

徳島大学工学部 学生会員 ○小竹英章
 徳島大学大学院 フェロー会員 水口裕之
 徳島大学大学院 正会員 上月康則

1. はじめに

近年、各種の地球環境が問題となっている。その中の一つに水質汚濁があり、それに伴う生態系への影響があり、自然の調和を乱している。自然の調和を回復する一つの方法として、ポーラスコンクリートの特性を利用することが考えられ、いくつかの適用例がある。

本研究では、環境負荷低減を更に小さくするために、CO₂ 排出量削減および天然材料の使用抑制ができる産業副産物を用いたポーラスコンクリートを用いて、閉鎖性海域環境の改善の可能性を調査することを目的とし、基礎的な検討として、その物理特性や生物等との親和性について調べた。

2. 実験概要

実験要因とその組合せを表-1 に示す。供試体はφ100×200mm の円柱供試体とした。ペーストフロー値は 175±15 になるように、高性能 AE 減水剤を用いて調整した。締固め方法は、実施工を想定して、土の締固め試験方法 (JIS A 1210) で使用される質量 2.5kg のランマーの先端部分にφ95mm、厚さ 9mm の鉄板を取り付けたものを用い、高さ 300mm からの自由落下による衝撃を 2 層 15 回ずつ与えて締め固めた。

使用材料の種類とその密度および比表面積等を表-2 に示す。また、粗骨材の各々の実績率は、砕石が 58.8%、高炉スラグ粗骨材が 56.3%である。

実験項目は、湿布養生した圧縮強度 (材齢 7,28 日および 13 週)、海水養生した圧縮強度 (13 週)、硬化時の空隙率、海水実験施設を使用した生物定着量 (13 週)、アルカリ溶出試験 (1,4,8,13 および 26 週) とした。海水養生と生物定着とは同じ施設を用いた。

生物定着量の評価は標準的な方法が決められていないので、次のように行った。目視での供試体側面部に定着している生物部分の比度 (%) と、定着している生物の種類と定着している大型生物の数を求めた。また、海水中から取り出したときの供試体質量と定着している生物を取り除いた供試体質量の差から、定着した生物の質量を求めた。

3. 実験結果および考察

図-1 および図-2 に硬化後の空隙率および湿布養生した場合の圧縮強度をそれぞれ示す。図-1 と図-2 とから、粗骨材に砕石を用いて湿布養生したポーラスコンクリートの圧縮強度は、目標空隙率 20% よりも 4~7% 大きいにもかかわらず材齢 28 日での全ての配合で 15MPa を超えており、設計基準強度を 10MPa とする構造物には十分適用できると考えられる。また、フライアッシュの混入率が 10% のものの圧縮強度は、ほかの条件が同じ場合若干大きい値

表-1 実験要因とその組合せ

配合名	使用セメント	FA混入率 (%)	粗骨材 (mm)	目標空隙率 (%)	水セメント比 (%)
普FA0砕	普通ポルト	0	砕石 (5~15)	20	25
普FA10砕		10			
普FA20砕		20			
高FA0砕	高炉B種	0	高炉スラグ (5~15)	20	25
高FA10砕		10			
高FA20砕		20			
高FA0B		0			
高FA10B		10			
高FA20B		20			

表-2 使用材料の種類とその性能

種類	密度 (g/cm ³)	比表面積 (cm ² /g)	吸水率 (%)
普通ポルトランドセメント	3.16	3,240	-
高炉セメントB 種	3.04	3,950	-
フライアッシュⅡ種	2.43	4,100	-
砕石	2.55	-	1.52
高炉スラグ粗骨材	2.66	-	2.07

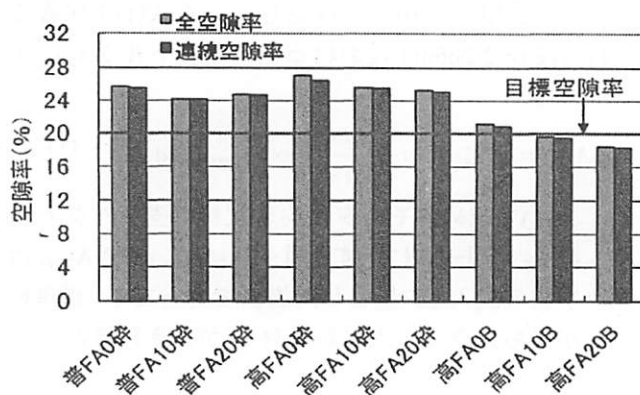


図-1 空隙率

を示している。また、空隙率が目標空隙率 20%を上回ったのは、今回行った締固め方法では、従来採用してきた突き棒による方法に比べて、ポーラスコンクリートのコンシステンシーに対して、締固めるための十分なエネルギーが足りなかったためと思われる。

図-2 に示されているように、湿布養生した粗骨材に高炉スラグ粗骨材を用いたポーラスコンクリートの圧縮強度は、空隙率 20%程度で、材齢 13 週で 20MPa を超えており、一般のポーラスコンクリートの圧縮強度よりも高強度となっている。また、フライアッシュを混和したものの方が、フライアッシュ無混和のものよりも大きくなっている。

