

細骨材容積比に基づく Pca コンクリート製品配合の評価と配合修正に関する実験的検討

日本大学 学生会員 ○小菅愛弓 ジオスター(株) 横尾彰彦 日本大学 正会員 子田康弘

1. はじめに

プレキャスト(以下、PCa)コンクリート製品の品質確保とコスト削減は製品メーカーにおける恒久的な課題といっても過言ではない。コスト削減として製造工程における技術革新や合理化もあるが、要求されるフレッシュ性状を満足しつつ現行の配合を見直すという製造コストの検討も選択肢として考えられる。昨年度、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提案した¹⁾。そこで本研究では、PCa メーカー工場の材料を用いそのフロー面積比差を求めることで S/M と従来配合の関係を検討した。次に、S/M の要求範囲から外れた工場に対しては配合修正を実施しフレッシュ性状を評価した。

2. 実験概要

本検討は、PCa メーカー 1 社を対象に全国 4 箇所の工場の骨材を用いた。表-1 に、各工場の骨材の物性値を示す。モルタルの流動性と粘性の評価は、JIS

R5201 に準拠するフロー試験で評価するもので、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。測定したフロー値は式(1)～式(3)によって評価した。

$$\Gamma D = (D_p/2)^2 / (D_o/2)^2 \cdot \cdot (1), \quad \Gamma d = (d_p/2)^2 / (d_o/2)^2 \cdot \cdot (2), \quad \Gamma' = \Gamma d - \Gamma D \cdot \cdot (3)$$

ただし、 D_p : 赤紫色部のフロー値、 D_o : フローコーン上面の直径、 d_p : 通常のフロー値、 d_o : フローコーン底面の直径、 ΓD : 赤紫色部相対フロー面積比、 Γd : 相対フロー面積比、 Γ' : フロー面積比差である。

フロー試験は、概ね S/M を 30%~60% の範囲で設定し 5% ずつ値を変えフロー値を計測し、それぞれの Γ' を求めた。既往の研究¹⁾より、 Γ' にはピークが出現するため、これが把握できるまで S/M を増減させフロー試験を行った。各工場の S/M とフロー面積比差の関係を把握した後は、従来配合とフロー面積比差による推奨範囲を照合した。S/M がこれから外れた工場については S/M を調整した修正配合を求め、当該工場にて試験練りを実施し、フレッシュ性状を評価した。

3. 実験結果及び考察

図-1 と図-2 に、フロー試験の例として、K 工場と F 工場を示す。この試験では、流動性は底面のフローが大きい程高く、粘性は上面のフローが小さい程高いと定義している。図より、S/M50%と

表-1 骨材の物性値

種類	使用工場	産地	密度 (g/cm ³)	粗粒率 F.M.	微粒 分量 (%)
細骨材	K	大井川	2.63	2.97	1.36
	H	埼玉県秩父郡皆野町	2.61	3.05	2.9
	Hs	兵庫県姫路市家島町	2.56	2.92	4.31
	F	福岡県朝倉市	2.70	2.70	2.60
	K	大井川	2.66	6.64	0.50
粗骨材	H	埼玉県秩父郡皆野町	2.64	6.68	0.56
	Hs	兵庫県姫路市家島町	2.64	6.7	0.95
	F	福岡県朝倉市	2.74	6.64	0.80
	F	福岡県朝倉市	2.74	6.64	0.80



図-1 K 工場のフロー結果



図-2 F 工場のフロー結果

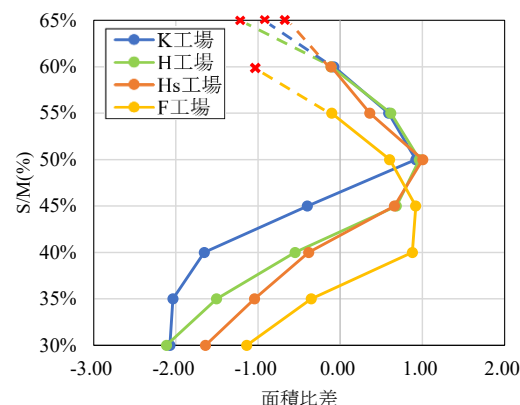


図-3 S/M とフロー面積比差の関係

キーワード 細骨材容積比、コンクリート 2 次製品配合

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

S/M55%を比較すると、S/M55%の方が上面、底面両方のフローが小さく、赤色範囲もより明確になることが見て取れる。図-3 に、各工場のS/Mとフロー面積比差の関係を示す。図より、S/Mが大きくなるにつれ、フロー面積比差が負から正へと変化することがわかり、各工場ともフロー面積比差のピークが正側約1.0で表れている。一方で、ピークが生じるS/Mは、各工場で異なる。これが使用される細骨材の物性値に依存する特性であり、これを把握することが合理的な配合設計の一助になると考えている。4工場の内F工場は、ピークがS/M45%で表れており、他工場よりも低い。これは、F工場の粗粒率は2.70と小さく、細かな骨材が多い分、ピークに達するS/Mが低いと考えられる。他の3工場の粗粒率は3.0前後と同程度より、ピークになるS/Mも50%と同様であった。図-4に、図-3から

