

## V-450

## 低発熱型高流動コンクリートを用いた鋼殻ケーソンの施工

鹿島技術研究所 正会員 柳井修司  
 東京都港湾局 村中俊夫  
 同上 山下 忠  
 鹿島東京支店 末藤信行

## 1. はじめに

東京港臨海道路東京西航路沈埋トンネル建設工事では、トンネル換気塔の基礎となる鋼殻ケーソン立坑がニューマチックケーソン工法により建設されている。ケーソンの刃口部及びバルクヘッド下側壁部のコンクリートの施工に際しては、①閉所での作業及び高密度な配筋のために、締固め作業が十分に行えないこと、②施工が夏期に行われ、マッシブな部材であることから、セメントの水和熱による温度ひび割れが懸念されること、等に対処するため高ビーライト系ポルトランドセメントを用いた低発熱型高流動コンクリートを適用した。本報告は、適用した高流動コンクリートの性状及び実施工の結果について述べるものである。

## 2. 構造物の概要

当構造物は、図-1に示すように外殻を $t=10\text{mm}$ の鋼板で囲んだ鋼殻ケーソンである。高流動コンクリートを適用した部位はケーソン刃口部とバルクヘッド（沈埋涵体の受け口）下の側壁部であり、特に側壁部はH形鋼と鉄筋が非常に密に配置されている。高流動コンクリートは刃口部（8月）及び側壁部（10月、12月）を3回に分けて打設し、総打設量は約 $1,700\text{m}^3$ となる。

## 3. コンクリートの配合

刃口部及び側壁部のコンクリートには、①高い自己充填性を有すること、②運搬時間、施工時間を考慮して90分程度流動性を保持すること、

③設計基準強度 $24\text{N/mm}^2$ （材齢91日）を満足すること、④温度ひび割れの発生を抑制

できることが要求された。上記の品質を満

足するために室内配合試験を実施した。選

定したコンクリートの配合及び使用材料を

表-1に示す。セメントには低発熱性とマス

コン養生下での長期強度発現性の観点から

高ビーライト系ポルトランドセメントを

使用し、石灰石微粉末を併用して総粉体量を

$614\text{kg/m}^3$ とした（ $w/p=75.0\%$ 、 $s/m=42.0\%$ ）。また、材料分

離抵抗性の向上とフレッシュ時の品質変動を抑制することを目的に特殊増粘剤（ウエランガム）を使用した。

刃口部打設（8月初旬）を想定した実機試験におけるコンクリートの性状を表-2に示す。練混ぜ直後の

スランプフロー及び空気量は目標品質を満足するものであり、コンクリート温度、外気温が $30^\circ\text{C}$ という厳し

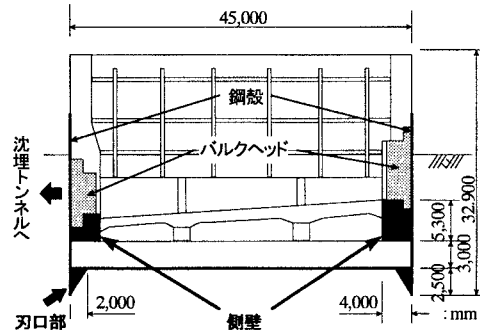


図-1 構造物の概要

表-1 コンクリートの配合及び使用材料

| $f_{ck91}$<br>( $\text{N/mm}^2$ ) | スランプフロー<br>(cm) | 空気量<br>(%)    | W/C<br>(%) | w/p<br>(%) | s/m<br>(%) | 単位量( $\text{kg/m}^3$ ) |     |     |     |     | SP<br>(kg) | VIS<br>(kg) |
|-----------------------------------|-----------------|---------------|------------|------------|------------|------------------------|-----|-----|-----|-----|------------|-------------|
|                                   |                 |               |            |            |            | W                      | C   | SD  | S   | G   |            |             |
| 24                                | 65 $\pm$ 5      | 4.5 $\pm$ 1.5 | 55.0       | 75.0       | 42.0       | 158                    | 287 | 327 | 691 | 864 | 10.4       | 0.158       |

w/p: 水粉体容積比, s/m: 細骨材容積比, Gvol=320L

| 使用材料     | 記号  | 摘要                                                         |
|----------|-----|------------------------------------------------------------|
| セメント     | C   | 高ビーライト系ポルトランドセメント(比重3.22,比表面積 $3400\text{cm}^2/\text{g}$ ) |
| 細骨材      | S   | 市原産山砂,鳥形山産石灰岩砕砂(比重2.59, F.M.2.66)                          |
| 粗骨材      | G   | 裁郎産石灰岩砕砂(2005)(比重2.70, F.M.6.62, 実積率60.0%)                 |
| 石灰石微粉末   | SD  | (比重2.70, 比表面積 $3300\text{cm}^2/\text{g}$ )                 |
| 高性能AE減水剤 | SP  | ポリカルボン酸系                                                   |
| 特殊増粘剤    | VIS | 水溶性ポリサッカライド(ウエランガム)                                        |

キーワード：高ビーライト系ポルトランドセメント，自己充填コンクリート，低発熱性，鋼殻ケーソン

〒182 東京都調布市飛田給 2-19-1

TEL：0424-89-7071 FAX：0424-89-7073

〒135 東京都江東区青海 2-43 青海フロンティアビル 16 F

TEL：03-5500-2495 FAX：03-5500-2498

い条件下においても、100 分程度まで良好な流動性を示した。また、圧縮強度も材齢 91 日で  $49.4\text{N/mm}^2$  であり、設計基準強度を満足する結果であった。

