

## 橋脚耐震補強工事における脚柱内充てんコンクリートの長距離ポンプ圧送試験

首都高速道路株式会社

野網 孝之 松原 拓朗 梶原 仁

東洋建設株式会社

正会員 ○末岡 英二 恩田 勝 小向 富士雄

## 1. はじめに

高速道路河川橋梁の耐震補強工事において、対岸から河川内の橋脚内にコンクリートを充てんする必要があり、最長約 600m のコンクリートのポンプ圧送性と、圧送後の狭隘な脚柱内への充てん性が要求された。そこで、コンクリート仕様の検討と、施工を模擬したポンプ圧送試験を実施した。本稿では、コンクリート仕様とポンプ圧送試験結果について報告する。

## 2. コンクリートの配合

要求性能を満足するコンクリートとして、自己充てん可能な高流動コンクリートと、補助的加振により高流動コンクリートと同等の充てん性を確保でき、経済性に優れた鋼殻充てん用コンクリート<sup>1)</sup> (以下、中流動コンクリートと称す) を対象とした。高流動コンクリートの配合は、増粘剤系高流動コンクリートの自己充てん性のランク 2 を満足できるように設定した<sup>2)</sup>。中流動コンクリートの配合は、文献 1) に示される標準配合をもとに設定した。なお、設計基準強度は  $18\text{N/mm}^2$  で、流動性付与に必要な粉体量を確保するために、石灰石微粉末を用いた。

## 3. ポンプ圧送試験

ポンプ圧送試験における配管は、配管径 5 インチ、水平換算長 624m で、施工を模擬した鉛直、水平障害を 1 箇所ずつ設け、管内圧力に応じて高压、中高压、および低压管を配置した。特に高压仕様の配管は、配管

ジョイント部が噛込み式のものを扱い、圧送時のコンクリートの漏れや脈動を防止した。圧送ポンプは P 社製の最大吐出圧力 22Mpa の定置式の超高压タイプのものを利用した。ポンプ圧送試験の配管を図-1 に示す。ポン

表-1 コンクリートの配合

| コンクリートの種類 | W/C (%) | s/a (%) | 単位量(kg/m <sup>3</sup> ) |     |     |     |     |      |     |
|-----------|---------|---------|-------------------------|-----|-----|-----|-----|------|-----|
|           |         |         | W                       | C   | LS  | S   | G   | SP   | VA  |
| 高流動コンクリート | 73.3    | 52.5    | 170                     | 232 | 218 | 864 | 810 | 12   | 0.4 |
| 中流動コンクリート | 73.4    | 51.2    | 160                     | 218 | 207 | 866 | 856 | 5.95 | —   |

W: 練混ぜ水(工業用水)

C: セメント(普通ポルトランドセメント, 密度 $3.15\text{g/cm}^3$ )LS: 石灰石微粉末(密度 $2.71\text{g/cm}^3$ , 比表面積 $5,180\text{g/cm}^3$ )S: 山砂(密度 $2.60\text{g/cm}^3$ ), G: 石灰石碎石(密度 $2.70\text{g/cm}^3$ )

SP: 高性能減水剤(ポリカルボン酸系), VA: 増粘剤(セルロース系)

表-2 フレッシュコンクリートの試験結果

| 試験項目        | 高流動コンクリート |           | 中流動コンクリート |           |
|-------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|             | 目標値       | 試験値       | 目標値       | 試験値       |
| スランプフロー試験   | 600mm     | 595mm     | 500mm     | 460mm     |
| 空気量試験       | 4.5%      | 4.4%      | 4.5%      | 4.0%      |
| ブリーディング試験   | —         | 0% 注1)    | —         | 0% 注1)    |
| 加圧ブリーディング試験 | —         | 0.97% 注2) | —         | 19.0% 注2) |
| V漏斗流下試験     | 7~20秒     | 9.2秒      | —         | —         |
| U形間隙通過性試験   | 300mm以上   | 354mm     | 300mm以上   | 315mm     |

