

## 高流動コンクリートを用いた 1300m 級超長距離圧送の配合設計と施工実績

鹿島建設(株) 東京土木支店 正会員 ○末永俊之 仁禮拓身  
 鹿島建設(株) 技術研究所 正会員 渡邊有寿 吉田祐麻

### 1. はじめに

東京都芝浦水再生センター・森ヶ崎水再生センター間連絡管は、図-1に示すとおり、都内の2つの水再生センターを連絡管で接続し、災害発生時や施設更新工事の際に不足する水処理能力相互補完を目的とした連絡管である。全長約8kmの連絡管のうち、中間発進立坑から森ヶ崎水再生センター間の約2.3kmの区間は内径6.0mのシールドトンネルが既に開通しており、その内部に全延長にわたり総量約3,000m<sup>3</sup>の管台基礎コンクリートを打設する。打設は両側の立坑ヤードから行うが60m超えの大深度への鉛直圧送を含めた水平換算延長1,300m以上の長距離圧送となる。本報では、長距離圧送が可能なコンクリートの配合設計の検討と施工実績について報告する。

### 2. 施工計画と配合設計

本工事は図-2に示すとおり、シールドトンネル内にて、①底部基礎コンクリート打設、②プレキャストカルバート（以下PCaと称す）据付け、③エアーモルタル埋戻し、④管台基礎コンクリート打設といった4工程からなり、最終的には②のPCa内にφ800、④の管台基礎コンクリート上にφ1200の連絡管他が配管される。当初計画では中間・到達の両立坑（延長約1.2km）からそれぞれ4工程を30m単位の延長で繰り返し構築する計画としていたが、各材料の強度発現待ちが発生し安定した工程の確保が難しく次期工事の工程に影響を及ぼす恐れがあった。修正計画では、底部基礎コンクリートを全線打設した後、PCaを据付けながらエアーモルタルを打設、最後に管台基礎コンクリートを長距離圧送で打設することで、強度発現待ちを無くし工程を確保することとした。

ここで、地上に圧送ポンプを配置し、立坑深度62mに行う立坑縦配管、水平延長1,200mおよびポンプ周りの曲がり配管などの抵抗を考慮すると5インチ輸送管の水平換算管延長は1,313mに及ぶ。この長距離圧送を行うためのコンクリート配合設計について、1,000m級の長距離圧送を達成した同種実績<sup>1)</sup>を参考に、増粘剤を添加した一液型の高性能AE減水剤で高流動コンクリートを製造することとした。表-1に示すように、配合は耐久性確保の観点から単位水量は175kg以下とし、荷卸し時のスランプフローの目標値を55cm±7.5cmとした。試験練りでは、s/aと単位粉体量を調整して粘性や材料分離抵抗性のバランスを探り、加圧ブリーディング試験によってポンプ圧送性を評価・確認した。また、3プラントで配合を作り込んで安定供給に備えた。

キーワード 超長距離ポンプ圧送、高流動コンクリート、シールドトンネル

連絡先 〒107-8477 東京都港区赤坂1-3-8KTビル 鹿島建設(株) 東京土木支店土木部 TEL 03-6838-2284

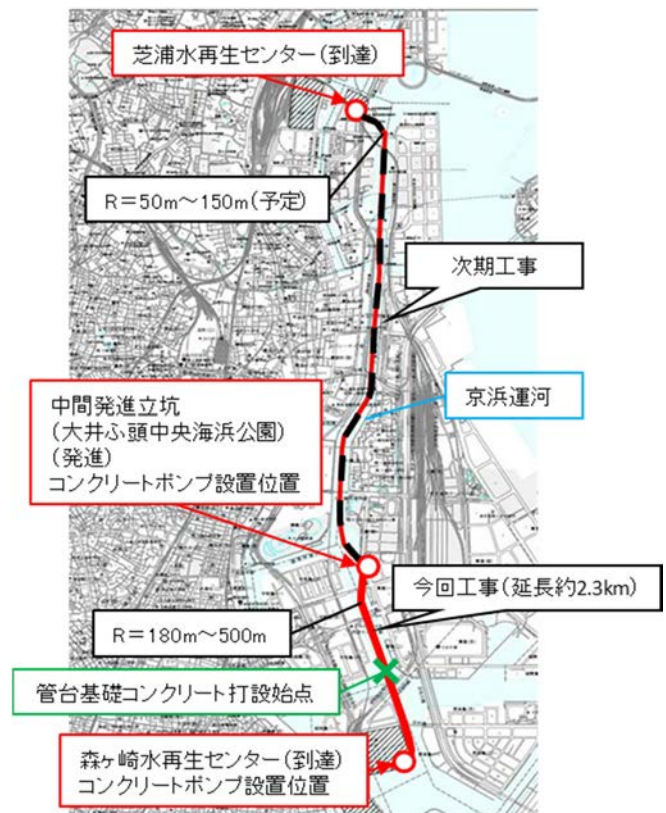


図-1 全体平面図

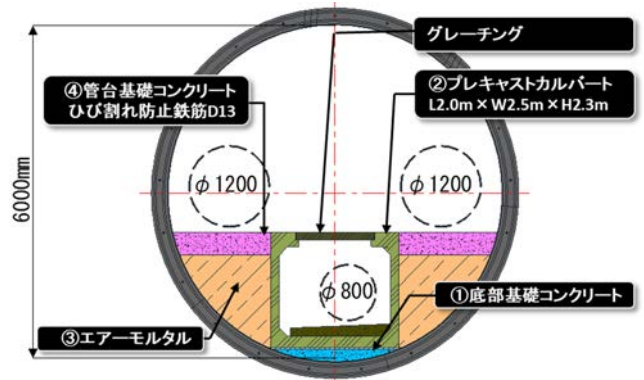


図-2 シールド内断面図

表-1 高流動コンクリートの配合

プラント	種別	スランプ <sup>ア</sup> 又はスランプ <sup>ブロー</sup> フロー (cm)	水セメント比 W/C (%)	空気量 (%)	細骨材率 s/a (%)	単位量 (kg/m <sup>3</sup> )					高性能 AE減水剤 (増粘剤 一液型)
						水 W	高炉セメント C	細骨材1 S1	細骨材2 S2	粗骨材 G	
A	36-55-20BB	55	43.5	4.5	49.3	175	403	415	415	887	7.05
B					49.2		402	587	252	885	4.82
C					49.3		403	826		889	5.64

