

# シールド二次覆工コンクリートの長距離圧送について

久米 満里\*  
Mitsuri Kume

## 1. はじめに

本工事は近年の降雨強度の増加による博多駅周辺の浸水対策および合流式下水道の分流化事業として雨水幹線を築造するものである。本報では、仕上がり内径φ1800、路線延長L=683 mのシールドトンネルにて実施した発進立坑からの二次覆工コンクリートの長距離圧送について報告する。

## 2. 工事概要

工事名：住吉（住吉2丁目3外）地区下水道築造工事  
 発注者：福岡市  
 工事場所：福岡市博多区住吉2丁目外地内（図-1）  
 工事内容：セグメント種別：鋼製セグメント  
 仕上がり内径φ1800 mm（コンクリート二次覆工部）  
 路線延長L=683 m，最小曲率半径R=15 m



図-1 工事位置図

## 3. コンクリート二次覆工における課題

### (1) 施工条件

#### ①断面の特徴

セグメント外径は、全体の3%にあたる発進立坑側の

約20 m区間の仕上がり内径φ2000 mm（FRPM管）（図-2）から決定されているが、残り97%は仕上がり内径φ1800 mmのコンクリート二次覆工（図-3）となるため、一般的な二次覆工に比べ覆工厚が厚い設計となっている。

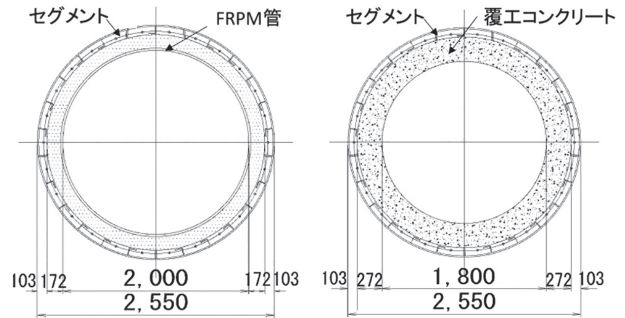


図-2 FRPM管区間  
二次覆工断面図

図-3 コンクリート二次  
覆工区間断面図

### ②打設スパン

工期短縮を目的として直線区間標準の打設スパンを12.0 mで計画し、1スパンのコンクリート打設量が29.9 m<sup>3</sup>となった。

### ③コンクリート坑内搬送方式および投入箇所を選定

コンクリートのシールド坑内搬送方式としては、坑内軌道設備で運搬するアジテーターカー方式と配管によるコンクリートポンプ圧送方式がある。本工事では、一次覆工内空断面の制約から配管によるポンプ圧送方式を選定した。コンクリートの投入箇所は交通規制条件の制約から発進立坑に限定されたため、初回打設となる到達立坑部までの圧送距離は680 mとなった。

### (2) 課題

コンクリートの圧送負荷は配管内に充填されたコンクリート重量、曲線部や高低差による圧力損失および管内の摩擦抵抗に関係し、長距離圧送ではコンクリートポンプの吐出圧によりコンクリート内エアアの体積減少や脱水現象が発生する。これらの影響によりコンクリートのワーカビィティーの低減やさらには配管内閉塞を引き起こし、品質・工程等大きな損失を招く恐れがある。したがってコンクリートの配合についてこれらのリスクを回避するための流動性と分離抵抗性の確保およびコンクリート性状変化への対応が課題となった。

## 4. 対策工

### (1) コンクリート配合計画

コンクリートの分離抵抗性は骨材の粒度分布等に起因することから、微粒子分の増加対応としてフライアッシュを添加するとともに、増粘材入り高性能AE減水剤を使用する配合とした。さらにコンクリート投入前の生コン車に圧送助剤（レオバックPA）を混入・攪拌し圧送性を向上することとし、室内試験練を実施しその性状を確認した。配合一覧表を表-1に示す。

\* 九州（支）福岡住吉シールド（出）  
（現：延岡（出））

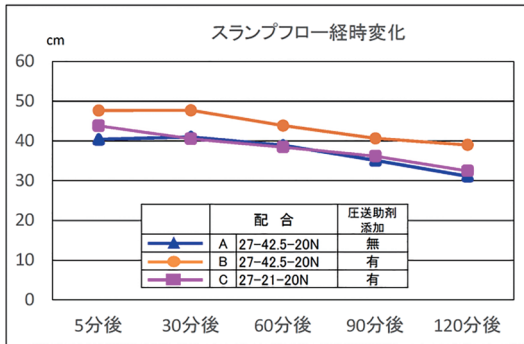
表一 コンクリート配合一覧表

配合	圧送助剤添加	①セメント量 (kg)	水 (kg)	細骨材 (kg)	粗骨材 (kg)	②フライアッシュ (kg)	混和剤種別	W/C (%)	S/A (%)	③0.3mm以下粒径骨材量 (kg)	①+②+③微粒子含有量 (kg)
A 27-42.5-20N	無	324	175	894	867	20	マスターグレンウム6500	54	52.1	208	552
B 27-42.5-20N	有	324	175	894	867	20	マスターグレンウム6500	54	52.1	208	552
C 27-21-20N	有	324	175	905	867	20	マスターグレンウムSP8SV	54	52.7	210	554

