

V-4 木炭チップと下水汚泥焼却灰混入したポーラスコンクリートの利用

(株) 潮技術コンサルタント 正会員○羽方江梨子
高知工業高等専門学校 正会員 横井 克則

1. はじめに

近年、地球環境問題が深刻になるにつれ、生態系における物質循環の重要性が改めて認識されるようになってきた。現時点で最良の方法は物質循環を阻害する環境負荷をできるだけ低減することであり、これに寄与するコンクリートとしてエココンクリート¹⁾が開発された。また、一般廃棄物や産業廃棄物の処理問題も深刻な状況にあり、コンクリート用材料としての利用および再利用への可能性について、各機関で様々な研究が進められている²⁾。本研究では、下水汚泥焼却灰や木炭チップ、コンクリート廃材などの廃棄物を使用しながらも、植物や水生昆虫が生息できる生物対応型エココンクリートを開発するための基礎研究を行ったので報告する。

2. 実験方法

2.1 使用材料 セメントは、普通セメント（比重 3.16）と白色セメント（比重 3.05）を使用した。骨材には、高知県仁淀川産川砂利（比重 2.60）と、再生骨材（比重 2.41）の2種類を使用し、それぞれの寸法は5～20mmとした。下水汚泥焼却灰（比重 1.38）は浦戸川東部水域下水道高須浄化センター産のものを使用した。木炭チップ（比重 1.38）は、1～3mmのサイズを使用した。

2.2 コンクリートの配合 焼却灰や木炭を使用していない普通セメント(N)を基準として、水生昆虫や植物に与える色彩の影響を確認するために白色セメント(W)を用いた配合、Nに木炭チップ(C)及び下水汚泥焼却灰(A)を混入した配合をそれぞれ準備した。また、骨材粒形等の影響を調査するために、粗骨材には川砂利(N)と再生骨材(R)をそれぞれ用いた。以上、8種類の配合とし、それぞれの配合を表-1に示す。

2.3 練り混ぜと養生 コンクリートの練り混ぜは2軸強制練りミキサを使用し、練り混ぜ時間は全材料投入後2分間とした。供試体は、圧縮強度試験用に $\phi 10 \times 20$ cmの円柱供試体と、植生用および水中設置用に $15 \times 15 \times 5$ cmのブロックを作製した。円柱供試体は、打設後テーブルバイブレータで締め固めを行い、上面の凹凸はセメントペーストによりキャッピングを行った。供試体は翌日脱型し、所定の材齢まで恒温室内の水槽で $20 \pm 3^\circ\text{C}$ の水中において養生を行い、材齢3, 7, 14, 28日における圧縮強度、動弾性係数の測定を行った。ブロックは、突き棒で全面を30回突き固め、気中養生した。

2.4 水中設置方法 ポーラスコンクリートブロックを8月上旬、高知県物部川下流域に沈設した。

2.5 植生方法 ポーラスコンクリートの内部空隙にまで土が入り込むように、土を水で練り泥状にした。ブロックの設置場所は、高知高専建設システム工学科棟南側の日当たりの良い場所で、他の植物からの影響を避けるためにブロックの下にトタン板を敷いた。栽培した植物は、寒咲き菜の花・クリセンセマム・かすみ草の3種類で、これらは寒い時期でも発芽の可能なものである。

2.4 水中設置方法 ポーラスコンクリートブロックを8月上旬、高知県物部川下流域に沈設した。

2.5 植生方法 ポーラスコンクリートの内部空隙にまで土が入り込むように、土を水で練り泥状にした。ブロックの設置場所は、高知高専建設システム工学科棟南側の日当たりの良い場所で、他の植物からの影響を避けるためにブロックの下にトタン板を敷いた。栽培した植物は、寒咲き菜の花・クリセンセマム・かすみ草の3種類で、これらは寒い時期でも発芽の可能なものである。