次に、高さ  $30\text{cm} \times$  長さ  $50\text{cm} \times$  幅  $30\text{cm}$  の容器に  $\phi 16\text{mm}$  の塩ビ管を水平方向に  $5\text{cm}$  間隔で配置し、容器の片側からコンクリートを打込む充

填性試験の結果を図-2に示す。厳しい配筋条件を模した本試験においてもコンクリートは材料分離することなく、隅々まで充填した。また、ボックス試験（D9 鉄筋、鉄筋間隔  $3.5\text{cm}$ ）における充填高さも  $335\text{mm}$  であり、本コンクリートが極めて優れた自己充填性を有することが確認された。

#### 4. 実施工結果

（1）コンクリートの品質 コンクリート製造時には、ミキサ負荷電流値による水量管理手法を適用した。本手法は骨材表面水の変動をコンクリート製造時のミキサ負荷電流値により把握し、必要に応じて表面水率の設定値を補正するものである。品質管理試験はミキサ負荷電流値の適正值を把握することを目的として製造開始時に連続して3回、以後  $50\text{m}^3$  に1回の頻度で実施した。

図-3に高流動コンクリートの全品質管理試験結果を示す。コンクリートは全て目標品質を満足するものであり、特殊増粘剤の使用、ミキサ負荷電流値による適切な水量管理により、打設時期（コンクリート温度： $16 \sim 29^\circ\text{C}$ ）や生コンプラント（2社）によらず、品質変動の小さい極めて安定したコンクリートを製造・供給することができた（変動係数；スランプフロー-2.9%，91日圧縮強度4.0%）。

（2）施工 刃口部については2台のポンプ車を使用し、5B管（配管長：約  $30\text{m}$ ）に設置した3個（計6カ所、約  $8\text{m}$  ピッチ）のT型ゲートバルブを適宜開閉して連続的にコンクリートを打設した。側壁部については、2リフトに分けて打設し、天端となるバルクヘッドに4カ所の打設孔を設けた。なお、吐出口にはサニーホースを取付け、コンクリートの自由落下を緩和した。

刃口部、側壁部ともコンクリートの流動距離は  $5 \sim 8\text{m}$  程度であったが、材料分離することなくほぼ水平に打ち上がる様子が確認された。また、バルクヘッドとの一体性も極めて良好なものであった。

#### 4. おわりに

側壁第1リフト中心部のコンクリートの温度上昇量及び上昇速度は、計測の結果、非常に小さいものであった（材齢4日で最高  $49.4^\circ\text{C}$ ）。また、打設後4ヶ月経過した時点においても温度応力に起因するひび割れは観察されていない。この点については別途報告する予定であるが、高ビーライトボルトランドセメントを使用し、単位セメント量を減じた本コンクリートにより、温度応力を低減できたものと思われる。過酷な施工条件においても、低発熱性、自己充填性を有する高流動コンクリートを使用することで、施工の省力化、温度ひび割れの抑制を図ることができた。

参考文献 岡村ら：ハイパフォーマンスコンクリート、技報堂出版、1993.9

坂井ら：品質保証を考慮した高流動コンクリートの施工について、コンクリート工学年次論文報告集、1995.6

表-2 コンクリートの性状

| 経過時間<br>(分) | 外気温<br>( $^\circ\text{C}$ ) | コンクリート<br>温度( $^\circ\text{C}$ ) | スランプフロー<br>(cm)    | 50cm7ロ-<br>(秒) | 空気量<br>(%) | $V_{75}$ ロ-ト<br>(秒) | 圧縮強度<br>( $\text{N/mm}^2$ ) |
|-------------|-----------------------------|----------------------------------|--------------------|----------------|------------|---------------------|-----------------------------|
| 0           | 31.0                        | 30.5                             | $69.0 \times 68.5$ | 6.1            | 3.1        | 10.6                | 34.6<br>(28日)               |
| 35          | 31.0                        | 30.0                             | $68.5 \times 67.5$ | 5.9            | 3.5        | 9.7                 |                             |
| 65          | 31.0                        | 32.0                             | $68.0 \times 67.5$ | 6.5            | 4.1        | —                   |                             |
| 95          | 29.0                        | 31.0                             | $62.0 \times 60.5$ | 8.5            | 4.4        | —                   | 49.4<br>(91日)               |
| 125         | 30.0                        | 31.0                             | $54.0 \times 54.0$ | 15.3           | 5.3        | —                   |                             |

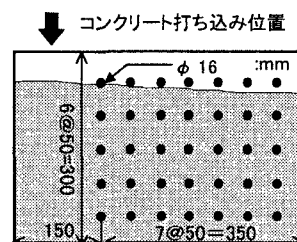


図-2 充填性試験結果

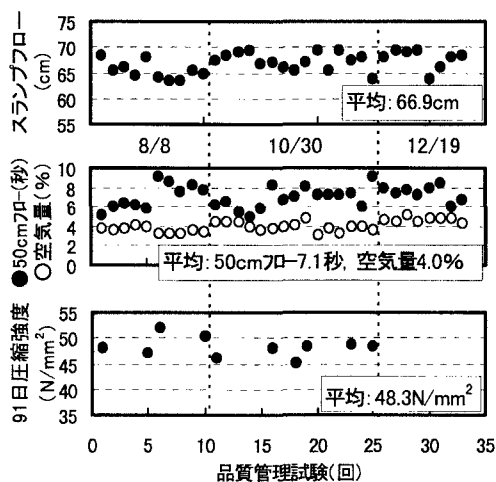


図-3 品質管理試験結果