※配合 A, B は中流動コンクリート (スランプフロー 42.5 cm)

スランプフローの試験結果を図一4 に示す。

スランプフローの経時変化比較表から出荷から打設までの所要時間 90 分を想定した大気圧下においては十分な流動性を保つことができることが確認できた。



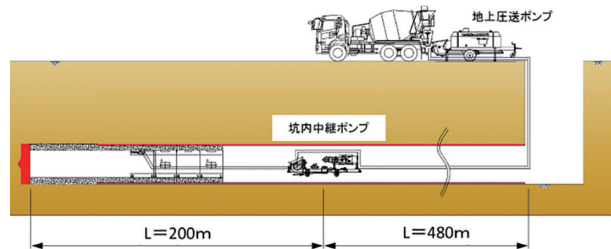
図一4 スランプフロー経時変化

(2) ポンプ圧送設備計画

セントル内へのコンクリート充填は円形断面の閉塞された空間への圧入状態であり、打設終盤におけるセントル内充填圧の上昇に伴う圧送負荷への補助として中継ポンプを使用する設備計画とした。表一2 にポンプ圧送設備、図一5 に坑内ポンプ配置位置概略図を示す。

表一2 ポンプ圧送設備

地上設置圧送ポンプ	坑内中継ポンプ
型式:BSA-1405 E (400 V/75 KW) 能力: 10.6 MPa 37 m <sup>3</sup> /h	型式:MCP1003 (400 V 30 kW) 能力: 25 MPa 30 m <sup>3</sup> /h



図一5 坑内圧送ポンプ配置概略図

5. 施工結果

圧送距離が長くなる施工初期段階のコンクリート配合は 27-42.5-20N (圧送助剤添加) を使用した。コンクリート圧送に伴う性状変化を確認するため地上部生コン車到着時と中継ポンプホッパー部におけるスランプフローの比較を表一3 に示す。圧送に伴うスランプフローの大きな低減は確認されず、性状を維持しコンクリートの品質を確保することができたといえる。

表一3 スランプフロー変化

	スランプフロー
圧送前	38 cm×40 cm
中継ポンプ	38 cm×38.5 cm

中継圧送ポンプの設置は、圧送負荷を低減させる点で有効な設備であるが、打設終盤時に実施する配管内コンクリートの水送り段取替えを中継ポンプで1回余分に実施するため、コンクリートの配管内滞留時間が増加し、コンクリートの性状が変化しやすくなる。この対策として、通常水送り直前にポンプ吐出部の配管内に設置するコンクリート逆流防止スポンジを事前に別の配管に設置し、その配管を油圧操作で切り替える装置により水送り段取り替え作業時間の短縮化を図った。

初期段階では1日の打設量全てについて圧送助剤 (レオパック PA) を使用したが、日々の圧送負荷の変化およびセントル部打設箇所におけるワーカビリティの状況に応じその都度使用の必要の有無を判断した。

コンクリート配合の使用実績を表一4 に示す。

表一4 コンクリート配合使用実績

区間	配合
357 m地点~680 m	27-42.5-20N
起点~357 m地点	27-21-20N

6. おわりに

二次覆工コンクリートの長距離圧送で配管閉塞を発生させた場合、覆工コンクリートの品質悪化を招くうえ、特に小断面シールド工事では配管のとりまわしスペースが確保できず復旧対策に大きなロスが発生する。今回の施工条件の圧送距離 680 m以上を地上1台のポンプで圧送する施工事例は過去に報告されているが、打設スパンを 12.0 m と長くしたことによる1日の施工サイクルの長時間化およびセントル内への圧入抵抗の増大に対応するため、設備能力に余裕のある計画とした。その結果、配管閉塞やその他の圧送トラブルを一度も発生させることなくスムーズな施工サイクルを確保でき、覆工コンクリートの品質を確保することができた。本工事における事例が今後の類似施工の参考になれば幸いである。