

振動時間が流動性の高いコンクリートの材料分離と硬化後の残留空隙に与える影響

東京理科大学大学院 学生会員 ○古川 翔太
東京理科大学 正会員 加藤 佳孝
(株) 保全工学研究所 正会員 天野 勲
東京理科大学 正会員 高橋 駿人

1. はじめに

振動締固めを必要とする高流動コンクリート（以下、HFCC と称する）は、普通コンクリートと同様に未充填部に充填する時や残留する空隙を無くすために振動締固めを実施する。HFCC のような流動性の高いコンクリートは、振動時間の増加に伴い材料分離の程度は大きくなると考えられる。既往の研究では、型枠の隅々にまでコンクリートが行き渡る充填性の議論はされている¹⁾が、振動時間がコンクリート中の残留空隙量に与える影響を検討した研究は少ない。本研究では、振動時間が材料分離および残留空隙に与える影響について実験的に検討した。

2. 使用材料および配合

セメントは普通ポルトランドセメント（密度 3.15g/cm³，比表面積 3410cm²/g），細骨材は川砂（表乾密度 2.63g/cm³，F.M.2.89），粗骨材は碎石（表乾密度 2.72g/cm³，F.M.6.55）を用いた。

コンクリートの配合を表-1 に示す。記号はモルタルの性質と粗骨材の割合を表し、S/C2.0 を M，S/C2.5 を H，増粘剤含有高性能 AE 減水剤を添加した S/C2.56 の配合を T とし、記号の数字は粗骨材の体積割合を示している。なお、各配合の化学混和剤の添加率は、M，H

では標準添加率（AE 剤を C×0.003%，AE 減水剤を C×0.25%）とし、T では T-32.8 の目標スランプフロー 450±30mm，目標空気量 4.5±0.5%となる添加率（消泡剤を C×0.001%，増粘剤含有高性能 AE 減水剤を C×0.9%）を、T-27 と T-30 でも添加した。

3. フレッシュコンクリートの材料分離試験

図-1 に示す空気量試験の容器（7L）に試料を打込んだ後、棒状バイブレータ（内径 23mm，振動数 235-238Hz）を容器の中心に挿入し、底面から 1cm 程度離れた位置で振動を与えた。振動は 0，3，5 秒で与え、試料を 5 等分にした時の上 2 層を採取して洗い分析した。

材料分離をモルタルと粗骨材の分離と捉え、結果は各箇所を試料中に粗骨材が占める体積割合を式(1)から算出した。それを配合の粗骨材体積割合で除した値（以降 Y_n と称する）を式(2)から算出した。

$$X_n = \frac{V_{Gn}}{V_n} \times 100 \tag{1}$$

$$Y_n = X_n \div X_{nd} \tag{2}$$

ここに、X_n：採取箇所 n の粗骨材体積割合(%)，V_{Gn}：採取箇所 n の粗骨材体積(m³)，V_n：採取箇所 n のコンクリート体積(m³)，Y_n：採取箇所 n の粗骨材体積割合と配

表-1 コンクリートの配合

記号	W/C (%)	S/C	単位量(kg/m ³)				[SL](cm) SF(mm)	Air (%)
			W	C	S	G		
M-27	50	2.0	231	463	880	734	515	1.5
H-27		2.5	206	413	987	734	410	3.7
H-30			198	396	945	816	[22.0]345	5.0
H-32.8			190	380	906	891	[22.0]335	5.8
T-27		2.56	191	382	978	734	575	4.5
T-30			183	366	937	816	465	8.3
T-32.8			175	350	897	891	450	4.9

