

# 仁淀川系導水トンネル二次覆工 呼び径1500mm U形ダクタイトイル鉄管採用

高知市水道局配水課  
仁淀川取水工事事務所

## 1. はじめに

高知市の水道事業は大正14年以来、市民の水需要に応えるため、二級河川鏡川を主水源とした3期の拡張事業を実施してきた。しかし、高知市への人口集中に加え、市民生活の向上、下水道の普及等により水需要の増加が著しく、新たな水源の確保が急務となり、昭和43年12月第4期拡張事業に着手した。吉野川水系の日量6万3000m<sup>3</sup>については昭和54年6月から本格的に通水を開始し、仁淀川水系からの日取水量12万m<sup>3</sup>についても、計画から26

年目の平成5年2月に合意が成立し、同年8月事業着手の運びとなった。この事業は、高知市の西隣、吾川郡伊野町を流れる一級河川仁淀川の河床下に集水管を埋設し、取水所、導水トンネルを経て高知市針木浄水場内の揚水所まで自然流下方式で伏流水を導き、ポンプで着水井に送るというものである。

本稿では、取水所から揚水所区間3,870mの導水トンネル築造工事の二次覆工におけるU形ダクタイトイル鉄管の採用経緯および工事施工について報告する。

図1 施工位置

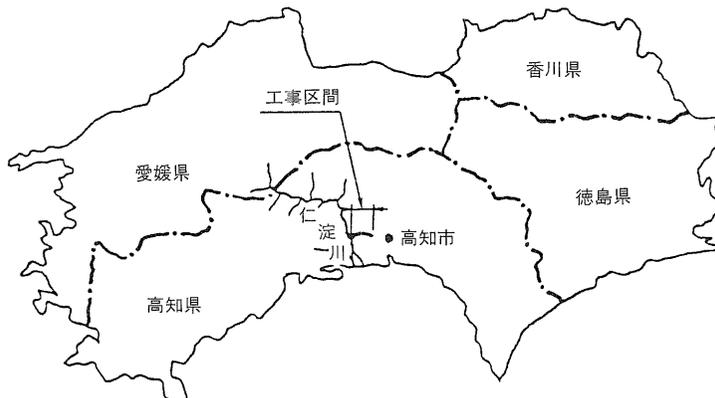
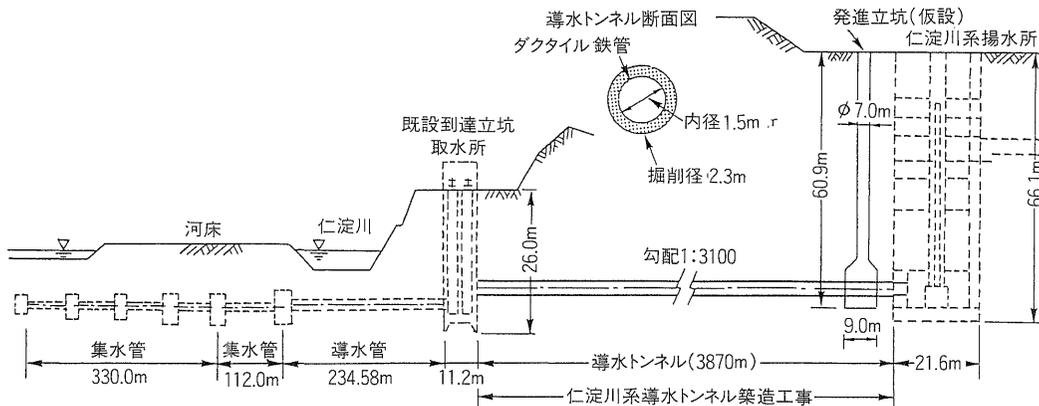


図2 施設系統図



## 2. トンネル工事概要

本工事は、延長3,807m、掘削径2300mmの長距離・小断面掘削であるため、掘削方式として周辺地山への影響が少ない全断面機械掘削（流体輸送式TBM）工法を採用し、本体覆工はコンクリート覆工を前提として実施した。

