

## V-21

## ハイパフォーマンスコンクリートの充填性確認のための一実験

西松建設株式会社技術研究所

正会員 高橋 秀樹・西田 徳行

西松建設株式会社吹田出張所

占部 徹・河野 謙二

日本道路公団吹田管理事務所

明石 幸三

## 1. はじめに

近畿自動車道吹田インターチェンジ工事（改良事業）のボックスカルバートは、交差する名神高速道路との土被り厚が少なくパイプビーム工法により構築される。カルバート頂版部におけるコンクリート打込み作業は、作業空間（ルーフパイプ下端と頂版との間隙は20cm以下：図-1）や過密な配筋（ $130\text{kg}/\text{m}^3$ ）により厳しい制約を受ける。このため頂版部には、締固め作業が不要で硬化後の品質にも優れたハイパフォーマンスコンクリート<sup>1)</sup>（以下HPCとする）を使用することとなった。そこでHPCの流動性、充填性や分離抵抗性等を把握するため、実施工を想定した一連のモデル施工実験（流動実験<sup>2)</sup>や充填実験等）を実施した。

本報告は、密閉された空間部に対するHPCの充填性の検討を行った実験（パイプと頂版の間隙を充填）結果についてとりまとめたものである。

## 2. 充填実験の概要

実験は、実施工の作業環境を模擬した密閉空間に1箇所からコンクリートを打込み、その充填状況を透明型枠（側面および上型枠）で観察し、併せて品質の調査（①コアの粗骨材分布状況、②コア強度試験）を行った。

コンクリートの打込みは、実施工を想定してポンプを用い、ポンプ圧送速度は $15\text{m}^3/\text{h}$ 程度で、また配管長は水平換算長さ約120mで実施した。実験形状を図-2に示す。

コンクリートの配合は、実施工を考慮して流動性がよく、経時変化の少ないものを選定し、荷卸時のスランプフローは $65\pm 5\text{ cm}$ 、粘性や閉塞抵抗性を調べるV型ロート<sup>3)</sup>（10ℓ）の流下時間は5～10秒を目標とした。配合と使用材料を表-1、2に示す。コンクリートの製造は、実施工で使用する生コン工場で行い、アジテータ車により運搬を行った。

表-1 配 合

| 骨材最大寸法<br>(mm) | 水結合材比<br>W/P<br>( $\text{W}/\text{V}_\text{c}$ )<br>(%) | 水とセメント比<br>W/C<br>(%) | 細骨材率<br>S/a<br>(%) | 単 位 量 ( $\text{kg}/\text{m}^3$ ) |            |                  |          |          | 高性能AE減水剤<br>kg/ $\text{m}^3$<br>( $\text{Px}1.20\%$ ) |
|----------------|---------------------------------------------------------|-----------------------|--------------------|----------------------------------|------------|------------------|----------|----------|-------------------------------------------------------|
|                |                                                         |                       |                    | 水と<br>混和剤<br>W+Ad                | セメント<br>BB | フライ<br>アッシュ<br>F | 細骨材<br>S | 粗骨材<br>G |                                                       |
| 20             | 32.0<br>(84.3)                                          | 58.6                  | 49.2               | 167                              | 285        | 237              | 759      | 815      | 6.26                                                  |

※混和剤は、その他に空気調整剤（0～ $\text{Px}0.0135\%$ ）を使用した。

## 3. 実験結果と考察

## (1) コンクリートの品質管理状況

試験結果を表-3に示す。スランプフロー、Vロート流下時間ともほぼ目標管理範囲内に収まったが、Vロート流下時間は出荷時で5秒以下とやや早く、荷卸時には約9秒と目標より少し遅かった。この原因としてはコンクリートがやや軟練りで粘性が低かったため、荷卸時で粗骨材どうしの干渉によるアーチングが若

