

フライアッシュを用いた PCT 桁橋の施工

—宮坂橋歩道橋—

技術本部	技術研究所	桜田道博
技術本部	技術研究所	山村智
名古屋支店	金沢営業所	小林和弘
名古屋支店	七尾工場	西尾貢

1. はじめに

近年、プレストレストコンクリート(以降、PCと呼ぶ)構造物の品質向上、耐久性向上、長寿命化および環境負荷の低減などが求められている。石炭火力発電所などから年間1000万t以上排出されるフライアッシュ(以降、FA)は、混和材として用いることでコンクリートが緻密化し、塩害に対する耐久性の向上やアルカリシリカ反応の抑制などが図れるとされている。さらに、コンクリートのCO₂排出量の低減や未利用資源の有効活用などの環境負荷の低減にもつながることから、フライアッシュをPC構造物に積極的に用いることが望まれている。これまで、フライアッシュを用いたコンクリート(以降、フライアッシュコンクリート)の材料特性、耐久性およびPC梁部材の構造特性などが検討され、フライアッシュを用いたPC構造物の実用化が十分可能であることが確認されたため、石川県の宮坂橋歩道橋でフライアッシュを用いたPC橋が試験的に採用されることとなった。宮坂橋歩道橋はフライアッシュ(結合材に対する置換率15%)を用いた日本初のPCT桁橋であるが、フライアッシュを用いたコンクリートはスランプロスが大きい傾向にあること、初期強度が低いこと、および初期の湿潤養生が強度や耐久性に大きな影響を及ぼすことから、適用にあたってはこれらについて検討した。本報告では、フライアッシュを宮坂橋歩道橋に適用する際に行った配合の検討、および製品工場で実施したフライアッシュを用いたPC桁の品質確保対策について述べる。

2. 橋梁概要

宮坂橋歩道橋の一般図および橋梁概要をそれぞれ、図-1および表-1に示す。宮坂橋歩道橋は、橋長22.7m、幅員3.3mのプレテンションPCT桁橋であり、主桁にフライアッシュが適用された。本橋はプレテンション方式のPC桁橋であることから、初期の強度発現、ASR抑制効果などを総合的に考慮し、結合材に対するフライアッシュの置換率は15%とした。

3. フライアッシュを用いたコンクリートの配合検討

3.1 要求性能

宮坂橋歩道橋の主桁コンクリートへの要求性能を表-2に示す。フライアッシュを用いたコンクリートで表-2の要求性能を満足するよう試し練りを行い、所要の性能を満足する配合を決定した。なお、試し練りで使用した材料は当社七尾工場

表-1 橋梁概要

構造形式	プレテンション方式PC単純T桁橋
橋長	22.7m
支間長	21.9m
幅員	3.3m
活荷重	群集荷重(3.5kN/m ²)
発注者	石川県
工期	平成26年3月14日～8月29日

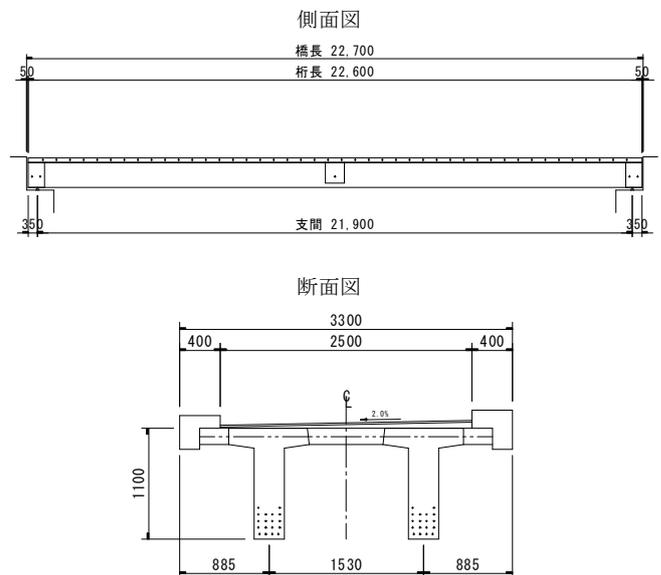


図-1 一般図

表-2 コンクリートへの要求性能

設計基準強度 f_{ck} (材齢28日)	50N/mm ²
プレストレス導入時強度(材齢14時間)	35N/mm ²
スランプ	18±2.5cm
空気量	4.5±1.5%
粗骨材最大寸法	20mm

で常用しているものとし、フライアッシュには北陸電力(株)太田火力発電所の分級フライアッシュ(密度2.48g/cm³、比表面積4600cm²/g)を用いた。

3.2 スランプロスの検討

フライアッシュコンクリート(水結合材比33%)のスランプの経時変化を図-4に示す。フライアッシュコンクリートは、スランプの経時変化が大きく、練上がり時のスランプを目標値12±2.5cmに設定すると打設終了前(15分/バッチ程度を想定)にスランプが目標値を下回ることが確認された。そこで、

15分後のスランブが目標値を下回らないよう練上がり直後のスランブを 18cm に設定した。なお、フライアッシュコンクリートでスランブロスが大きいのは、プレストレス導入時強度を得るための水結合材比 W/B が通常のコンクリートに比べ小さく単位結合材量が増えることや未燃カーボンなどの影響によると考えられる。

