

細骨材容積比に基づく流動性を有するコンクリートの配合設計法の考案

日本大学 学生会員 ○小菅 愛弓 日本大学 正会員 子田 康弘

1. はじめに

近年、コンクリート施工の合理化や、省力化、省人化、環境負担の低減の観点から、経済的かつ合理的な配合設計が求められる。既往の研究より、細骨材容積比(以下、S/M)とフロー面積比差の関係より流動性と粘性を考慮する配合設計手順を考案した。一方、コンクリート用骨材として用いられる砕石や砕砂の副産物として砕石粉が発生する。資源の有効理由の観点からこれをコンクリート用材料とする方法も考えられる。そこで本研究では、既往のS/Mによるフロー面積比差の考えに基づき、石粉を用いた流動性を持つコンクリートの配合設計法の検討を行った。本稿では、石粉を使用した締固めを必要とする高流動コンクリート(以下、中流動)を検討の対象とした。

2. 実験概要

表-1 に、使用材料を示す。AE 剤はマスターエア 202 を使用し、単位水量の低減、ワーカビリティの改善や耐久性の向上を目的とした。高性能 AE 減水剤にマスターグレニウム SP8SV を使用した。石粉には石灰石粉微粉末を使用した。中流動コンクリートの配合を設定するにあたり、既往の研究で提案したモルタルの流動性と粘性の評価手法を用いた。具体的には、フロー試験(JIS R 5201)で評価するもので、フローコーンを抜く直前、上面にフェノールフタレイン溶液を噴霧し赤紫色化させ、底面と上面のフロー値を計測することで行った。フロー試験は、S/M を 30%~70%の範囲で設定し 5%ずつ値を変えフロート値を計測、面積比差を求め S/M を選定した。この結果については、後述する。表-2 に、本検討で行った配合を示す。コンクリートの水セメント比は W/C42.5%、50%、60%の 3 条件とし、石粉を W/C42.5%、50%は外割 30%、W/C60%は外割 50%に細骨材置換した。なお、コンクリートの製造は、20°Cの恒温恒湿室内にて行った。中流動コンクリートのフレッシュ性状の評価項目は、コンクリートの流動性と材料分離抵抗性をスランプフロー試験(JIS A 1150)で評価し、間隙通過性の評価は、Jリングフロー試験(JIS A 1159)、間隙通過性と材料分離抵抗性などの充填性はボックス形充填試験(土木学会基準,JSCE-F701-2018)で評価した。

3. 実験結果

図-1 に、S/M とフロー面積比差の関係を示す。図より、W/C42.5%は S/M=50%、W/C50%は S/M=55%、W/C60%は S/M=60%でピークに達し、その後は W/C42.5%と W/C50%では S/M=65%、W/C60%では S/M=70%で測定不能となった。図-2 に、面積比の変化を示す。図より、底面の面積比は S/M

表-1 使用材料

使用材料	種類	密度 (g/cm ³)
セメント	普通ポルトランドセメント	3.16
細骨材	砕砂	2.66
粗骨材	砕石	2.72
石粉	石灰石微粉末	2.80
高性能 AE減水剤	マスターグレニウム SP8SV	1.03~1.12
AE助剤	マスターエア202	1.02~1.06

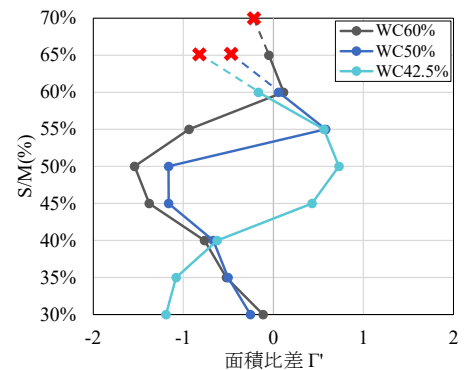


図-1 S/M とフロー面積比差の関係

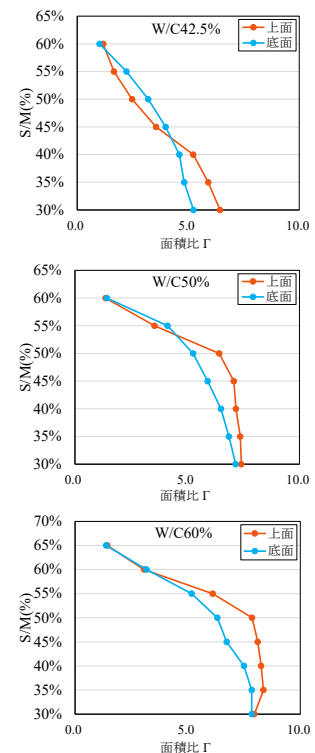


図-2 S/M とフロー面積比

キーワード 細骨材容積比、中流動コンクリート

連絡先 〒963-8642 福島県郡山市田村町徳定字中河原 1 16 号館 202 号室 TEL 024-956-8721

の増加とともに減少し、上面の面積比は W/C50%と 60%の場合、S/M=50%を超えてから減少傾向にある。すなわち、中流動を目的として水セメント比を大きくする場合、粘性を上げるために必要な細骨材容積はモルタル中の 50%以上が必要と考えられた。この結果から配合設計は、W/C42.5%は S/M=43%、W/C50%は S/M=54%と面積比差が 0 となる S/M、また W/C60%は上面の面積比が変化した S/M=52.5%をそれぞれ選定した。図-3 に、スランプフロー(SF)試験結果を示す。図より、水セメント比を問わず、粗骨材が分離傾向にはなく、図より W/C42.5%がスランプフロー475mm、W/C50%が

