

ポーラスコンクリートの水質浄化機能に関する一検討

徳島大学工学部 正会員 水口裕之
徳島県土木部 正会員 ○宮島 崇

1. はじめに

本来、自然の水系には、そこに棲む生物によって、水質を一定規準に保とうとする自浄作用と呼ばれる機能がある。しかし、近年、閉鎖性水域での人間活動の活発化により、栄養塩の流入の増大や自然の水辺の消滅による生態系の破壊がおこり、自浄作用機能が低下し、水系の富栄養化が、数十から数百年という速さで進むようになった。そこで、本研究では、多孔質で連続空隙を持つポーラスコンクリートの水質浄化機能材料への適用性を検討するために室内実験を行い、空隙率および骨材粒径を変えたポーラスコンクリートの強度および栄養塩除去について調べた。

2. 実験概要

2.1 使用材料および配合

使用材料、配合要因およびコンクリートの配合を、それぞれ表一、表二および表三に示す。

2.2 実験方法

圧縮強度試験用供試体は、 $\phi 10 \times 20 \text{cm}$ の円柱型枠にコンクリートをほぼ相等しい3層に分けて詰め、突き棒でならし、各層25回ずつ突いて締固め、所定の材令まで標準養生した。淡水浄化室内実験用供試体は、 $10 \times 10 \times 40 \text{cm}$ のはり型枠にコンクリートをほぼ等しい2層に分けて詰め、JIS A 1210に規定されている土の締固め用ランマーの底部に $9.6 \times 10 \text{cm}$ で厚さが1cmの鋼版を溶接したものを用いて、各層を突き棒でならした後、20回ずつ落下させて締固め、材令28日まで標準養生を行い、曲げ強度試験終了後、両端から10cmのところで $10 \times 10 \times 10 \text{cm}$ の立方体に切断し、一条件に対してそれぞれ5個作製した。なお、コンクリートは理論空隙率から求めた所要量を供試体ごとに計量して締固めた。

圧縮強度試験は、JIS A 1088の規定に従って行った。また、淡水浄化室内実験は、骨材粒径5～13mm、13～20mmで空隙率20、25、30%と変化させた計6種の供試体を用い、図一に示す浄化水路に、各条件ごとに5個1列に並べ、20℃前後に保った試験水を20ml/minで流し、日本水道協会の上水道試験方法に従い、D0(溶存酸素)および窒素・リンの除去率を半月ごとに測定した。

3. 実験結果と考察

3.1 ポーラスコンクリートの強度特性

図二に、材令28日における空隙率と圧縮強度の関係と骨材粒径別に、また、図三に、骨材粒径5～13mmの材令と圧縮強度の関係を空隙率別に示す。空隙率30%では、骨材粒径による強度差は、ほとんど見られないが、空隙率が小さくなるにつれて骨材粒径による強度差が大きくなっている。空隙率20%では18～23MPa程度、空隙率25%では12～16MPa程度の圧縮強度が得られている。また、

表一 使用材料

使用材料	物性および成分
普通ポルトランドセメント (C)	比重 3.15 比表面積 3220cm ² /g
シリカフェューム (SF)	比重 2.35 比表面積 19.0m ² /g
徳島県産河川産玉石 (G)	比重 2.63 吸水率 1.20
高性能減水剤 (Ad)	比重 1.12～1.16

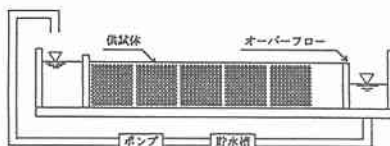
表二 配合要因

W/(C+SF) (%)	SF/(C+SF) (%)	空隙率 (%)	骨材粒径 (mm)		
			5～13	7～15	13～20
25	20	20	○	○	○
		25	○	○	○
		30	○	○	○

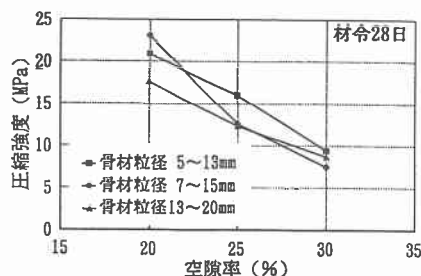
表三 コンクリートの配合

配合番号	SF/ (C+SF) (%)	W/ (C+SF) (%)	単位量				
			W	C	SF	G	Ad
A0513-V20	20	25	84	270	68	1580	8.45
A0513-V25			63	202	51	1580	6.32
A0513-V30			42	134	34	1580	4.20
A0715-V20			84	270	68	1580	8.45
A0715-V25			63	202	51	1580	6.32
A0715-V30			42	134	34	1580	4.20
A1320-V20			86	276	69	1570	8.62
A1320-V25			65	208	52	1570	6.49
A1320-V30			44	140	35	1570	4.37

