

6号砕石ポーラスコンクリートに使用した細骨材の違いが耐久性に及ぼす影響

総合開発 正会員 ○葛西博文 非会員 小田島勉 倉敷市役所 非会員 岡野真弥
徳島大学大学院 フェロー 橋本親典 正会員 渡辺 健

1. はじめに

ポーラスコンクリートは、内部に水や空気を通す連続空隙率をもつ多孔質なコンクリートであり、一般的なコンクリートと比べ、透水性・透気性が飛躍的に向上することから水際環境で使用されることが多くある。そのため雨水や河川水による乾湿繰り返し作用、および寒冷地においては凍結融解作用に対する耐久性の確保が必要である。

昨年度は、粗骨材に7号砕石を使用し、強度特性および耐久性に関する実験的検証を行い、軽微な差ではあるがスラグ系細骨材が海砂と比べて圧縮強度、凍結融解抵抗性で優位であり、乾湿繰り返し抵抗性についてはほとんど差がないことがわかった¹⁾。本研究では7号砕石よりも粒径が大きく、モルタルの影響を受け易いと考えられる、6号砕石を使用し、同様の試験を行った。また環境配慮の観点から再生粗骨材を使用したポーラスコンクリートについても検討を行った。

2. 実験概要

2.1 使用材料および配合

使用した細骨材の物性値および配合を表-1、表-2に示す。海砂の代替砂として産業副産物である高炉スラグ（BFS5）、フェロニッケルスラグ（FNS1.2）、銅スラグ（CUS2.5）を使用した。また、粒径が均一で粗粒率の小さい珪砂7号と細骨材を使用しない配合を追加した。粗骨材は6号砕石を基本とし、1配合のみ再生粗骨材と細骨材にBFS5を用いた。水セメント比(W/C)は23%で一定とし、型枠への詰込み量を変化させることで目標空隙率を設定し1配合につき4段階設けた。

2.2 実験項目および方法

2.2.1 空隙率および圧縮強度

空隙率は、“ポーラスコンクリート河川護岸工法の手引き”に準拠し、圧縮強度試験はJIS A 1107に準じ試験を行った。

2.2.2 液体窒素を用いた簡易急速凍結融解試験（急速法）

試験方法の詳細は、参考文献²⁾に記載している。液体窒素用の容器に供試体を投入し、液体窒素を数秒間吹き付け、蓋をして30秒間供試体の底面を凍結させる。その後約40℃の温水に浸漬し5分間融解させる。融解後水分を拭き取り、凍結した底面から約15mmの位置に超音波のセンサーをあて、供試体の直径（100mm）間の超音波伝播速度を計測した。この作業を1サイクルとし、10サイクルに達した時点で試験終了とした。

2.2.3 乾湿繰り返し試験

湿潤条件を20℃水中、乾燥条件を40℃の乾燥炉内とし、サイクルタイムは乾燥期間3日、湿潤期間1日、乾燥期間2日、湿潤期間1日を2サイクルとする。試験開始前および試験開始後2サイクルごとに超音波伝播速度および供試体質量を測定した。測定は、湿潤期間工程終了直後に行い、水中から取り出した後1時間、気中で内部の水抜きをし、表面の水を抜き取り測定した。

表-1 骨材の物性値

	表乾密度 (g/cm ³)	吸水率 (%)	粗粒率
海砂	2.58	1.15	2.16
BFS5	2.74	0.49	2.53
FNS1.2	3.08	0.31	1.56
CUS2.5	3.6	0.11	2.76
珪砂7号	2.64	—	0.63
再生粗骨材	2.54	3.67	6.52

表-2 配合表

配合名	W/C (%)	単位量(kg/m ³)				
		W	C	S	G	混和材
海砂	23	56	224	233	1517	20
BFS5				247		
FNS1.2				278		
CUS2.5				325		
珪砂7号				238		
細骨材なし				0	1765	
再生粗骨材(BFS5)				247	1427	

3. 実験結果および考察

3.1 圧縮強度試験

図-1 に全空隙率と圧縮強度の関係を示す。空隙率の増加に伴って、圧縮強度は低下し、その傾きはどの細骨材の場合もほぼ一定であった。海砂とスラグ系細骨材を比較すると、同一空隙率においてスラグ系細骨材を使用した供試体の圧縮強度が高かった。再生骨材を除く配合において、細骨材の粗粒率の小さい珪砂7号や海砂の圧縮強度は低く、粗粒率の大きいBFS5やCUS2.5の圧縮強度は高い値となった。また、再生粗骨材の圧縮強度は、同一空隙率に対して他の細骨材より最も低くかつばらつきも多かった。