3. 実験結果および考察

3.1 圧縮強度 ポーラスコンクリートの圧縮強度を図-1に示す。図より、3日強度から28日強度への大きな強度増加は見られなかった。これは、ポーラスコンクリートは表面積が大きいため水和反応が初期に早く進み、初期強度が高くなるからと思われる。また、再生骨材を使用したコンクリートは、川砂利を使用したものよりも全体的に圧縮強度が低下していた。さらに、木炭チップを混入したコンクリートは他のコンクリートに比べ、

表-1 配合表

配合	空気量 (%)	水セメント比 W/C	単位量(kg/m ³)			
			水	セメント	粗骨材	混和材
NN	2.7	2.2	6.4	29.0	9.7.8	—
NR					9.0.7	
WN					9.7.8	
WR					9.0.7	
CN			8.9	29.0	9.1.2	木炭 1.1.6
CR					8.4.5	
AN					9.1.2	焼却灰 1.1.6
AR					8.4.5	

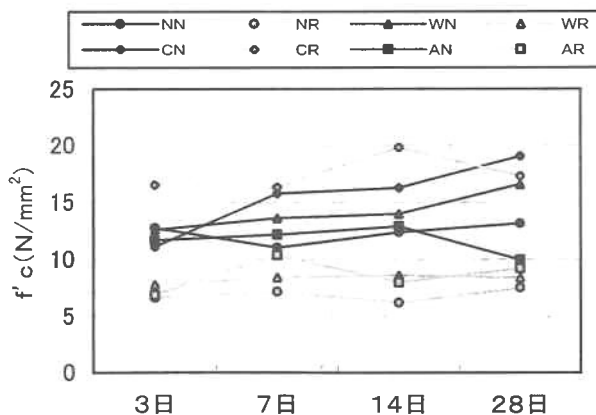


図-1 圧縮強度

圧縮強度が大きくなっている。これは、練り混ぜ時の木炭の保水力により、見かけの水セメント比が小さくなるためであると思われる。下水汚泥焼却灰を用いた配合については、他の配合のものと強度の違いは見られなかった。

3.2 動弾性係数 圧縮強度と動弾性係数の関係を図-2に示し、累乗近似式を算出した。例えばこの近似式より、圧縮強度 18N/mm^2 における動弾性係数は 21GPa となる。普通コンクリートの動弾性係数は一般に $23\sim 26\text{GPa}$ 程度³⁾であり、ポーラスコンクリートの動弾性係数は普通コンクリートの動弾性係数よりも $5\sim 20\%$ 程度小さくなることが分かる。

図-3では、普通セメントおよび白色セメントを基準として、木炭および下水汚泥焼却灰を使用した場合の圧縮強度と動弾性係数の関係についてさらに詳細に調査した。同じ圧縮強度における動弾性係数の値は、下水汚泥焼却灰が最も大きくなっている。これは、下水汚泥焼却灰のセメントペーストへの充てん効果であると思われる。また、木炭の動弾性係数は小さくなっている。これは、コンクリート中で木炭が緩衝材となっているためと思われる。

3.3 水中コンクリートの状況 12月中旬、水生昆虫の生息状況の確認を行った。その結果、外見からはポーラスコンクリートブロックの内部および表面には特に水生昆虫の姿を確認することができなかった。しかし、詳細に観察をすると、ヒゲナガカワトビケラのものと思われる巣が多数確認でき(写真-1)、水生昆虫が生育していたものと思われる。また、全体的に苔類が付着していた。色彩の面から見ると、下水汚泥焼却灰の赤褐色や木炭の黒色は、自然環境とよく馴染んでおり景観材料としての可能性もあると思われた。以上より、木炭や下水汚泥焼却灰を使用したポーラスコンクリートは自然に優しい、生物対応型エココンクリートとして利用できる可能性があると思われる。

