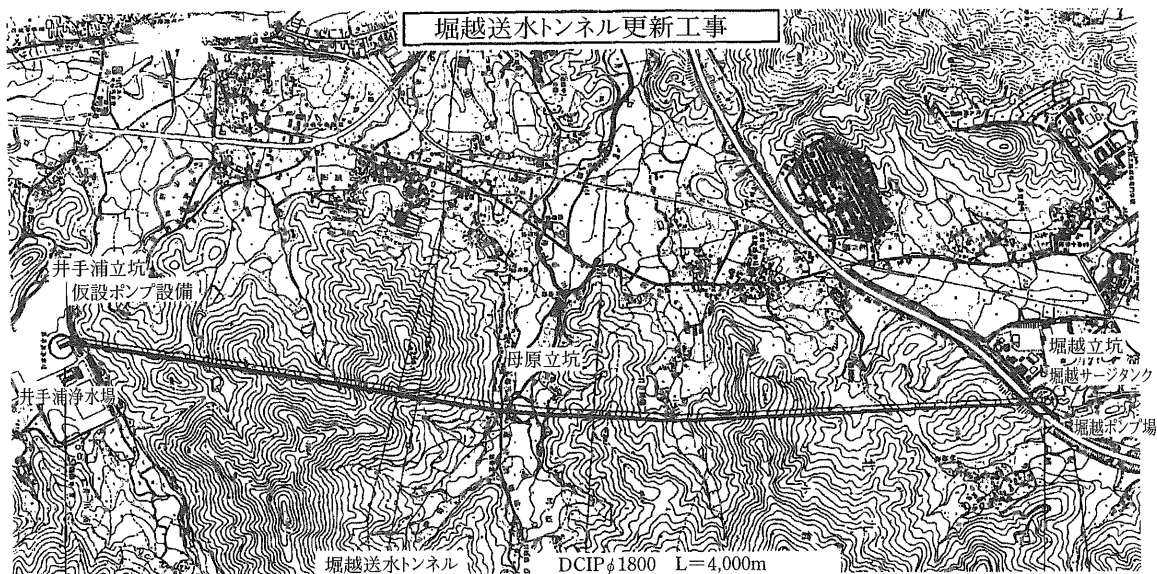


図4 トンネル平面図

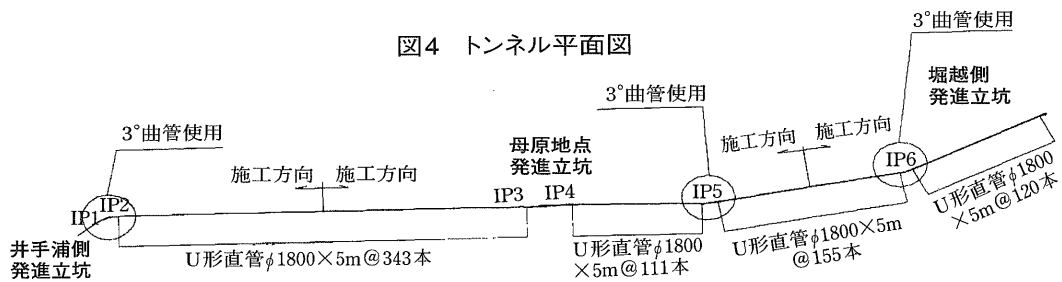
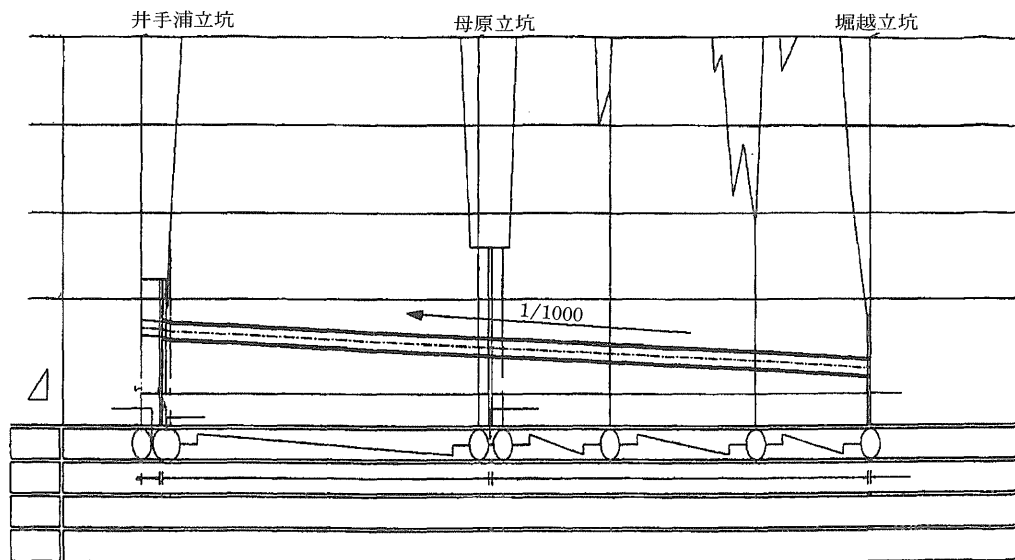


