

ケイコン(株) 正会員 ○義岡 里美 ケイコン(株) 金輪 岳男
近畿大学理工学部 正会員 柳下 文夫 関電 L&A(株) 高橋 修

1. はじめに

送電線や鉄塔、電柱の絶縁体に用いる碇子は、経年劣化や落雷等などで絶縁性を失うと廃棄処分され、電気事業体関連だけでも全国で1万t/年を超えるといわれる。通常、廃棄処分された碇子は破碎処理後さらに粒形を整えて微粉、砂粒、碎石に分類されている。なお、粒径及び粒度の調整は工場生産で可能であることから、循環型社会の形成が急務とされる昨今に天然骨材に代わる材料としてコンクリート製品への転用が期待される。しかしながらコンクリートに廃碇子を添加すると天然骨材の配合に比べワーカビリティや強度などへの影響の懸念がある。本研究ではコンクリート製品汎用の観点からまずは廃碇子を細骨材にしてモルタルに用い、そのフレッシュ性状と強度特性について検討した。



写真1 左) 碇子使用例 右) 廃碇子細骨材

2. 実験概要

2.1 使用材料

普通ポルトランドセメント(密度 3.14g/cm³)、山砂(京都府城陽市産)(密度 2.56g/cm³)及び廃碇子(関電 L&A)(表乾密度 2.35～2.38g/cm³)、水道水、高性能減水剤を用いた。

2.2 モルタル配合および供試体

配合はコンクリート計画配合から粗骨材を省いた。高性能減水剤の添加量は計画配合の添加率を各配合に添加した。細骨材は山砂に廃碇子細骨材を容積比で置換した。その割合は25%、50%、100%とした。廃碇子の粗粒率(以下 F.M.に称す)には異なる4種類を選定し、基準配合の山砂100%を含む13種類の試料を用いて、モルタルフロー値、圧縮強度試験、曲げ強度試験の結果から性状を比較検討した。モルタルフロー値の測定はJIS R 5201、圧縮強度試験はφ50×H100mmの円柱供試体を用いてJIS A 1108、曲げ強度試験は40角×160mmの角柱供試体を用いてJIS R 5201にそれぞれ準拠した。供試体材齢は14日とした。これは弊社工場の管理材齢を参考にした。養生は20℃恒温養生槽にて水中養生を行った。

表1 モルタル計画配合

	W/C	単位量(kg/m ³)				
		C	W	S1山砂	S2廃碇子	Ad
基準配合 (山砂100%)	40.0%	622	249	1368	—	3.7
廃碇子配合 (廃碇子100%)	40.0%	622	249	—	1240	3.7

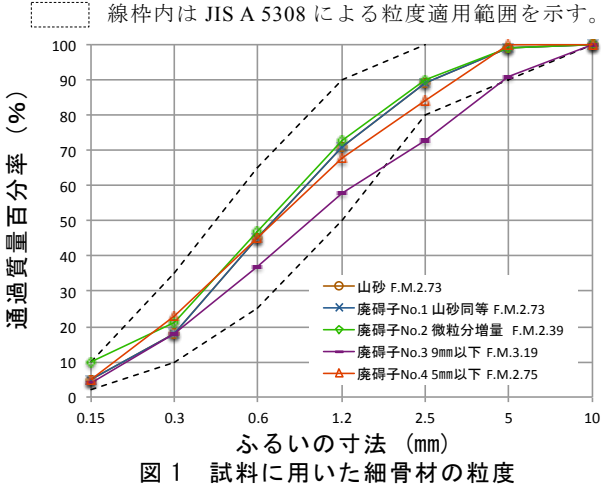
表2 細骨材の検討種類一覧

置換組合せ 試料	基準 山砂100%	廃碇子細骨材置換率			
		山砂75% 廃碇子25%	山砂50% 廃碇子50%	廃碇子100%	
山砂	○	—	—	—	
廃碇子No.1	—	○	○	○	
廃碇子No.2	—	○	○	○	
廃碇子No.3	—	○	○	○	
廃碇子No.4	—	○	○	○	

表3 試料に用いた細骨材の品質

試験項目 材料名	微粒分量 (%)	単位容 積質量 (kg/l)	実積率 (%)	(表乾) 密度 (g/cm ³)	吸水率 (%)	粗粒率 (F.M.)
山砂	2.2	1.62	64.5	2.56	1.47	2.73
廃碇子No.1 F.M.山砂同等	1.8	1.46	62.9	2.35	1.40	2.73
廃碇子No.2 山砂同等+微粒	4.0	1.50	65.2	2.35	2.09	2.39
廃碇子No.3 9mm以下 ^{注)}	0.1	1.34	58.3	2.32	1.03	3.19
廃碇子No.4 5mm以下	0.2	1.45	62.5	2.38	0.94	2.75