トンネル通過路線は、ルート中央部の盆状部に集落、水田が集中することから、湧水に伴う地下水低下や流出による生活環境への影響が懸念される工事となった。

### [工事内容]

#### 1) 一次覆工

①発進立坑 発破工法呼び径

7.0~9.0m H=60.9m

②導水トンネル

発破工法区間：仕上がり断面4.4m<sup>2</sup> L=42.0m

仕上がり断面10.9m<sup>2</sup> L=12.0m

TBM工法区間：掘削径

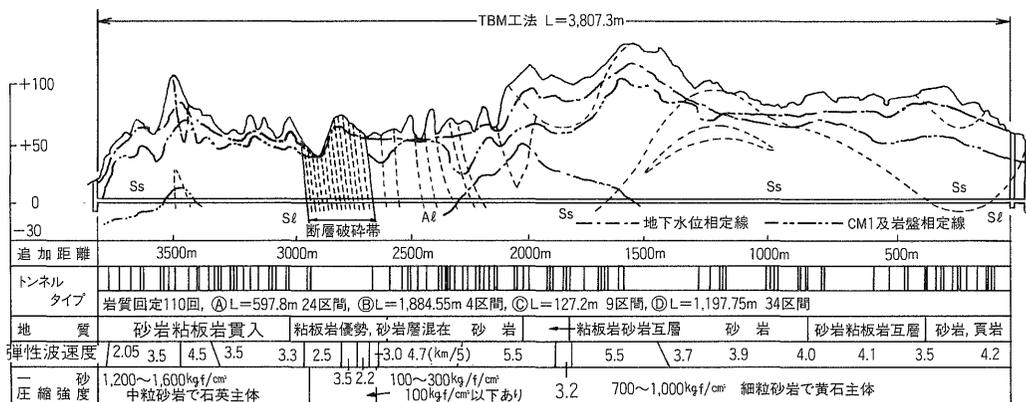
呼び径2300mm L=3807.3m

圧碎式流体輸送方式

#### 2) 二次覆工

内管式覆工：U形4種ダクタイル鉄管

図3 地質縦断面図



呼び径1500mm@4.00m  
 (当初計画コンクリート覆工)  
 L=3,870m (計画高GL2.18~0.63m)

〔施工条件〕

土かぶり 最小37m 最大129m 平均60~100m  
 発進60m 到達20m

3. 地形・地質概要

標高100~150mの尾根が地質構造方向(東西方向)に山列を形成しており、盆状地帯南方を通る山体と北方を通る山体に大別され、両者の間に東西にのびる盆状地帯が分布している。

