

V-12 各種リサイクル材料を用いたポーラスコンクリートの諸特性

広島大学 学生会員 ○堀 淳也
高知工業高等専門学校 正会員 横井克則
阿南工業高等専門学校 正会員 天羽和夫
日本興業(株) 正会員 山地功二

1. はじめに

近年、環境問題や廃棄物処理問題の早急な対応が迫られているなかで、生態系に悪影響を及ぼさない、また、再資源化に対応したコンクリートを開発することで、環境負荷を低減するコンクリートが強く求められている。本研究ではこのような社会のニーズをふまえて、昨今エココンクリートとして注目されているポーラスコンクリートに、リサイクル材料である木炭微粉末やゴミ焼却灰溶融スラグ、高炉徐冷スラグ、さらに用途拡大を目指して天然鉱物である天然ゼオライトなどを使用し¹⁾、各種リサイクル材料混入によるポーラスコンクリートの諸性状を実験的に調べた。

2. 実験概要

2.1 使用材料

セメントは、普通セメント（密度 3.16g/cm³）を用い、高炉スラグ微粉末 4000（比表面積 4480cm²/g、密度 2.92g/cm³）及び 10000（比表面積 10800cm²/g、密度 2.91g/cm³）とフライアッシュ（密度 2.33g/cm³）を用いた。骨材は、徳島県市場町産砕石（密度 2.59g/cm³、吸水率 1.69%、骨材寸法 15~20mm）を用いた。混和剤は、ナフタリン系の高性能減水剤を用いた。なお、各リサイクル材料の特性をまとめたものを表-1に、本実験の示方配合を表-2に示す。

表-1 各種リサイクル材料特性

種類	密度 (g/cm ³)	吸水率 (%)	備考
木炭微粉末	1.61	-	-
ゴミ溶融スラグ	2.70	0.81	骨材寸法 0~5mm, FM 3.48
高炉徐冷スラグ	2.53	3.69	骨材寸法 10~20mm, FM 6.77
天然ゼオライト	2.13	3.00	骨材寸法 10~20mm, FM 6.95

表-2 コンクリートの示方配合

示方配合	セメント (kg/m ³)	水 (kg/m ³)	粉体系材料(kg/m ³)					骨体系材料(kg/m ³)				
			木炭微粉末	高炉微粉末 4000	高炉微粉末 10000	フライアッシュ	砕石	天然ゼオライト	溶融スラグ	高炉徐冷スラグ	減水剤 マイティ 150 P x (%)	
NORMAL	252	55.4	0	0	0	0	1541	0	0	0	1.32	
1-1	214	52.4	24	0	0	0	1541	0	0	0	1.32	
2(base)	283	82.3	0	0	0	0	740	0	0	740	1.32	
2-1	241	59	27	0	0	0	740	0	0	740	1.32	
2-2	224	61.7	0	58	0	0	740	0	0	740	1.1	
2-3	187	61.1	0	111	0	0	740	0	0	740	1.1	
2-4	239	58.3	0	0	53	0	740	0	0	740	1.1	
2-5	199	54.8	0	0	100	0	740	0	0	740	1.1	
2-6	218	59.8	0	0	0	54	740	0	0	740	1.32	
3(base)	265	58.2	0	0	0	0	1168	292	0	0	1.32	
3-1	225	55.1	25	0	0	0	1168	292	0	0	1.32	
4(base)	267	58.6	0	0	0	0	1228	0	307	0	1.32	
4-1	227	55.5	25	0	0	0	1228	0	307	0	1.32	
5-1	261	61.7	65	0	0	0	1529	0	0	0	1.5	
5-2	255	79.7	64	0	0	0	688	688	0	0	1.5	
5-3	250	78.1	62	0	0	0	0	1244	0	0	1.5	

2.2 強度試験

動弾性係数の測定は、φ10×20cmの円柱供試体を用いて、JIS A 1127の共鳴振動方法に基づいて実施した。圧縮強度試験は、JIS A 1108「コンクリートの圧縮試験方法」に基づいて実施した。

2.3 空隙率試験

空隙率の測定は、φ10×20cmの円柱供試体を用いて、JIS A 1128の重量法に準じて行った。

2.4 保水試験

各保水量 (l/m³) は、式(1)を用いて算出した。

$$\text{保水量}(l/m^3) = \frac{\text{測定重量} - \text{乾燥重量}}{100(l)} \times \text{供試体の } 1 (m^3) \text{ あたりの容積個数} \quad \dots(1)$$

