

材料因子が充填コンクリートのフレッシュ性状に与える影響

五洋建設（株） 正会員 藤原 敏弘
 （財）沿岸開発技術研究センター 正会員 北澤 壮介
 運輸省港湾技術研究所 正会員 濱田 秀則
 早稲田大学理工学部 正会員 清宮 理
 五洋建設（株） 正会員 田中 英紀

1. まえがき

筆者らは、鋼コンクリートサンドイッチ構造をはじめとする合成構造部材の閉鎖された空間にコンクリートを充填する工法として、補充的な振動を加えることによって高流動コンクリートと同等の確実な充填性が得られ、所要品質および耐久性を有し、施工性、経済性に優れたコンクリート（以下、充填コンクリートと称す）およびその施工法を開発することを目的として研究開発を進めている。本稿は、材料因子が充填コンクリートのフレッシュ性状に与える影響の確認を目的として実施した室内試験の結果について報告する。

2. 実験概要

材料因子を表-1に、使用材料を表-2に示す。

本報では、材料因子として細骨材粗粒率（以下、FM）と細骨材表面水率（以下、SM）を抽出し、2つの因子を3水準変動させる。なお、細骨材の一部には海砂を使用する。

充填コンクリートの配合は、高炉 B 種セメント単味の粉体系である。検討を加える配合を表-3に示す。

試験項目を表-4に示す。U 形充填試験は、障害 R2 の条件で経時 30 分と経時 90 分の時に実施する。試験方法は、試験器に試料を投入後、1 分間静置する。静置後、ゲートを一気に開きコンクリートの自己充填状況を観察する。コンクリートの流動が停止したら、パイプレータの先端が試料表面から常に 200mm 下方に位置するようにして、A 室をパイプレータにより加振する。試験終了は、加振により B 室の試料高さが 360mm になった時点とした。この間、パイプレータによる加振前は自己充填性を表す A 室の沈下量（以下、A 室沈下量）を、加振中は加振に対する反応を表す B 室の充填高さ（以下、B 室高さ）と加振時間とを測定する。

フレッシュ試験の目標管理値を表-5に示す。配合 No.2~5 では、配合 No.1 が練り上がりから 90 分間に渡って表-5に示す目標管理値を満足できる混和剤添加量と同量の混和剤を添加した。混和剤添加量を表-3中に示す。

コンクリートの練混ぜは、容量 100 リットルの強制 2 軸ミキサを使用し、セメント、骨材を投入して 30 秒間空練りした後、水と混和剤を投入して 90 秒間練混ぜた。実験は、20℃の環境温度で実施した。

3. 実験結果

3. 1 FM の変動による影響

試験結果の一覧を表-6に示す。表-6に示すスランブフロー（以下、SF）では、FM の違いが SF または SF の経時保持性に与える明確な影響は見られず、経時 90 分間に全ての配合で SF が 70~105mm 程度低下する。また、FM の違いに関わらず、SF の増加に伴い、SF 停止時間

キーワード：充填コンクリート、海砂、細骨材粗粒率、細骨材表面水率、U 形充填試験

連絡先：五洋建設（株）、栃木県那須郡西那須野町四区町 1534-1、TEL0287-39-2111、FAX0287-39-2132

表-1 材料因子

配合 No.	細骨材混合割合		材料要因		備考
	海砂	砕砂（容積比）	FM	設定 SM	
1		80 : 20	2.56	±0.0%	基本配合
2		50 : 50	2.70	±0.0%	FM変動
3		20 : 80	2.84	±0.0%	FM変動
4		80 : 20	2.56	-1.0%	SM変動
5		80 : 20	2.56	+1.0%	SM変動

表-2 使用材料

材料名	記号	種類・仕様
高炉B種セメント	C	比重3.04、比表面積3450cm ² /g
細骨材	海砂	S1 香川県室木海域産、表乾比重2.56、吸水率1.99%、洗い損失0.62%、粗粒率2.46
	砕砂	S2 福島県新地町産、表乾比重2.63、吸水率2.03%、洗い損失4.57%、粗粒率2.94
粗骨材	砕石	G 福島県新地町産、表乾比重2.71、吸水率0.70%、洗い損失1.04%、粗粒率6.55
高性能AE減水剤	Ag1	ポリアルキルカルボン酸エーテルと架橋ポリマー
AE剤	Ag2	変性アルキルカルボン酸エーテル

