都市高速における高強度繊維補強コンクリートのポンプ施工

（株）IHI　正会員　　○塩永　亮介　山口　隆一　今村　紅音
IHI･日本国土･住重特定建設工事 JV　　上田　和哉　仲村　篤
名古屋高速道路公社　　小川　幸久　長坂　剛　小島　高裕

１．はじめに

圧縮強度が 70 N/mm^2 以上かつ鋼繊維を混入した高強度繊維補強コンクリート（以下、HSFRC）は，その優れた特性（高強度，高靭性，緻密性）により構造の簡素化や部材の高耐久化が図れる材料として期待されている．著者らはこれまで，本材料の基本的な力学的性能となる引張靭性の実験的把握[1)]とともに，従来困難と考えられていたコンクリートポンプ車による圧送施工についてフィールドでの圧送試験を実施し，管内の圧力損失を把握するとともに，圧送による品質変化がないことを確認した[2)]．これら成果をもとに名古屋高速道路・山王 JCT 工事にて，HSFRC のポンプ車による高所圧送を実施した．本書では，工事概要を報告するとともに，実施工での管内圧力データから HSFRC の高所圧送への適用性と計画に必要な物性値を提示する．

２．工事概要

該当工区は，山王ジャンクション新設・拡幅工事のうち，**図 1** に示す既設高架橋の路線拡幅工事の一部である．供用路線の 2 車線（RC 床版）に新設の 1 車線（鋼床版）を接合して一体化する「床版間詰め部」に，早期強度の確保と長期耐久性の向上およびせん断や曲げひび割れに対応するため，高強度かつ鋼繊維を混入した HSFRC を採用した．床版間詰め部の幅は 80～100 cm だが，施工延長が約 180 m（連続桁 3 径間分）のため，打設量は 50 m^3 となった．供用路線を開放しながらの施工となるため，橋面上には施工車両が入れず，地上からコンクリートポンプ車による圧送施工とした（高低差は約 17 m）．

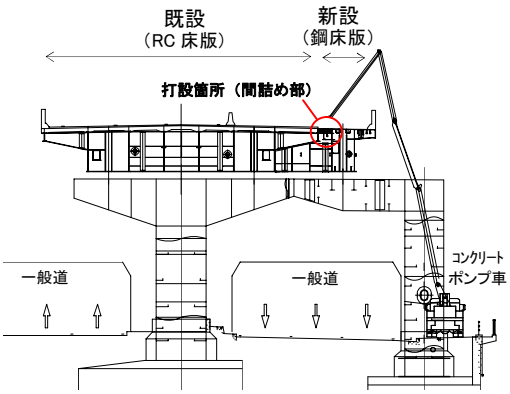

図 1　山王 JCT 上下部工事 断面図

表 1　高強度繊維補強ｺﾝｸﾘｰﾄの配合特性

目標強度	骨材の最大径	水粉体比	細骨材率	鋼繊維混入率
[N/mm^2]	[mm]	[%]	[%]	[vol.%]
70	20	33	60	1.0

本工事で用いた HSFRC の配合特性を**表 1** に示す．コンクリートの目標強度は 70 N/mm^2 であり，鋼繊維は長さ 30 mm，径 0.62 mm のものを 80 kg/m^3（1.0 vol.%）混入した．優れた材料分離抵抗性を発揮させるために，混和材にシリカ系微粉末を使用し，細骨材率および高性能減水剤の添加率にて流動性を調整した．

コンクリートの品質管理項目は，ポンプ圧送による材料分離や品質低下を生じさせない範囲として，鋼繊維混入前のスランプフローで 55±10cm，鋼繊維をアジテータ車で高速攪拌後の圧送前のスランプで 20±2cm（**図 2**）とした．全配車数 11 台の内，1，3，5，10 台目にて、上記の受入検査を実施した．

図 2　圧送前のスランプ(20cm)

圧送には，油圧ピストン式のポンプ車 IPG115B-8E29（IHI 建機製，最大吐出圧力 7.0 MPa）を用いて，3 段ブーム(延長 29 m）にて直接橋面上へ輸送した．高所圧送による管内圧力損失を算出するために，油圧シリンダ，ホッパ出口，ブーム先端の 3 箇所に圧力計を設置し，管内（125A 管）の圧力を常時計測した．

キーワード　高強度繊維補強コンクリート，ポンプ圧送，圧力計測，管内圧力損失
連絡先　〒235-8501　神奈川県横浜市磯子区新中原町 1 番地　（株）IHI 基盤技術研究所　TEL: 045-759-2864

3．計測結果と評価

1）HSFRC の品質

本工事の受入検査における圧送前スランプの平均値は 21.2 cm であったのに対し、圧送後スランプの平均値は 21.0 cm とほぼ圧送によるロスはなかった．また筒先において，鋼繊維や粗骨材の分離も確認されなかった．なお、材齢 28 日の圧縮強度は 77.5 N/mm^2 であった．

