

遠心成形高強度コンクリートの成形性に及ぼす細骨材率や単位水量の影響

正会員 ○菅 一雅*1
同 梶田佳寛*2
同 石川一真*1

遠心成形 高強度コンクリート 細骨材率
単位水量 材料分離 成形精度

1. はじめに

遠心成形では、単位水量の少ない硬練りコンクリートにおいても遠心力により成形することが可能¹⁾²⁾となる。そのため、結合材量を低減することができ、よりコストを抑えた高強度部材の製造を可能とする。

しかし、硬練り高強度コンクリートの調合構成が遠心成形性に及ぼす影響についての研究は少ない

そこで、本研究は水結合材比 17%の高強度領域のコンクリートの細骨材率や単位水量が遠心成形性に及ぼす影響を評価する各種試験を提案し、検討を行った。

2. 試験概要

2.1 使用材料、調合条件および練り混ぜ・成形条件

使用材料、調合条件、練り混ぜ・成形条件を表-1、表-2、表-3に示す。

セメントは早強ポルトランドセメントとし、混和材は高強度混和材とシリカフェームの2種類を用いた。混和剤はポリカルボン酸系高性能減水剤を使用した。

調合は水結合材比を 17%一定とし、細骨材率を5種類、単位水量を5種類の組合せで各種試験を行った。

練り混ぜは、骨材表面に光沢のあるペーストが付着するまでとした。また、成形条件は最大遠心力を 30G とし、試験体形状をφ200mm×h300mm×肉厚40mmとした。

2.2 遠心成形性評価試験

細骨材率や単位水量の変化が遠心成形に及ぼす影響を把握するため、表-4に示す3種類の試験を行った。

試験Iでは、フレッシュ時における遠心成形可否を簡易的に判断できる試験方法を検討した。硬練りコンクリートの充填性評価は、一般的にVC試験など振動台を利用する報告³⁾が多い。しかし、このような試験は装置や試料量とも大がかりな試験となる。そこで、表-4に示すような方法で手突きによる充填率を測定し、遠心成形可否との関係について検討を行った。

試験IIでは、各種調合条件での高強度領域における遠心成形による粗骨材分離状況を把握するため、表-4に示す方法で、粗骨材の分布状態を把握した。なお、今回のいずれの調合においてもスラッジの発生はなかった。

試験IIIでは、遠心成形後の円周方向の遠心成形厚さを測定し、そのバラツキを変動係数で評価し、遠心成形厚さ精度と各調合条件の関係を検討した。

表-1 使用材料

セメント	早強ポルトランドセメント 密度 3.14(g/cm ³)
粗骨材	安山岩系砕石 6号砕石表乾密度 2.62(g/cm ³),粗粒率 6.32
細骨材	安山岩系砕砂 表乾密度 2.64(g/cm ³),粗粒率 2.66
混和材 1	エトリンガイト系高強度用混和材 密度 2.9(g/cm ³)
混和材 2	シリカフェーム 密度 2.2(g/cm ³)
混和剤	ポリカルボン酸系高性能減水剤

表-2 調合条件パラメータ

W/B	17% (一定)
s/a	26%, 32%, 38%, 44%, 50%
単位水量(kg/m ³)	110, 120, 130, 140, 150

[注1] B = (C + K) K:混和材1+混和材2
[注2] 混和材1置換率 10%, 混和材2置換率 10%
[注3] 混和剤添加率 B×1.2%

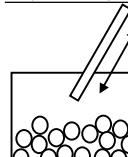
表-3 練り混ぜ、成形条件

練り混ぜ	空練り 30s → 本練り 210s~330s
遠心成形	1G 420s → 6G 120s → 10G 60s → 30G 120s

表-4 遠心成形性評価試験

試験I：手突きによる充填性と遠心成形可否試験

① 2層 20回突きでコンクリート充填
② 容器内コンクリートの単位容積質量測定
③ 手突きによる充填率の算出

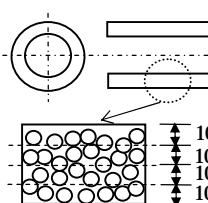


充填率(%) = $\frac{\text{手突きによる単位容積質量}}{\text{調合による単位容積質量}}$

φ140mm×h130mm ④遠心成形可否と充填率の関係を検討
容積 2L

試験II：粗骨材断面積率測定試験

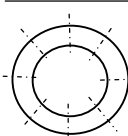
① 軸方向に試験体を切斷
② 40mm×300mmの切斷面から厚さ方向10mm間隔に粗骨材面積算出