4. U形ダクタイトイル鉄管の採用経緯

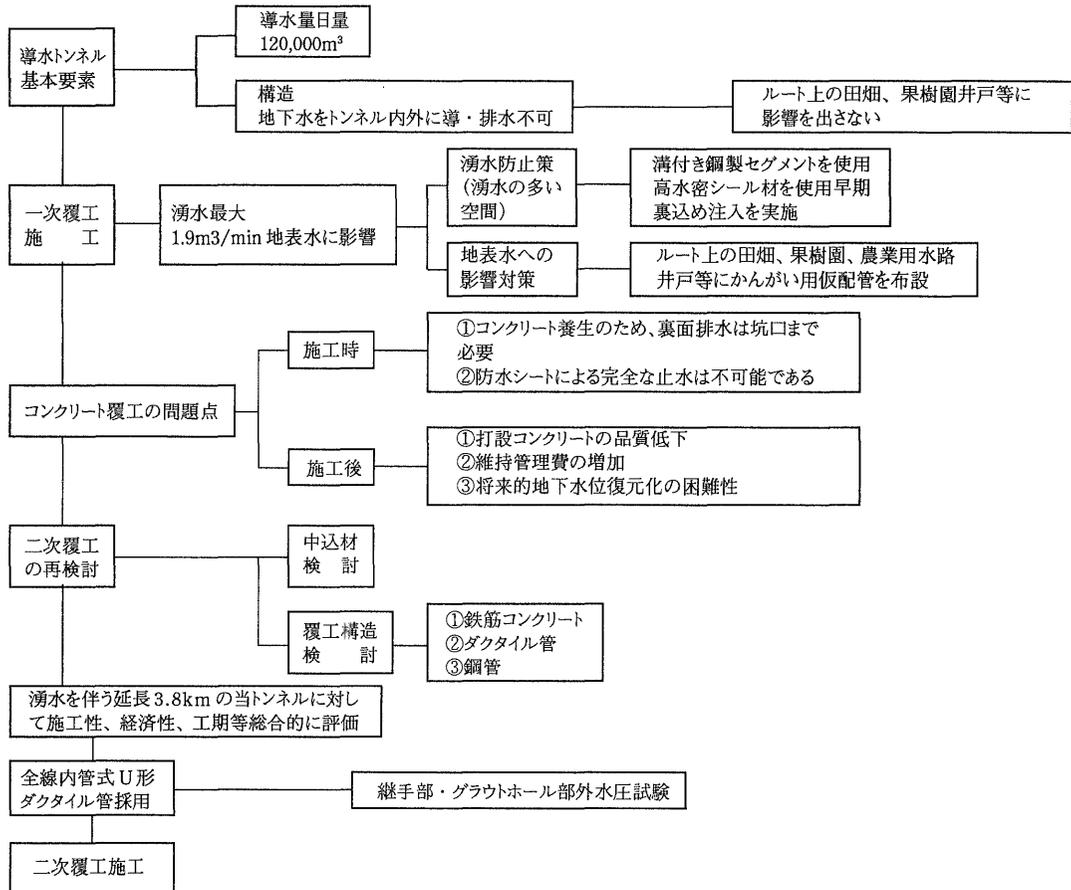
坑内湧水量の多い所では、耐水圧5kgf/cm<sup>2</sup>

程度を見込む溝付き鋼製セグメント・耐水圧性能7kgf/cm<sup>2</sup>程度の高水密性シール材を使用して坑内全体湧水量の低減を図った。しかし、ルート上では地表水の低下が見られ、また、坑内湧水量も増加傾向にあるため、二次覆工を現行のコンクリート覆工で行った場合、十分な機能(地下水の現況復元・覆工コンクリートの維持管理)が発揮できるか再検討を行う必要が生じた。

坑内に水を一滴も入れない構造で地山と覆工間の充てん性を高め遮水することにより、将来的に地下水復元の可能性が高く、導水トンネルとしての機能を十分に考慮した構造となる内管式(ダクタイトイル鉄管)を採用した。

