

瓦廃材を細骨材として用いたコンクリートの物性に関する基礎的研究

名古屋工業大学大学院 学生会員 ○飛田 浩孝
名古屋工業大学大学院 正会員 上原 匠
名古屋工業大学大学院 正会員 梅原 秀哲
(株)ホクコン 正会員 友竹 博一
愛知県陶器瓦工業組合 篠田 泰宏

1. はじめに

愛知県三河地方で製造される三州瓦は、国内総瓦生産量の約6割を占めており、大量生産および厳格な品質管理が故に発生する規格外品（以下、三州瓦廃材）に対してその再利用が進められている。通常三州瓦廃材は、粒径0.5mm以下の粉碎品（以下、普通シャモット）や破碎品（以下、特殊シャモット）に加工され、前者は瓦用配合粘土の混入材として安定して再利用されており、後者は一部建設資材等への利用が進められている。現在、普通シャモットに比べ加工に係る作業性や経済性の面で有利な特殊シャモットの安定した有効利用が求められている。そこで本研究では、三州瓦廃材をコンクリート用細骨材に活用することを目的に、特殊シャモットを一定の割合で細骨材として混入したコンクリートに対して、フレッシュ性状および硬化後の物性について実験を行い、その有効利用について検討を行った。

2. 実験概要

使用した材料および物性等を表-1に示す。三州瓦は、焼成粘土から成る天然素材の建設資材であり、環境汚染の基準値を満足している。三州瓦廃材には、破碎処理過程から無作為に採取された表乾密度2.25g/cm³、吸水率9.18～10.40%、粒径0～5mmの特殊シャモットを用いた。本研究では、コンクリート2次製品への利用を想定してフライアッシュⅡ種（以下、FA）を単位セメント量の15%一律外割で混入し、混和剤には遅延性抑制および粘性低下作用を有する高性能減水剤を用いた。

コンクリートの配合表を表-2に示す。配合では、水セメント比を35%、40%、45%の3水準設定し、三州瓦廃材の細骨材との容積置換率は各水セメント比に対し0%、50%、80%の3水準設定した。試験項目は、JISの試験方法に準拠したスランブ試験、空気量試験、単位容積質量試験、圧縮強度試験、静弾性係数試験とした。なお、目標スランブを15±2.5cm、目標空気量を2.0±1.0%と設定した。

表-1 使用材料

材料	名称・規格	記号	物性・諸元
セメント	普通ポルトランドセメント	C	密度：3.16 g/cm ³
細骨材	三州瓦廃材 (特殊シャモット0～5mm)	CHMT	密度：2.25 g/cm ³ ，吸水率：10.40%， 微粒分量：8.31～11.22%，粗粒率：3.19%
	山砂（瀬戸産）	S	密度：2.55 g/cm ³ ，吸水率：1.30%， 微粒分量：2.10%，粗粒率：2.81%
粗骨材	碎石2005（瀬戸産）	G	密度：2.71 g/cm ³ ，吸水率：0.31%， 微粒分量：0.66%，粗粒率：6.78%
フライアッシュ	JIS A 6201Ⅱ種	FA	密度：2.18 g/cm ³
混和剤	高性能減水剤	SP	ポリカルボン酸系

表-2 配合表

配合名	CHMT 容積置換率 (%)	W/C (%)	s/a (%)	単位量(kg/m ³)						
				W	C	S	CHMT	G	FA	SP
35FA-0	0	35	37	175	500	579	—	1046	C×0.15	(C+FA)×8.3E-03
35FA-50	50		39			303	268	1014		(C+FA)×6.7E-03
35FA-80	80		41			128	452	978		(C+FA)×6.0E-03
40FA-0	0	40	40			648	—	1035		(C+FA)×8.1E-03
40FA-50	50		42		438	342	302	1000		(C+FA)×6.5E-03
40FA-80	80		44			143	504	965		(C+FA)×5.5E-03
45FA-0	0	45	43			719	—	1014		(C+FA)×8.2E-03
45FA-50	50		45		389	375	331	976		(C+FA)×6.5E-03
45FA-80	80		46			153	542	959		(C+FA)×5.4E-03

表-3 コンクリート試験結果

配合名	CHMT 容積置換率 (%)	スランブ (cm)	空気量 (%)	温度 (℃)	単位容積質量 (kg/ℓ)	圧縮強度 (N/mm ²)		静弾性係数 (KN/mm ²)	
						σ28	σ91	σ28	σ91
35FA-0	0	14.5	1.6	31.0	2.37	73.63	87.98	41.41	44.40
35FA-50	50	13.5	2.2	30.5	2.32	75.07	92.32	38.89	42.35
35FA-80	80	14.0	1.9	30.5	2.31	74.99	89.42	34.62	39.33
40FA-0	0	15.5	1.6	29.5	2.35	67.23	82.68	38.89	43.34
40FA-50	50	15.0	2.0	29.5	2.30	66.66	85.58	36.60	39.98
40FA-80	80	13.0	1.7	30.0	2.29	69.57	82.23	33.94	37.93
45FA-0	0	14.0	1.9	30.0	2.33	58.90	74.16	36.07	41.83
45FA-50	50	16.0	2.0	29.0	2.29	59.73	75.58	35.05	38.16
45FA-80	80	16.0	2.0	29.0	2.28	59.72	76.28	33.63	36.78