3.4 植生状況 植生状況の一例を写真-2に示す。栽培期間が短かったために発芽までの記録しか得ることができなかったが、十分に栽培可能であると思われた。8種類の配合において、最も生育状況が良かったのは木炭チップを混入したものであった。この理由として、木炭本来の保水力と、木炭が黒色によることからの保温効果が考えられる。また、全体的に見て下水汚泥焼却灰を混入したブロックでは発芽状況が思わしくなかった。

4. まとめ

- (1) 再生骨材を使用したポーラスコンクリートは、川砂利を使用したものよりも圧縮強度が低下した。また、木炭を混入したポーラスコンクリートは、他の配合に比べて圧縮強度が大きくなる傾向にあった。
- (2) ポーラスコンクリートの動弾性係数は、下水汚泥焼却灰を混入したものが大きくなり、木炭を混入したものが小さくなる傾向にあった。
- (3) 水中に設置したコンクリートには、生物が生息していた形跡が見られた。また、植生コンクリートについて、発芽状況から判断すると、木炭を混入したポーラスコンクリートが最も有効であった。

参考文献 1) J C I : コンクリート工学, Vol. 36, No. 3, 1998 2) J C I 九州支部 : 各種廃棄物のコンクリート用材料としての適用性, 2000 3) J C I : コンクリート便覧 (第二版), 1996

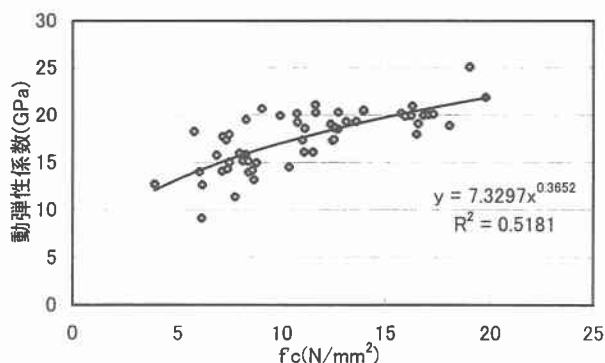


図-2 圧縮強度と動弾性係数の関係

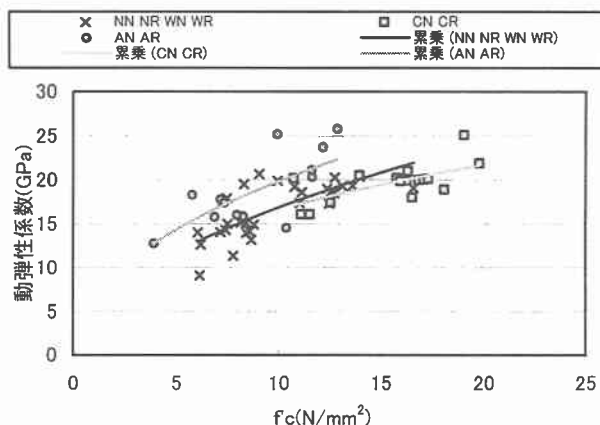


図-3 圧縮強度と動弾性係数の関係

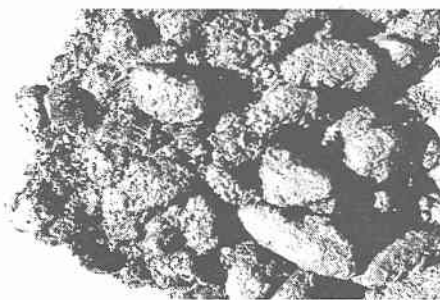


写真-1 水中コンクリートの状況

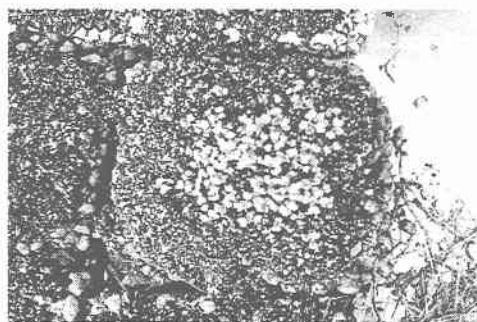


写真-2 植生状況