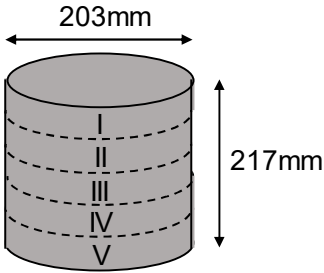


図-1 材料分離試験

キーワード 材料分離，残留空隙，振動締固め

連絡先 〒278-8510 千葉県野田市山崎 2641 TEL04-7124-1501 7618530@ed.tus.ac.jp

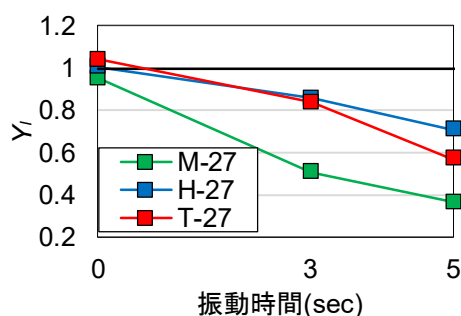
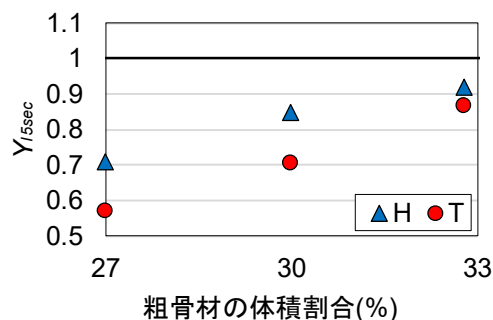
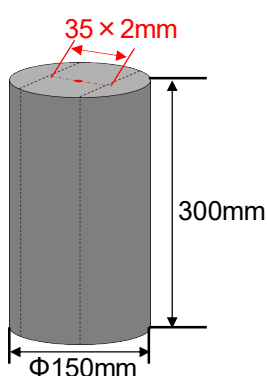
図-2 振動時間と Y_I の関係図-3 粗骨材体積割合と Y_{I5sec} の関係

図-4 供試体概要

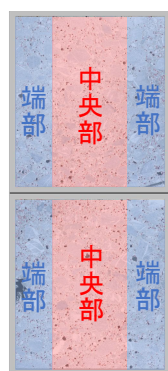


図-5 画像解析断面

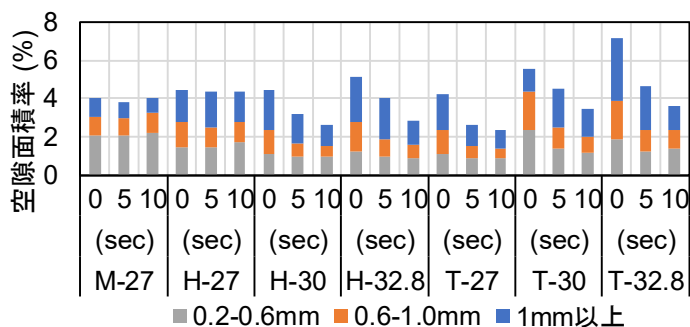


図-6 直径毎の残留空隙試験結果

合の粗骨材体積割合との比率, X_{nd} : 配合の粗骨材体積割合(%)である。

一例として粗骨材割合一定の結果を図-2に示す。モルタルの配合によって Y_I の低下の程度は異なることが確認された。図-3にHとTの振動時間5秒の Y_I (以下, Y_{I5sec} と称する) を示す。 Y_{I5sec} の低下の程度は粗骨材割合の増加に伴い小さくなり, いずれの粗骨材割合でもTの配合はHの配合より Y_{I5sec} が小さい結果となった。

4. 硬化コンクリートの残留空隙試験

供試体は $\Phi 150\text{mm} \times 300\text{mm}$ の円柱型枠にコンクリートを連続的に打込み, 材料分離試験と同様に中心位置で棒状バイブレータを用いて振動条件を3水準(0, 5, 10秒)与えた。供試体の撮影位置は図-4に示すように中心位置から35mmとし, 両面を撮影した。撮影時には, 左右から撮影面をLEDライトで照らし, 2300万画素の一眼レフカメラを用いて400mmの距離から撮影した。ここで, 撮影条件はシャッタースピード 1/160秒, ISO感度 100, F値 10, 1画素当たりの解像度 0.045(mm/pixel)とした。撮影後の画像解析時には, 図-5に示すように側壁の影響が無い中央部を測定の対象とした。

測定した空隙を直径の大きさごと(0.2-0.6mm, 0.6-1.0mm, 1.0mm以上)に区分した結果を図-6に示

す。M-27とH-27では, いずれの径でも空隙面積率は殆ど変化しなかった。HとTの配合では, 粗骨材量の増加に伴い空隙面積の減少の程度は大きくなった。径の区分に着目すると, 1.0mm以上の減少の程度が大きいことがわかる。H-32.8とT32.8の1.0mm以上の空隙面積率の変化に着目すると, 振動時間0秒では, Tの配合の方が1.0mm以上の空隙面積率は大きい, 振動時間10秒では, 同程度となることが確認された。

5. まとめ

振動時間が流動性の高いコンクリートの材料分離と残留空隙の程度に与える影響を測定した結果, モルタルの性質や粗骨材の体積割合によって程度が異なることを確認できた。振動時間に伴う材料分離と残留空隙の程度は, 片方の試験結果で両方の特性を想定することは難しいため, 各試験の結果から配合の特性を把握する必要がある。今後, 振動時間の決定には, 本研究の他に流動性や鉄筋間隙通過性を考慮した検討が必要である。

参考文献

- 1) 舟橋政司, 佐藤文則, 横沢和夫, 岡崎光信: 港湾用プレキャストケーソン政策工法の開発, コンクリート工学年次論文集, Vol.22, No.2, 2000