

ホタテ貝殻をリサイクルした再生ポーラスコンクリートの特性

Characteristics of Recycled Porous Concrete made with Waste Shell of Scallop

○細川 吉晴
Yoshiharu Hosokawa

【はじめに】 建設廃材の再生粗骨材を用いた再生ポーラスコンクリートの研究は多いが、貝殻のリサイクル研究は少ない。青森県ではホタテ貝の養殖が盛んであるものの、その廃棄貝殻は年間約5万トン発生し、その利用は埋立や暗きょ排水資材などに限定され、多くは未利用のまま堆積されてきた。ここでは、再生粗骨材のほかに天然骨材の代替としてホタテ貝殻をリサイクルして、湖沼や小河川の護岸への植栽用の再生ポーラスコンクリート（以下、RPOC）基盤を作製できるかを実験的に検討した。なお、基盤では植物根との接触があるので、やや低アルカリ性で潜在水硬性をもつ高炉スラグ微粉末(BPF)を主体的に使用した。

【方法】 結合材は BPF(密度 2.88g/cm^3)と普通ポルトランドセメント(OPC, 密度 3.16g/cm^3)であり、BPFの刺激材に消石灰を結合材量の内割10%で混入した。粗骨材は表1に示すものを表面乾燥状態で使用した。RPOCの配合は表2に示す12種類であり、空隙率、粗骨材の混合比率(質量比)および粒径、結合材を変化させた。ここでは水結合材比を28%一定とした。その供試体($\phi 10 \times 20\text{cm}$ 円柱)は、各試験日まで水中養生をおこない、その透水係数は材齢27日に「ポーラスコンクリートの透水試験方法(案)」に準拠し、その全空隙率は材齢28日に「ポーラスコンクリートの空隙率試験方法(案)容積法」に準拠し、圧縮強度はJIS A 1108(圧縮強度試験方法)に準拠し供試体の端部にイオウキャッピングをした上で測定した。

【結果および考察】 設定空隙率と実測全空隙率の関係を図1に示す。実測全空隙率は、設定空隙率よりも上回った。RPOCの配合は骨材の実積率をもとに決定したが、扁平構造のホタテ貝殻とやや角張った形状の再生粗骨材の組合せによって複雑な構造となり、両粗骨材の混合による実積率が変化し、設計配合時の空隙率とずれを生じたと考えられる。また、図2にホタテ貝殻の混合比率と透水係数の関係を示した。ホタテ貝殻の混入量が多いほど、透水係数は低下したが、これは、扁平構造の貝殻が供試体中に連続した空隙を覆うような形をとり、そのため透水係数が低下したと考えられる。さらに、図3に貝殻の混合比率と圧縮強度の関係を示したが、貝殻の混入率が50%のとき最大の圧縮強度値を示した。この要因として、他の貝殻混入比率配合よりも全空隙率が低いために、圧縮強度が最大となったことと、貝殻と再生粗骨材のかみ合わせが良かったことが影響したと考えられる。なお、結合材別に28日圧縮強度を比較すると、ホタテ貝殻(10-15mmサイズ)と再生粗骨材(15-20mmサイズ)の混合比率30%:70%の場合、OPCは $9.28 \pm 0.86\text{MPa}$ で10MPa以上を得られず、BPFは $5.70 \pm 0.64\text{MPa}$ を示しOPCの60%程度を示した。さらにまた、図4に基盤からの溶出液のpHの変化を示したが、BPF基盤からのpHは、OPCのものより0.5~1.0低く推移した。アルカリ性がやや低いということは、基盤周辺の生態系に及ぼす影響の低減につながるといえるが、今後、植栽根が基盤との接触で成長が阻害されないか、そして、敷設後の時間経過で他所から侵入する木本類の根の伸長に伴う強度応答についても検討する必要がある。

表 1 粗骨材の物理的性質 Table 1 Physical Component of Coarse Aggregate

種類	粒径 (mm)	表乾密度 (g/cm ³)	絶乾密度 (g/cm ³)	吸水率 (%)	単位容積質量 (kg/L)	実積率 (%)
ホタテ貝殻	10~15	2.55	2.47	3.35	0.80	32.4
再生粗骨材	15~20	2.48	2.36	4.97	1.20	51.8

