

海洋コンクリート構造物の再生コンクリート用骨材としての適用性に関する検討

東亜建設工業（株） 正会員 ○網野 貴彦
 東亜建設工業（株） 正会員 宮坂 尚樹
 国土交通省 坂本 正俊
 東亜建設工業（株） 正会員 羽瀨 貴士

1. はじめに

一般に、再生コンクリートは、再生骨材中の微粒分や付着するモルタル分により、普通骨材を用いたコンクリートより品質が劣ると言われている。近年では高品質な再生骨材の製造技術が種々検討されているものの、コストや微粒分の処理が問題となり普及が遅れている。そこで、本文では、長期間海洋環境下に曝されたコンクリート塊から簡易に再生骨材を製造し、再生コンクリート用骨材としての適用性について検討した結果を報告する。

2. 再生骨材の品質

原コンクリートは第三海堡撤去事業において水揚げされたコンクリートブロック（大正時代に建設され、80年以上東京湾内に曝されていた）から採取した。また、再生骨材は図-1に示す手順にて、写真-1に示すジョークラッシャー及び振動ふるいを備えた程度の簡易な装置にて製造した。表-1に再生骨材の品質試験結果を示す。再生骨材は質量比にして細骨材：粗骨材=37：63（ $s/a=38.2\%$ ）が製造されたが、簡易な方法にて製造したことにより骨材に付着したモルタル分が十分に除去されておらず、細骨材の密度、吸水率、微粒分量の品質が劣るものであった。また、多くの塩化物を含有しており、細骨材の塩化物含有率は0.106%と高い結果であった。

3. 再生コンクリートの配合及び検討項目

再生コンクリートの配合は、再生骨材中に含まれる微粒分の影響を考慮して表-2に示す配合を検討した。なお、再生骨材を使用したコンクリート配合は、製造された骨材全量を使用することと目的として $s/a=38.2\%$ を一定とした。また、測定項目として、フレッシュ性状（スランプ・空気量の経時変化及び塩化物量）、硬化性状（力学的特性、乾燥収縮特性、内部鉄筋の耐腐食性）について比較検討した。

4. フレッシュ性状及び力学的特性

フレッシュ性状及び力学的特性の試験結果を表-3に示す。

スランプ及び空気量の経時変化は再生骨材を使用したケース1が普通骨材を使用したケース2に比べて小さくなったが、再生細骨材の一部を普通細骨材に置き換えたケース4ではその傾向を抑制することができた。ケース1において空気量の経時変化が大きくなった理由として、再生骨材中に含まれる多量の微粒分によりコンクリートの粘性が強くなり、練混ぜ時にエントラップトエアを多量に巻き込んだが、その後60分静置している間にその巻き込まれたエアが消失したためと考えられる。ケース1のスランプの低下は、この空気量低下の

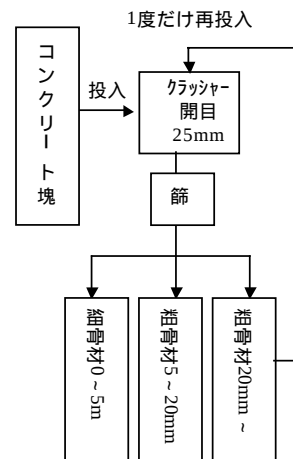


図-1 再生骨材の製造手順



写真-1 クラッシャー及び分級装置

表-1 再生骨材の品質試験結果

項目	試験方法	試験値	
		細骨材	粗骨材
粗粒率	JIS A 1102	2.44	6.41
最大寸法 (mm)		-	20
表乾密度 (g/cm ³)	JIS A 1109 JIS A 1110	2.39	2.52
絶乾密度 (g/cm ³)		2.19	2.43
吸水率 (%)		8.96	3.82
単位容積質量 (kg/ℓ)	JIS A 1104	1.48	1.44
実績率 (%)		61.8	57.2
微粒分量 (%)	JIS A 1103	8.5	0.14

キーワード 海洋コンクリート、微粒分、塩化物、スランプ、収縮ひずみ

連絡先 〒230-0035 横浜市鶴見区安善町1丁目3 東亜建設工業（株）技術研究開発センター TEL 045-503-3741

表 - 2 コンクリート配合

ケース名		単位量 (kg/m ³)							
		W	C	S		G		膨張材	AE 減水剤
				再生	普通	再生	普通		
1	再生骨材コンクリート	175	350	607	-	1035	-	-	C × 0.70%
2	普通骨材コンクリート			-	780	-	988	-	
3	再生骨材コンクリート + 膨張材		330	607	-	1035	-	20	
4	再生骨材コンクリート (普通細骨材に一部置換)		350	304	329	1035	-	-	

