越前廃瓦を利用したポーラスコンクリートの開発

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
福井県工業技術センター　真木教雄
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

越前廃瓦(廃瓦)は，これまで埋立処分されることが圧倒的に多かったが，埋立処分地の残容量にも限りがあることや資源の有効利用の観点からリサイクルが求められている．県内では，これまでにも廃瓦の有効利用の研究が行われていたが，廃瓦の用途拡大が緊急の課題となっている．一方,河川護岸整備においては、治水安全度の確保のみならず河川環境の保全にも十分配慮することが重要でありこれまでに多くの多自然型河川護岸工法が開発されている.しかしながら，空隙のほとんどない従来河川護岸用コンクリート(プレキャストブロック製品)と比較して高価なことから利用が進んでいない.そこで本研究では，従来河川護岸コンクリートと同等の費用で河川護岸用ポーラスコンクリート(プレキャストブロック製品)を開発することを目標とした。開発の第一段階として，河川護岸用ポーラスコンクリートに用いる粗骨材の代替として廃瓦が利用できないか検討したので報告する.

2．ポーラスコンクリートの概要

ポーラスコンクリートは，一般に細骨材を用いないコンクリートで，その構造は単粒度の粗骨材と結合材から成るもので，連続した空隙を多く有するコンクリートである.このポーラスコンクリートの特性を利用し，護岸としての必要な強度を確保するとともに，連続した空隙に植物の生育に必要な水分，養分などを有した植生基盤を形成しようとするものである.なお,河川護岸用ポーラスコンクリートにはプレキャストブロック製品と現場打ちのものの２種類がある.

3．実験方法および評価方法

表－1は，試験項目および試験方法を示す.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。空隙率試験は,「ポーラスコンクリート河川護岸工の手引き」連続空隙率(容積法を用いた場合)に準拠した.コンクリートの練混ぜは，簡易試験練り機を使用し，1 バッチの練り混ぜ量は6l とした。供試体は，各配合表から換算した質量分のコンクリートを表面振動機にて締め固めた。また，供配合毎に円柱供試体（φ10×h20 ㎝）を 3 本製作した。円柱供試体は，実製品の強度を確認するため，気中養生とした。圧縮強度試験および空隙率試験は，同一供試体を用いて実施した。表-2は，圧縮強度および空隙率の目標値を示す。この目標値を評価基準とした.

表-1　試験項目および試験方法

試験項目	試験方法
圧縮強度試験	JIS A 1108「コンクリートの圧縮強度試験方法」に準拠した。
空隙率試験	「ポーラスコンクリート河川護岸工法の手引き」p117 連続空隙率（容積法を用いた場合）に準拠した。

表-2　目標値

タイプ	圧縮強度	空隙率
強度重視護岸タイプ	18N/㎟(材齢14日)	18%以上

表-3　使用材料

材料(記号)	メーカー，粒径，密度
セメント (C)	太平洋ｾﾒﾝﾄ社製 普通ポルトランドセメント　密度 3.16g/cm3
廃瓦 (G1)	粒径5～15㎜　密度 2.17g/cm3
粗骨材 (G2)	粒径5～15㎜　密度 2.64g/cm3
粗骨材 (G3)	粒径15～20㎜ 密度 2.64g/cm3
混和剤 (Ad)	竹本油脂社製 高性能減水剤（Ⅰ種） ﾁｭｰﾎﾟｰﾙ NV－G5
水 (W)	地下水

4．使用材料および試験ケース

表－3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する.廃瓦は，粒径5～15㎜を使用する.粗骨材の粒径の違いによる圧縮強度および空隙率の比較を行うため2種類の粗骨材を使用した.混和剤は，竹本油脂社製 高性能減水剤（Ⅰ種）ﾁｭｰﾎﾟｰﾙ NV－G5 を使用する.