注：配合番号のA0513は骨材粒径5～13mmを示し、V20は空隙率20%を示す。



図一 浄化水路



図二 空隙率と圧縮強度の関係（材令28日）

材令28日以降の強度増加は見られていない。

3.2 ポーラスコンクリートでの生物膜の発達

本研究では、生物膜発達の指標としてD0を用い、間接的にその評価を行った。図-4は、配合別に見たD0の変動を示したものである。本実験では12時間照射、12時間暗条件とした。これより、植物プランクトンによる光合成による酸素の供給は常に一定とし、D0の減少を嫌気性微生物等の増加によるものと考えた。各配合とも浸漬後1.5か月までD0が減少しており、嫌気性微生物等による生物膜の発達が見られる。しかしその後増加しており、これは1.5～2か月の間で生物膜が剥離したものと考えられる。

図-5に、浸漬後1か月におけるD0消費量を示す。ポーラスコンクリートを入れていない浄化水路のD0値を規準として、それから各水路のD0値を差し引いたものをD0消費量として、配合別の生物膜発達の評価を行った。骨材粒径別では、骨材粒径13～20mmのものが骨材粒径5～13mmのものよりも生物膜の発達が良好で、空隙率別では、空隙率が大きくなるにつれて、生物膜の発達が大きくなる傾向が見られ、空隙量や寸法の大きいほど生物膜の発達が大きくなっている。これは、骨材粒径が大きく空隙率の大きいものほど、大型生物等の付着が起り、よりバラエティーな生物層を形成するためと考えられる。

3.2 ポーラスコンクリートの栄養塩除去

図-6に、浸漬後1か月における窒素およびリンの除去率を示す。窒素の除去は、条件による違いはほとんどなく、約50%程度の除去率が得られている。リンの除去は、骨材粒径別では、骨材粒径5～13mmが、骨材粒径13～20mmより高い値を示し、空隙率別では、両骨材粒径とも空隙率25%で最大値に達しており、骨材粒径5～13mmで62%、骨材粒径13～20mmで51%の除去率が得られており、栄養塩除去を行う微生物等の付着には、表面積が大きくある程度の空隙径をもった骨材粒径5～13mmで空隙率25%が適していたのではないかと考えられる。

4. まとめ

以上述べたように、今回用いたポーラスコンクリートの浸漬後1か月における生物膜の発達は、骨材粒径別では骨材粒径13～20mmが良く、空隙率別では空隙率の大きいものほど高い値を示した。しかし栄養塩除去では、生物膜の発達に比例することなく空隙率25%で最も高い除去率を示した。したがって、強度特性をも考慮すると空隙率25%程度もしくは、それ以下のポーラスコンクリートに水際構造物材料としての可能性があると考えられる。

謝辞

本研究を行うにあたり、御助言、御協力をいただきました徳島大学村上仁士教授および伊藤禎彦助教授に深く感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 伊藤昌昭他：多孔質コンクリートを用いた水質直接浄化実験、自然環境との調和を考慮したエココンクリートの現状と将来展望に関するシンポジウム論文報告集, pp77～82, 1995. 11

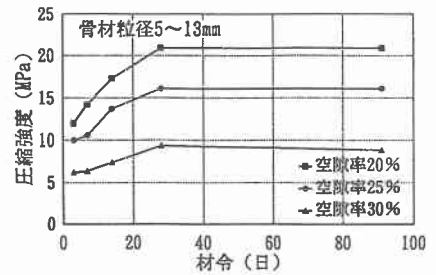


図-3 材令と圧縮強度の関係(骨材粒径5～13mm)

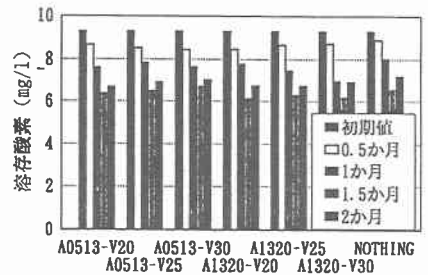


図-4 配合別に見たD0の変動

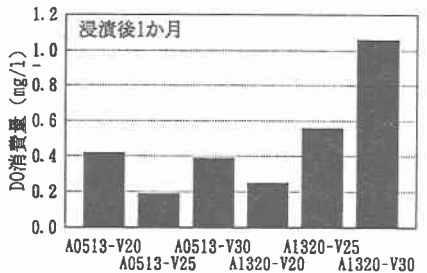


図-5 浸漬後1か月におけるD0消費量

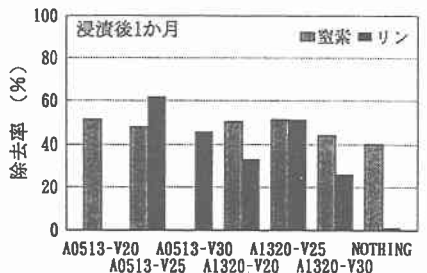


図-6 浸漬後1か月における窒素およびリンの除去率