

3H-CRETE を使用したプレキャスト PC 床版の施工 (猿投高架橋) について

(株)富士ピー・エス 正会員 ○米川 英繁
 国土交通省 名四国道事務所 非会員 藤山 一夫
 国土交通省 名四国道事務所 非会員 丹羽 孝一
 (株)富士ピー・エス 正会員 八木 洋介

1. はじめに

3H-CRETE (トリプルエッチクリートと呼ぶ) とはプレテンション製品用の高流動コンクリートであり、かつ高耐久性 (遮塩性・中性化抵抗性・凍結融解抵抗性)・高性能 (自己充填性ランク 1)・早期強度を有するコンクリートである。(株)富士ピー・エスでは高炉スラグ微粉末を添加した 3H-CRETE (High-Early strength・High-strength・High Flowing) を今までに、研究・開発・施工してきた。

3H-CRETE の特徴として、①高流動コンクリートであることから、打設時に必要とされるバイブレータ使用の時間を低減でき、製造労務の低減に貢献できる。②自己充填性能を有するので、コンクリートの打設不良 (打設未充填部) が防止できる。③3H-CRETE は従来の早強コンクリートと比べて、使用セメント量が少なく、また低減したセメント分を高炉スラグにて置換しているため、材料生成時に発生する CO₂ 量を低減しており、低環境負荷コンクリートとして、環境にも配慮したコンクリートとなっている。④自己充填性能のため、バイブレータの騒音・振動も低減できることから、工場周辺の環境問題にも配慮したコンクリートである。

この 3H-CRETE の実績は、プレテンションホロー桁等の製作に対して多数あるが、今回の猿投高架橋 (写真-1、図-1、図-2) のような大規模工事への採用という機会を得ることができたので、施工報告として概要および、労務数の低減効果や施工方法について述べることにする。

2. 橋梁概要

工 事 名：平成 15 年度 東海環状
 猿投高架橋入道地区床版工工事
 工事場所：愛知県豊田市猿投町
 工 期：2003 年 10 月 3 日～2004 年 9 月 30 日
 発 注 者：中部地方整備局名四国道事務所
 構造形式：3 径間連続非合成 PC 床版鋼箱桁
 橋 長：上り 290.0m (P6～P9)
 下り 225.0m (P5～P8)
 支 間：上り 88.1m+112.0m+88.075m
 下り 68.6m+ 86.0m+68.575m
 幅 員：有効幅員 10.750m
 平面線形：R=4500
 横断勾配：2.5%

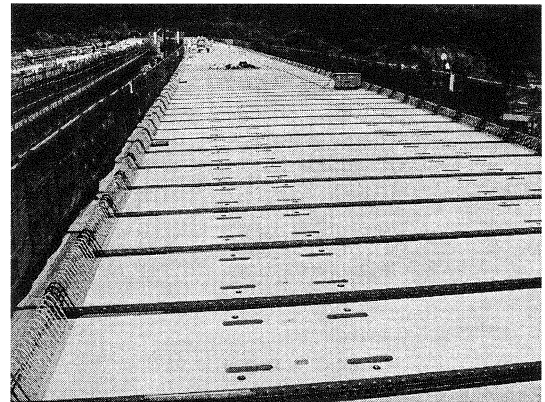


写真 1 - 橋梁施工写真

床版概要

床版長さ：11,360mm
 床版幅：上縁 1670mm 下縁 1990mm
 床版厚：最小厚 240mm 支点部 364mm
 版重量：15.403t (1枚あたり)
 製作版枚数：上り 141枚, 下り 108枚
 使用鉄筋量：489.6t
 打設コン m³：1535.6m³
 製作期間：2004 年 1 月 21 日～2004 年 5 月 11 日

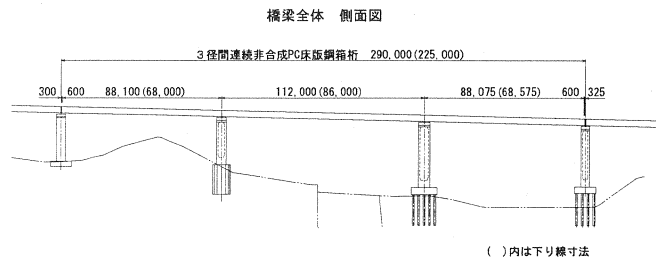


図 2 - 全体一般図

3. 配合

使用材料の諸元値・配合表(表-1)を以下に示す。

セメント…早強セメント (密度 3.14)

混和材…高炉スラグ微粉末

(密度 2.88, 比表面積 4000cm²/g 以上)

細骨材…石灰砕砂 (密度 2.68, FM2.68)

川砂 (密度 2.70, FM2.58)

1 : 1 で混合使用

粗骨材…砕石 (MAX20mm, 密度 2.73, FM6.66)

混和剤…ホ[®]リカル[®]ソ[®]ン酸系 減水剤 (密度 1.06)

