

副産物を大量に使用した圧縮強度 50 N/mm² 級コンクリートの現場での
練混ぜに関する検討

三井住友建設（株） 正会員○基 哲義，非会員 小宮 克仁，正会員 佐々木 亘

1. はじめに

筆者らの研究グループでは、これまでに産業副産物を大量に使用することで環境負荷を低減し超低収縮かつ高強度なコンクリートの検討を進めている¹⁾。このコンクリートは超高強度コンクリートの技術をベースとしており非常に高い圧縮強度を発現できることに特徴がある。一方で、この技術を基に強度やフレッシュ性状をPC 上部工で多く用いられる圧縮強度の特性値が 50 N/mm² 程度のコンクリートと同程度とし、収縮と発熱の抑制を主眼としたコンクリートを開発した²⁾。本稿では、このコンクリートの現場製造に関する検討について述べる。

2. 実験概要

2.1 コンクリートの条件

表-1 に使用材料、表-2 にコンクリートの配合を示す。配合の条件は水結合材比 0.30，単位水量 127 kg/m³，単位粗骨材絶対容積 0.350 m³/m³，結合材の構成は(H+Ex)：BF：FA：SF = 25：30：30：15（質量比）かつ Ex = 20 kg/m³ である。細骨材は空隙構造が粗大で吸水率の大きいフェロニッケルスラグ³⁾である。このフェロニッケルスラグ細骨材は気乾状態（含水率 0.5%以下）で使用し、配合計算上は絶乾として取り扱った。結合材の 75%と細骨材に産業副産物を使用したコンクリートであり、一般的な 50 N/mm² 級のコンクリートと同程度の強度発現性を確保しながら、収縮ひずみと水和に伴う発熱量を低減できるものである²⁾。水結合材比が小さく比較的粘性が大きいため、スランプは 18 cm 程度を想定している。

2.2 練混ぜ方法

コンクリートの練混ぜには、写真-1 に示す傾胴二軸ミキサを搭載した移動式コンクリートプラントを使用した。ミキサの公称容量は 1.0 m³ であり、練混ぜ量は 0.9 m³ とした。化学混和剤は秤を用いて人の手で計量

表-1 使用材料

材料	種類	物性など（密度を含め、数値は試験値の一例）	密度 [g/cm ³]	記号	
結合材	ポルトランドセメント	早強ポルトランドセメント，比表面積 4,480 cm ² /g	3.14	H	B
	膨張材	石灰系，比表面積 5,130 cm ² /g	3.17	Ex	
	高炉スラグ微粉末	比表面積 4,580 cm ² /g，SO ₃ 2.04%	2.89	BF	
	フライアッシュ	比表面積 5,680 cm ² /g，Ig.loss 2.2%	2.37	FA	
	シリカフューム	BET 比表面積 17.95 m ² /g，SiO ₂ 94.1%	2.26	SF	
	細骨材	フェロニッケルスラグ細骨材，吸水率 2.96%，気乾状態(含水率 0.5%以下)	2.80	S	
	粗骨材	鹿沼産硬質砂岩碎石 2010	2.65	G1	G
		鹿沼産硬質砂岩碎石 1305	2.64	G2	
化学混和剤	高性能 AE 減水剤	ポリカルボン酸系	-	SP	
	AE 剤	ノニオン系特殊界面活性剤とカルボン酸系活性剤	-	AE	
	消泡剤	ポリオキシアルキレンアルキルエーテル系	-	DF	

※粗骨材の密度は表乾密度。化学混和剤は単位水量の一部として計量

表-2 コンクリートの配合

水結合材 比	細骨材率 [%]	空気量 [%]	単位量 [kg/m ³]									
			W	B						S	G	
				計	H	Ex	BF	FA	SF		G1	G2
0.30	46.5	6.0	127	424	86	20	127	127	64	851	464	462

