

粉末状の越前廃瓦がモルタル強度に及ぼす影響

福井県丹南土木事務所 鯖江丹生土木部 正会員 ○久保 光
 株式会社ミルコン 正会員 青山宏昭
 株式会社ミルコン 市村幸彦
 株式会社ミルコン 林 久夫
 有限会社むらた工業 村田浩行
 福井県建設技術研究センター 流 守博
 福井県建設技術研究センター 正会員 三田村文寛

1. はじめに

越前瓦の廃材(以下、廃瓦という)については、これまでも防草材やポーラスコンクリートの骨材等、研究開発を行ってきた¹⁾²⁾³⁾⁴⁾⁵⁾。しかしながら、廃棄物の縮減とCO2排出量の削減が重要な課題となっている中で、さらなる廃瓦の再利用促進が必要である。そこで、セメントの代替材としての利用ができないかという着目点から廃瓦の再生利用についての研究を行った。瓦は粘土を主成分としていることから、粉末状にした廃瓦にはポゾラン硬化反応が期待できると考えられる。そこで、公共工事で多く使われている高炉セメントを対象とし、セメントの代替材としての性能(強度)を有するか否かの検討を行ったので、その結果について報告する。

2. 実験方法

表-1は、試験項目および試験方法、供試体作製方法を示す。圧縮強度試験は、JIS A 1108「コンクリートの圧縮強度試験方法」に準拠した。供試体の作製は、JIS A 5308「レディーミクストコンクリート 付属書3 8.1.8モルタルの圧縮強さの比の試験」に準拠した。練混ぜは、容量2Lのホバート型ミキサーを使用した。供試体採取に必要な練り量が概ね3Lであったため、1バッチの練混ぜ量は1.5Lとし、同一配合を各2回練混ぜた。練混ぜ順序および練混ぜ時間は、JIS R 5201「セメントの物理試験方法 付属書2 6.3 練混ぜ」に準拠した。

3. 使用材料および試験ケース

表-2は、使用材料を示す。セメントは、太平洋セメント社製普通ポルトランドセメントを使用した。廃瓦は、乾燥後に75μm以下にふるったものを使用した。石膏(脱硫石膏)は、乾燥後に105μm以下にふるったものを使用した。減水剤は、減水剤の効果を確認するため3種類使用した(レオビルド4000、シーカメントFF、シーカメントFF86)。水は、地下水を使用した。

表-3は、試験ケースを示す。瓦粉末のポゾラン効果を確認するため、セメントと瓦粉末の配合割合を変えた(1-1~1-5)。セメントと瓦粉末以外に消石灰・石膏を添加し、その効果を確認するため配合割合を変えた(2-1~2-5)。減水剤の効果を確認するため3種類の減水剤を使用し、セメント、瓦粉末、消石灰、石膏の配合割合を変えた(3-1~3-7)。

4. 試験結果および考察

図-1は、「瓦粉末のポゾラン効果」の圧縮強度試験結果を示す。材齢1週、4週、13週共に瓦粉末の割合が多くなるに従い、圧縮強度が低下した。上記より、瓦粉末のポゾラン効果は確認できなかった。しかしながら、1-1~1-4は、材齢1週にて土木工事でよく使用される

表-1 試験項目および試験方法、供試体作製方法

試験項目	方法			
モルタルの圧縮強度試験	JIS A 1108「コンクリートの圧縮強度試験方法」			
試験項目	供試体寸法	本数	材齢	養生方法
モルタルの圧縮強度試験	φ50mm×100mm	各4本	1週,4週,13週	標準養生

表-2 使用材料

材料項目	種類	メーカー、産地	密度	備考
結合材	C	普通ポルトランドセメント 太平洋セメント株式会社	3.15g/cm ³	—
混和材	TP	瓦粉末 有限会社むらた工業	2.17g/cm ³	乾燥後に75μm以下にふるったもの
	P	石膏(脱硫石膏) 北陸電力株式会社	—	乾燥後に105μm以下にふるったもの
	SL	消石灰(特号) 上田石灰製造株式会社	—	—
細骨材	S	陸砂 九頭竜川水系	2.60g/cm ³	—
混和剤	Ad1	減水剤 BASFポリリス株式会社	—	—
		(商品名:レオビルド4000)	—	—
	Ad2	減水剤 日本シーカ株式会社	—	—
Ad3	(商品名:シーカメントFF)	—	—	
	減水剤 (商品名:シーカメントFF86)	—	—	
水	W	地下水	—	—

表-3 試験ケース

	No.	セメント	瓦粉末	消石灰	石膏	減水剤
ポゾラン効果	1-1	100	—	—	—	—
	1-2	90	10	—	—	—
	1-3	80	20	—	—	—
	1-4	70	30	—	—	—
	1-5	60	40	—	—	—
消石灰・石膏添加効果	2-1	93	7	—	—	—
	2-2	90	7	3	—	—
	2-3	85	7	3	5	—
	2-4	88	7	—	5	—
	2-5	93	7	③	—	—
	2-6	93	7	③	⑤	—
	2-7	93	7	—	⑤	—
減水剤の効果	3-1	90	7	3	—	—
	3-2	90	7	3	—	レオビルド4000
	3-3	85	7	3	5	—
	3-4	85	7	3	5	レオビルド4000
	3-5	88	7	—	5	レオビルド4000
	3-6	90	7	3	—	シーカメントFF
	3-7	90	7	3	—	シーカメントFF86

○付き数字は細骨材として配合

キーワード: 廃瓦 瓦粉末 消石灰 石膏 リサイクル

連絡先: 〒916-0133 福井県丹生郡越前町気比庄3-17 Tel:(0778)34-0464 Email:h-kubo-1v@pref.fukui.lg.jp