水結合材率は、従来の使用実績により 34.8%としている。

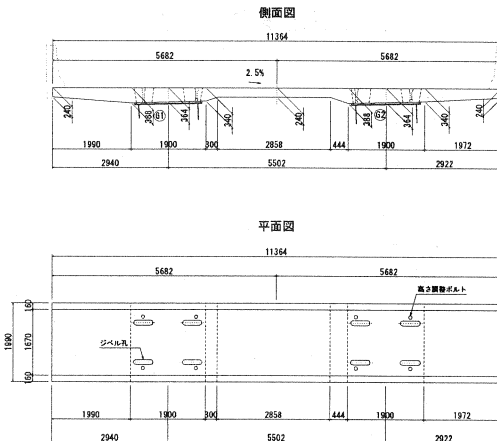


図3-PC床版一般図

表1-配合表

粗骨材の 最大寸法 (mm)	水粉体 重量比 (%)	水粉体 容積比 (%)	細骨材率 S/a (%)	空気量 (%)	単位量 (kg/m ³)						
					水	セメント	スラグ [®]	細骨材		粗骨材	減水剤
					W	C	BS	砕砂	川砂	G	AD
20	34.8	106	52	3.0	174	350	150	441	424	828	5.0

4. 品質管理

配合条件および品質管理試験結果(表-2)を以下に示す。

表-2 基準・実績

	基準	実績 (平均)
目標空気量	3.0±1.5%	3.2%
目標スランフ [®] フロー	650±50mm	630mm
設計基準強度	50N/mm ²	83.0N/mm ²
プレストレス導入強度	35N/mm ²	41.7N/mm ²

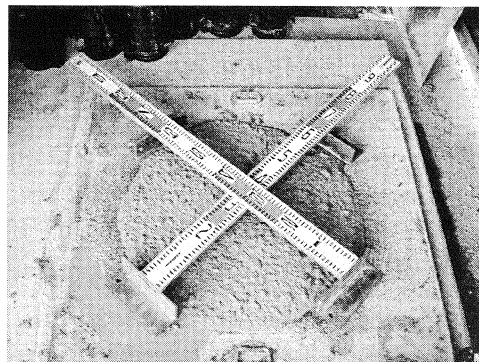


写真2-品質試験 フロー状況

スランフフローは、自己充填性を有しつつ、材料分離が発生しない範囲になる値を採用した。圧縮強度に関して、設計基準強度が 50N/mm² に対して材令 28 日の圧縮強度が 83.0N/mm² と高くなっている。これは施工サイクル上、打設翌日に脱型・プレストレス導入を行うための必要強度を 35.0N/mm² を確保するためにセメント量を決定していることと、高炉スラグ添加による長期強度の発現性があるためである。空気量は、コンクリート性状が緻密になることから 3% を基準とした。

5. 施工サイクル

一日の製作順序は以下の通りとなる。

脱型・搬出→鉄筋配置→型枠組立→鋼線配置→緊張→コンクリート打設→仕上げ→養生→(脱型)

本床版におけるコンクリートの練り混ぜは、(株)富士ピー・エス三重工場内のミキサー（強制二軸ミキサー容量 1.5m³）にて行った。なお、材料の投入順序・練り混ぜ時間を、図-4に示す。排出された生コンは、アジテータ車にうつされ、工場内の作業ヤードに運搬した。その後、バケットを用いて型枠内に投入を行った。

養生は打設終了後、3時間を経過してから蒸気による養生を開始した。養生中の温度管理は 20℃ → (2h) → 45℃ (2h) → (2h) → 20℃ とした。

投入順序
川砂・石灰砕砂 投入
↓練り混ぜ
水・セメント、高炉スラグ 投入
↓練り混ぜ(約10秒間)
粗骨材 投入
↓練り混ぜ(90秒)
排出

図4-練り混ぜ手順

6. 打設

6.1 打設方法

3H-CRETEの打設前に、高流動コンクリートとしての打設について検討を行った。主な検討項目は、①材料分離が極力発生しない程度のバイブレーターの振動時間、②バイブレーターの使用時間による型枠からのモルタル分の流出量の確認である。検討の結果、配筋が密なハンチ部においてはバイブレータを適度に使用することとし、配筋がハンチほど密でない他の部位などの箇所については自己充填が可能であり問題ないことがわかった。従って、打設は上下2層に分けて行うこととした。下層部はハンチ部を含むため配筋が密なことから、バイブレータを適度に使用し、上層部は、コンクリートの自己充填性に任せてバイブレータの使用は避けることとした。

6.2 労務比較

表-3に床版製作に要する人員配置を示す。

従来のPC床版の打設においては製品型枠内へ生コンを投入する時にバイブレータを頻繁に挿入し、コンクリートを締め固める必要があったが、自己充填性を有している3H-CRETEにおいては、配筋が密な一部分を除いてバイブレータをかける必要が無く、バイブレータを挿入する回数・時間および、バイブレータ作業に従事する人工数は大幅に削減できる。つまり、バイブレータ作業と、仕上げ作業を掛け持ちで作業することが可能であり、締め固め作業に掛かる時間が減ることで作業人工数の低減につながる。