図5 縦断面図



に限り送水を停止することに決定した。

なお、更新工事期間中の応援給水として、西部地区の穴生浄水場から110,000m³/日を、ま

た、トンネル点検用に別途整備していたバイパス管路（通常時、配水管として使用）を使用して50,000m³/日をそれぞれ送水することで対応した。

図6 更新工事工程表

	平成11年度												平成12年度												平成13年度						
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7			
①実施設計	■																														
②立坑工事 ・準備工、片付け工													■																		
・仮設鋼台工(堀越)													■																		
・仮設用地造成(母原)													■																		
・鋼矢板土留め工													■																		
・掘削工、注入工													■																		
・埋戻し撤去													■																		
③更新工事													■																		
④断水期間													■																		

3.2 口径の検討

「パイプ・イン・パイプ工法」の採用により通水断面の縮小は避けられない。内挿管の口径は、井手浦浄水場の計画処理水量(160,000 m³/日)を確保した上で、将来の水需要の変化に対応できる最大口径を決定することとした。

内挿管の口径は、堀越送水トンネルの内径(φ2300)の現況調査を実施し、また、羽根式断面確認機を送水トンネル内に持ち込み、作業スペース等の検討を行い、施工が可能と思われる最大口径を求めた。その結果、内挿管の口径をφ1800と決定した。

3.3 管種と接合形式の検討

「120日間の短工期」、「パイプ・イン・パイプ工法の採用」、「それに伴う内挿管の口径確保」等の施工条件を満足させることが管種選定のポイントとなった。そこで、パイプ・イ

図7 施工断面図

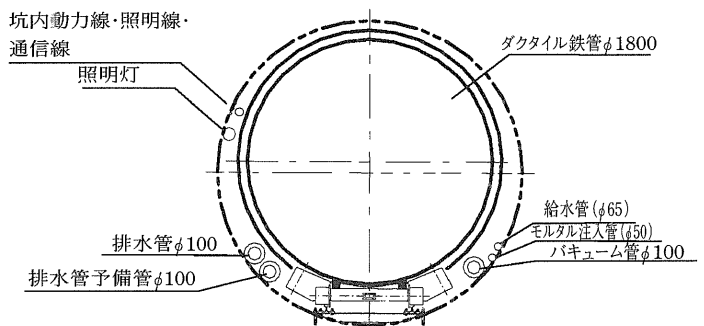
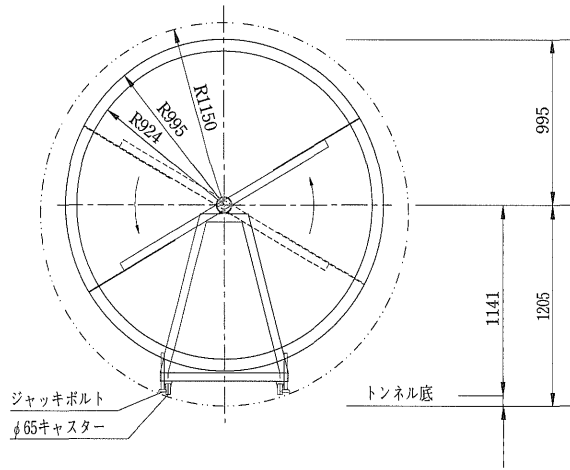


