

フライアッシュIV種相当を用いた場所打ちPC床版用コンクリートの諸性能に関する検討

日本大学 大学院工学研究科 正会員 ○榊原 直樹 学生会員 富塚 翔太
日本大学 工学部 正会員 子田 康弘 フェロー 岩城 一郎

1. はじめに

東日本大震災による原発事故の影響により、現在我が国の電力需要を賄うため、国内の石炭火力発電所はフル稼働の状態にある。福島県浜通りに所在する東北電力原町火力発電所もその例外ではない。これにより、石炭火力発電所からは大量のフライアッシュ（以下、FA）が発生しており、そのさらなる利活用が課題となっている。一方、東北地方では凍結防止剤の散布に伴う、塩害、凍害、アルカリシリカ反応（以下、ASR）の促進により、道路橋コンクリート床版の早期劣化が問題となっている。そのため、福島県の原町火力発電所から産出されるFAを混和材として利用することは塩分浸透抵抗性の向上、ASRの抑制、コスト削減、地産地消の面からも合理的と言える。

本研究では、原町火力発電所から産出されるIV種相当のFAを用いた場所打ちPC床版用コンクリートの開発を目指し、室内試験による配合の検討を行い、その結果に基づき試験施工として模擬床版（ロハスの橋）で施工性確認試験を実施した。本稿では、室内試験結果と試験施工で得られた課題から配合修正した実機試験結果を報告する。

2. 実験概要

表-1に、実験パラメータとなる配合を示す。(1)から(4)は、PC床版用コンクリートの配合を決定するための室内試験配合¹⁾である。セメントは、早強ポルトランドセメントである。単位水量は、163kg/m³を基本にブリーディング率の違いを確認するため168kg/m³の2種類とした。FAはセメント

表-1 コンクリートの検討配合

ID	W/C (%)	W/B (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)							混和剤	
				W	C	FA	Exp	S1	S2	G	SP8SV	202
(1)	44.8	42.4	45.0	163	364	-	20	479	318	996	0.75%	3A
(2)	47.6	45.0	42.7	163	342	72		728			1.00%	35A
(3)			41.9	168	353	75		704	-		0.85%	35A
(4)	50.4	47.5	43.3	163	323	69		748			0.90%	35A
試験施工	47.6	45.0	41.7	168	353	75	20	700	-	996	0.85%	35A
修正提案-1	47.4	45.0	36.7	175	369	78	20	602	-	1060	0.60%	40A
修正提案-2	47.4	45.0	36.7	175	369	58	20	612	-	1076	0.70%	35A

W:水 C:早強ポルトランドセメント FA:フライアッシュ Exp:膨張剤 S1:砕石 S2:陸砂 G:2505砕石 P8SV:高性能AE減水剤(C×%) 202:AE助剤

と膨張材の結合材に対し外割で20%添加し、FAの有無を含めた合計4種類の配合とした。混和剤は、ポリカルボン酸エーテル系の高性能AE減水剤、AE助剤は通常の変性ロジン酸化合物系陰イオン界面活性剤を主成分としたものを用いた。試験項目は、(1)から(4)がスランプ試験と空気量試験、およびブリーディング試験である。

試験施工は、後述するよう(3)に基づく配合とした。試験施工の試験項目は、室内試験と同様に行った。ただし、スランプと空気量に関しては、経時変化の測定を行った。硬化コンクリートについては、圧縮強度試験による強度発現性の確認を材齢3日、7日、28日と91日で行った。さらに、試験施工での問題点の改善のために、単位水量と細骨材率を修正した修正提案をFAの添加率を結合材の20%と15%の2配合で実機試験を実施し性状を確認した。

3. 実験結果と考察

(1) 室内試験結果

図-1と図-2に、PC床版用コンクリートの配合を決定するための室内試験（9月18日実施）時のスランプと空気量の結果を示す。練上り直後の目標スランプは12±2.5cm、目標空気量は4.5±1.5%に設定した。練上り直後のスランプと空気量は、いずれも目標値を満足した。よって、FAの添加に

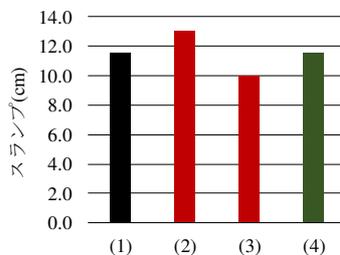


図-1 スランプ試験結果

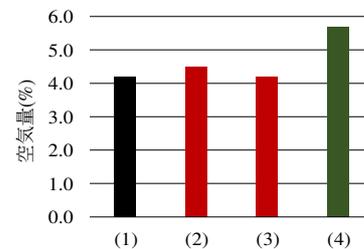


図-2 空気量試験結果

対しても混和剤、特にAE助剤量を増やすことでフレッシュ性状の調整が十分可能であることを確認した。

図-3に、材齢3日、7日と91日の圧縮強度試験結果を示す。早強ポルトランドセメントの使用により初期の強度

キーワード フライアッシュIV種、場所打ちPC床版、早期劣化対策、耐久性向上、地産地消

連絡先 〒963-8642 福島県郡山市田村町徳定字中河原1番地 日本大学大学院工学研究科 TEL024-956-8716

発現が高いことがわかる。PC 鋼材の緊張作業に必要な、材齢 3 日での要求強度 32.5MPa を満足していることが確認できる。図-4 に、室内試験のブリーディング試験結果を示す。単位水量が 163kg/m³である(1), (2), (4)で比較すると W/B の大きい(4)のブリーディング率が高くなった。(1), (4)よりも粉体量の多い(2)は、ブリーディング率が小さく施工面の仕上げ性の点で劣るものと判断した。これに対して、(2)から単位水量を 168kg/m³とした(3)は、ブリーディング率が(2)よりも増加しており、室内試験の範囲において、締め固め性、仕上げ性を考慮すると(3)の配合が施工性の観点から好ましいと考えられた。