下記にダクタイトイル鉄管採用フローを示す。

図4 ダクタイトイル鉄管採用フロー

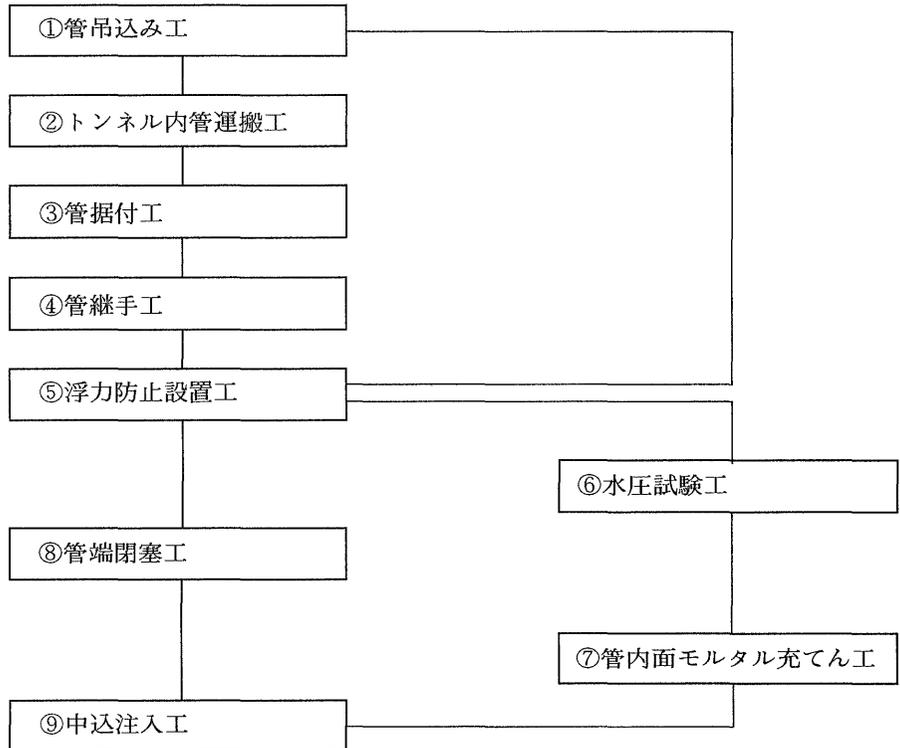


## 5. 二次覆工の施工

### 1) 作業手順

二次覆工は、全線内管式としU形ダクタイトイル鉄管で、到達立坑側より一方向で施工した。その作業手順を次に示す。

図5 二次覆工施工フロー



### 2) サイクルタイム

作業手順①～⑨のサイクルタイムは、昼夜2交代の班編成で下図のようになる。

図6 サイクルタイム

3日／サイクル

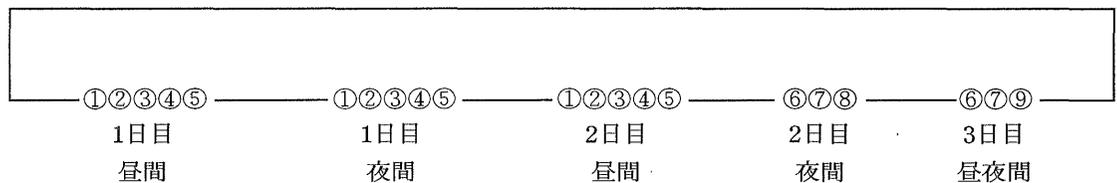


図7 工程表  
(ダクタイトイル鉄管呼び径1500mmトンネル配管工事)

時間 工種	1日目				2日目				3日目				
	0	8	16	24	0	8	16	24	0	8	16	24	0
①管吊込み工		■	■	■	■	■	■						
②トンネル部管運搬工		■	■	■	■	■	■						
③管据付工		■	■	■	■	■	■						
④管継手工		■	■	■	■	■	■						
⑤管浮力防止工		■	■	■	■	■	■						
⑥水圧試験工								■	■	■	■	■	■
⑦管内面モルタル								■	■	■	■	■	■
⑧充てん工準備								■	■	■	■	■	■
⑨管端閉塞工								■	■	■	■	■	■
⑩充てん工												■	■

3) ダクタイトイル管の施工

使用管材料は、ダクタイトイル鉄管 U 形呼び径 1500mmで、立坑吊込み時(立坑内径7.0m)および坑内運搬時のトンネルカーブ (R=300m) を考慮しL=4.0mとした。また、浸透外水圧

PO=12kgf/cm<sup>2</sup>に対し安全率2を確保できる管厚16.5mmの4種管とした。また、2本に1本は、中込注入用グラウトホール付きの管を使用した。