表-2 コンクリートの配合表

配合No	配合条件	粗骨材の最大寸法 (mm)	W/C (%)	s/a (%)	単位量(kg/m ³)					
					W	C	S	F	G	SP
1	S/M43% 細骨材置換率30%	20	42.5	31.4	160	376	453	113	1247	3.38
2	S/M54% 細骨材置換率30%		50.0	50.5	175	350	793	105	891	3.15
3	S/M52.5% 細骨材置換率50%		60.0	41.6	170	283	629	142	1093	2.55

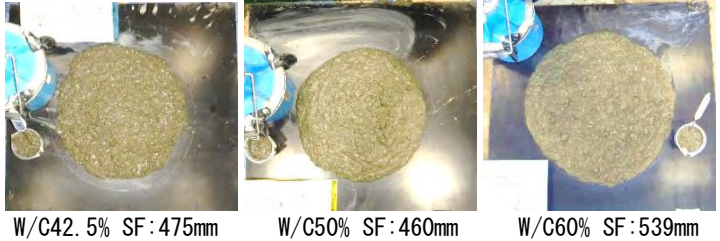


図-3 スランプフロー試験結果

スランプフロー460mm、および W/C60%がスランプフロー539mm と所定のスランプフローを満たす結果であった。図-4 に、Jリングフロー試験結果を示す。高流動コンクリートでの規格を参考にする と、ブロッキング値では間隙通過性の評価基準(JIS A 1160)として 75mm 以下と定められているがどの結果も規格値を上回った。また、PJ 値は目標スランプフローが 500mm の場合、60mm 以下と定められており、W/C50%が基準を満足した。このように、中流動は締固めを前提とするが、間隙通過性の向上について工夫が必要と考えられた。図-5 と図-6 に、ボックス形充填試験として、間隙通過速度と粗骨材量比率の結果を示す。図-5 より、W/C60%の間隙通過速度が遅く、粘性が高いコンクリートであることが分かる。W/C42.5%と W/C50%については 5mm/s 以上となった。図-6 に粗骨材量比率を示す。図より、A 室下部よりも B 室上部の粗骨材量比率が低く、振動締固めにより材料分離傾向にあることがわかる。この分離の程度を評価する指標として、平均粗骨材量比率²⁾を算出した。その結果 S/M42.5%は 18.5%、S/M50%は 33.5%、S/M60%は 42.5%となった。目安は 20%以下より、S/M42.5%は基準を満たす結果となり、粉体量が多い方が分離抵抗性には有利であった。

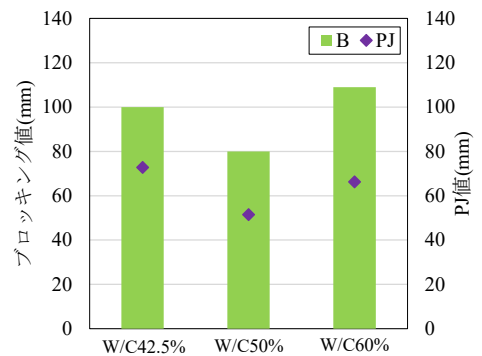


図-4 Jリングフロー試験結果

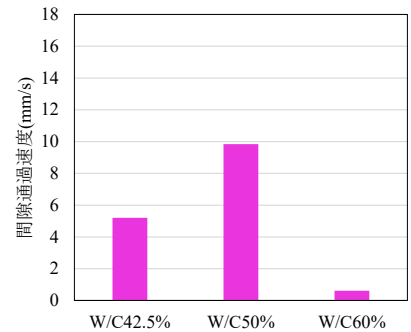


図-5 間隙通過速度

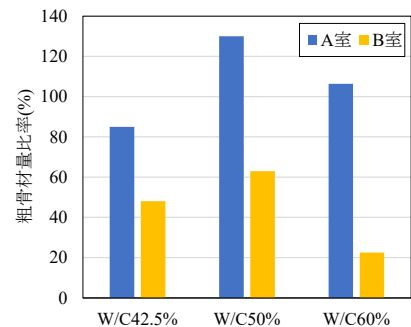


図-6 粗骨材量比率

4. まとめ

中流動コンクリートの配合設計法としてフロー面積比差に基づく考えを適用した。その結果、W/C60%の高水セメント比であってもフロー500mm 程度のフローを達成することが可能であった。今後は、水セメント比に合わせた混和剤の種類を選定、単位水量と粗骨材容積の決定方法などを検討する予定である。

参考文献

- 1) 子田康弘、橋本紳一郎：RC 床版施工におけるワーカビリティを考慮した コンクリートの配合設計手順に関する検討、令和3年度土木学会全国大会、V-59、2021。
- 2) 土木学会(2020)：締固めを必要とする高流動コンクリートの配合設計・施工技術研究小委員会(358委員会)委員会報告書、コンクリート技術シリーズ No. 123