

フライアッシュを使用したコンクリートの現場施工への適用検討

技術本部 技術研究所 中瀬博一
 技術本部 技術研究所 椎野碧

1. はじめに

床版取替工事におけるプレキャストPC床版(以降, PCaPC床版)へのフライアッシュコンクリート(以降, FAコンクリート)の適用は, 耐久性向上, 環境負荷低減および生産性向上に有効と考えられる。一方, 場所打ちとなる間詰め部にもFAコンクリートを使用することで構造体としての耐久性が向上するものと考えられるが施工例が少ない。このため, PCaPC床版の間詰め部への適用を対象とし, FAコンクリートの基礎物性に加え, 施工実験によりポンプ圧送性や充填性など場所打ち施工への適用性を検討した結果を報告する。

2. 実験概要

2.1 実験の要因と水準

実験の要因と水準を表-1に示す。配合検討では, FAコンクリートおよび比較用の早強セメント(HC)単味配合の水結合材比(W/B)を3~4水準, 膨張材量を一定とし, W/Bと標準養生供試体の材齢7日における圧縮強度の関係などから表-2に示す床版間詰めコンクリートの仕様を満足する配合を決定した。また, 決定した配合を用いて耐久性に関する諸物性の確認および施工実験の実施により, 間詰めコンクリートとしての適用性を検討した。

2.2 使用材料および配合

使用材料を表-3に示す。フライアッシュは関東圏で入手可能なJISII種相当の分級フライアッシュを用い, その他の材料もコンクリート用のJIS品を使用した。FAコンクリート配合における単位結合材量に対するFAの質量置換率は15%とし, 膨張材はセメントに質量置換して使用した。

2.4 試験方法

試験項目および試験方法を表-4に示す。各種試験は関連するJISに準拠し, 塩化物イオン拡散係数試験についてはJSCE-G572に準拠して行った。

2.5 PCaPC床版間詰めコンクリート施工実験

FAコンクリートを用いてPCaPC床版の間詰め部への打設実験を行った。実験概要を図-1に示す。試験体の間詰め部は, ループ筋(D19@125mm)を配したアゴ付き形状とし, 幅330mm, 長さ5500mmとした。FAコンクリートは実機プラントで練り混ぜ, プラントから打設箇所までの運搬はアジテータトラックおよびポンプ圧送車を用いた。ポンプによる圧送距離は約65m(水平換算距離:95m)とした。コンクリートの締固めは高周波棒型振動機を用いて行った。

表-1 実験の要因と水準

	配合* (結合材)	水準		検討項目
		水結合材比 W/B (%)	膨張材量 EX (kg/m ³)*	
配合検討	FA	30, 35, 40, 45	20	W/B 検討
	HC	35, 40, 45	20	
	FA	32.1	20, 25	EX 使用量検討
	HC	37.2	20, 25	
耐久性試験	FA	32.1	25	乾燥収縮, 凍結融解, 塩分浸透
	HC	37.2	25	
施工実験	FA	32.1	25	床版間詰め施工性確認

※配合(結合材)欄において, FA:HC+FA(15%), HC:HC単味

表-2 間詰めコンクリートの仕様

項目	目標値	備考
設計基準強度 (材齢7日)	50N/mm ²	配合強度 57.6N/mm ² (変動係数:8%と仮定)
スランプ	18±2.5cm	練上り直後
空気量	4.5±1.5%	練上り直後
拘束膨張率	150~250μ	収縮保証

表-3 使用材料

記号	仕様
セメント	HC 早強セメント
フライアッシュ	FA 密度:2.33g/cm ³ 比表面積4810cm ² /g
細骨材	S1 陸砂(表乾密度:2.58g/cm ³)
	S2 砕砂(表乾密度:2.62g/cm ³)
粗骨材	G 砕石(表乾密度:2.64g/cm ³)
混和剤	SP 高性能AE減水剤
膨張材	EX 石灰系, 低添加型