図8 U形継手・グラウトホールの構造

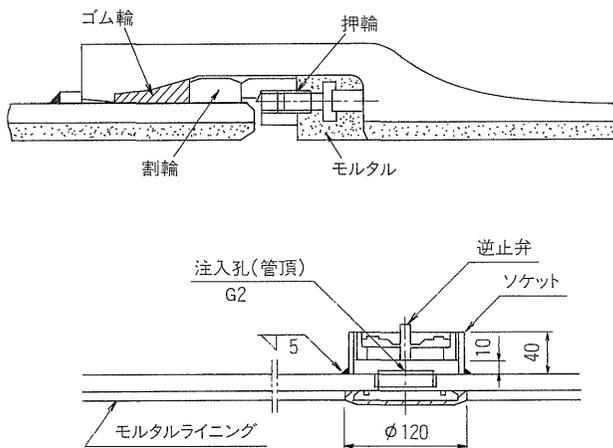


図9 ダクタイトイル管布設概略図

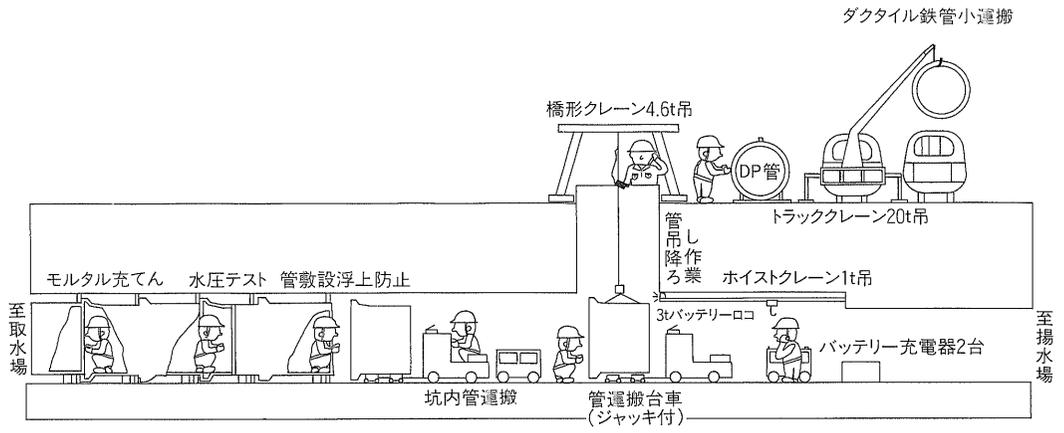


写真1 発進立坑およびストックヤード

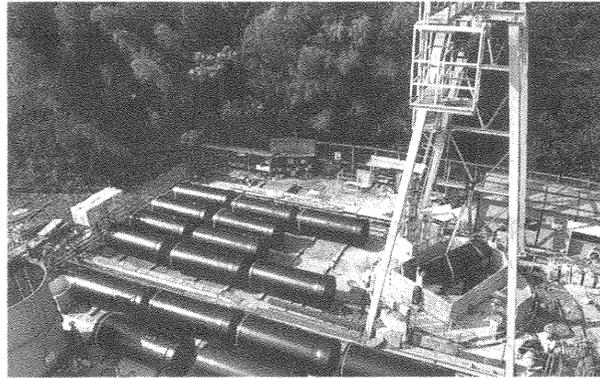
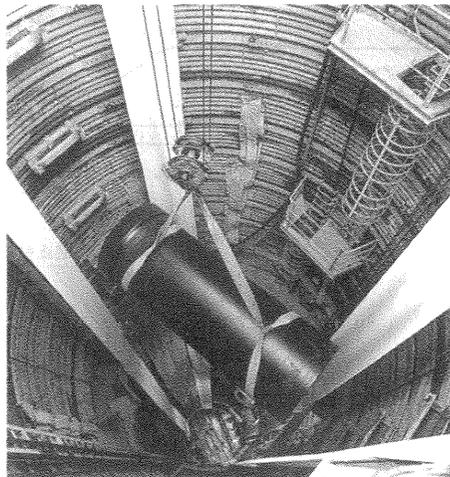


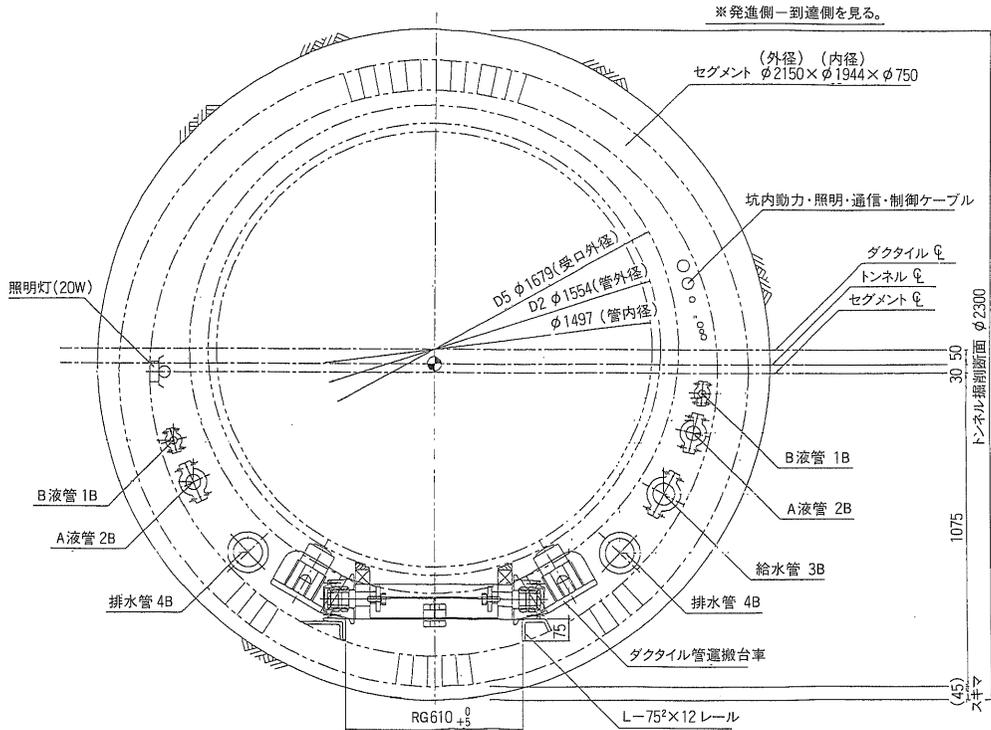
写真2 管吊込み状況



4) ダクタイトイル管運搬と据付け

ダクタイトイル鉄管U形呼び径1500mm（重量3.36トン）を3トンバッテリーロコ1台とダクタイトイル鉄管運搬台車の編成で繰返し運搬し、据付ける。

図10 ダクタイトイル管運搬断面図



5) ダクタイトイル鉄管据付け・接合

台車に乗せた管を据付け場所で、すでに据付けられた管の受口（または挿し口）に台車にセットされた4本のジャッキで高さを調整しながら挿入する。次に台車を引き抜くために、2台の台車引き抜き用ジャッキで押し上げ仮受けし、台車を引き抜く。ジャッキで微調整しながら管を正規の位置にセットし接合作業開始となる。管の接合は、日本ダクタイトイル鉄管協会編「U形ダクタイトイル管」接合要領書に基づき行う。最後に中込注入時の浮力防止のため、切りばりの取り付けを行い配管を完了する。