設計基準強度 18N/mm を満足していることがわかる。よって、セメントの代替材として瓦粉末は、40%置換できることになるが、材齢 13 週を超える長期的な強度については不明であるため、安全を考慮して 10%程度であればセメントと瓦粉末を置換しても問題ないと考える。

図-2 は、「石膏と消石灰の添加効果」の圧縮強度試験結果を示す。2-1 と 2-2 を比較すると圧縮強度の違いは見られないため、消石灰添加の効果は無いと考えられる。2-2 と 2-3 を比較すると圧縮強度に違いは見られないため、石膏添加効果は無いと考えられる。2-3 と 2-4 を比較すると圧縮強度に違いは見られないため、消石灰の効果は無いと考えられる。2-5 と 2-6 を比較すると、材齢 1 週、4 週、13 週共に 2-6 の方が、若干圧縮強度が大きい。この原因は、細骨材として配合した石膏の効果だと考えられる。2-6 と 2-7 を比較すると材齢 1 週、4 週、13 週共に圧縮強度に違いは見られない。よって消石灰の効果は無いと考えられる。

5. まとめ

本研究の結果、以下の知見が得られた。

- (1) 高炉セメントを対象とした場合、瓦粉末のポゾラン硬化反応はあまり見られず、圧縮強度への寄与はなかった。
- (2) 瓦粉末をセメントに対し、10%~50%の範囲で混ぜてモルタル供試体を作成し強度試験を行った結果、瓦粉末の割合が多くなるに従い、圧縮強度が低下した。
- (3) セメントと瓦粉末の置換率 40%までは、土木工事でよく使用されるモルタルの設計基準強度 18N/mm を満足した。
- (4) セメントと瓦粉末の他に石膏と消石灰を添加した結果、圧縮強度への寄与はほとんどなかった。

以上の結果から、長期的な安全を考慮し 10%程度であればセメントと瓦粉末を置換しても問題ないと考える。

参考文献

- 1) 久保光, 舟木亮太, 中島洋一, 竹内興幸: 福井市内における街路樹の根上がり再発防止工事の概要(2009), 福井県雪対策・建設技術研究所年報「地域技術」第 22 号(2009)
- 2) 久保光, 乾義明, 佐治健介, 西田俊夫, 山田芳輝, 村田浩二, 菅原寿秀: 道路緑化における雑草対策技術について(その 2), 福井県雪対策・建設技術研究所年報「地域技術」第 20 号(2007)
- 3) 松江正彦: ポーラスコンクリートを用いた水辺植栽技術(1997), 公開シンポジウム「多自然型川づくりを考える」, 日本緑化工学会。
- 4) 安原達, 熊木好明, 赤塚亘: ポーラスコンクリート護岸試験施工の評価, 河川水辺の国勢調査報告書(植物編)(1999)
- 5) 久保光, 青山宏昭, 市村幸彦, 林久夫, 村田浩行, 真木教雄, 流守博, 三田村文寛: 越前廃瓦を利用したポーラスコンクリートの開発, 第 68 回年次学術講演会講演概要集(2013)

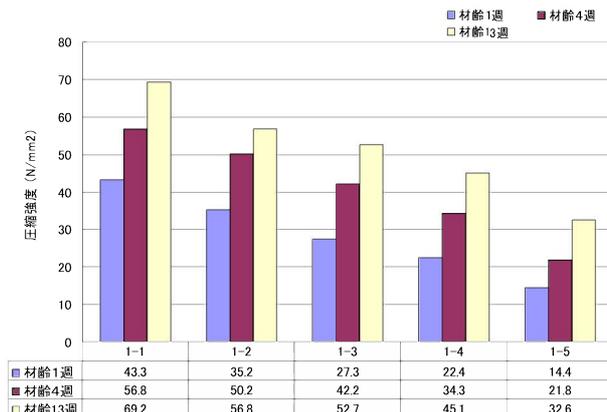


図-1 「瓦粉末のポゾラン効果」の圧縮強度試験結果

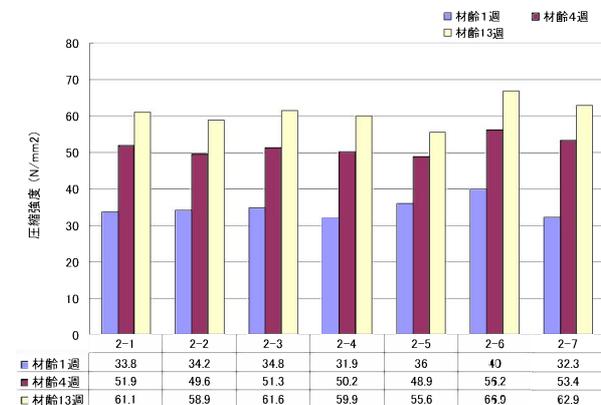


図-2 「石膏と消石灰の添加効果」の圧縮強度試験結果

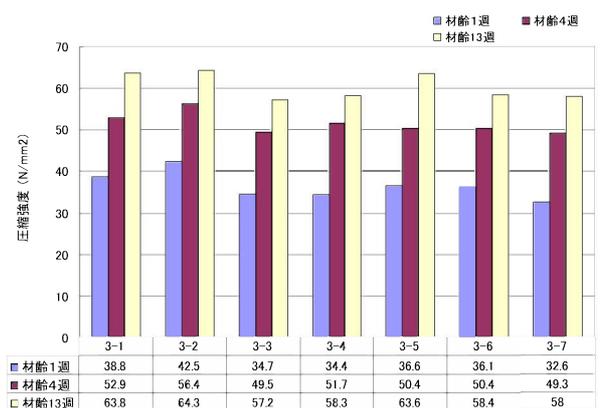


図-3 「混合方法・減水剤の効果」の圧縮強度試験結果