

阿南工業高等専門学校 正 天羽和夫
 阿南工業高等専門学校 学○佐藤文彦
 山口大学工学部 天羽 淳
 山口大学工学部 森浦章治
 開発コンクリート（株） 田中基博

1. はじめに

近年、地球規模での環境悪化が社会問題となり、生態系を保全、創造することが重要課題となっている。コンクリート分野においても、産業副産物の有効利用や生物との共生、自然との調和が可能なコンクリートの研究が行われている。本研究では生物との接点が強いといわれているポーラスコンクリートに着目し、これに産業副産物の有効利用とポーラスコンクリートの付加価値を高めるために陽イオン交換能や吸着効果の性質をもち生物との付着性がよいゼオライトを用い、混和材および骨材の一部に代替した場合の強度特性および生態的機能について評価、検討を行った。

2. 実験材料および概要

使用材料は表1の配合条件に示すように、寸法の異なる3種類の骨材を用い、供試体はポーラスコンクリートの他に普通コンクリート（CC）および河川にある天然石を用いた。

生態的機能を調査するための供試体は、3個づつ、徳島県福井川の福井ダム下流部に沈設した。試験方法は次に示す方法で行った。

- 圧縮強度：標準養生を行った供試体を用いポーラスコンクリートの基本特性である圧縮強度を測定した。
- 底生動物の同定：実体顕微鏡を用い、日本産水生昆虫検索図説¹⁾と新日本動物図鑑²⁾にしたがい、個体数、種の同定を行い、Shannonの式を用いて底生動物群集の多様性指数を求め、体長の分布を調べた。
- 水質浄化試験：福井川に77日間沈設してあった供試体を54×37×28cmの容器に水質浄化材として沈設し、河川水を滞流時間約1.5分となるように循環させた。明（1000lux）暗は12時間サイクルで切り替え、水温は20℃一定となるように調整した。一定時間毎に試料水をフィルターに通した後に全有機炭素濃度（TOC）を測定した。

3. 実験結果

3.1 圧縮強度

ゼオライトを混和材および骨材に用いた場合の材齢28日における圧縮強度を示す図1から、ポーラスコンクリートの空隙率およびゼオライト代替率が大きくなるほど強度低下がみられた。

表1 ポーラスコンクリートの配合条件

セメント比(W/C)(%)	骨材の粒径	目標空隙率(%)	混和材および骨材の代替率(%)	減水剤(%)
30	5号	20	無混入, ZF10	1.5
30	6号	10	無混入, ZF10	1.5
		20	無混入, ZF10	1.5
			ZN10, ZP10	1.5
		30	ZF20, ZP20, ZN20	2.5
30	7号	20	無混入, ZF10	1.5

注) 記号の凡例 ZF:粉末人工ゼオライト, ZP:粒形人工ゼオライト
 ZN:天然硬質ゼオライト, 数値は代替率を表す

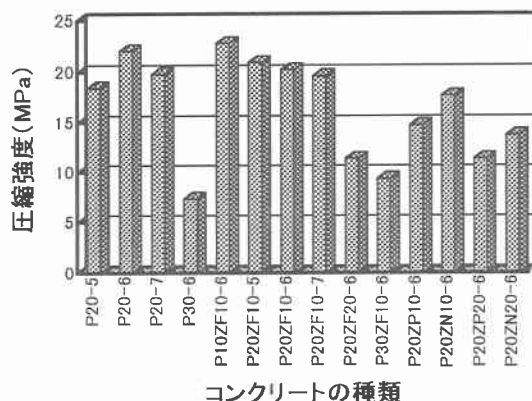


図1 ゼオライトをセメントと骨材の一部に用いた場合の圧縮強度

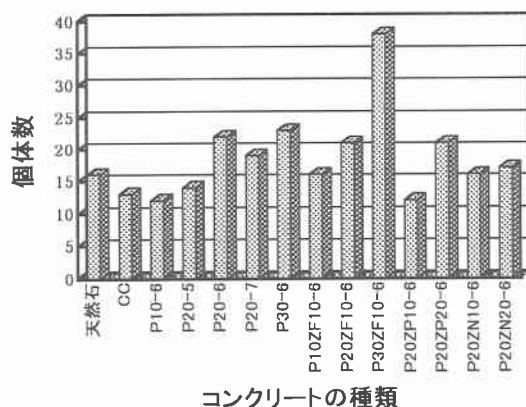


図2 各供試体に生息する底生動物個体数

3.2 底生動物の同定結果

a) 個体数：各供試体1個体当りの底生動物平均個体数を示す図2から、全体的にポーラスコンクリートのものが多い傾向を示したが大差はみられなかった。ZFに着目した場合、空隙率の増加とともに個体数も増加していた。また、ゼオライトを骨材の一部として用いたものについては代替率の変化による影響は認められなかった。

b) 種類数：各供試体に生息していた底生動物の種類数を示す図3から、天然石、CCの4種類に対し、全てのポーラスコンクリートの種類数は多かった。なかでもZFを混入したポーラスコンクリートは、他のコンクリートに比べ著しい種類数の増加を示した。また、空隙率に着目した場合、10%のP10ZF10-6で11種類、20%のP20ZF10-6で12種類、30%のP30ZF10-6で14種類と空隙率が大きくなるにつれて種類数の増加が認められた。

