

軽量コンクリート1種の現場簡易製造方法に関する実験的検討

太平洋セメント株式会社 正会員 ○早川 隆之
太平洋セメント株式会社 正会員 肥後 康秀
太平洋セメント株式会社 正会員 当銘 葵

1. はじめに

軽量コンクリートには、非 JIS ではあるが土木の嵩上げコンや建築のシンダーコンクリート用途(屋上防水層の押え、小規模の橋梁床版上部の補修等)など、小規模なニーズがある。しかしながら、軽量骨材の専用サイロが無いほか、設備上の制約から軽量コンクリートを製造出荷できる生コン工場が近隣にない地域では、これらのニーズに応えられず普及が妨げられている。そこで、本検討では生コン工場に汎用的なモルタルを発注して現場に運び、荷卸前にアジータ車へ軽量粗骨材を投入し軽量コンクリート1種を簡易に製造する方法について、その妥当性を実験的に検証した。

2. コンクリート評価試験の概要

2.1 使用材料

使用材料を表 1 に示す。セメントは普通ポルトランドセメントを用いた。粗骨材は、膨張頁岩系の人工軽量骨材 GA および GM の2種類を、細骨材は山砂 S を用いた。

2.2 コンクリートの目標性能

製造する軽量コンクリート1種の目標性能として、フレッシュコンクリートの単位容積質量を $1.8 \sim 1.9 \text{ t/m}^3$ 、スランプを $18 \pm 2.5 \text{ cm}$ 、圧縮強度を 18 N/mm^2 とした。

2.3 コンクリートの配合条件

コンクリートの配合条件を表 2 に示す。60-3 において発注するモルタルは水セメント比 60%，砂セメント比 3.0 とし、GA-50-2①および②におけるモルタルは水セメント比 50% および砂セメント比 2.0 とした。また、60-3 および GA-50-2①は、モルタル 2 m^3 に対し、軽量粗骨材をフレコン2袋分(かさ約 $1 \text{ m}^3/\text{袋}$)とした配合である。ここで、モルタルの条件は、生コン工場に発注可能であり、かつ流動性および強度発現性の観点から適正と判断される水セメント比および砂セメント比を事前に評価し設定した。ただし、本検討では攪拌による均質性を明確に評価するため、GA-50-2②としてモルタル 2 m^3 に対し、GA をフレコン3袋分(50-2①の 1.5 倍)とした配合も水準に加えた。モルタル条件および軽量粗骨材投入量等について表 3 に示す。作製する軽量 1 種コンクリートの気乾単位容積質量の推定値 W_d は、建築工事標準仕様書・同解説 JASS5 鉄筋コンクリート工事¹⁾により定めた。

2.4 現場における軽量コンクリートの作製手順

千葉県某所において、近隣の生コン工場から所定のモルタルを運び、現地到着後、アジータ車上部から混和剤を投入し 10 秒攪拌後、ラフタークレーンにより吊り上げた軽量粗骨材(フレコン)を所定量投入し、2分間高速攪拌することで軽量コンクリート1種を製造した。

キーワード: 軽量骨材, 軽量コンクリート, 現場製造, 単位容積質量, 圧縮強度, 単位粗骨材量

連絡先 〒285-8655 千葉県佐倉市大作 2-4-2, 太平洋セメント(株) 中央研究所, TEL:043-498-3905, FAX:043-498-3849

表 1 使用材料

使用材料	記号	密度* (g/cm^3)	産地・製造等
水	W	1.00	上水道水
セメント	C	3.16	普通ポルトランドセメント
粗骨材	GA	1.65	軽量粗骨材, 吸水率 27.2%, 実積率 65.2%
	GM	1.72	軽量粗骨材, 吸水率 28.3%, 実積率 65.3%
細骨材	S	2.59	千葉縣市原市産山砂
AE 減水剤	Ad	—	標準形 (I 種), 高機能タイプ
AE 剤	AE	—	I 種, 変性ロジン酸化合物系