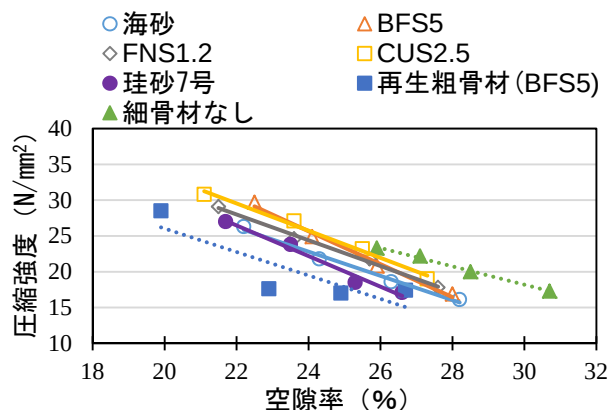


図-1 圧縮強度試験結果

3.2 簡易急速凍結融解試験

図-2 に各種配合における空隙率と10サイクル後の相対動弾性係数の関係を示す。スラグ系骨材を使用した供試体では空隙率 20～28%の範囲において相対動弾性係数はほぼ同程度で60%以上であった。海砂を使用した配合では、吸水率が高いため、低下の程度が大きかった。細骨材なしの場合、スラグ系骨材の配合より空隙率は高かったが、同程度であった。再生骨材において空隙率 20～25%の範囲において動弾性係数は60%以上であった。

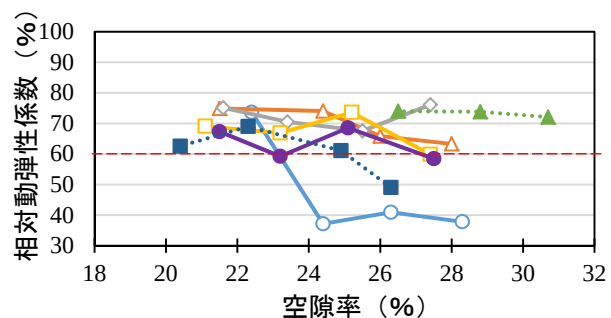


図-2 10 サイクル後の凍結融解試験結果

3.3 乾湿繰返し試験

図-3、図-4 に空隙率と20サイクル後の相対動弾性係数を示す。すべての配合において相対動弾性係数は60%以上を維持した。再生粗骨材(BFS5)と細骨材なしは他の配合に比べて、相対動弾性係数が低くなった。質量減少率においても再生骨材を使用した場合、乾湿繰返しによる劣化がほかの配合よりも早く進んでいることが確認できた。

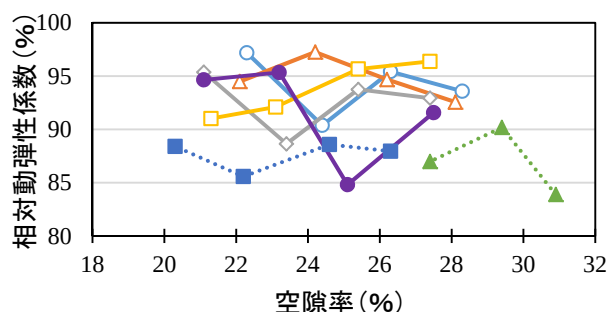


図-3 20 サイクル後の乾湿繰返し試験結果

再生粗骨材(BFS5)は粗骨材の吸水率が影響し、細骨材なしはモルタルではなくセメントペーストが影響し、耐久性が低くなったと考えられる。

4. 結論

本研究の範囲内で明らかになったことを以下に記す。

- 1) 従来使用していた海砂よりもスラグ系細骨材を使用したほうが圧縮強度や凍結融解抵抗性が高くなる。
- 2) 乾湿繰返しに対する抵抗性は、細骨材なしより細骨材を使用した配合が高くなる。
- 3) 7号砕石と比較して6号砕石ポーラスコンクリートはモルタルの強度や耐久性の影響を強く受ける。

参考文献

- 1) 葛西博文, 石川美波, 橋本親典, 渡辺健: 細骨材の種類がポーラスコンクリートの強度特性や耐久性に与える影響, 土木学会四国支部技術研究発表会講演概要集, Vol.21, pp.251-252, 2015.5
- 2) 田中美里, 橋本親典, 小田島勉, 葛西博文: 骨材特性がポーラスコンクリートの耐久性に与える影響, コンクリート工学年次論文集, Vol.36, No.1, pp.730-735, 2014.

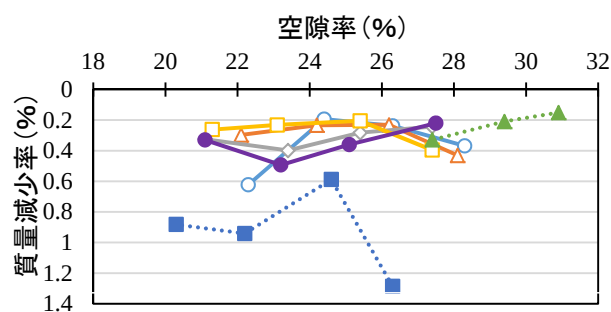


図-4 20 サイクル後の質量減少率