注1) ブリーディング率

注2) 最終脱水量

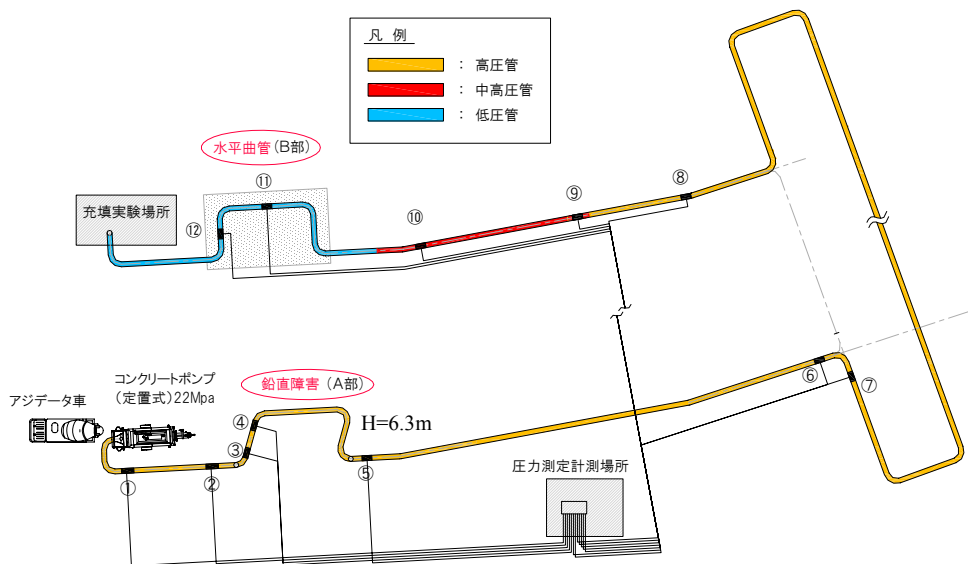


図-1 ポンプ圧送試験の配管

キーワード 橋脚耐震補強, 長距離ポンプ圧送, 高流動コンクリート, 中流動コンクリート

連絡先 〒300-0424 茨城県稲敷郡美浦村受領 1033-1 東洋建設(株)美浦研究所 TEL 029-885-7511

プ吐出圧は油圧ゲージで、配管内圧力は配管に取付けた圧力計により図-1に示す位置で測定した。見かけの吐出量は、ポンプのストローク数とピストン容量 ( $0.066\text{m}^3$ ) から計算によって求めた。圧送速度は、低速 (吐出量約  $20\text{m}^3/\text{h}$ )、中速 (吐出量約  $30\text{m}^3/\text{h}$ )、および高速 (吐出量約  $40\text{m}^3/\text{h}$ ) の3段階とした。

両コンクリートとも閉塞することなく圧送可能であった。スランプフローの変化を図-2に示す。ポンプ圧送を伴わない時間変化 (実機試験) も併せて図示した。中流動コンクリートは、中速、高速での圧送に伴いスランプフローが  $40\text{cm}$  程度まで低下したが、スランプは  $21\text{cm}$  程度を確保しており、通常の振動機による締固めを行えば、施工が可能であることを確認した。高流動コンクリートは、ポンプ圧送に伴うスランプフローの低下がほとんど見られず、U形間隙通過性試験の充てん高さ (充てん高さ) も図-3に示すように自己充てん可能な  $300\text{mm}$  を維持していた。

見かけの吐出量とポンプ吐出圧力の関係を図-4に示す。この図から一般高圧仕様の最大吐出圧  $13\text{MPa}$  の  $80\%$  ( $=10.4\text{MPa}$ ) を一次管理値、本試験で用いた超高压仕様ポンプの最大吐出圧  $22\text{MPa}$  の  $80\%$  ( $=18\text{MPa}$ ) を二次管理値として施工性を評価した。高流動コンクリートは全吐出量で一次管理値から二次管理値の範囲であり、超高压仕様ポンプ使用により十分圧送可能であることがわかった。中流動コンクリートの吐出圧は高流動コンクリートの  $60\sim 70\%$  程度であった。配管実長と管内圧力変化の関係から、水平管の圧力損失を求めた (図-5)。この図から、高流動コンクリートおよび中流動コンクリートの圧力損失は、それぞれスランプ  $12\text{cm}$  の普通コンクリートの約2倍、および同等～約1.5倍であった。