c) 多様性指数：各供試体に付着していた生物の多様性指数を示す図4から、ゼオライトの有無にかかわらずポーラスコンクリートは天然石、CCに比べ高い多様性指数を示した。また、同じ空隙率でみた場合、ゼオライトを混入している方が高い値を示した。

d) 体長の分布：各供試体別に認められた底生動物の1個体ずつの体長は、天然石、CCでは3~12mmの範囲であったのに対し、ポーラスコンクリートでは、3~22mmの分布を示した。また、ゼオライトを混入したポーラスコンクリートにおいては、3~23mmと幅広い分布となった。

3.3 水質浄化能力

TOC濃度が平衡に達した72時間目のTOC除去率を示す図5から、CCの除去率は最も低く、P20-7以外のポーラスコンクリートは天然石より大きい値を示した。また、ポーラスコンクリートの除去率は17~30%の範囲にあるのに対し、ゼオライト混入P30ZF10-6以外のポーラスコンクリートでは、30~40%程度のTOCが除去された。

4. 結論

ゼオライト混入ポーラスコンクリートは代替率、空隙率の増加と共に圧縮強度が低下する傾向にあるが、底生動物の個体数、種類数、多様性指数、体長、水質浄化機能の面において、CCや天然石およびポーラスコンクリートより優れていた。したがって、ゼオライト混入ポーラスコンクリートは強度面の向上を検討すれば、河川改修において微小動物をも含めた河川環境に、影響の少ない河床材料として適しているといえる。

謝辞

本研究を遂行するにあたり、環境分野において適切な助言を戴いた徳島大学工学部建設工学科、上月康則教官に謝意を記す。

参考文献

1) 川合禎次(1985) 日本産水生昆虫検索図説

2) 新日本動物図鑑, 北陸堂

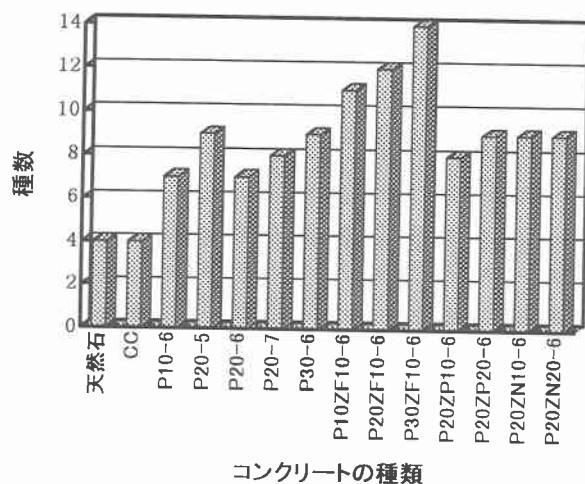


図3 各供試体に生息する底生動物種類数

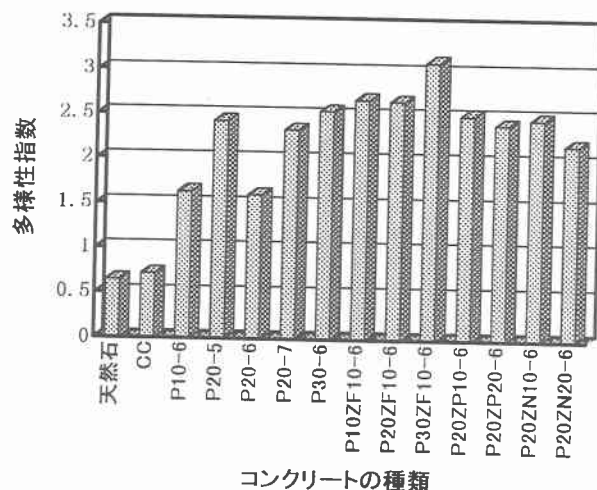


図4 各供試体の底生動物群集の多様性指数

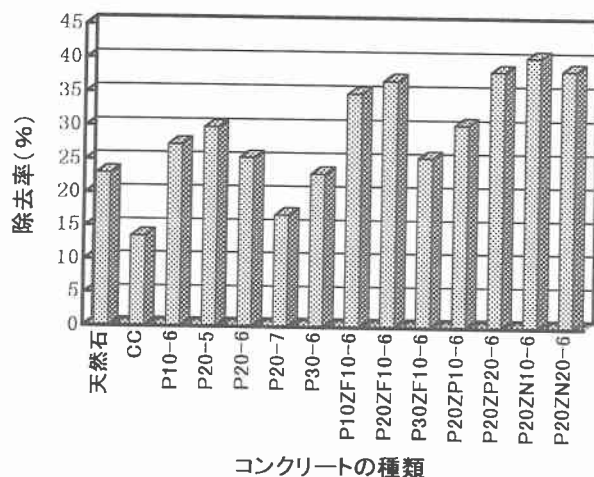


図5 各供試体のTOC除去率