*骨材の密度は表乾密度を示す。

表 2 製造するコンクリートの配合条件

記号	W/C (%)	G かさ 容積 (m^3/m^3)	W (kg/m^3)	設計単位容積質量(t/m^3)	
				フレッシュ コンクリート	気乾 (W_d)
GM-60-3	60	0.57	166	1.920	1.781
GA-60-3		0.58	166	1.893	1.760
GA-50-2①	50	0.58	181	1.886	1.762
GA-50-2②		0.72	151	1.828	1.689

表 3 モルタル配合条件およびコンクリート製造時の混和剤添加量

記号	W/C (%)	S/C	G フレコン 数(袋)	コンクリート 製造量(m^3)	混和剤(C×%)	
					Ad	AE
GM-60-3	60	3.0	2	3.306	1.0	0.004
GA-60-3			2	3.304	1.0	0.004
GA-50-2①	50	2.0	2	3.304	—	0.006
GA-50-2②			3	3.956	0.5	0.010

表 4 試験項目および方法

項 目		規格など	備考
フレッシュ 性状	モルタルフロー	JIS R 5201	荷卸時(200±20mm)
	スランプ	JIS A 1101	排出初期、中盤、終盤
	空気量	JIS A 1128	排出初期、中盤、終盤
	単位容積質量	JIS A 1116	
	コンクリート中の 粗骨材単位量	エアメータ内のコンクリートをウェットスクリーニングおよび水洗し、5mm 篩上に残った粗骨材質量を測定し算出。	
硬化 性状	モルタル圧縮強度	φ 5×10cm	材齢:7, 28 日
	圧縮強度	JIS A 1108	
	気乾単位容積質量	20℃、70%RH 環境下にて測定	

コンクリートは、アジテータ車からの排出初期、中盤、終盤に試料を採取し試験により材料の均質性を評価した。試験項目および方法については表4に示す。

3. 試験結果

3.1 モルタル物性

荷卸時のモルタルフローと材齢28日の圧縮強度を表5に示す。G_A-60-3に対しG_M-60-3のモルタルフローが目標より小さく圧縮強度が若干高いが、これはG_M-60-3のアジテータ車のみドラム内洗浄を行っていないため見掛け上水量が少なくなった影響と考えられる。

3.2 フレッシュコンクリート性状

排出初期、中盤および終盤に採取したコンクリートのスランプを図1に、フレッシュコンクリートの単位容積質量を図2に、軽量粗骨材の単位量を図3にそれぞれ示す。G_M-60-3、G_A-60-3およびG_A-50-2①の排出初期のスランプは目標範囲に収まったが、フレコン3袋分の軽量粗骨材を投入したG_A-50-2②は明らかに粗骨材量が多く、混和剤量の調整においても目標スランプが得られなかった。60-3はG_M、G_Aともに終盤のスランプがやや小さい値となったが、これはコンクリートの不均質性を示すものではなく、スランプロスの影響と考えられる。本実験では排出初期から終盤までに約30分を要するが、別途実施した経時変化試験において30分経過時のスランプロスがG_A-50-2①は10%程度であったのに対し、60-3はいずれも40%程認められたことから、その影響による差であると考えられる。

フレッシュコンクリートの単位容積質量は、G_A-50-2②が排出初期から終盤にかけて低下していた。当該配合は、空気量も初期5.3%が終盤には9.5%に増大していたため、その観点でも不均質であったことが伺える。

軽量粗骨材の単位量は、60-3では設計値との差がやや大きい、G_A-50-2①は排出時期によらず設計値の5kg/m³以内に収まっていたことから、他配合よりも均質なコンクリートが得られていたことが示唆される。