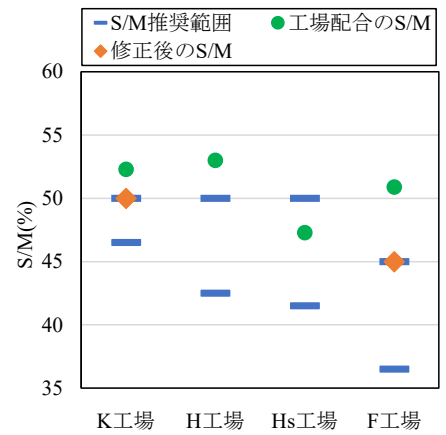


図-4 各工場のS/MとS/M推奨範囲

求められたS/M推奨範囲と従来配合のS/Mの比較を示す。図より、Hs工場は、推奨S/Mの範囲にプロットされるが、他のK工場、H工場、およびF工場はS/Mの上限

表-2 コンクリートの配合

工場名	配合名	粗骨材の最大寸法 (mm)	スランプ (cm)	水セメント比 W/C (%)	空気量 (%)	細骨材率 s/a (%)	単位量(kg/m ³)			
							水	セメント	細骨材	粗骨材
		(mm)	(cm)	(%)	(%)	(%)	W	C	S	G
K	従来	20	18±2.5	40.0	2.0±1.5	42.1	160	399	809	1004
	S/M50.5%修正1					42.2	160	400	767	1062
F	従来					46.0	160	400	861	1018
	S/M45.5%修正1					34.5	160	400	646	1235
	S/M45.5%実績率 63%以下修正2					39.4	175	438	708	1098

値を超えており、換言すれば細骨材量を減らせる可能性があることを示している。そこで、本検討ではK工場、F工場を対象とし、両工場のS/Mを推奨範囲に収め配合修正をし、試験練りを行った。表-2に、コンクリートの配合を示す。K工場ではS/M52.3%から50.5%に変更し、F工場では50.9%から45.0%に変更した(図-4の◆参照)。また、F工場では粗骨材量を実績率の63%とした配合修正も実施した。図-5に、F工場のスランプ試験結果を示す。図-6には、両工場のスランプ試験結果を示す。表-2より、K工場では細骨材量42kg減、粗骨材量58kg増および混和剤0.2kg減としても従来配合同等の要求スランプが得られることが判明した(図-6)。これに対してF工場は、まず従来配合もスランプ10.5cmと18cmに対して品質が安定しない場合があった。次に修正配合では、細骨材量215kg減、粗骨材量217kg増および混和剤0.1kg減として、スランプが8.0cmとなったため、粗骨材実績率を変更し細骨材量153kg減、粗骨材量80kg増とし混和剤使用量を低減することで要求スランプを満足することができた。以上のように、フロー面積比差の考え方に基づき混和剤使用量の削減といった配合修正が可能であることを確認した。

4. まとめ

本検討より、2工場の配合修正を実施し、所要の性能を満足しつつ従来配合を材料コストを上げることなく修正することができた。このフロー面積比差に基づくこと、粉体系混和材の追加や使用量の変更も比較的容易に実施可能と判断された。今後は、残りのH工場の配合修正を実施する予定である。

【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。



(a)従来配合 スランプ 10.5cm



(b)修正配合1 スランプ 8.0cm



(c)修正配合2 スランプ 15.5cm

図-5 F工場のスランプ試験結果

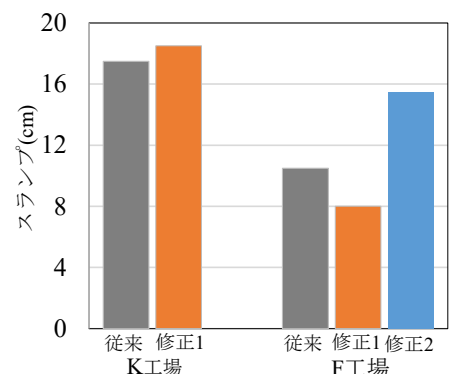


図-6 スランプ試験結果