#### 4. まとめ

約  $600\text{m}$  のポンプ圧送試験により以下のことがわかった。中流動コンクリートはスランプ  $21\text{cm}$  程度に低下したが、閉塞することなく圧送できた。直管の管内圧力損失は、スランプ  $12\text{cm}$  の普通コンクリートと同等～1.5倍であった。高流動コンクリートの直管の管内圧力損失は、スランプ  $12\text{cm}$  の普通コンクリートの約2倍であり、超高压仕様ポンプでの圧送が望ましいと考えられたが、圧送による流動性の低下はなく、圧送後も自己充てん性を維持していた。なお、実施工においては、圧送後の脚柱内での施工性と、ポンプ圧送時のトラブル等のリスク回避から、高流動コンクリートを適用した。

参考文献 1) (財)沿岸開発技術研究センター、沿岸開発技術ライブラリーNo. 20、鋼コンクリートサンドイッチ構造沈埋函を対象とした加振併用型充てんコンクリートマニュアル、2004. 2

2) 土木学会コンクリートライブラリー93:高流動コンクリートの施工指針, p. 69, 1998. 7

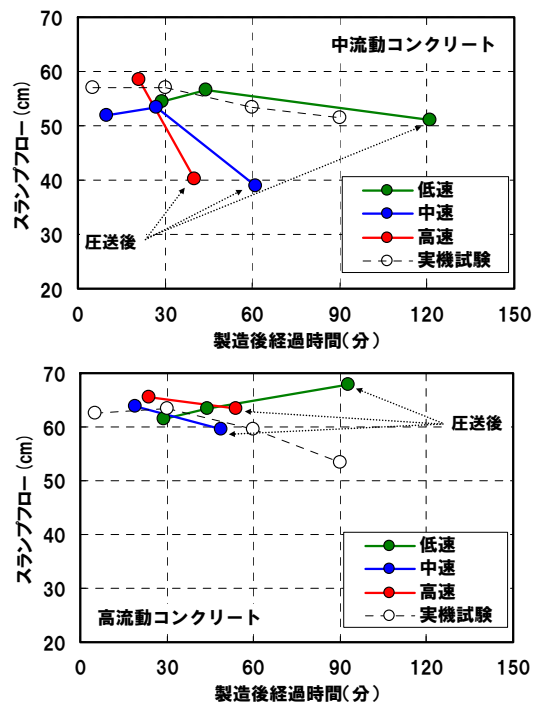


図-2 スランプフローの時間変化

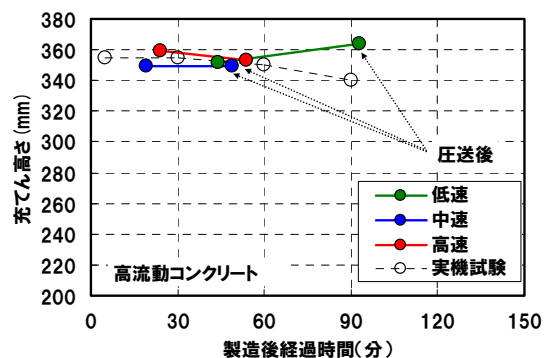


図-3 充てん高さの時間変化

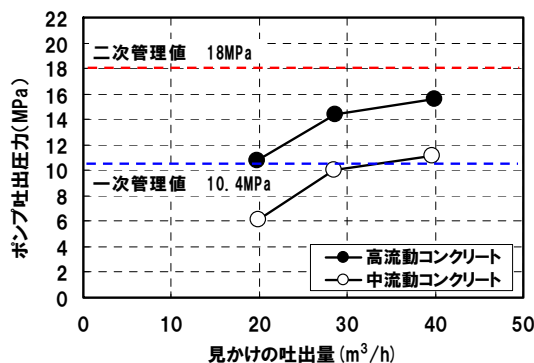


図-4 見かけの吐出量と吐出圧力の関係

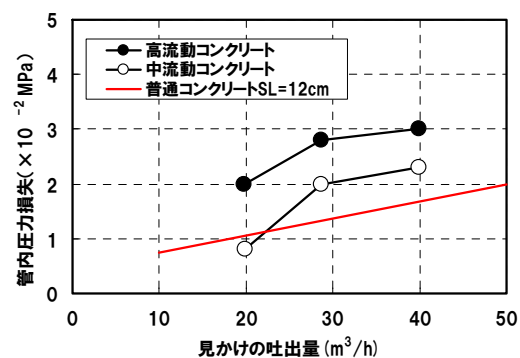


図-5 見かけの吐出量と管内圧力損失の関係