図8 羽根式断面確認機



ン・パイプ工法における「鋼管」、「ダクタイトル鉄管」について特性・経済性の比較検討を行った。

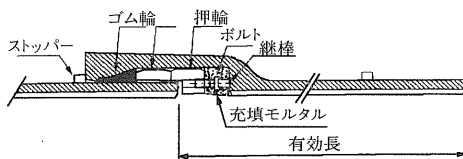
検討の結果、工期的な優位性が確保でき、かつ、多数の施工事例を有するダクタイトル鉄管を総合的に評価し、採用することに決定した。また、継手形式としては内面接合方式のU形継手とした。

4. 施工方法

4.1 工区の設定

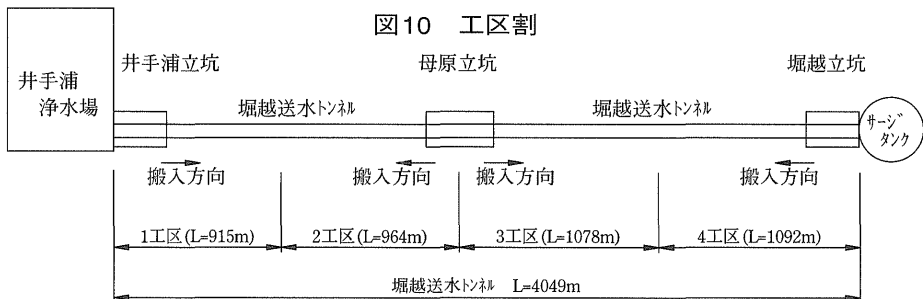
工期短縮のため、母原中間立坑を含む3箇所
の立坑(両発進立坑1ヶ所、片発進立坑2ヶ所)
を設置し、井手浦浄水場から堀越ポンプ場前の
サージタンクまでの4,000mを4工区に分割、1工
区当たり約1,000mを同時に施工した。

図9 U形継手構造



4.2 施工フロー図とサイクルタイム

仮設ポンプ室築造、ポンプ設置、市内給水ブロッ
クの変更など周辺整備を12月までに実施し、1月か



らの断水開始に照準を合わせて準備を完了した。

断水期間中の更新工事は、昼夜間連続施工となるため夜間施工時の管材料の不足に備えた置き場の確保や周辺住民への騒音問題などを考慮し、作業ヤードの整備も併せて行った。

120日間という短期間で施工するため、空白時間の発生を最小限に留めるべく図12に示す24時間のサイクルタイムを定めた。

また、後続作業となる水圧試験(テストバンド)および継手部モルタル充填作業は、翌日の発泡

モルタル裏込め充填作業と同時に施工することにより、2日間で60mの進捗が可能となった。

また、工期短縮およびトンネル内作業スペース確保の面から、管材料及び工事資材の運搬用仮設レールを、既製のレール材に替えて、2m単位でユニット化した特注品とすることでこれらの固定作業の簡素化、布設日数の短縮化を図った。管運搬作業は、まずクローラークレーンまたは橋形クレーンを用いて地上部から立坑内に吊下ろし、次に管運搬用台車に載せてバッテリーロコにより