表-4 試験方法

種別	試験項目	試験方法
配合決定	圧縮強度	JIS A1108
	拘束膨張	JIS A6202
耐久性	乾燥収縮	JIS A1129
	凍結融解	JIS A1148
	促進中性化	JIS A1153
	塩分浸透	JSCE-G572

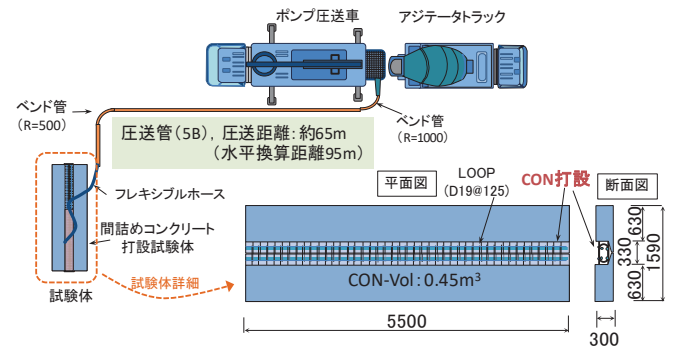


図-1 間詰めコンクリート施工実験概要

3. 実験結果

3.1 配合検討

材齢7日における結合材水比(B/W)と圧縮強度の関係を図-2に示す。この結果より配合強度57.6N/mm²(表-2参照)を満足するW/Bを算出した結果, FAは32.1%となり, HCは37.2%となった。以降, 拘束膨張試験, 各種耐久性試験および施工実験はこのW/B値を用いたコンクリートで検討を行った。

