

高炉セメントにフライアッシュを混合したコンクリートに関する実験
その1 実験の概要

正会員 ○新田 稔*1 同 西邨 知之*2 同 中尾 陽一*3
同 船尾 孝好*4 同 堀 秀一*5 同 山崎 順二*1

環境配慮型コンクリート 高炉セメント フライアッシュ
試し練り 実機実験

1. はじめに

これまでも、カーボンニュートラルの実現に向けてゼネコンが主導となった環境配慮型コンクリートの開発・実用が進められている。このような中、大阪広域生コンクリート協同組合では環境配慮に資する取組みとして、2012年に普通ポルトランドセメントにフライアッシュ（以下、N+FA）をセメントの内割りで10および20%混合した調合のコンクリートを標準化している。このN+FAに加え、今回、更なる低炭素化も目指し、生コン工場が常備している高炉セメントB種にフライアッシュをセメントの内割りで20%混合したコンクリートの調合を計画し、構造体強度補正值（S値）の確認も含めた検討を行った。

その1では、土木の造成工事における実施工を目指した室内実験と2025年の万博に向けた実装をメインターゲットとして大阪湾岸地域の生コン工場数社において実施した実機実験の概要について報告する。

2. 使用材料

本実験における使用材料を表1に示す。実験を実施した生コン工場は、室内1工場（A工場）、実機4工場（B、C、

DおよびE工場）で行った。

コンクリートに使用したセメント、練混ぜ水、骨材は各工場で通常使用しているものを使用した。フライアッシュ（以下、FA）は、JIS A 6201（コンクリート用フライ

表2 フライアッシュの品質

品質		JIS A 6201 による規定値	試験値
二酸化けい素含有量	%	45.0以上	63.7
湿分	%	1.0以下	0.1
強熱減量	%	5.0以下	2.2
密度	g/cm ³	1.95以上	2.23
粉末度	網ふるい方法 (45μmふるい残分)	%	40以下
	ブレン法(比表面積)	%	2,500以上
フロー値比	%	95以上	110
活性度指数	%	材齢28日	80以上
		材齢91日	80以上

表1 使用材料

名称	記号	種類・品質										
		A工場		B工場		C工場		D工場		E工場		
セメント	C	高炉セメントB種										
		N社製 密度3.02 g/cm ³		U社製 密度3.04 g/cm ³		T社製 密度3.04 g/cm ³		U社製 密度3.04 g/cm ³		N社製 密度3.02 g/cm ³		
細骨材	S	S1	海砂 (北九州産)	S1:S2 50:50 (質量比)	砕砂 (家島産)	S1:S2 60:40 (容積比)	砕砂 (津久見産)	S1:S2 30:70 (容積比)	砕砂 (北九州産)	S1:S2 40:60 (容積比)	砕砂 (相生産)	S1:S2 50:50 (容積比)
		S2	砕砂 (津久見産)	—	砕砂 (北九州産)	—	砕砂 (家島産)	—	砕砂 (赤穂産)	—	砕砂 (津久見産)	—
		S3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	高炉スラグ
粗骨材	G	G1	砕石1505 (高槻産)	G1:G2 55:45 (質量比)	砕石2005 (家島産)	G1:G2 50:50 (容積比)	砕石2010 (家島産)	G1:G2 50:50 (容積比)	砕石2010 (赤穂産)	G1:G2 60:40 (容積比)	砕石2010 (津久見産)	G1:G2 50:50 (質量比)
		G2	砕石2010 (高槻産)	—	砕石2005 (津久見産)	—	砕石1505 (家島産)	—	砕石1505 (赤穂産)	—	砕石1505 (津久見産)	—
混和材	FA	フライアッシュII種 密度2.25 g/cm ³										
練混ぜ水	W	上澄水・地下水		上澄水・工業用水		上澄水・上水道水		上澄水・工業用水		上澄水・工業用水		
化学混和剤	SP	高性能AE減水剤(P社)		高性能AE減水剤(S社)		高性能AE減水剤(T社)		高性能AE減水剤(P社)		高性能AE減水剤(F社)		

Experiment on concrete mixed with fly ash in Portland
blast-furnace slag cement.
Part.1 Outline of the experiment.