表 2 再生ポーラスコンクリートの配合 Table 2 Mixture of Recycled Porous Concrete

結合材 (B)	水結合材比 W/B (%)	設定空隙率 (%)	粗骨材粒径 (mm)		混合比率 (%)		単位量 (kg/m ³)						
			ホタテ貝殻 (Sh)	再生粗骨材 (RG)	Sh	RG	W	OPC	BPF	CH	Sh	RG	混和剤
普通セメント (OPC)	28	25	10~15	15~20	30	70	147	524	—	—	328	765	2.62
							138	—	443	49	328	765	4.43
高炉スラグ微粉末 (BPF) + 消石灰 (CH)	28	15 20 30 35	10~15	15~20	30	70	182	—	585	65	—	—	5.85
							160	—	514	57	—	—	5.14
							116	—	373	41	328	765	3.73
							94	—	302	33	—	—	3.02
+ 消石灰 (CH)	28	25	10~15	15~20	100	0	188	—	604	67	826	—	6.04
							70	30	568	63	618	265	5.68
							50	50	527	59	476	476	5.27
							0	100	340	38	—	1265	3.40
28	25	10~15 15~20	10~15	20~25	30	70	116	—	374	42	363	847	3.74
							159	—	512	57	290	678	5.12

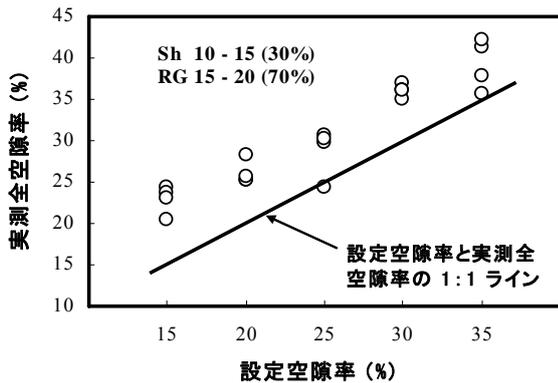


図 1 設定空隙率と実測全空隙率の関係

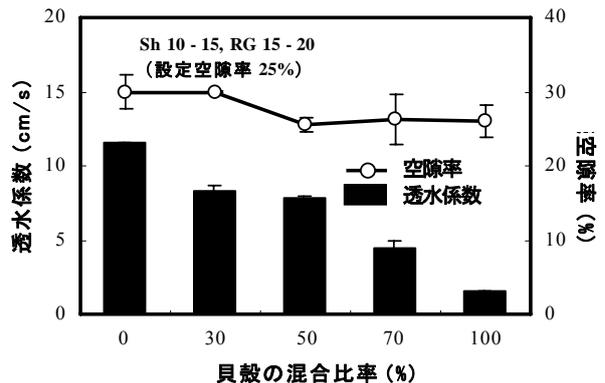


図 2 貝殻混合比率と透水係数・空隙率

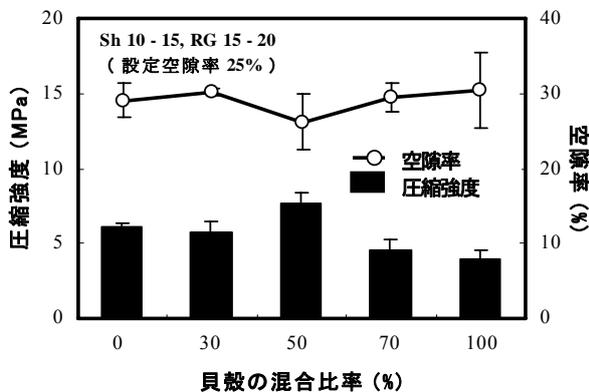
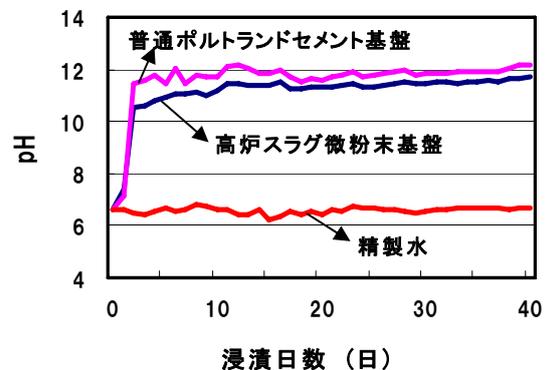


図 3 貝殻混合比率と圧縮強度・空隙率



注) 基盤片 50g を精製水 500cc に浸漬させた

図 4 基盤から溶出した水溶液 pH 変化

謝辞：青森県平内町役場 船橋氏，敦賀セメント(株) 徳橋氏，新産レミコン(株) 黒沢氏に資材提供を，浜野君（現北大大学院）ら専攻生に実験協力をいただいた。記して，感謝申し上げる。