拘束膨張試験結果を図-3に示す。材齢7日の膨張ひずみはFAおよびHCともに膨張材量を25kg/m³とした場合に目標

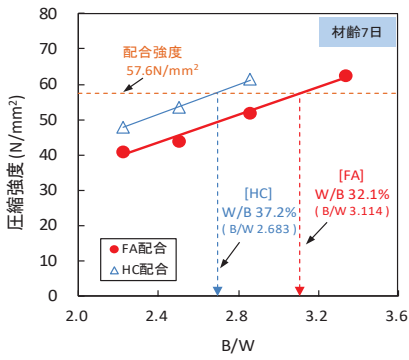


図-2 B/W と圧縮強度の関係

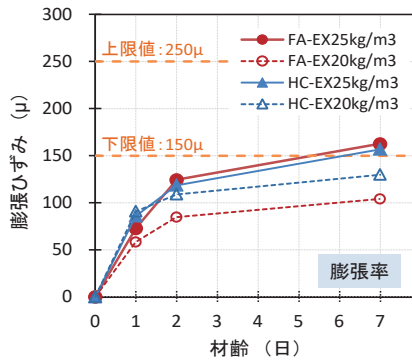


図-3 拘束膨張試験結果

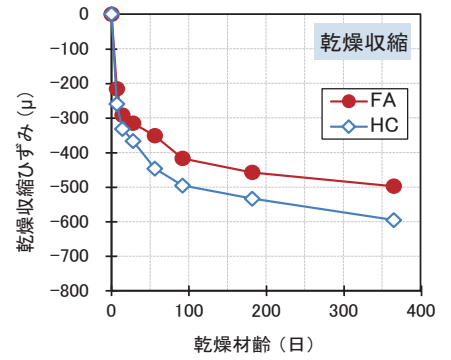


図-4 乾燥収縮試験結果

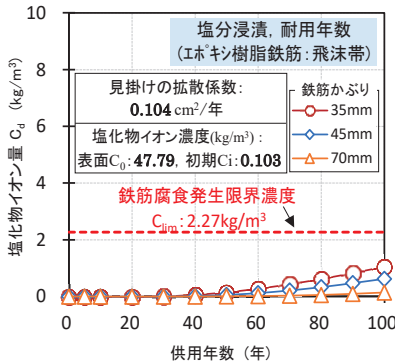


図-5 塩害環境下の鋼材の耐用年数

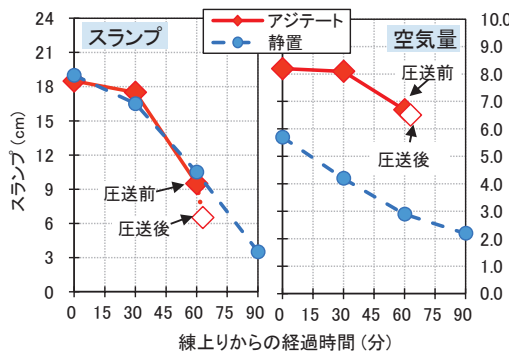


図-6 フレッシュ性状の経時変化(施工実験時)

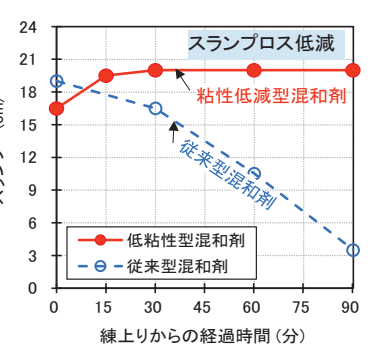


図-7 スランプロス低減結果

値を満足した。このため、FA および HC ともに膨張材量を 25kg/m³ とし、耐久性試験および施工実験を実施した。

3.2 耐久性の検討

(1) 乾燥収縮

乾燥収縮試験結果を図-4 に示す。FA および HC いずれの配合でも乾燥材齢 1 年における乾燥収縮ひずみは 600 μ 以下であり、乾燥収縮によるひび割れ発生に対し十分な抵抗性を有していることが確認された。

(2) 凍結融解

凍結融解試験の結果、FA および HC いずれも凍結融解 300 サイクル後の相対動弾性係数は 90% 以上となり、凍結融解に対する十分な抵抗性を示した。

(3) 塩分浸透

塩分拡散係数試験の結果、FA コンクリートの見掛けの拡散係数は 0.104cm²/年であり、この値を用い「コンクリート標準示方書」に準じて耐用年数を算出した結果を図-5 に示す。これより、FA コンクリートは、エポキシ樹脂塗装鉄筋使用の条件下では、鉄筋かぶりを 35mm 以上とした場合 100 年以上の耐用年数を有することが確認された。

3.3 間詰めコンクリート施工実験

間詰めコンクリートの施工実験における、スランプおよび空気量の経時変化を図-6 に示す。練上りから 60 分後までのスランプロスはアジテートした場合も静置した場合も同様に 8cm 程度と大きな値を示した。一方、空気量の低下は静置で 3% 程度に対し、アジテートでは 1.5% 程度であった。また、ポンプ圧送前後のスランプの低下は 3cm であり、空気量は大きな変化は認められなかった。これより、本実験の範囲内において FA コンクリートの場所打ち施工では、スランプ

ロスによる施工性への影響が考慮すべき課題として明らかとなった。

間詰め部への FA コンクリート打設状況を写真-1 に示す。



写真-1 FA コンクリート打設状況

FA コンクリートは一般的な施工方法で施工可能であり、ひび割れや充填不良などの不具合は認められなかった。

3.4 経時変化(スランプロス)低減の検討

施工実験後に市販化された粘性低減型の高性能 AE 減水剤を用いて FA コンクリートのスランプロスの低減を試みた結果、図-7 に示すように練上りから 90 分後までのスランプロスが解消され、十分な可使用時間の確保が可能となった。

4. まとめ

本検討の結果、FA コンクリートのPCaPC床版間詰め部への現場施工が十分に可能であり、課題となったスランプロスについても粘性低減型の高性能AE減水剤を用いることにより、十分な可使用時間が確保されることが確認された。

Key Words : フライアッシュ, 間詰めコンクリート



中瀬博一



椎野碧