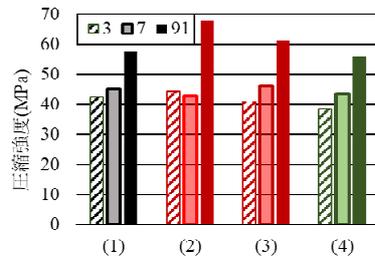


図-3 圧縮強度試験結果

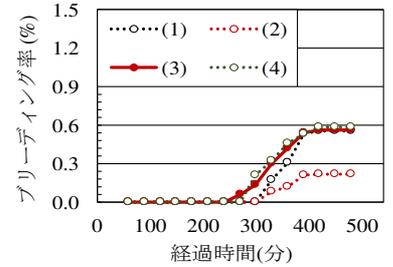


図-4 ブリーディング試験結果

(2) 試験施工結果

室内試験結果から、試験施工では、(3)の配合をベースとして実機を用いて製造してレディーミクストコンクリートを製造 (11 月 23 日実施) した。図-5 に、スランプの経時変化を示す。図より、出荷から 75 分経過後、スランプが低下し始めた。しかし、急激な低下は示しておらず、目標スランプの範囲内にあった。

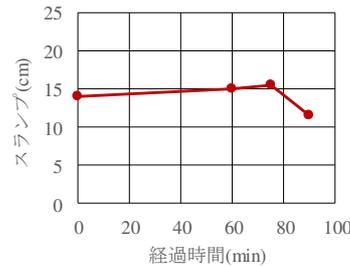


図-5 スランプの経時変化

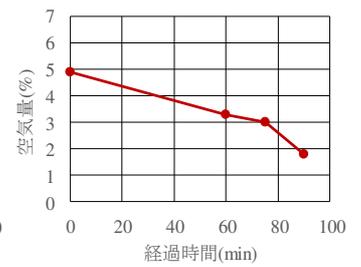


図-6 空気量の経時変化

図-6 に、空気量の経時変化を示す。空気量はスランプ試験同様 75 分を起点に、急激に低下する傾向を示し、90 分経過後は 2.0%を下回った。このことより、本配合は耐凍害性を考えると好ましくない結果と言える。なお、ブリーディング試験の結果、ブリーディングは全く発生しない結果となり、図-4 の室内試験結果とは異なる結果となった。施工性、仕上げ性の観点では、スランプは目標を満足しているものの、粘性が強く、ブリーディングもないことから天端合わせと表面仕上げに苦慮する状況であった。このように、実機を用いた試験施工より、空気量の施工中の著しい低下や円滑な仕上げが難しいという課題が明確となった。図-7 に、材齢 3 日、7 日、28 日の圧縮強度試験結果を示す。室内試験の結果と比べ、材齢 3 日、7 日の強度が低い結果となり、プレストレスの緊張作業に必要な材齢 3 日での要求強度 32.5MPa も外気温の影響によりわずかながら、満足していないという結果となった。材齢 28 日は、設計基準強度である 40.0MPa を十分に満足していることが確認できた。

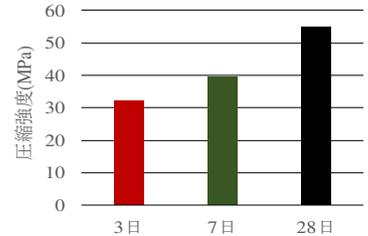


図-7 圧縮強度試験結果

(3) 修正配合による実機試験結果

試験施工で明確となった仕上げ施工性の課題を改善する目的で、細骨材率を低減し、単位水量増加した室内試験を実施し、表-1 に示す修正提案の 2 配合で実機試験を実施した。図-8 にスランプ、図-9 に空気量の経時変化を示す。可使用限度の出荷後 90 分でスランプは 6.0~9.0 cm、受入れ時の規定 12±2.5 cm を満足できないものの空気量は出荷後 30 分の受け入れから可使用限度 90 分で 4.5±1.5% を満足することを確認した。スランプは、出荷後 30 分の受け入れから可使用限度 90 分に規定を満足するよう出荷時のスランプを 18 cm程度とする混和剤の調整で対応可能であることが示唆された。

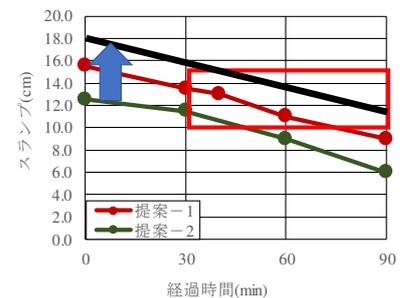


図-8 スランプの経時変化

4. おわりに

5 月下旬予定の施工時期を想定した高温環境下で、遅延型 AE 減水剤を用いた再現性の確認を室内試験で実施し、施工性の改善も確認できた。今後は、実機で最終確認を行う予定である。

参考文献 1) 柳原直樹ほか：フライアッシュIV種で管理される石灰灰を用いたコンクリートの品質と性能評価，セメント・コンクリート論文集，Vol. 73

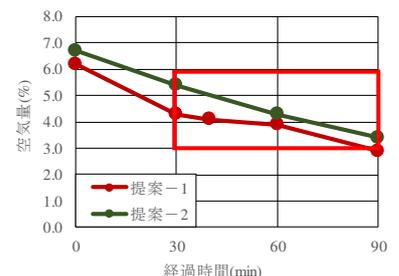


図-9 空気量の経時変化