図11 施工フロー図

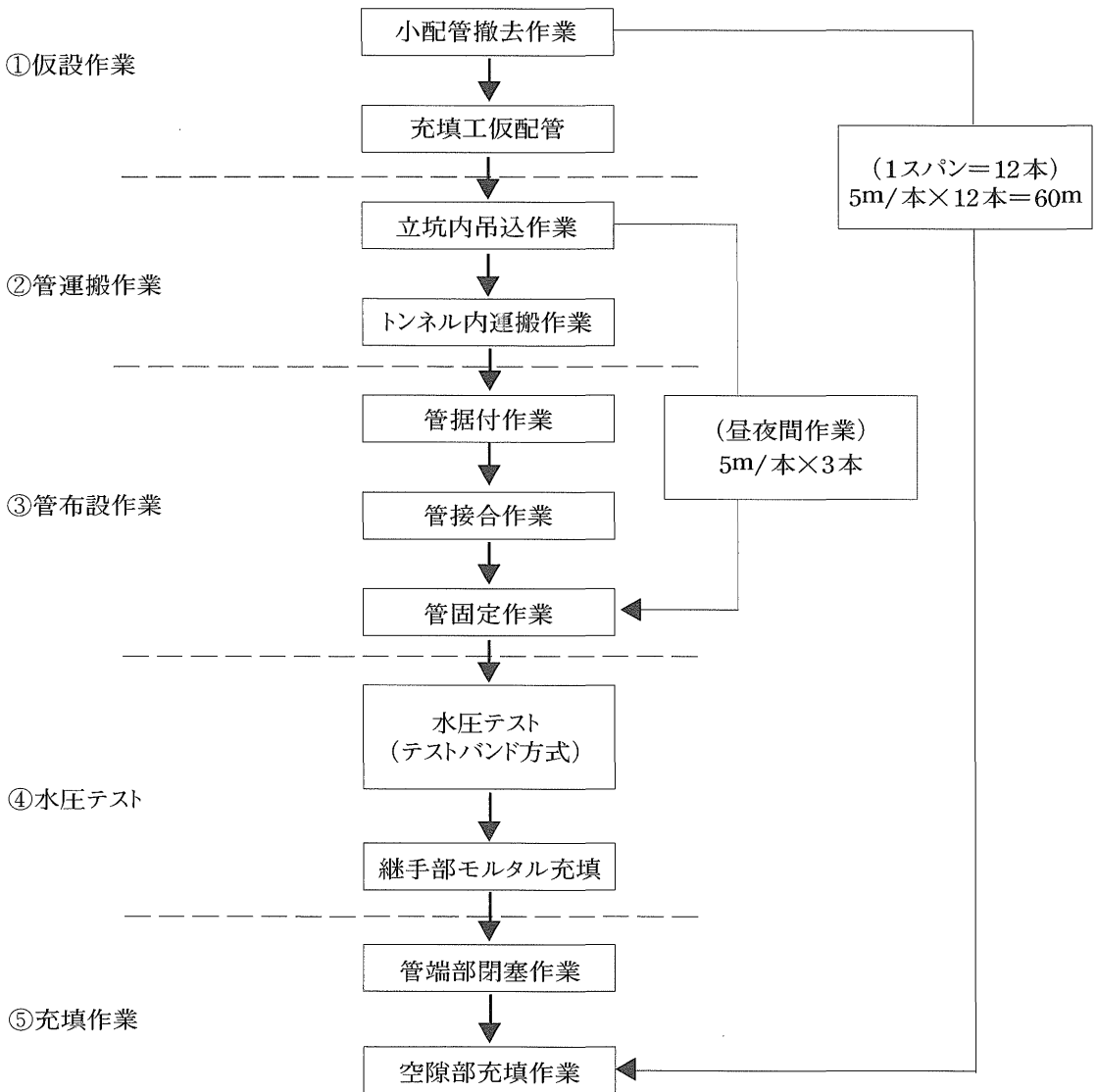


図12 サイクルタイム

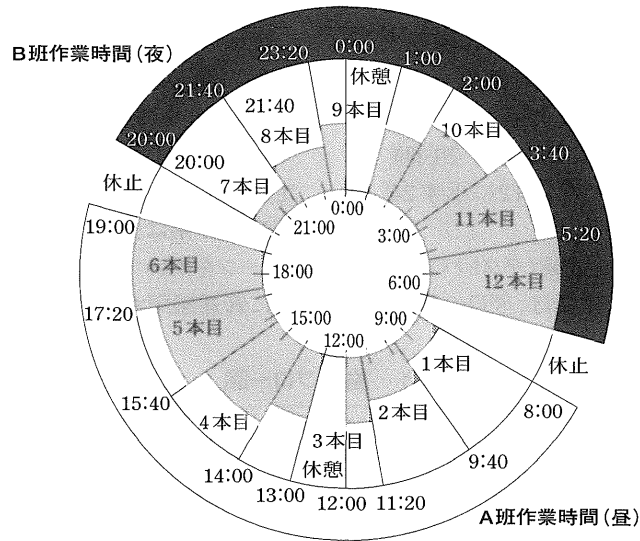
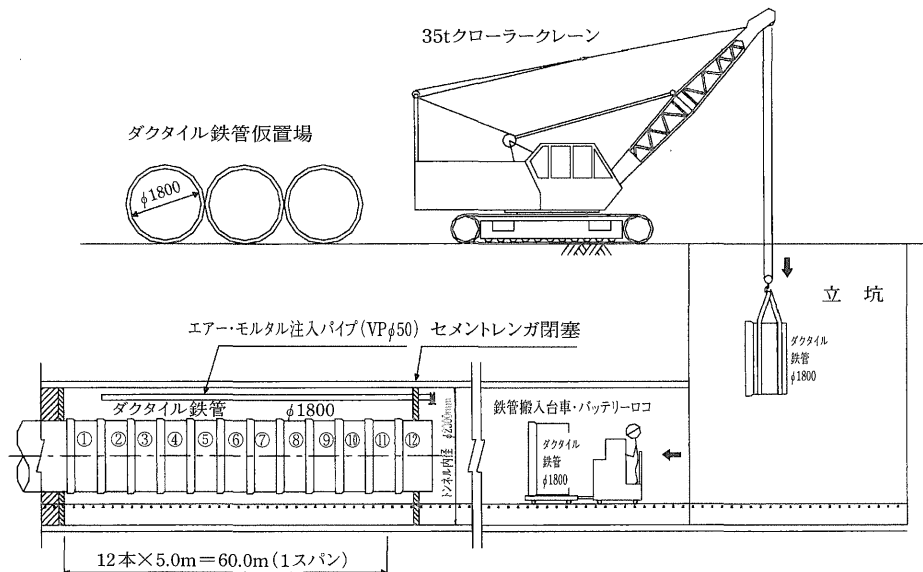


図13 施工概略図