3.3 硬化コンクリート性状

材齢28における圧縮強度試験結果を図4に示す。圧縮強度は、全配合において採取時期による若干のばらつきはあるが変動係数は10%未満であり概ね安定していたと考えられる。しかし、材齢28日において60-3は目標の18N/mm²前後であるため、水セメント比は60%未満として適切に設定する必要がある。

4. まとめ

本検証実験の結果、適切に配合されたモルタルを浇注して現場に運び、荷卸前にアジテータ車へ軽量粗骨材を投入して攪拌する方法によって所定の性能を有する軽量コンクリート1種を製造できる可能性が示された。

表5 モルタルフローおよび圧縮強度(28d)

対象配合	モルタルフロー(mm)	圧縮強度(N/mm ²)
G _M -60-3	156	36.4
G _A -60-3	192	33.4
G _A -50-2①	202	45.6
G _A -50-2②	215	48.0

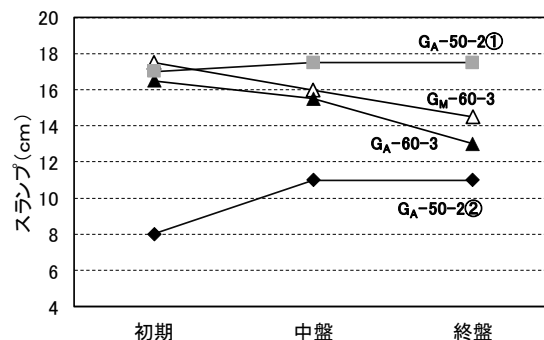


図1 各排出時期におけるスランプ

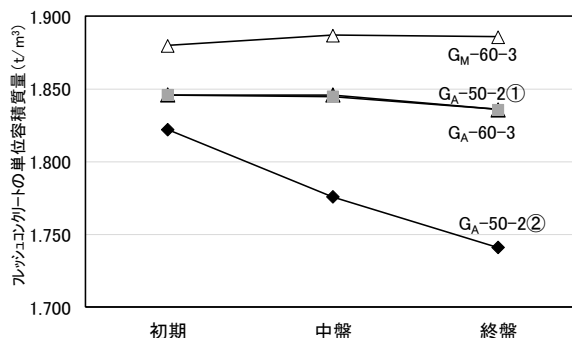


図2 各排出時期におけるフレッシュコンクリートの単位容積質量

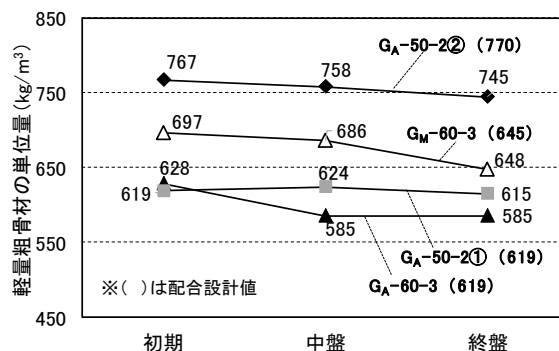


図3 各排出時期におけるコンクリート中の軽量粗骨材単位量

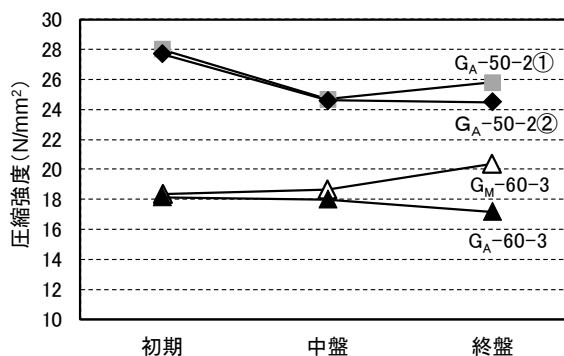


図4 各排出時期における圧縮強度

【参考文献】

- 1) 建築工事標準仕様書・同解説 JASS5 鉄筋コンクリート工事 2018, 第15版, pp63, 2018.7