写真3 接合状況

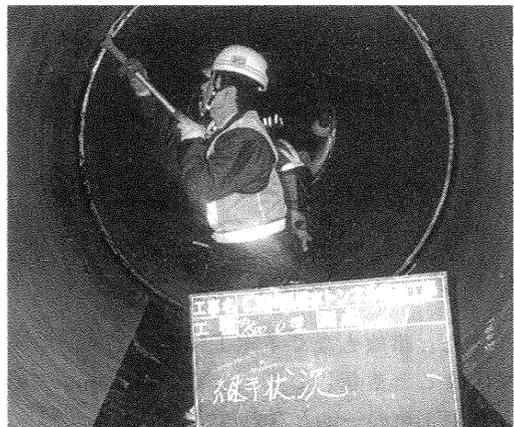
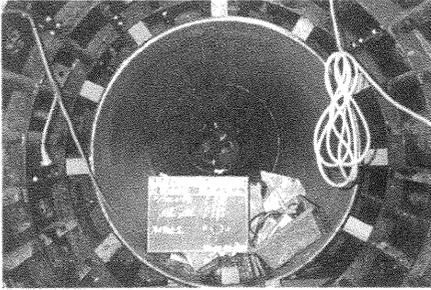


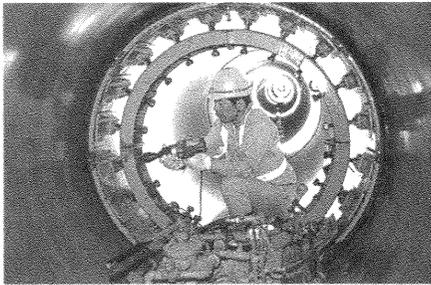
写真4 切りばり設置状況



## 6) 水圧テスト

接合完了後、継手の水密性を管内面テストバンドを使用して確認を行った。

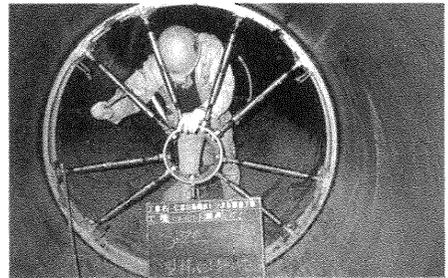
写真5 水圧テストバンド



## 7) 継手部モルタル充てん

従来U形継手のモルタル充てんは、堅練りのモルタルを使用して人力で施工していた。本工事では、トンネル延長が長く、充てん箇所数が966ヵ所にもなることから、労力の軽減、粉塵などの作業環境の改善、品質の均質化を図る目的で、モルタル充てん用治具を用いて施工した。写真のような型枠バンドを受口部にセットして、あらかじめ混練されたモルタルを注入用ポンプで注入する。

写真6 モルタル充てん治具

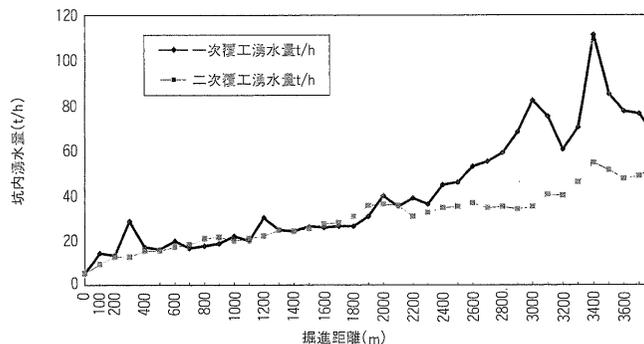


## 6.おわりに

内管式（ダクタイトイル鉄管）を採用した主目的は一次掘削により低下した地下水を将来的に復元させることにあったが、施工中におい

て地下水の回復が確認できるに至った。降雨量にもよるが早い時期に高い確率で復元することと期待している。

図11 坑内湧水量の変化



また、事故もなく予定工程内に工事が完成できたことも報告して、今後、当工事の実績が類似工事の一助となれば幸いです。

最後に、本工事を無事終了できたことあたり、工事関係者のみなさまにお礼申し上げます。