NITTA Minoru, NISHIMURA Tomoyuki,
NAKAO Youichi, FUNAO Takayoshi,
HORI Shuichi, YAMASAKI Junji

表3 コンクリートの調合（実機実験）

工場	目標呼び強度	目標スランブ (cm)	目標空気量 (%)	水結合材比 (%)	s/a (%)	単位量(kg/m ³)							SP (B×wt%)
						W	C	FA	S1	S2	S3	G	
B	24	18	4.5	55	47.5	175	254	64	491	341	—	934	0.425
	33	21		47	47.7	180	306	77	472	328	—	891	0.45
	42			40	45.1	180	360	90	430	299	—	902	0.525
C	24	18		55	50.0	175	254	64	265	601	—	875	0.575
	33	21		47	50.3	180	306	77	257	578	—	833	0.60
	42			40	47.8	180	360	90	236	529	—	844	0.55
D	24	18		55	48.8	175	254	64	351	507	—	896	0.60
	33	21		47	49.5	180	306	77	340	494	—	846	0.65
	42			40	47.0	180	360	90	311	452	—	857	0.725
E	33	21		47	49.5	180	306	77	—	—	865	872	0.55
						180	306	77	408	423	—	872	0.65

アッシュ)の規格値を満足した舞鶴産のフライアッシュII種を使用した。FAの品質を表2に示す。化学混和剤は、全ての調合において高性能AE減水剤を使用した。

3. コンクリートの調合

コンクリートの調合は、大阪兵庫地区にて採用されているJIS関係式(N+FA20%、材齢56日)を基にした大阪広域生コンクリート協同組合の標準配合を基にセメントを高炉セメントB種に置換えた配合より、水結合材比を設定した。室内実験では、造成工事への適用を目指した目標呼び強度24から33に相当する水結合材比で4種類の調合とし、目標スランブを12±2.5cm、目標空気量は4.5±1.5%として実験を行った。実機実験においては、目標呼び強度を24、33および42に相当する水結合材比の3種類の調合とし、目標スランブを目標呼び強度24では18±2.5cm、目標呼び強度33および42では21±2.0cmとした。目標空気量は、全ての目標呼び強度において4.5±1.5%とした。実機実験におけるコンクリートの調合を表3に示す。また、E工場においては、資源循環型の環境配慮型コンクリートも視野に高炉スラグ細骨材100%の調合で実験を行った。

4. 試験項目

室内および実機実験で行ったフレッシュコンクリートと硬化コンクリートの試験項目と試験方法を表4に示す。各種試験項目は、各JIS規格等の試験方法に準拠して実施した。また、ブリーディング試験の容器は、JCI-S-015(小型容器によるコンクリートのブリーディング試験方法)に基づいて内法寸法φ150×300mmのぶき製型枠を使用した。

実機実験では、フレッシュコンクリートの試験項目の中でスランブ、空気量、コンクリート温度および単位容

表4 各種試験項目および試験方法

試験項目		試験方法	室内	実機
フレッシュ コンクリート	スランブ	JIS A 1101	○	○
	空気量	JIS A 1128	○	○
	コンクリート温度	JIS A 1156	○	○
	塩化物含有量	JASS 5T-502	○	○
	単位容積質量	JIS A 1116	—	○
	単位水量	ZKT-210	○	○
	ブリーディング	JCI-S-015	—	○
	凝結時間	JIS A 1147	—	○
硬化 コンクリート	圧縮強度	JIS A 1108	○	○
	静弾性係数	JIS A 1149	—	○
	長さ変化率	JIS A 1129	—	○
	促進中性化	JIS A 1153	—	○

積質量について、コンクリート練混ぜから120分後まで30分間隔で経時変化の確認を合わせて実施した。

5. まとめ

その1では、高炉セメントにフライアッシュを混合したコンクリートに関する実験の概要を示した。次報以降において、室内および実機実験における各種試験の結果について報告する。

謝辞

本実験の実施にあたり、大阪兵庫生コンクリート工業組合技術委員会のご協力をいただきました。関係各位に謝意を表し、ここに記します。

*1 浅沼組 *2 稲田已建材 *1 Asanuma Corporation *2 INADAMIKENZAI Co.,LTD.
 *3 関西宇部 *4 阪神生コン建材工業 *3 Kansai Ube Co.,Inc *4 Hanshin Ready Mixed Concrete Corporation
 *5 新関西菱光 *5 Sinkansairyoko Corporation