図-3 に高炉スラグ粗骨材を用いた湿布養生した場合と海水養生した場合の材齢 13 週のポーラスコンクリートの圧縮強度を示す。圧縮強度は、フライアッシュ混入量が大きいものほど、大きくなっている。しかし、全ての配合において、20MPa には達しない結果となっており、湿布養生した場合の圧縮強度と比較すると、17%程度低下している。これは、ポーラスコンクリートの物理的性能が海水に浸けたために劣化したためだと考えられる。

図-4 に材齢 13 週での生物定着質量を示す。ポーラスコンクリートにフライアッシュもしくは高炉スラグ粗骨材を用いるほど、生物定着質量は減少している。また、目視での供試体側面部に定着していた比度の差異には、フライアッシュの有無との関係は小さく、高炉スラグ粗骨材を用いたものの比度が 3%と低い値となっている。高炉スラグ粗骨材では生物が定着しないということだけでなく、調査材齢 13 週の結果であり、季節の違いや時間経過とともにアルカリ度が低下し、全ての配合で時間とともに生物の定着量は変化することが考えられる。今回定着した主な生物は、カイメンやホヤおよびワレカラであり、粗骨材に高炉スラグ粗骨材を用いたポーラスコンクリートの側面部には、カイメンの定着が少なく、ホヤが多く定着している。カイメンの定着が少なかったために、供試体側面部の比度が低かったと考えられる。

4. まとめ

得られた結果をまとめると以下のようなものである。

- (1) 海水養生した場合の材齢 13 週でのポーラスコンクリートの圧縮強度は、湿布養生した場合の材齢 13 週での圧縮強度と比べると、17%程度低下した。
- (2) 海水に沈めてから 13 週経過したポーラスコンクリートに定着した主な生物は、カイメンとホヤであり、使用材料に産業副産物を用いるほど、生物定着質量は減少した。また、骨材が碎石もしくは高炉スラグ粗骨材と、各々の場合での定着する生物に違いがあった。

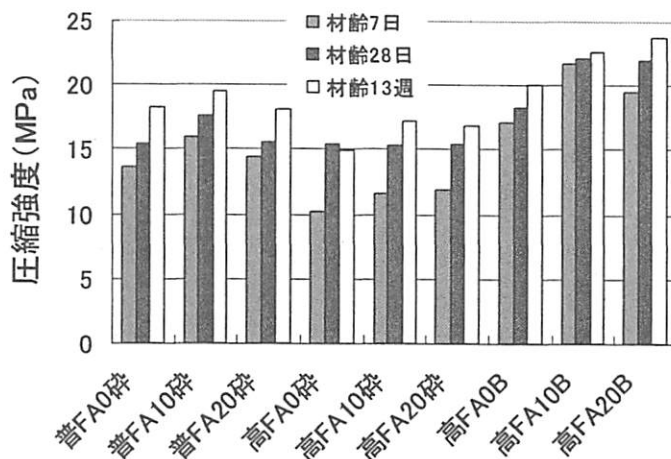


図-2 湿布養生した場合の圧縮強度

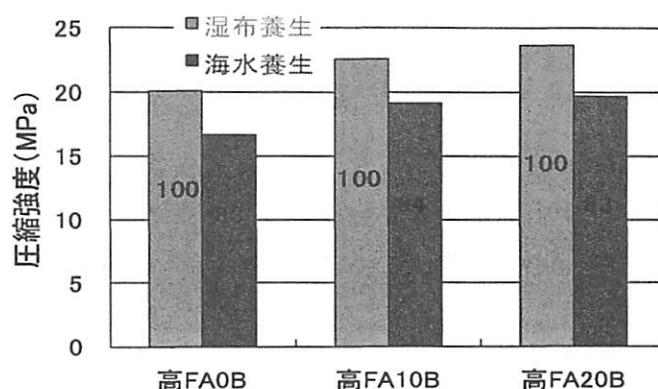


図-3 湿布養生と海水養生の圧縮強度の違い

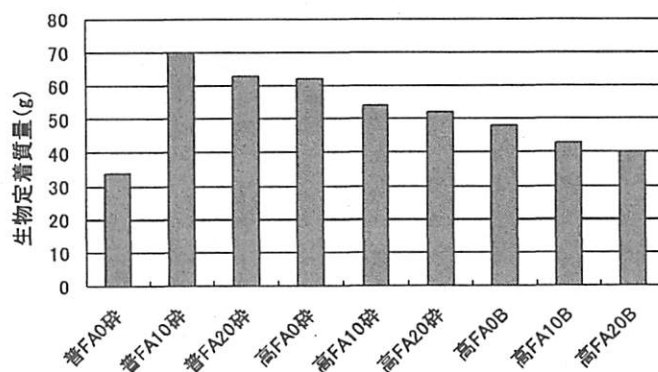


図-4 材齢 13 週での生物定着質量