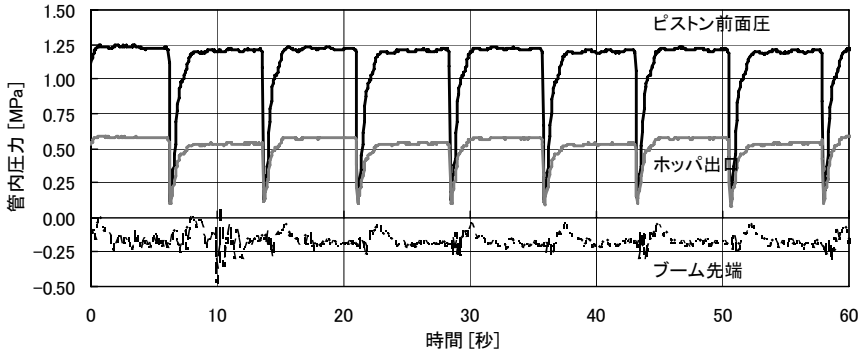

図 3　圧力計による圧力計測データの一例

2）圧力計測データ

3 箇所の圧力計測データの一例を**図 3** に示す．施工速度（吐出量）は概ね 20 m^3/h を目安に施工したが，最も高負荷の際のピストン前面圧は，1.25 MPa 程度であった．全 11 車分の圧力計測データから，吐出量とピストン前面圧の関係をプロットしたものを**図 4** に示す．ピストン前面圧の平均値は，計測データより 1.17 MPa であり，使用したポンプ車の機械能力線に対して大幅に内側にあることから，余裕のある圧送が行えたことがわかる．実際にも圧送時には閉塞するような兆候もなく，順調に工事は進行した．

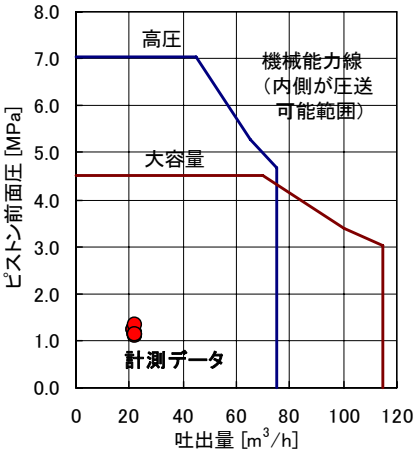

図 4　機械能力線との比較

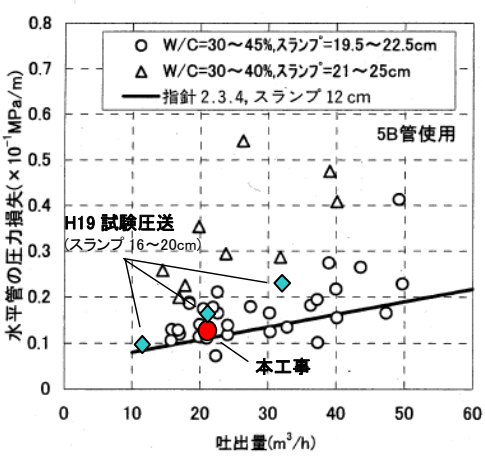

図 5　既往の圧送データ [4]との比較

3）管内の圧力損失

今回使用したブーム付ポンプ機種の鉛直圧送における既定の水平換算長さ 51.4m[3]を使って，ホッパ出口の最大圧力 0.60 MPa（**図 3**）から算出される「水平管 1 m あたりの圧力損失（K 値）」は，約 0.012 MPa/m となった．**図 5** に，この値を土木学会ポンプ施工指針 [4]に示される既往の高強度コンクリートの K 値および平成 19 年に実施した HSFRC の試験圧送 [2]で得られた K 値と重ねる．HSFRC は高強度かつ鋼繊維の混入により高い圧送抵抗（K 値）となることが予想されたが，高所圧送においてもスランプ 12 cm の普通コンクリートとほぼ同等の優れた圧送性を有することを確認した．

4．まとめ

都市高速（山王 JCT）における HSFRC のポンプ車を用いた高所圧送より，以下の知見が得られた．

- 管内の圧力計測より，HSFRC の高所圧送時（吐出量約 20 m^3/h）におけるピストン前面圧は，最大でも 1.25 MPa 程度であった．また，この圧送に伴う流動性の低下や材料の分離などが生じないことを確認した．
- 本工事で得られた HSFRC の水平管 1 m あたりの管内圧力損失は 0.012 MPa/m と，スランプ 12 cm の普通コンクリートとほぼ同等であることから，通常性能のポンプ車にて問題なく圧送できる．

参考文献

1) 増田，塩永，山口：高強度繊維補強コンクリートの引張軟化特性，第 63 回年次学術講演会講演概要集，V-258，pp515-516，2008 年 9 月
2) 山口，塩永，増田：高強度鋼繊維補強コンクリートのポンプ圧送実験，第 63 回年次学術講演会講演概要集，V-319，pp637-638，2008 年 9 月
3) （社）全国コンクリート圧送事業団体連合会：コンクリートポンプ圧送マニュアル 2006 年版
4) （社）土木学会：コンクリートのポンプ施工指針［平成 12 年版］，2000 年 2 月