

高炉セメント B 種にフライアッシュを混合した低炭素型コンクリートの実施工
その 2 実施工（大阪・関西万博）におけるフレッシュ性状および硬化物性

正会員 ○大崎 政人*1 同 谷村賢一郎*1 同 中尾 陽一*2
同 新田 稔*3 同 山崎 順二*3 同 安田 慎吾*2

低炭素型コンクリート 高炉セメント B 種 フライアッシュ
フレッシュコンクリート 中性化 長さ変化

1. はじめに

本報（その 2）では、大阪・関西万博のパビリオンで実
施工された BB+FA20%のフレッシュ性状および硬化コン
クリートについて報告する。

2. 実施工の概要

2. 1 使用材料と調合

コンクリートの使用材料を表 1 に示す。コンクリート
の調合は呼び強度 24、スランプ 15cm、空気量 4.5%の
BB+FA20%が選定された。表 2 にコンクリートの調合を
示す。

2. 1 試験項目および試験方法

試験項目および試験方法を表 3 に示す。試料はトラッ
クアジテータ車、1、7、21、28 台目で工場出荷時と荷卸
し時にそれぞれ採取し、フレッシュコンクリートの試験
項目は JIS 等の試験方法に準拠して実施した。工場出荷時
に採取したスランプおよび空気量の目標値は、運搬による
低下を見込み、スランプは 15.0cm+1.5cm の 16.5cm とし、
空気量は 4.5%+0.3%の 4.8%を目標値とした。また、許容
差については JIS A 5308 の規格値により合否判定を行った。
硬化コンクリートは、圧縮強度に加え、中性化および長
さ変化の試験を実施した。

3. 実験結果および考察

3. 1 フレッシュ性状および強度発現

フレッシュコンクリートの試験結果と圧縮強度を表 4
に示す。荷卸し時の空気量は、工場出発時と比較すると
運搬ロスによる低下が大きい結果もあるが、全ての試験
項目について目標値を満足する結果であった。また、圧
縮強度については工場出荷時、荷卸し時とも材齢 28 日で
呼び強度を満足しており、両値の強度結果を比較しても
差異の少ない結果が得られた。

3. 2 促進中性化深さ

促進中性化試験は、JIS A 1153（コンクリートの促進中
性化試験方法）に準拠して、材齢 1、4、8、13、26 週で測
定を実施した。材齢と促進中性化深さの関係を図 1 に示
す。図 1 には、FA0%の結果も示しているが中性化深さと

表 1 使用材料

名称	記号	物性など
高炉セメント B 種	C	密度 3.04g/cm ³
フライアッシュ II 種	FA	密度 2.25g/cm ³
赤穂産砕砂	S1	表乾密度 2.59g/cm ³ 、60%（容積比）
北九州産砕砂	S2	表乾密度 2.68g/cm ³ 、40%（容積比）
赤穂産碎石 2010	G1	表乾密度 2.62g/cm ³ 、60%（容積比）
赤穂産碎石 1505	G2	表乾密度 2.62g/cm ³ 、40%（容積比）
高性能 AE 減水剤	SP	ポリカルボン酸系化合物

表 2 コンクリートの調合

呼び強度 (N/mm ²)	W/B (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)								粗骨材かさ 容積 (m ³ /m ³)
			C	FA	W	S1	S2	G1	G2	SP	
24	50	46.4	272	68	170	332	481	374	561	3.03	0.605

表 3 試験項目および試験方法

試験項目		試験方法	備考
フレッシュ コンクリート	スランプ	JIS A 1101	目標値±2.5cm
	スランプフロー	JIS A 1150	—
	空気量	JIS A 1128	目標値±1.5%
	単位水量	ZKT-210	目標値±15kg/m ³
硬化 コンクリート	圧縮強度	JIS A 1108	標準養生 材齢 28, 56 日
	中性化	JIS A 1153	—
	長さ変化	JIS A 1129-2	—

表 4 フレッシュコンクリートおよび圧縮強度試験結果

No.	台数	採取 場所	試験結果				
			SL (cm)	空気量 (%)	単位水量 (kg/m ³)	圧縮強度 (N/mm ²)	
						28 日	56 日
①	1 台目	出荷	18.0	5.1	164.1	37.6	39.2
		荷卸	14.0	3.1	—	36.7	—
②	7 台目	出荷	18.0	4.9	170.2	36.8	38.1
		荷卸	16.0	3.2	—	30.3	—
③	21 台目	出荷	17.5	5.6	172.8	32.7	34.7
		荷卸	16.0	4.8	—	—	—
④	28 台目	出荷	18.5	5.4	173.6	33.8	33.9
		荷卸	16.5	4.6	—	—	—