注)細骨材に用いた廃碇子の現在の荷姿が9mm以下であることから工程の短縮を目的に10～5mmの粒径試料も細骨材と仮定しモルタルの比較検討対象とした。



3. 実験結果および考察

3.1 フレッシュ性状およびモルタルフロー結果

ハンドリング：廃碍子を細骨材に用いたモルタルは、練り上がり時、流動性に乏しい状態であっても型枠充填時に振動を与えるとセメントペースト分が浮上した。また、ブリーディング水は特に確認されなかった。なお、廃碍子細骨材を添加したモルタルはコテ離れが良くなかった。

モルタルフロー値：廃碍子細骨材の置換率がモルタルフローに及ぼす影響は F.M.が山砂より小さいものは置換率が大きくなると細骨材が山砂 100%のモルタルよりもフロー値が小さくなった。それ以外の試料は F.M.が山砂より大きい場合でも置換率の上昇に従い、粘性が減少したが明らかな傾向は確認されなかった。碍子細骨材(No.1)に着目すると、山砂と同等の F.M.にもかかわらず置換率が上がると山砂より粘性と流動性が減少した。またフロー値も小さくなる傾向が見られ、ハンドリング状況と加味するとワーカビリティが劣る傾向を示した。

3.2 圧縮強度試験結果

廃碍子の置換率が高くなると強度は概ね 1～2 割程度低下した。しかし山砂より F.M.が小さい No.2 はいずれの置換率の強度結果も山砂に満たないものの置換率の上昇に伴い強度も若干高くなる傾向を示した。微粉末が強度に寄与する報告もあることから¹⁾、No.2 の強度に対して効果があったとも考えられる。また、供試体の空気量を算出すると山砂 100%供試体が空気量 0.5%程に対して、碍子細骨材置換供試体は 4%～10%程度あり、置換率 100%のものは増加量が顕著であったことから空気量の多さも強度低下の一因と考えられる。

3.3 曲げ強度試験結果

廃碍子細骨材を 25%～50%添加したものは曲げ強度の増加傾向が見られた。しかし廃碍子細骨材への置換率が上がると強度がやや低下する傾向もあるが、各 F.M. の強度の差が僅差でばらついたことから、曲げ供試体の強度結果からは F.M.の違いが強度に影響するような明確な傾向は得られなかった。

4. まとめ

- (1) 廃碍子細骨材の置換率が大きくなると、巻き込み空気量の増加やワーカビリティの低下傾向そして圧縮強度が 1～2 割程度低下したが著しく性能を阻害するとはいえない。
- (2) 廃碍子細骨材の F.M.がモルタルに与える影響は、F.M.が小さいとフロー値も小さいが F.M.値が同等または大きい場合には違いがなかった。

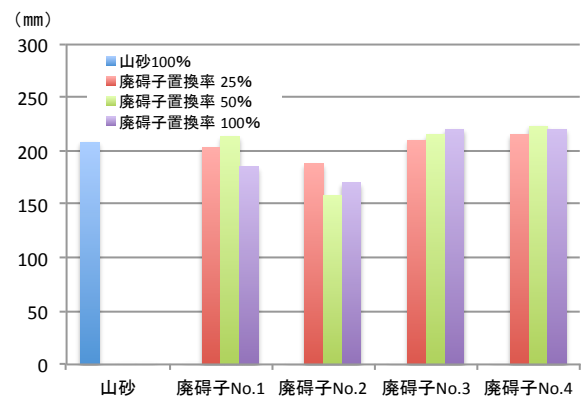


図2 廃碍子細骨材置換率とモルタルフロー値

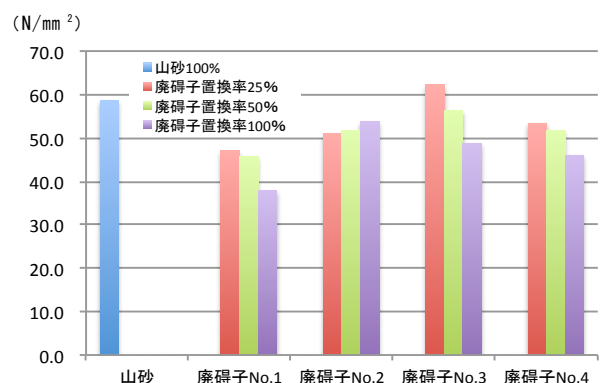


図3 材齢 14 日 圧縮強度

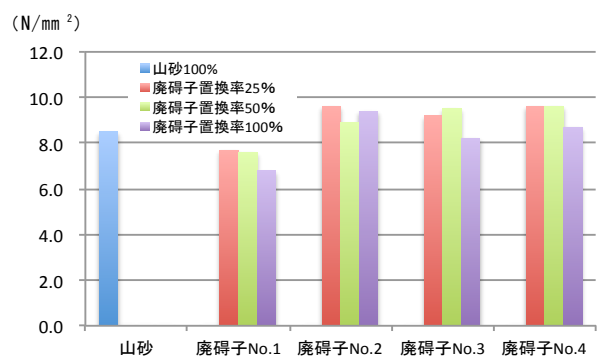


図4 材齢 14 日 曲げ強度