

汎用的な締固め不要コンクリートの骨材種類に応じた配合修正に関する一考察

鹿島建設(株) 正会員 ○松本修治 荒川 遥 芦澤良一 渡邊賢三 柳井修司
千葉工業大学 正会員 橋本紳一郎

1. はじめに

近年、建設現場の労働人口の減少や熟練技能者の不足等から、施工の合理化、省人化による生産性の向上が求められている。コンクリート工における方策としては、高流動コンクリートの適用が考えられる。しかし、高流動コンクリートは自己充填性を有するだけでなく、最大水平流動距離など打込みに関する高い性能を付与するために高価となり、特殊な施工条件などへの適用にとどまっている。そこで、筆者らは、一般的な RC 構造物の生産性向上を目的に、高性能を求めず、安価を実現する汎用的な締固め不要コンクリート¹⁾（以下 GP-SCC と記す）の開発に取り組んでいる。これまでに配合設計手法¹⁾を確立させ、数種類の骨材において、その適用性を確認している。しかし、加工砂²⁾など特殊な細骨材を用いる場合には、フレッシュ性状が悪化し、本配合設計手法が適用できない場合も確認されている²⁾。そこで、本稿では、本配合設計手法に基づく配合修正がモルタルのフレッシュ性状に及ぼす影響を確認するとともに、特殊な細骨材を使用する場合の配合修正方法を見出すための実験結果について述べる。

2. GP-SCC

GP-SCC は、スランブ 15cm 程度のベースコンクリートに、粉末分散剤を後添加してスランブフロー500～600mm 程度のコンクリートとすることで、締固め不要を実現するものである。その配合設計は、粗骨材かさ容積を 508L/m³、単位水量を 175kg/m³を基本とし、単位セメント量を 300～350kg/m³程度に抑えつつ、モルタル中に含まれる 0.6mm 以下の粒子の容積割合（以降、V_{0.6}と記す）を 2 種類以上の細骨材の混合割合を変えることで 47%程度に調整するものである。なお、後添加する粉末分散剤は、流動性を高めた際の塑性粘度の低下を抑制できるリグニンスルホン酸塩を主成分とする新規の粉末分散剤³⁾としている。

3. 実験概要

表-1 にモルタルの使用材料、表-2 に基準配合を示す。使用材料は、既往の検討²⁾と同様に市中のレディーミクストコンクリート工場が保有する細骨材 A、B に加え、加工砂²⁾を含む細骨材 C を用いた。加工砂は、真砂を粉砕し整粒処理された砂であり、今後の材料の枯渇から使用の拡大が見込まれている。基準配合は、過去の打込み実験¹⁾にて、細骨材 A を用いて良好な材料分離抵抗性を有し締固め不要を実現できたコンクリートの配合（単位水量 175kg/m³、単位セメント量 320kg/m³、細骨材率 52.3%、V_{0.6}=47%）から粗骨材を除き容積比率で調整したものである。本検討では、基準配合（V_{0.6}=47%）に加え、2 種類以上の細骨材の容積比率として V_{0.6}=41, 43, 51 および 53%の全 5 ケースを要因とした。練混ぜは、自転公転式卓上ミキサを使用して、JSCE-F 505 の練混ぜ方法に従った。ベースモルタルに粉末分散剤を添加して高速度攪拌を 30 秒間行った後に、モルタルフロー試験（JIS R 5201, 0 打）、空気量試験（JIS A 1128）、J14 漏斗を用いた充填モルタルの流動性試験（JSCE-F 541）（以降、J14 と記す）

表-1 モルタルの使用材料

名称	記号	摘要
水	W	水道水
セメント	C	普通ポルトランドセメント,密度:3.16g/cm ³
細骨材 A	S1	砕砂,表乾密度:2.65g/cm ³ ,粗粒率:2.83
	S2	山砂,表乾密度:2.63g/cm ³ ,粗粒率:1.47
細骨材 B	S3	砕砂,表乾密度:2.72g/cm ³ ,粗粒率:2.83
	S4	山砂,表乾密度:2.64g/cm ³ ,粗粒率:1.92
	S5	石灰砕砂,表乾密度:2.68g/cm ³ ,粗粒率:3.13
細骨材 C	S6	加工砂,表乾密度:2.60g/cm ³ ,粗粒率:2.68
	S7	陸砂,表乾密度:2.62g/cm ³ ,粗粒率:1.46
混和剤	Ad	AE 減水剤,主成分:リグニンスルホン酸塩
	AD-P	粉末分散剤,主成分:リグニンスルホン酸塩

表-2 モルタルの基準配合

骨材種類	W/C (%)	V _{0.6} (%)	単位量(kg/m ³)										AD-P
			W	C	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	Ad	(C×%)
A	54.7	47	259	473	985	402	-	-	-	-	-	6.6	0.13
B			259	473	-	-	470	657	278	-	-	1.4	0.08
C			259	473	-	-	-	-	-	1042	325	4.7	0.10

キーワード 締固め不要コンクリート、充填モルタルの流動性試験、J14 漏斗、粉末分散剤
連絡先 〒182-0036 東京都調布市飛田給 2-19-1 鹿島建設(株)技術研究所 TEL 042-485-1111