粗骨材断面積率(%) = $\frac{\text{粗骨材断面面積}}{\text{測定コンクリート断面積}}$

試験III：遠心成形厚さの精度測定試験

① 円周方向両面16箇所の遠心成形厚さを測定
② 遠心成形厚さの変動係数を算出



厚さ変動係数(%) = $\frac{\text{遠心成形厚さの標準偏差}}{\text{遠心成形厚さの平均値}}$

3. 実験結果

3.1 手突き充填率と遠心成形可否の関係

手突き充填率，細骨材率，単位水量，遠心成形可否の関係を図-1，図-2に示す。

手突き充填率は，細骨材率が26%，50%になると減少する傾向となり，遠心成形も不良となった。

また，手突き充填率は，単位水量が減少するほど小さくなり，単位水量 100kg/m^3 では遠心成形不良となった。

今回の遠心成形不良となった手突き充填率は72.0～72.3%であり，手突き充填率が73%以下になると，遠心成形不良の傾向となることが判った。

3.2 粗骨材分離状況

各種調合条件と遠心成形断面の粗骨材面積率の分布の関係を図-3に示す。

単位水量が多くなるほど粗骨材が外周部に集中し，内面のペースト，モルタル層が多くなる傾向を示した。

また，細骨材率の影響をみると，単位粗骨材量の多い細骨材率の小さい調合ほど粗骨材分布のバラツキが小さくなる傾向を示した。

3.3 遠心成形後の成形精度

各種調合条件と遠心成形厚さ変動係数の関係を図-4に示す。

遠心成形厚さの変動係数は単位水量が多いほど大きくなる傾向を示し，単位水量 110kg/m^3 の場合の変動係数をもっとも小さく，遠心成形精度がよい結果となった。

また，単位水量 110kg/m^3 における細骨材率の遠心成形精度への影響は特に顕著な差は認められなかった。

このような遠心成形厚さの変動要因としては，前述した骨材分離性状に示すように，単位水量の増加により内面のペーストやモルタル層が厚くなり，遠心成形後自重により変形することが考えられる。

4. まとめ

今回の得られた知見を以下にまとめる。

- (1) 細骨材率や単位水量の変化による遠心成形性は簡易手突きによる充填率で成形可否の指標となることが判った。
- (2) 遠心成形可能な細骨材率や単位水量が認められた。
- (3) 単位水量が多いほど粗骨材分離が大きくなり，遠心成形厚さの精度も悪くなった。

【参考文献】

- 1) 菅，榊田，小椋：高強度コンクリートの遠心成形に及ぼす単位水量低減の影響，日本建築学会大会学術講演梗概集，A-1，pp.481-482，2004.8
- 2) 菅，榊田，小椋：遠心成形する高強度コンクリートの成形性や各種物性に及ぼす調合の影響，日本建築学会大会学術講演梗概集，A-1，pp.543-544，2005.9
- 3) 吉兼，鯉江，松下，木村：超硬練り高強度コンクリートの施工性，コンクリート工学年次論文報告集，Vol.17，No.1，pp.1279-1284，1995.6

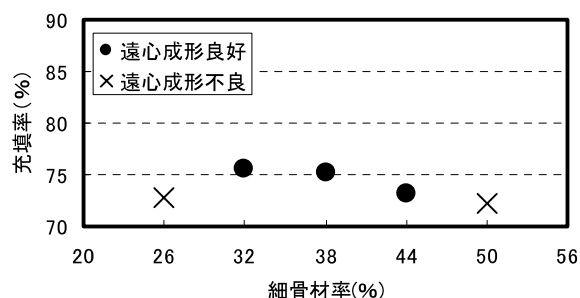


図-1 細骨材率と手突き充填率の関係

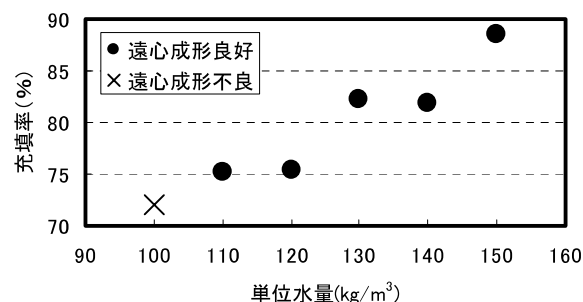


図-2 単位水量と手突き充填率の関係

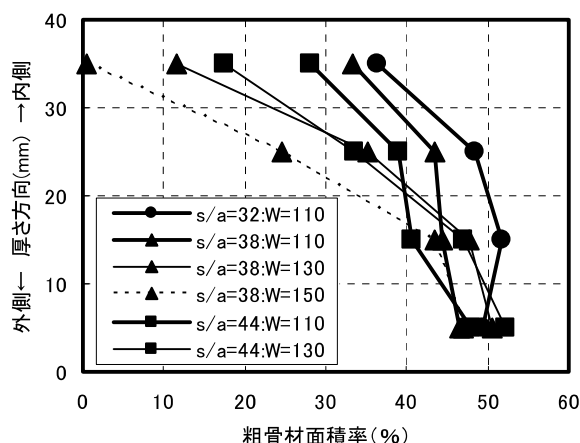


図-3 単位水量，細骨材率と粗骨材面積率の関係

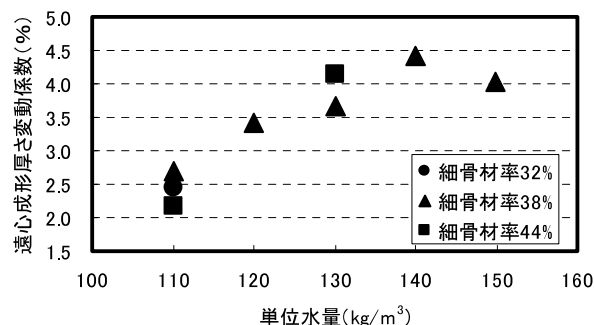


図-4 単位水量，細骨材率と遠心成形厚さ変動係数の関係

*1 ジャパンパイル

*2 宇都宮大学工学部建設学科 教授・工博