表-3 検討配合

W/C	S/a	単位量			高性能AE減水剤		AE剤	
		W (kg/m ³)	C (kg/m ³)	VG (kg/m ³)	(kg/m ³)	C×w1(%)	(kg/m ³)	C×w1(%)
38.8	46.9	165	425	935	3.61	0.85	0.015	0.0035

表-4 試験項目

試験項目	試験方法
スランブ	JIS A 1101
スランブフロー	高流動指針（案）
スランブフロー停止時間	ストップウォッチで計測
空気量	高流動指針（案）
U形充填試験	加振前A室沈下量 加振中のB室高さ

表-5 目標管理値

項目	目標管理値
スランブ	23cm程度（参考値）
スランブフロー	425±75mm
空気量	4.5±1.5%
フレッシュ特性の保持性能	90分以内

は直線的に増加する傾向を示す。表-6に示す空気量については、FMの増加に伴い空気量が減少する傾向を示し、経時変化について

表-6 試験結果の一覧【材料要因：FM】

配合名	No. 1 (FM=2.56)				No. 2 (FM=2.70)				No. 3 (FM=2.84)			
経過時間 (分)	5	30	60	90	5	30	60	90	5	30	60	90
スランプ (cm)	23.5	23.0	23.0	22.0	24.5	23.5	23.0	22.5	23.0	22.0	22.5	22.0
SF (mm)	475	465	430	405	520	485	450	415	475	430	415	390
SF停止時間 (秒)	24.6	19.8	20.1	14.0	23.6	20.4	16.7	18.3	21.0	20.7	17.1	12.4
空気量 (%)	5.0	5.1	5.3	5.6	4.3	4.6	5.1	5.3	4.2	4.5	4.8	4.6
単位容積質量 (kg/m³)	2.29	2.29	2.29	2.29	2.32	2.31	2.31	2.31	2.33	2.33	2.32	2.33
A室沈下量 (mm)	-	220	-	165	-	225	-	145	-	120	-	80
加振時間 (秒)	-	8	-	10	-	6	-	17	-	32	-	44
コンクリート温度 (℃)	20.9	20.6	20.3	19.7	21.1	20.8	20.4	20.1	21.0	19.7	20.1	19.2

注) 「-」は試験未実施を表す。

は顕著な差異が見られなかった。

FMとA室沈下量の関係を、図-1に示す。FMが0.14増加するに伴い、A室沈下量は最大100mm低下した。また、経時に伴うA室沈下量の低下は、FMの違いに関わらず40~80mm程度であった。FMと加振時間の関係を図-2に示す。ここで、加振時間とは、B室高さが360mmとなるのに要した時間、または、加振によるB室高さの変化が見られなくなった時間とする。FMが最も小さい配合No.1では経時90分に渡って10秒以内の加振により充填が完了したが、FMが最も大きい配合No.3では充填が完了するのに30秒以上を要した。

3. 2 設定 SM の変動による影響 試験結果を、表-7に示す。表-7に示すSFは、設定SMが+1.0%の時に120mm程度減少し、-1.0%の時に100mm程度増加した。しかし、SFの経時保持性は、設定SMの違いによる顕著な影響を受けない。なお、表-7に示す空気量は、設定SMの変化による影響が見られた。