表－4は,配合試験を示す.すべての試験ケースにおいて単位セメント量は380kg/㎥，水セメント比は20%とする.試験No.①～④は，粗骨

表－4　配号試験

試験No.	試験名	粗骨材最大寸法	粗骨材比（質量比） 廃瓦 (%)	粗骨材比（質量比） 砕石 (%)	単位セメント量 (kg/㎥)	水セメント比 (%)
①	瓦0-C38(20)G15	15	0	100	380	20
②	瓦25-C38(20)G15		25	75		
③	瓦40-C38(20)G15		40	60		
④	瓦50-C38(20)G15		50	50		
⑤	瓦0-C38(20)G20	20	0	100		
⑥	瓦25-C38(20)G20		25	75		
⑦	瓦40-C38(20)G20		40	60		
⑧	瓦50-C38(20)G20		50	50		

キーワード：　廃瓦　ポーラスコンクリート　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

材(砕石)の最大寸法 15㎜ とし，廃瓦の置換率を変化させた．試験 No.⑤～⑧は，粗骨材(砕石)の最大寸法 20㎜ とし，廃瓦の置換率を変化させた．

５．試験結果および考察

表－5 は，圧縮強度および空隙率の試験結果を示す．試験 No.⑤～⑧は，目標値を満足した．試験 No.⑧が廃瓦の有効利用の観点から最も良いと考える．試験 No.①～④は，圧縮強度の目標値は満足したが，空隙率はすべて満足しなかった．この原因は，粗骨材の最大寸法が小さかったことによると考えられる．

図－1 は，圧縮強度と空隙率の関係を示す．圧縮強度と連続空隙率の相関係数は 0.86 と高く，相関関係にあることがわかった．

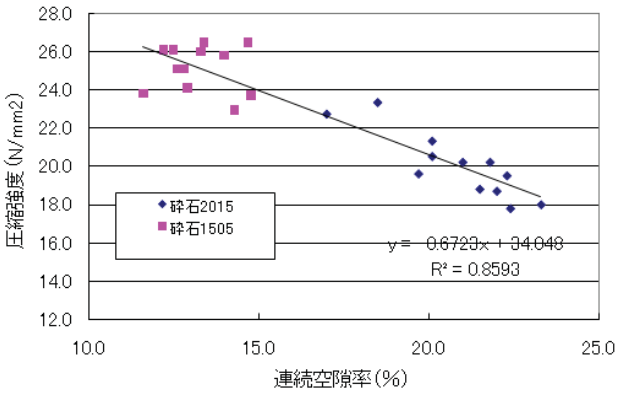
６．まとめ

ポーラスコンクリートの目標とする基準を満足するため，骨材の選定，廃瓦の配合試験を行った結果，廃瓦をコンクリートの粗骨材の代替材として利用できることがわかった．具体的には，単位セメント量 380kg/m3 において廃瓦置換率 50%で目標強度 18N/㎜2，空隙率 18%以上を満足した．

今後，今回得られた知見を基に，プレキャストブロック製品を製作し，河川現場での植生試験や水質浄化試験等を行っていきたい．

表－5　圧縮強度および空隙率の試験結果

試験No.	試験名	圧縮強度 (N/mm2)		空隙率 (%)		判定
		目標値	試験結果	目標値	試験結果	
①	瓦0-C38(20)G15	18.0	23.6	18.0	14.0	×
②	瓦25-C38(20)G15		26.0		13.6	×
③	瓦40-C38(20)G15		25.7		13.1	×
④	瓦50-C38(20)G15		25.3		12.4	×
⑤	瓦0-C38(20)G20		19.9		22.5	○
⑥	瓦25-C38(20)G20		22.4		18.5	○
⑦	瓦40-C38(20)G20		18.9		21.9	○
⑧	瓦50-C38(20)G20		20.1		20.3	○



図－1　圧縮強度と空隙率の関係

参考文献

1)財団法人先端建設技術センター(2001)ポーラスコンクリート河川護岸工法の手引き，山海堂，東京，138pp.
2)松江正彦(1997)ポーラスコンクリートを用いた水辺植栽技術，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.