トンネル内据付現場まで搬送した。

搬入されたダクタイトイル鉄管は、図14に示す手順で据付、接合作業を行った。

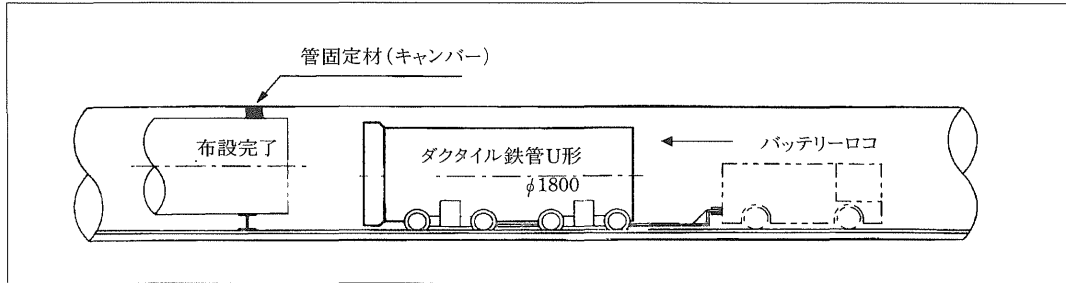
管布設作業は1工区において順調に進捗した。しかし、2・3・4工区において仮設備設置後、ダクタイトイル鉄管の搬入テスト中に通過不可能区間が発見された。