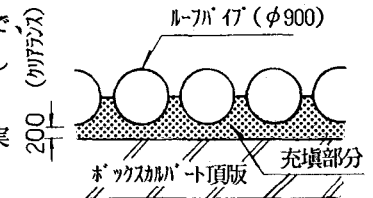


図-1 対象工事概要

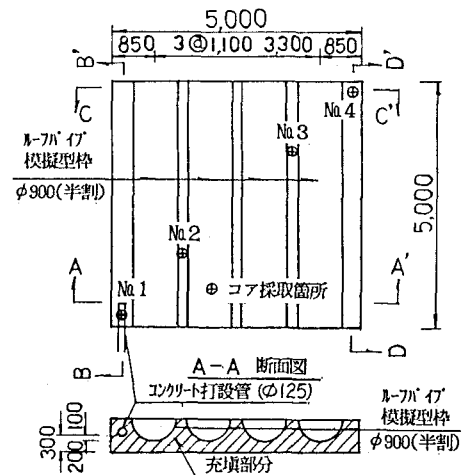


図-2 充填実験の形状

表-2 使用材料

| 材 料     | 種 別                                               |
|---------|---------------------------------------------------|
| セメント    | 高炉セメントB種 比重3.03, 比表面積4,050 $\text{cm}^2/\text{g}$ |
| フライアッシュ | 比重2.28, 比表面積3,870 $\text{cm}^2/\text{g}$          |
| 細骨材     | 山砂, 砕砂 比重2.58, $\text{FW}=2.75$                   |
| 粗骨材     | 砕石 比重2.70, $\text{FW}=6.77$                       |
| 混和剤     | 高性能AE減水剤（ポリカルボン酸系）                                |

干生じたと考えられる。

圧縮強度については、配合試験時と同程度の値が得られ、設計基準強度  $240\text{kgf/cm}^2$  以上を満足していた。

### (2) 充填状況

充填状況は図-3に示すように良好で、ルーフパイプ模擬型枠の下端を越え、残りの空間が完全な密閉空間となっても、充填が可能であった。

### (3) 品質調査

#### ① コアの粗骨材分布状況

コア側面の粗骨材をトレースし、画像処理による粗骨材の分布状況を図-4に示す。

画像処理の結果、粗骨材量は流動するに従って徐々に少なくなった。筒先部を100とすると、流動距離約5mで約75、流動距離約7mの対角部の上層では、粗骨材が少なく、全体でも約20以下であった。この対角部についてはコンクリートがパイプ下端を越えると密閉空間となる他に、流動距離が長いと比重が軽いモルタルが先行して充填されたと思われる。

#### ② コア強度

試験結果を表-4に示す。

圧縮強度・単位体積質量ともに、流動距離が長くなるにつれて若干低下していたが、その低下は筒先部の対角部（筒先から約7m）においても5%程度で、流動距離約5mでは筒先部と殆ど遜色がなかった。

### 3. まとめ

本実験に使用したHPCはやや軟練りで粘性が低く、実験は密閉された空間部という特殊条件下における充填であったため、5mを超えて長距離流動させると品質の均一性を確保することは困難であった。

今後、実施工等においてHPCを長距離流動させて、充填性に優れかつ品質の均一性を確保する場合には、分離抵抗性を大きくするためもう少し粘性を高くするなどの対策が必要である。

《謝辞》最後に、本実験を行うにあたり、貴重なご指導を賜りました東京大学・岡村 甫教授、小沢 一雅助教授をはじめとし、多大なご協力を戴きました関係者の皆様に深く感謝の意を表します。

【参考文献】1)小沢、前川、岡村：ハイパフォーマンスコンクリートの開発、コンクリート工学年次論文報告集11th、1988.6

2)高橋、西田、小沢、平原、明石：超流動コンクリート施工における流動性管理方法、超流動コンクリートシンポジウム(JCI)、1993.5(投稿中)