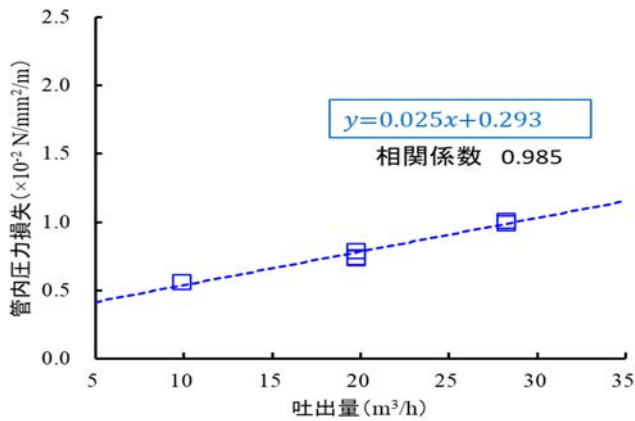


図-3 吐出量と管内圧力の関係

### 3. 施工実績

実施工では、まず底部基礎コンクリートについて試験的に坑口側から順次打設延長を延ばしていくことで選定した高流動コンクリートの圧送性能を確認することとした。具体的には、延長 600m の打設時に輸送管の途中に 100m の間隔で設置した圧力計で管内圧力を計測し、圧力損失を求め、打設延長が最長となる水平換算距離 1,313m 圧送時に圧送が可能か検討した。コンクリートの計画吐出量を 25m<sup>3</sup>/時間としてポンプを選定し、これに対し吐出量 10, 20, 30m<sup>3</sup>/時間のケースでデータを取得し、図-3 に示す相関関係（近似式）を得た。この近似式から最大圧送延長の管内圧力損失を算出、ピストン比を乗じてポンプの元圧を算出し 1,313m の圧送に必要なポンプを再検証した。

実施工で取得したポンプ元圧と延長の関係図を図-4 に示す。実施工では、筒先での段取り替え作業が想定より多く 15~20m<sup>3</sup>/時間での吐出量で圧送を行った。距離を延ばしながら試験的に施工した底部基礎コンクリートの打設では、想定した元圧より低いポンプ圧での施工となったが、これは粉体の流動化剤（圧送助剤）の併用を試みた結果である。流動化剤はポンプ圧を低減させる効果がある一方で、現場到着時のスランプフローにより細かく投入量を管理する手間と、過添加による材料分離で閉塞する課題が生じた。また、プラントからの場外運搬、現場での坑内圧送および段取り替えの時間を鑑みると、出荷から筒先排出まで 2 時間を要すことから、スランプフローの経時ロスにも対策を施す必要があった。

最長距離から手前に打設を進める管台基礎コンクリートの施工時は、流動化剤に代えて超遅延剤を添加することで、筒先排出まで良好なフレッシュ性状を確保した。また、測定で得られた元圧はほぼ想定どおりであり、今回の測定で求めた管内圧力損失と吐出量の関係が実用に足ることを立証した。

### 4. おわりに

本報が、1,000m 超の長距離圧送施工が求められる同種工事における参考になれば幸いである。

### 参考文献

- 1) 和田ら：中流動コンクリートによる超長距離圧送を適用したシールドトンネル二次覆工の構築，土木学会第 70 回年次学術講演会，2015. 9.

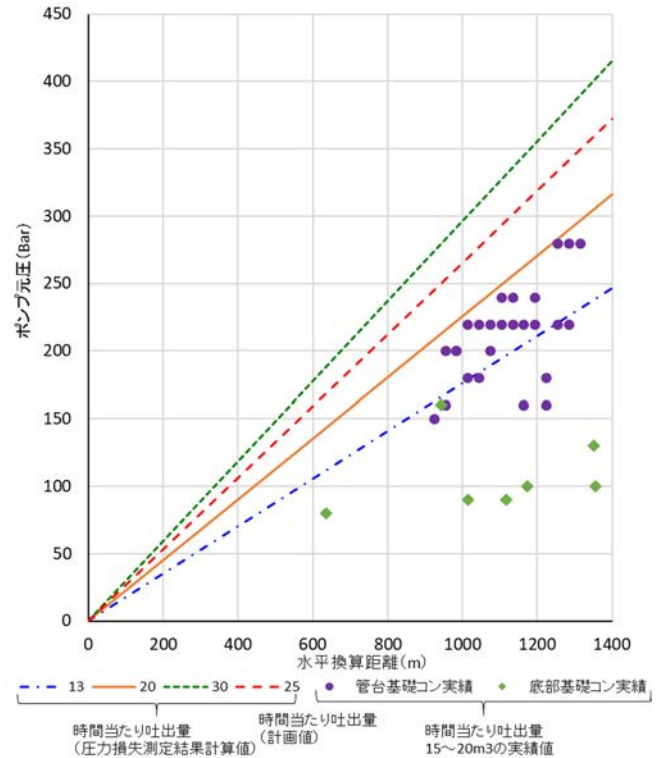


図-4 吐出量とポンプ元圧（予測と実績）