2.5 温度測定及び植生試験

温度測定試験は、材齢 14 日まで標準養生を行った□30×30×6 cm 供試体を用い、熱電対を設置し、気温・供試体・土壌の温度履歴を測定した。熱電対及び植生の設置位置を図-1に示す。植生試験は、供試体表面にまず 10mm 覆土し、種子をまき、さらに 10mm 覆土した。そして、発芽・成長の速いトールフェスク（芝）、クローバー、かすみ草を重量比で 10 : 4 : 1 の混合比率で 20g/m² で用いた。生育促進のためハウス栽培とした。

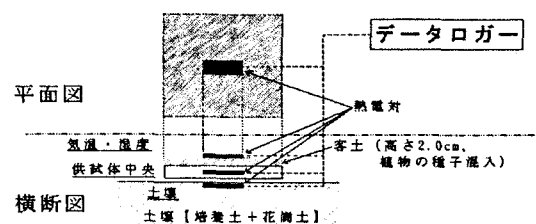


図-1 熱電対及び植生の設置位置

3. 実験結果及び考察

3.1 圧縮強度試験

全配合の測定結果を図-2に示す。全配合において、7、28、91日目の強度変化は見られなかった。木炭微粉末、溶融スラグ、高炉徐冷スラグの使用は強度改善の効果が確認できた。しかし、天然ゼオライトは、強度が低くなる傾向にあった。

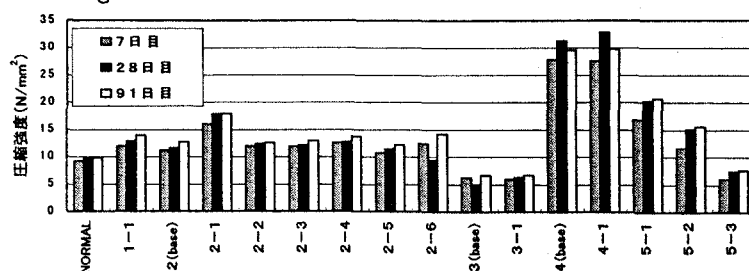


図-2 圧縮強度

3.2 動弾性係数

図-3に圧縮強度と動弾性係数の関係を示す。木炭微粉末を20%混入、天然ゼオライトを50%以上混入した供試体は、動弾性係数の値は小さい傾向にあった。高炉所冷スラグを50%置換した供試体は、動弾性係数の値は大きい傾向にあった。

3.3 圧縮強度と空隙率の関係

図-4に圧縮強度と空隙率の関係を示す。どの供試体も、空隙率が増加するに伴い圧縮強度が減少する傾向にあった。ポーラスコンクリートの強度は空隙率に大きく関係し、その関係は指数関数で表すことができた。同じ空隙率に伴う圧縮強度は溶融スラグが最も大きく、高炉徐冷スラグと天然ゼオライトを混入したものは小さくなる傾向にあった。

3.4 保水試験

図-5に経過材齢と保水量の関係を示す。木炭微粉末を混入したものは、逸散水量及び保水量が増加する傾向にあった。高炉徐冷スラグを混入したものが最も逸散水量及び保水量が高く、次に天然ゼオライトを混入したものが高かった。溶融スラグを混入したものは、保水性の効果は認められなかった。

3.5 温度測定試験

図-6に平均温度を示す。ほとんどの供試体は客土に近い温度履歴性状を示す傾向にあった。リサイクル材料が混入したポーラスコンクリートは、外気作用による低温を防止し、植生に適した基盤になると思われる。

3.6 植生試験

図-7に経過材齢と植被率の関係を示す。木炭微粉末を10%置換した供試体を除く、ほとんどの供試体が発芽直後の初期の植被率の増加勾配が大きく、客土とほぼ同程度の植生能力を有する傾向があった。特に高炉徐冷スラグを50%置換した供試体は最も植被率が大きかった。しかし、日がたつごとに客土のみが植被率が増加し、他の供試体は余り増加していない。この理由については、今後の課題として検討が必要である。

4. まとめ

高炉徐冷スラグは、全ての実験結果において、ポーラスコンクリートの高機能化が認められるので、機能性材料として有力である。

参考文献

1) 天羽和夫・佐藤文彦・田中基博・益田茂明：各種ゼオライトを用いたポーラスコンクリートの底生動物生息場としての機能、土木学会四国支部第四回技術研究発表会講演概要集、pp.394-395、1998。