キーワード 副産物，混和材，混和材大量使用，練混ぜ

連絡先 〒270-0132 千葉県流山市駒木 518-1 三井住友建設（株）R&D センター TEL: 04-7140-5200

し、練混ぜ水はプラントの計量器を用いて計量した。結合材、細骨材および粗骨材は事前に計量した各材料をフレコンバックにパッキングしたもの（プレパック材）を用いた。

練混ぜは化学混和剤と水を投入したのちプレパック材を投入することにより行った。実験ではまず 1 バッチ目に練混ぜ時間の検討を行なった。室内での試験練り（強制二軸ミキサを使用）では練混ぜ時間を 180 秒としていたことから、プレパック材の投入完了から 180 秒を起点とし、60 秒ごとにフレッシュ性状の確認を行なった。2 バッチ目では、1 バッチ目の結果を基に設定した練混ぜ時間で試料を練り混ぜ、排出初期、中間、後半から試料を採取しフレッシュ性状および圧縮強度の確認を行った。

3. 実験結果および考察

表-3 にフレッシュ試験の結果を示す。表中には比較として室内試験結果の一例も示している。1 バッチ目の SP 量ではスランプが小さかったが、起点以降の練混ぜ時間に伴う性状の変化は小さいことが確認でき、起点の段階で練混ぜは十分にできているものと判断された。また、起点の練混ぜ時間はプレパック材の投入に時間を要し投入開始からは 360 秒程度であった。プレパック材の投入時間は種々の状況により変動すると考えられたが、この 1 バッチ目より多くの時間がかかることは少ないと判断し、2 バッチ目の練混ぜ時間はプレパック材の投入開始から 360 秒とした。2 バッチ目は SP 量の調整も併せて行った結果、目標に近いフレッシュ性状が得られ、また、ミキサ内での試料採取位置によっても性状のばらつきに問題はないものと考えられた。図-1 に圧縮強度試験の結果を示す。フレッシュ性状と同様に試料採取位置でのばらつきの程度に問題はないものと考えられた。また、室内試験の値と比較しても有意な差異はなく、室内試験で確認したものと同様のコンクリートが製造できていると考えられる。

4. まとめ

傾胴二軸ミキサを搭載した移動式コンクリートプラントを用いて、開発したコンクリートの練混ぜを行った。検討し設定した練混ぜ手順および練混ぜ時間で適切に現場製造が可能であることが確認できた。

参考文献

1) たとえば、恩田陽介，佐々木亘，基哲義，松田拓：乾燥した F N S を用いた超低収縮高強度繊維補強コンクリートに関する検討，プレストレストコンクリート工学会第 30 回シンポジウム論文集，pp.351-356，2021.10

2) 基哲義，佐々木亘，恩田陽介，松田拓：超低収縮・低発熱型設計基準強度 50MPa 級コンクリートの開発，三井住友建設技術研究開発報告，第 20 号，pp. 45-48，2022. 10

3) 松田拓，蓮尾孝一，野口貴文：細骨材の違いが超高強度コンクリートの性状に及ぼす影響，コンクリート工学年次論文集，Vol. 37，No. 1，pp. 1117-1122，2015. 7



写真-1 移動式コンクリートプラント

表-3 フレッシュ試験結果

バッチ	試料採取	SP [B×%]	AE [B×%]	DF [B×%]	スラン プ [cm]	空気量 [%]	コンク リート 温度 [℃]	雰囲気 温度 [℃]
1 バッチ目	起点	1.00	0.007	0.007	11.5	4.7	13	14
	+60 秒				11.5	4.2	14	14
	+60 秒				12.0	3.3	14	14
	+60 秒				10.0	4.5	14	14
2 バッチ目	初	1.15	0.007	0.007	22.0	8.0	16	17
	中				19.5	6.8	16	17
	後				20.5	7.0	16	17
比較（室内試験）		1.20	0.007	0.007	23.0	8.8	22	20

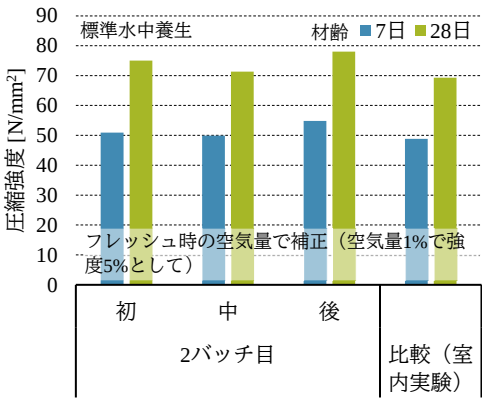


図-1 圧縮強度