さらに、打設作業速度も速くなるため、従来では工程上1日に2枚しか製作できなかったものが、3枚製作可能となり生産能力の

表-3 コンクリート打設に要する人員配置

	猿投高架橋	従来PC床版
打設時間 (打設開始~打設終了)	2.5 時間	2.5 時間
1日の打設数量(通常)	18.5 m ³	約10 m ³
1日の製作枚数	3枚	2枚
バイブレータ持ち	(0.25)	2
コンクリートバケット持ち	1	1
掃除(サークル部)	2	2
天端仕上げ	2	2
合計	5	7

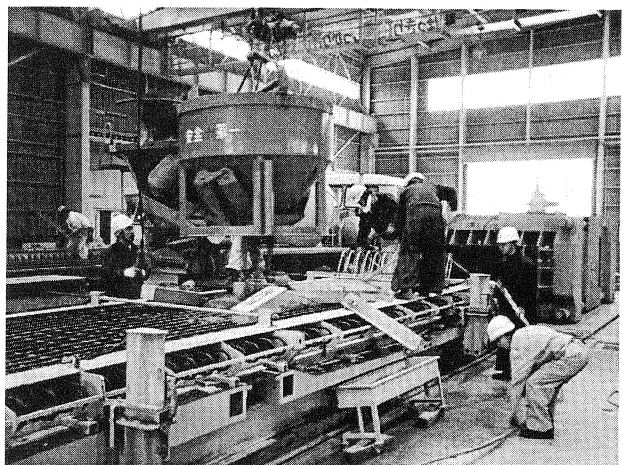


写真3-打設状況

向上を図ることができた。

6.3 出来形

脱型後の出来形は、コンクリートの未充填部やジャンカなどの施工不良部は発生しなかった。これは、3H-CRETE の自己充填性の効果が現れた結果といえる。また出来形寸法も問題なく、弾性変形量等も計算通りの値となり従来通りの管理手法によって出来形寸法を確保することができる。

7. 環境負荷低減

3H-CRETE は高炉スラグを使用することでセメント分を低減しており、環境負荷低減コンクリートとして、発生 CO₂ を低減している。そこで、打設時に発生する CO₂ 発生量について検討を行う。

従来の早強コンクリートでは、CO₂ 排出量は、材料生成時における発生量で、1m³ 打設する毎に、96.88 (kg-CO₂/m³) となっている³⁾が、3H-CRETE の場合、この値は 86.15 (kg-CO₂/m³) である。よって、従来の早強コンクリートを使用する場合と比べると、3H-CRETE を使用した場合の方が、1m³ あたり 10.73 (kg-CO₂/m³) の減少量となり、全打設数量から計算すると、10.73 (kg-CO₂/m³) × 1535.6 (m³) = 16477 (kg) の削減量となる。このことは、仮に車両等のガソリンを使用した場合の換算量で計算すると、ガソリンの CO₂ 排出原単位が 2359 (kg-CO₂/L) と試算されていることから、約 7000 L 分の CO₂ を削減したことになる。これらは材料使用に関してのみの低減量であり、養生方法を含めた CO₂ 排出量では、さらなる低減量が見込める。

8. 終わりに

一般的な J I S 桁 (ホロー桁・T 桁) と比べ、今回の PC 床版製品の様に比較的鉄筋量が多い場合、従来のスランプ管理された早強コンクリートを使用すると、コンクリートの充填性が悪くなる。そのため、締め固めに時間を要することになり製作効率が良いとは言えない。従って、今回採用した 3H-CRETE のような締め固め作業を低減できる高流動コンクリートを使用することは作業効率的に優位性がある。

現在の橋梁施工においては、経済性はもちろん、品質・安全・施工・環境と言った様々な要因を検討する必要があり、特に経済性については、維持補修費を含めたライフサイクルコストを考慮して施工を行う必要がある。緻密な組織を持つ 3H-CRETE は中性化・塩分対策に対して有効性を期待できるので維持補修にかかるライフサイクル的な費用は安くすむ。また、環境に配慮した施工という点においても単位セメント量が少ない配合としていることから、排出二酸化炭素量を低減することができる。さらにスラグというリサイクル材料を使う事で、より環境に配慮した材料と言える。

今後、環境等に配慮した 3H-CRETE の採用・施工実績が増えることにより、地球環境問題の解決に寄与できれば幸いである。

最後になりますが、3H-CRETE の採用に対し、多大なご指導を頂いた国土交通省中部地方整備局名四国道事務所の関係者の皆様方には深く、感謝いたします。

参考文献

- 1) 高炉スラグ微粉末を用いたコンクリートの施工指針 (土木学会コンクリートライブラリー 86 1996)
- 2) 高流動コンクリート施工指針 (土木学会コンクリートライブラリー 93 1998)
- 3) 温室効果ガス排出量算定に関する検討結果総括報告書 (H12年9月 環境庁温室効果ガス排出量算定方法検討会)