仮設レールの中心位置から管運搬時の中心点を求め、この点をトンネル中心として再度測量した結果、3工区分合わせて約220m(全体の約5.4%)が図15のように変形していたことが判明した。

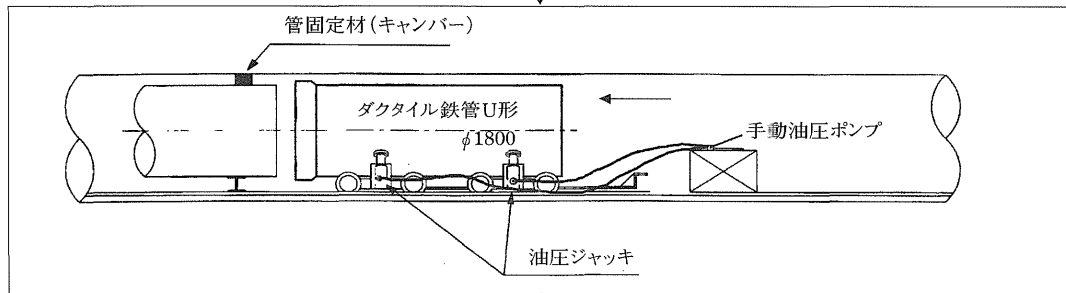
はつり作業に約1ヶ月を費やし、施工工程が大幅に狂ってしまった。そこで計画の120日工期を達成するために、当初の12本/日の日進量を見