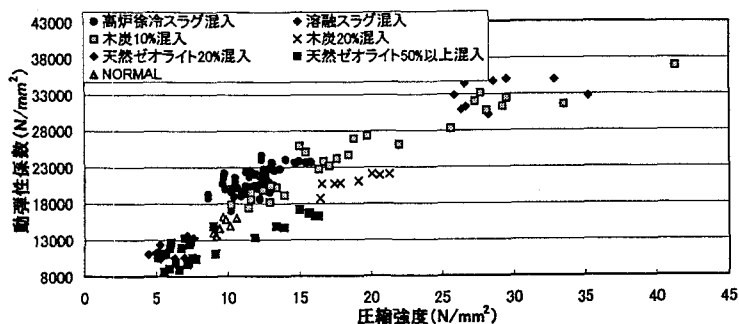


図-3 動弾性係数

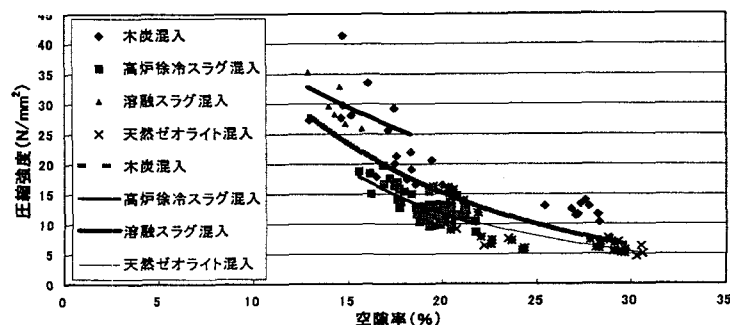


図-4 空隙率

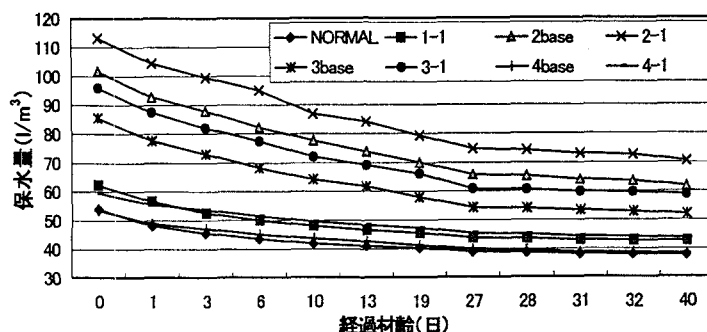


図-5 経過材齢と保水量との関係

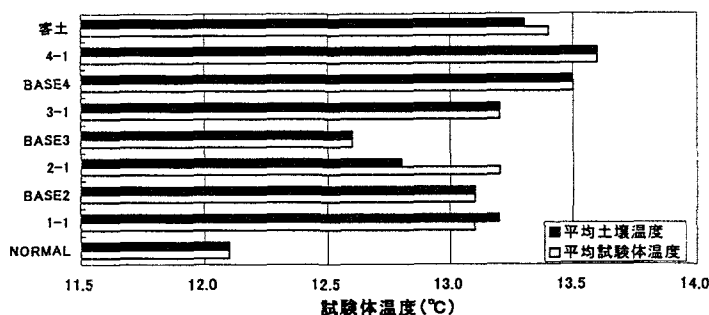


図-6 平均温度

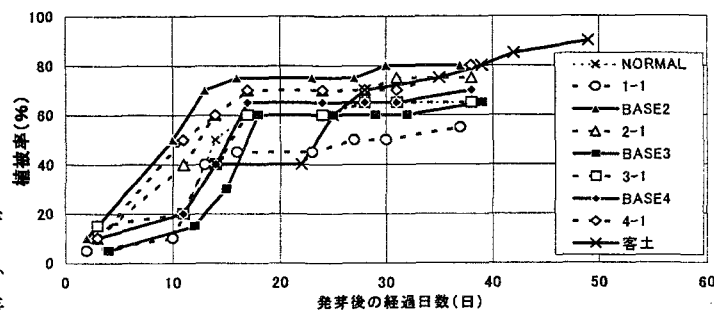


図-7 発芽後の植被率