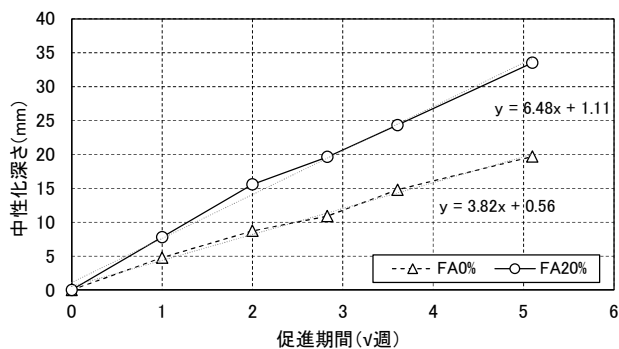


図1 材齢と促進中性化深さの関係

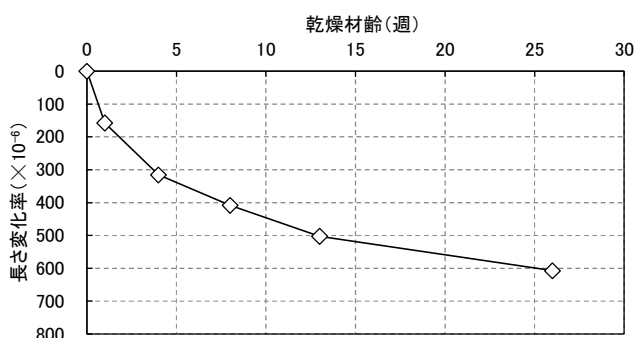


図2 乾燥材齢と長さ変化率の関係

免状付コンクリートの長さ変化率測定方法による試験結果表

200402JP

試験番号	試験品名	試験方法	試験結果
200402JP	免状付コンクリート	長さ変化率測定	試験結果



図3 適合性認定の試験成績表

図4 環境配慮型材料技術の環境証明書

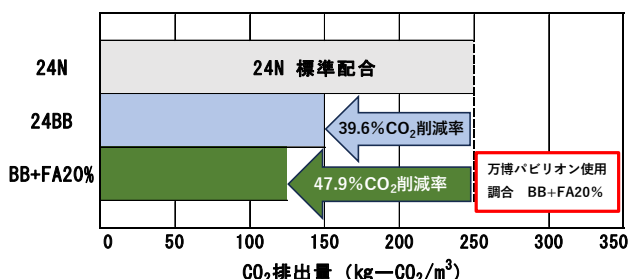


図5 CO₂排出量 (呼び強度 24)

促進期間には直線的な関係が認められ、BB と BB+FA20%、では既往の結果と同様に FA が置換された BB+FA20%の中性化の進行が早くなる傾向が認められた。

3. 3 長さ変化率

長さ変化率の測定結果を図2に示す。測定結果は 607×10^{-6} であり日本建築学会 JASS5¹⁾ に規定される標準的な乾燥収縮率 800×10^{-6} 以下を下回り、低収縮コンクリートに規定する低収縮等級1 (650×10^{-6} 以下) の水準を満足する結果であった。また、図3のとおり、測定を依頼した試験所から適合性認定の試験成績書を発行いただいた。適合性認定マークが記載された試験証明書により試験結果は信憑性の高いデータとなった。

4. 当該工事におけるコンクリートの環境配慮性

図4に示すとおり、BB+FA20%は環境配慮型の材料として環境証明書²⁾を取得している。また、納入にあたりメビウスループマークを印字した納入書を発行し、表示することで BB+FA コンクリートが環境に配慮したコンクリートであることの表現ができた。このほか、CO₂について、排出量を試算したインベントリデータは前報(その1)と同様で、Nのみを使用した標準調合と BB+FA20%を比較すると、図5のとおり約 48%程度の CO₂ 削減率を達成することが確認できる。

5. まとめ

大阪・関西万博のパビリオンに納入した BB+FA について、
(1) フレッシュ性状では、運搬による空気量の低下が大きいものの、FA を使用しない一般のコンクリートと比較して概ね良好な結果であった。

(2) 硬化物性について、保証材齢が 56 日である圧縮強度は 28 日で呼び強度を満足している。長さ変化率については、低収縮コンクリートに規定する水準を満足する結果であった。促進中性化試験については耐久性が低くなる傾向で、大気中の影響が少ない地下部位等の打設箇所を選定し、防錆効果のある鉄筋等の使用による抑制対策が必要と考えられる。

(3) 最後に、大阪兵庫生コンクリート工業組合のリサイクル検討WGでは、低炭素型コンクリートの調査研究を続けており、今回得られた結果をもとに、更に低炭素型のコンクリートを目指し研究を続けていきたいと考える。

謝 辞

中性化および長さ変化試験は、浅沼組技術研究所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。

参考文献

- 1) 日本建築学会：建築工事標準仕様書・同解説 JASS 5 鉄筋コンクリート工事 2022 215p,734p
- 2) 大阪広域生コンクリート協同組合ホームページ

*1 新関西菱光 *2 関西宇部
*3 浅沼組

*1 Sinkansairyoko Corporation *2 Kansai Ube ,ltd
*3 Asanuma Corporation