図14 施工手順

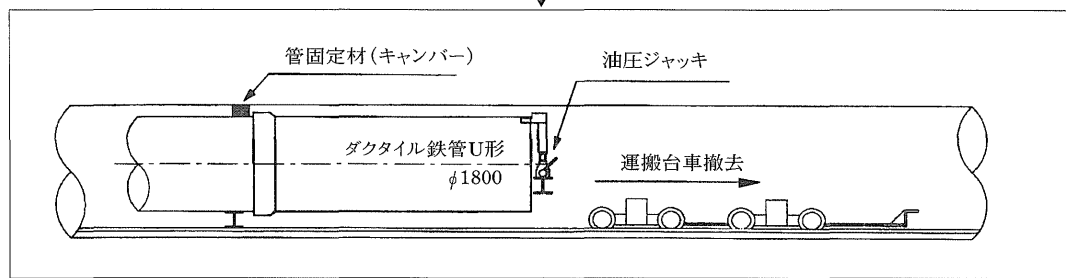
① 管運搬作業



② 管芯出し・接合作業



③ 運搬台車引抜作業



④ 管固定作業

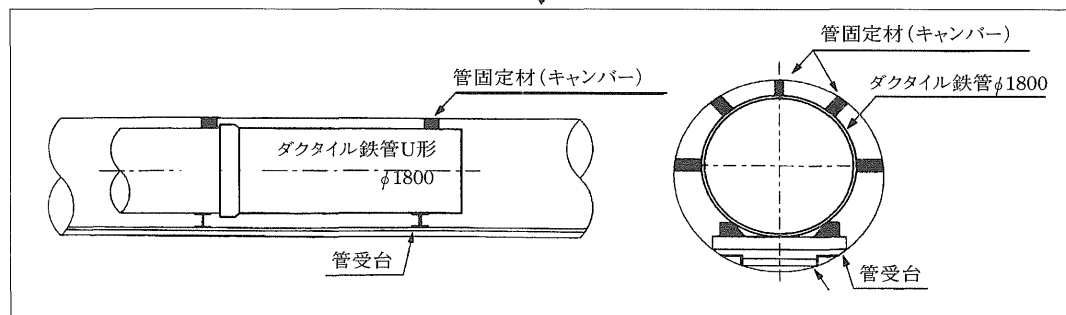


写真3 管吊下ろし



写真6 継手部水圧テスト

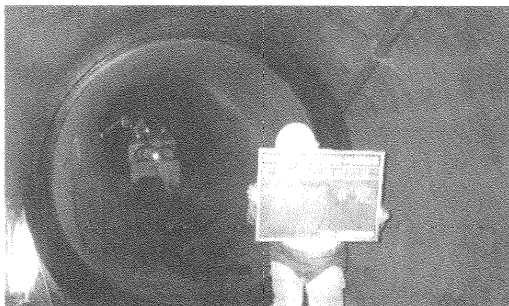


写真4 運搬台車引抜き

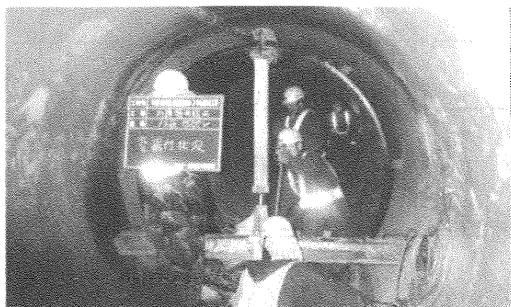


写真7 モルタル充填

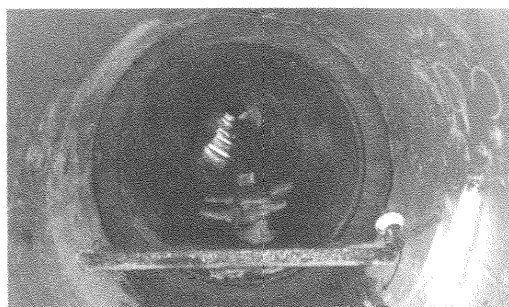


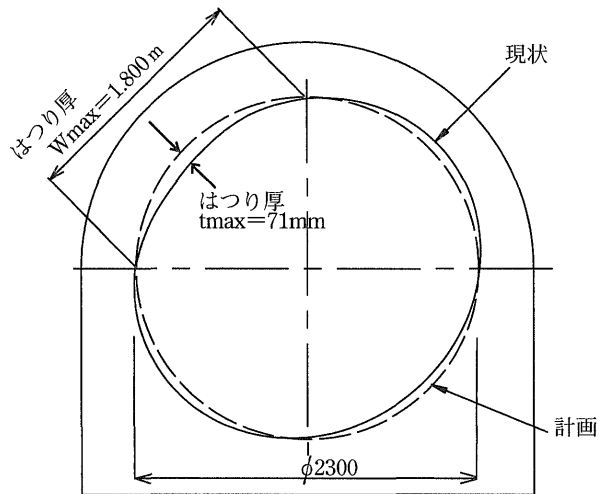
写真5 管固定



直し、作業員の増員に加えて1本ずつ施工していた作業方法を、管据付と接合作業を同時に進行できる体制に改善した。その結果、12本/日が14本/日となり、投入坑が近くなった頃には最高16本の日進量を記録することができた。

これら作業手順の改善の結果、予定通り4月4日に最後の1本を立坑内に据付けてトンネル内配管を完了した。その後、浄水場内の連絡配管工事も無事終わり4月末に全体通水を完了することができた。

図15 トンネル断面の変形



5. おわりに

積年の懸案事項であった堀越送水トンネル更新工事を、当初の計画通り、無事竣工させることができました。

本市東部地区への基幹送水施設であり、長期間の断水が許されない条件下で、全長4,000 m余の同トンネルを120日の短期間に無事改修することができましたことは、工事関係者並びに地元住民のご理解・ご協力の賜であると深く感謝いたします。

また、工事に先立ち、同様の現場をお持ちであった阪神水道企業団殿には、現地見学还有机会あるいは数々の貴重なご教示を頂きました。あわせてお礼を申し上げます。

以上、ライフライン強化対策事業と位置づけた既設トンネル更新工事の事例を紹介し、今後とも増加が予想される更新事業の参考に供する次第です。