設定SMとA室沈下量の関係を図-3に、設定SMと加振時間の関係を図-4に示す。SMを+1.0%変動すると、A室沈下量は65~80mm程度低下し、

表-7 試験結果の一覧【材料要因：設定SM】

配合名	No. 1 (設定SM±0.0%)				No. 4 (設定SM+1.0%)				No. 5 (設定SM-1.0%)			
経過時間 (分)	5	30	60	90	5	30	60	90	5	30	60	90
スランプ (cm)	23.5	23.0	23.0	22.0	21.0	21.5	19.5	18.5	24.0	24.0	24.0	23.5
SF (mm)	475	465	430	405	355	345	315	305	570	550	520	470
SF停止時間 (秒)	24.6	19.8	20.1	14.0	15.3	15.6	11.7	12.3	24.7	20.3	19.9	16.5
空気量 (%)	5.0	5.1	5.3	5.6	5.7	5.8	5.8	5.8	4.2	4.2	4.5	4.8
単位容積質量 (kg/m³)	2.29	2.29	2.29	2.29	2.29	2.29	2.29	2.29	2.30	2.30	2.30	2.28
A室沈下量 (mm)	-	220	-	165	-	140	-	100	-	280	-	245
加振時間 (秒)	-	8	-	10	-	14	-	20	-	2	-	4
コンクリート温度 (℃)	20.9	20.6	20.3	19.7	20.2	20.2	19.7	19.5	19.2	19.5	18.6	18.5

注) 「-」は試験未実施を表す。

加振時間は6~10秒程度長くなった。一方、SMを-1.0%変動すると、A室沈下量は60~80mm程度増加し、加振時間は6秒程度短くなった。なお、SMの変動により、経時保持性が受ける明確な影響は見られなかった。

4. まとめ

今回の実験から、以下の知見を得た。

(1)FMの変化が、SFに与える影響は小さい。また、空気量についてはFMの増加に伴って増加する傾向を示す。(2)FMが大きくなると自己充填性が低下し、加振に対する反応も鈍くなる。(3)±1.0%のSM変動は、SF、空気量に顕著な影響を及ぼす。(4)SMを-1.0%変動すると、自己充填性が向上し、加振に対する反応も鋭敏となる。(5)SMを+1.0%変動すると、自己充填性は低下し、加振に対する反応も鈍くなる。

本研究は、運輸省港湾技術研究所、(財)沿岸開発技術研究センター、早稲田大学理工学部清宮研究室、五洋建設(株)、佐伯建設工業(株)、東亜建設工業(株)、東洋建設(株)、若築建設(株)で進める「合成構造用充填コンクリートの開発に関する共同研究」の一環として実施したものである。研究にご協力していただいた(株)ポゾリス物産をはじめとする関係各位に深く感謝いたします。

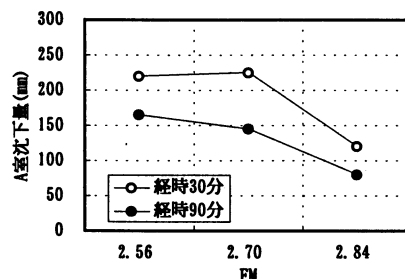


図-1 FMとA室沈下量の関係

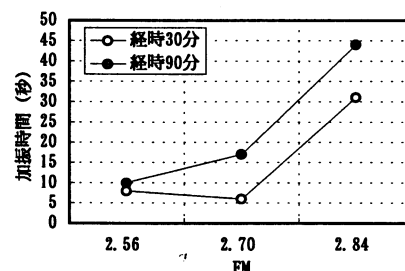


図-2 FMと加振時間の関係

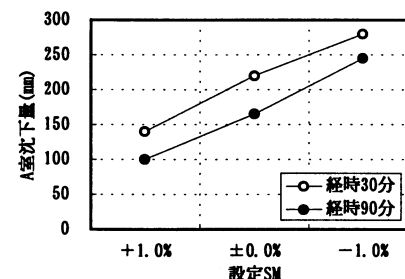


図-3 設定SMとA室沈下量の関係

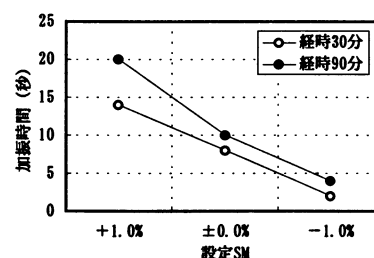


図-4 設定SMと加振時間の関係