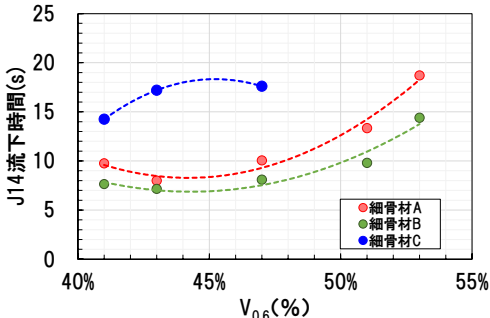
表－3 モルタルのフレッシュ性状

骨材種類	V _{0.6} (%)	容積割合		モルタルフロー(mm)	空気量(%)	骨材種類	V _{0.6} (%)	容積割合			モルタルフロー(mm)	空気量(%)	骨材種類	V _{0.6} (%)	容積割合		モルタルフロー(mm)	空気量(%)
		S1	S2					S3	S4	S5					S6	S7		
A	41	89	11	213	6.9	B	41	69	18	13	204	6.6	C	41	97	3	221	6.2
	43	82	18	212	6.7		43	56	28	16	213	6.5		43	90	10	221	7.2
	47	69	31	221	7.6		47	33	47	20	196	6.9		47	76	24	196	8.5
	51	58	42	231	5.2		51	25	64	11	198	8.2		51	62	38	146	9.3
	53	50	50	193	7.0		53	11	74	15	201	6.0		53	55	45	126	9.2

を行った。なお、ベースのモルタルフローはスランプ 15cm 程度のコンクリートに相当するものとして 110±25mm とした。また、打込み実験¹⁾と同配合の GP-SCC をウェットスクリーニングした試料の試験結果から粉末分散剤を後添加した後のモルタルフローは 210±25mm、空気量は 6.7±1.5%を目標範囲とし、適宜、Ad、AD-P 量の調整を行った。

4. 実験結果

表－3 にフレッシュモルタルの試験結果を示す。細骨材 A と B については、いずれの配合においてもモルタルフローの目標範囲内に調整でき、性状も良好だった。一方、細骨材 C の特に V_{0.6}=51、53%とした配合では、混和剤 AD-P の量を増減してもモルタルフロー、空気量ともに目標範囲に調整できなかった。また、性状が著しく悪い状態であった。図－1 に各細骨材における V_{0.6} と J14 の結果の関係を示す。細骨材 A と B については、V_{0.6}=43%において、J14 の流下時間が最小値を示した。ここで、V_{0.6} が 43%より大きくなった場合、モルタル中に含まれる微粒分量が増加することで、自由水が少なくなり粘性が高くなる影響と細骨材同士の干渉による影響で、間隙における流動性が低下してるものと考えられる。一方、V_{0.6} が 43%より小さくなった場合は、微粒分量が減少することによる粘性の低下が生じ、モルタルフローの目視では確認できなかった細骨材の分離傾向が影響したものと考えられる。細骨材 C においては、細骨材 A と B の結果とは傾向が大きく異なっており、V_{0.6}=51、53%では、J14 漏斗が閉塞した。



図－1 V_{0.6} と J14 の結果の関係

表－4 細骨材 C におけるモルタルの修正配合と試験結果

段階	AD-P (C×%)	V _{0.6} (%)	W (kg/m ³)	C (kg/m ³)	モルタル フロー (mm)	J14 流下時間 (s)
修正前	0.16	47	259	473	196	17.6
修正①	0.15	41	259	473	213	14.3
修正②	0.08	40	274	473	207	12.2
修正③	0.08	41	274	503	215	9.9

表－4 に細骨材 C におけるモルタルの修正配合と試験結果を示す。細骨材 C は、いずれの V_{0.6} の場合においても、他の細骨材と比較して J14 の流下時間が著しく大きいため、V_{0.6} 以外の配合要因も調整する必要がある。締固め不要が実現可能であった細骨材 A を使用した基準配合の J14 の流下時間は 10.1 秒であることから、J14 の流下時間が 10 秒程度になることを目標として、配合修正を行った。表－3、図－1 に示す結果から、細骨材 C においては、目標のモルタルのフレッシュ性状とするためには V_{0.6} をできるだけ低く設定することが有効と考えられる。V_{0.6}=41%（修正①）とし、単位水量を 15 kg/m³ 大きく 274kg/m³（修正②）にすることで、J14 の流下時間は 14.3 秒から 12.2 秒に改善された。さらに単位セメント量を 30kg/m³ 大きく 503kg/m³（修正③）にすることで、J14 流下時間を 9.9 秒と目標内にすることができた。

5. まとめ

3 種類の細骨材において V_{0.6} がモルタルのフレッシュ性状に及ぼす影響を確認することができた。また、これまで本配合設計手法が適用できなかった加工砂など特殊な細骨材を用いる場合における配合修正方法の一案を見出すことができた。今後、結果分析を進め骨材種類に応じた配合修正方法を配合設計手法に反映させていく。

参考文献

1) 松本ら：汎用締固め不要コンクリートにおける新規の粉末分散剤と新たな充填性評価手法に関する検討，コンクリート工学年次論文集，Vol.44，No.1，2022。
2) 松本ら：締固め不要コンクリートの自己充填性に及ぼす骨材特性の影響，コンクリート工学年次論文集，Vol.43，No.1，2021。