キーワード 三州瓦，瓦廃材，細骨材置換，産業副産物

連絡先 〒466-8555 愛知県名古屋市昭和区御器所町 名古屋工業大学 Tel. 052-735-5502

3. 実験結果

3.1 フレッシュ性状試験結果

コンクリート試験結果を表-3に示す。各水セメント比での空気量は、山砂を用いた場合（置換率 0%）に比べ、三州瓦廃材を混入すると若干増える傾向を示したが、いずれの配合においても許容範囲内に収まった。スランプ試験結果を図-1に示す。各配合でのスランプは、三州瓦廃材を混入しても混和剤の調整により目標スランプを確保できることが明らかとなった。単位容積質量試験結果より、各水セメント比において置換率が増加するのに従い単位容積質量は若干小さくなる傾向が明らかとなった。各水セメント比とも、置換率 0%に比べ置換率 50%の場合、約 2.0% ($\Delta 0.05\text{kg}/\ell$)、置換率 80%の場合、置換率 0%に比べ約 2.4% ($\Delta 0.06\text{kg}/\ell$) 減少している。

3.2 圧縮強度および静弾性係数試験結果

硬化コンクリートにおける材齢 28 日、91 日での圧縮強度および静弾性係数試験結果を図-2に示す。各水セメント比における圧縮強度は、両材齢とも山砂を用いた場合と同等もしくは若干強度が増す傾向が明らかとなった。材齢の違いにより 20～30%程度強度増進したことに關しては、フライアッシュのポゾラン効果によるものと考えられる。瓦廃材微粉末にもポゾラン反応性を有するとの報告があるが、本試験の結果からは明確にはならなかった。¹⁾ 一方、各水セメント比における静弾性係数は、両材齢とも置換率が増加するのに従い若干小さな値を示す傾向が見られた。これは、三州瓦廃材の強度特性が影響しているものと推察される。

3.3 圧縮強度と水セメント比の関係

圧縮強度と水セメント比の関係を図-3に示す。関係図より、三州瓦廃材を細骨材と 80%まで容積置換しても山砂を用いたコンクリートと同等の傾向を示しており、三州瓦廃材を細骨材と一部置換しても山砂を用いた場合と同様の関係が成り立つことが明らかとなった。

4. まとめ

本研究で得られた知見を以下に示す。

1. 三州瓦廃材を混入したフレッシュコンクリートのスランプは、山砂を用いた場合と同様に混和剤の調整により制御可能である。
2. コンクリートの物性に関しては、三州瓦廃材の置換率が増加するのに従い、単位容積質量は減少するが、圧縮強度は置換率に関わらず山砂を用いた場合と同等もしくは若干強度が増す傾向が見られる。一方、静弾性係数は、材齢に関わらず置換率が増加するのに従い若干小さな値を示す傾向が見られる。
3. 圧縮強度と水セメント比の関係から、三州瓦廃材を細骨材と容積置換しても置換率 80%までは山砂を用いたコンクリートの場合と同等の傾向を示す事が明らかとなった。

【参考文献】

- 1) 友竹博一・清水利康・坂本一樹・鳥居和之：廃瓦再生細骨材を使用したコンクリート製品の諸性質，コンクリート工学年次論文集，Vol. 25，No. 1，pp. 1355～1360，2003

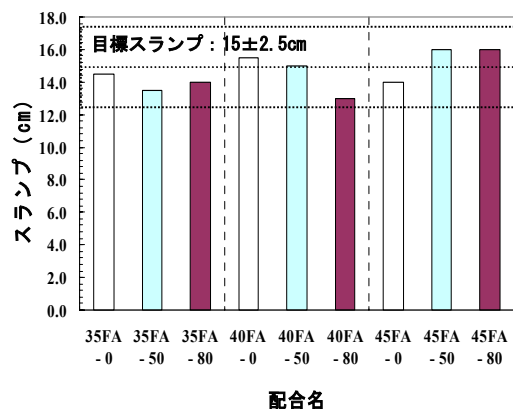


図-1 スランプ試験結果

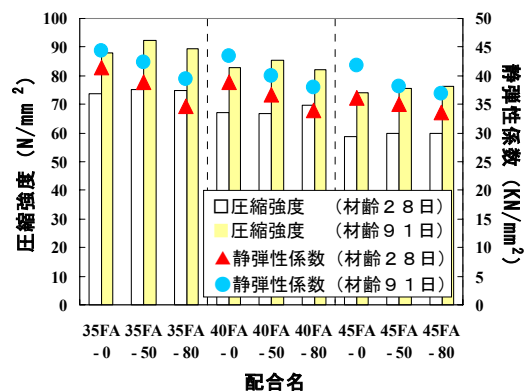


図-2 圧縮強度および静弾性係数試験結果

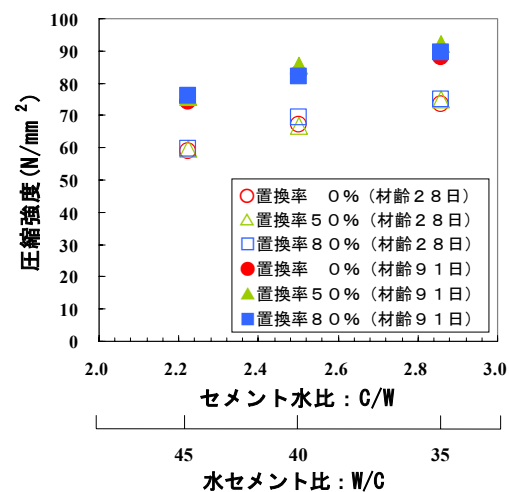


図-3 圧縮強度と水セメント比の関係