3.3 B/W と圧縮強度の検討

材齢 14 時間(プレストレス導入時)における結合材水比 B/W と圧縮強度との関係を図-5 に示す(図中 FA)。材齢 28 日の圧縮強度は配合強度を十分満足したため紙面の都合上ここでは割愛した。比較のため、通常の早強セメント単味の B/W と圧縮強度の関係も併せて示した(図中 H)。なお、材齢 14 時間における配合強度は工場の実績より、41.5N/mm²(変動係数 9%)とした。図-5 より、所要の圧縮強度を満足するフライアッシュコンクリートの W/B は 34.8%となった。FA と H 単味の強度を比較すると、フライアッシュコンクリートのほうが若干低いものの W/B を 3%程度低くすることで、通常のコンクリート(早強セメント単味)と同等のプレストレス導入時強度が得られることが確認された。以上の検討結果より、最終的に決定したフライアッシュコンクリートの配合を表-3 に示す。

4. 主桁の製作および架設

主桁の製作は(株)ピーエス三菱七尾工場で行った。練上り直後のスランブは 15.5cm で規定値 18±2.5cm の下限であったが、打設中のワーカビリティは良好であった。フライアッシュコンクリートでは蒸気養生後の湿潤養生が圧縮強度や耐久性に及ぼす影響が大きいため、蒸気養生終了後は 5 日間ミスト養生を行い、主桁を湿潤状態に保持した(写真-1)。その結果、脱枠時および材齢 28 日の圧縮強度はそれぞれ、46.5N/mm² および 56.3N/mm² となり、所要の圧縮強度を満足した。製作した主桁は現場に運搬し、移動式クレーンにより架設した。スランブロス対策として練上り直後のスランブを 18cm に大きくすること、初期強度を発現させるため W/B を 3%程度下げることおよび蒸気養生後にミスト養生を 5 日間行うことで主桁の品質を確保し、宮坂橋歩道橋を無事完成させることができた(写真-2)。

5. まとめ

- (1) 単位水量を 150kg/m³、水結合材比を 34.8%、フライアッシュの置換率を 15%とすることで、所要のフレッシュ性状および圧縮強度が得られた。
- (2) スランブロス対策として練上り直後のスランブを 18cm に大きくすること、初期強度を発現させるため W/B を 3%程度下げること、および蒸気養生後の主桁にミスト養生を行い 5 日間湿潤状態に保つことで、フライアッシュを用いた PC 桁の品質を確保することができた。
- (3) 宮坂橋歩道橋の完成により、フライアッシュを用いたコンクリートが PC 橋に適用できることが実証された。今後は PC 橋の品質向上、耐久性向上(特に ASR)、および環境負荷低減

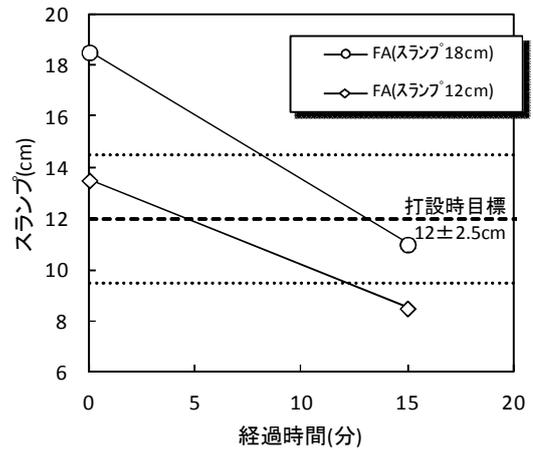


図-4 スランブの経時変化

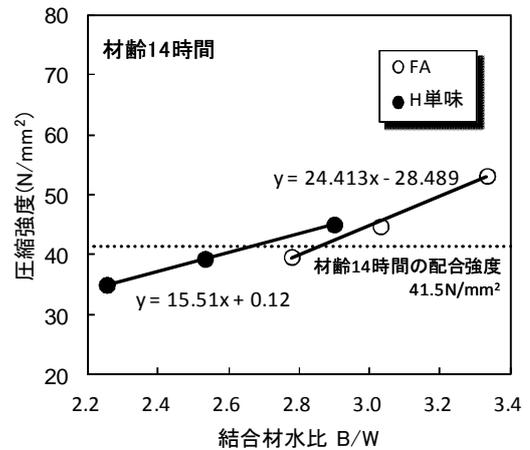


図-5 B/W と圧縮強度との関係

表-3 宮坂橋歩道橋の配合

設計基準強度 (N/mm ²)	空気量 (%)	W/B (%)	s/a (%)	単位量(kg/m ³)*				
				W	B		S	G
					C	FA		
50	4.5	34.8	44.6	150	366	65	762	958

*W は水、C は早強セメント、FA はフライアッシュ、S は細骨材、G は粗骨材



写真-1 ミスト養生状況



写真-2 完成状況

の対策として、フライアッシュが PC 構造物に積極的に採用されることが望まれる。

Key Words: フライアッシュ, プレテンション, PCT 桁橋, 初期強度, 湿潤養生



桜田道博



山村智



小林和弘



西尾貢