3)坂田、伊藤、若松、小沢、岡村：フレッシュコンクリートの充填性評価のためのロート試験、土木学会第47回年次学術講演会講演要集、1992.9

表-3 コンクリートの品質管理試験結果

| ミ<br>キ<br>サ<br>車 | フレッシュコンクリート |                    |              |            |            |                    |              |            | 硬化コンクリート<br>圧縮強度<br>標準養生<br>(kgf/cm <sup>2</sup> ) |               | 打設<br>試験<br>体<br>積 |
|------------------|-------------|--------------------|--------------|------------|------------|--------------------|--------------|------------|----------------------------------------------------|---------------|--------------------|
|                  | 出 荷         |                    |              |            | 荷 卸        |                    |              |            |                                                    |               |                    |
|                  | 時 刻<br>時:分  | スラン<br>フロー<br>(cm) | Vロ-ット<br>(秒) | 空気量<br>(%) | 時 刻<br>時:分 | スラン<br>フロー<br>(cm) | Vロ-ット<br>(秒) | 空気量<br>(%) | 出 荷                                                | 荷 卸           |                    |
| No               | 時:分         | (cm)               | (秒)          | (%)        | 時:分        | (cm)               | (秒)          | (%)        | $\sigma_{28}$                                      | $\sigma_{28}$ | No                 |
| 5                | 12:10       | 69.5               | 4.6          | 4.7        | 12:51      | 68.5               | 9.2          | 3.6        | 481                                                | 497           | 2・3                |
| 6                | 12:55       | 66.0               | —            | —          | 13:30      | 62.0               | —            | —          | —                                                  | —             | 3                  |

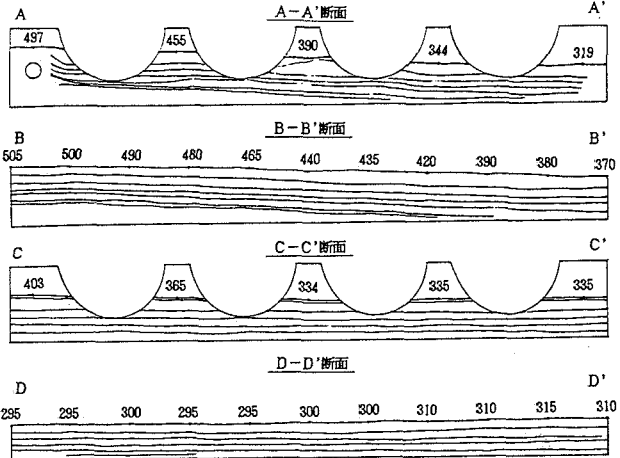


図-3 充填状況

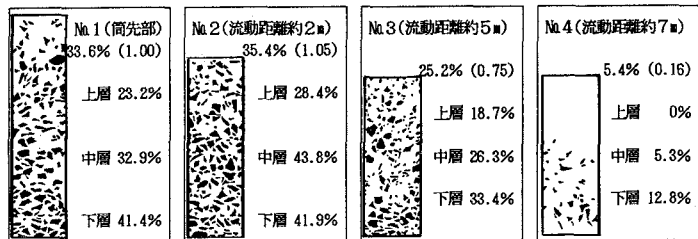


図-4 コアの粗骨材分布状況

表-4 コアの圧縮強度試験結果

| コア採取箇所             | 単位体積質量<br>( $\text{kg/m}^3$ ) | 圧縮強度<br>( $\text{kgf/cm}^2$ ) |
|--------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| №1 (筒先部)           | 2,269<br>(1.00)               | 422<br>(1.00)                 |
| №2 (流動距離<br>約 2 m) | 2,335<br>(1.03)               | 420<br>(1.00)                 |
| №3 (流動距離<br>約 5 m) | 2,252<br>(0.99)               | 414<br>(0.98)                 |
| №4 (流動距離<br>約 7 m) | 2,113<br>(0.93)               | 408<br>(0.97)                 |