・全ケース W/C=50% ・セメント：高炉セメント B 種 比重 3.04 ・再生骨材：表 - 1 参照
 ・普通細骨材 表乾密度 2.61 ・普通粗骨材 表乾密度 2.70 g/cm³ ・膨張材：CSA 系膨張材 ・混和剤：AE 減水剤遅延形 種

表 - 3 フレッシュ性状および力学的特性の試験結果

ケース	フレッシュ性状				力学的特性 (標準養生・材齢 28 日) (N/mm ²)		
	試験時間	スランブ (cm)	空気量 (%)	塩化物量 (kg/m ³)	圧縮強度	引張強度	静弾性係数
		JIS A 1101	JIS A 1128	塩分量測定計	JIS A 1108	JIS A 1113	JIS A 1149
1	0 分 / 60 分	20.0 / 12.0	6.5 / 3.7	0.724	38.1	2.98	25.2
2	0 分 / 45 分	22.5 / 21.5	3.9 / 3.3	0.083	37.2	3.13	35.1
4	0 分 / 60 分	20.5 / 19.5	6.5 / 5.5	0.432	39.3	-	28.6

影響と AE 減水剤のスランブ保持性の低下が重なって生じたものと考えられる。また、塩化物量についてはケース 1 では 0.7kg/m³ 以上と大きいですが、ケース 4 では 0.4kg/m³ まで低減された。これらの結果から、再生骨材中に含まれる微粒分や塩化物の影響は、再生細骨材の一部を普通細骨材に置き換えることで改善できることが確認された。

なお、力学的特性については、再生骨材コンクリートの圧縮及び引張強度は同一水セメント比の条件下では普通骨材コンクリートとほぼ同等であるが、静弾性係数は再生骨材の占める割合が大きくなるほど小さくなる結果となった。

5. 乾燥収縮特性及び内部鉄筋の耐腐食性

10 × 10 × 40cm の無筋供試体を用いてコンタクトゲージ法 (JIS A 1129) により収縮ひずみを測定した。図 - 2 に測定結果を示す。再生骨材を使用したケース 1 は普通骨材を使用したケース 2 と比べ収縮ひずみが大きいですが、収縮ひずみの限界値 500 ~ 700 μ¹⁾ よりも小さかった。また、膨張材を添加したケース 3 ではケース 1 の収縮ひずみより 50 ~ 100 μ 程度低減された。

さらに、中央に鉄筋 D25 を配置した同寸法の供試体を気中に曝露して分極抵抗の経時変化を測定した。その結果を図 - 3 に示す。この結果、CEB による分極抵抗値の評価基準²⁾ から判

定される内部鉄筋の腐食状態が「停止状態」であること、さらにコンクリート中に含まれる塩化物量が鉄筋の腐食発生限界塩化物イオン濃度 1.2kg/m³ を下回っていることを勘案すると、今回の再生骨材を使用した再生コンクリートは、内部に埋設される鉄筋にとってそれほど著しい腐食環境を形成していないと考えられる。

6. まとめ

建設後長期経過した海洋コンクリート構造物塊から製造した再生骨材は、微粒分や塩化物量を考慮した適切な配合を設定することにより、鉄筋コンクリート構造物用骨材として利用できる可能性が考えられる。

参考文献

- 1) 土木学会：2002 年制定コンクリート標準示方書[施工編]，p.54，2002.3
- 2) コンクリート工学協会：コンクリート診断技術'05，p.167，2005.1

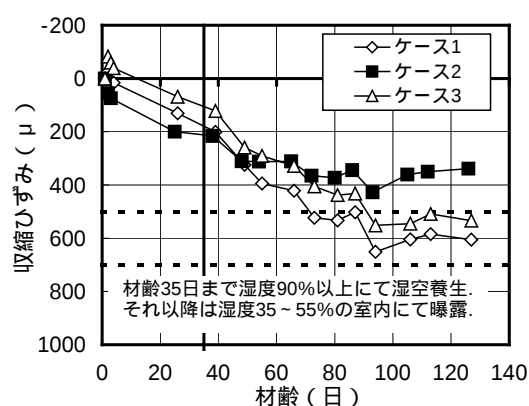


図 - 2 収縮ひずみの経時変化

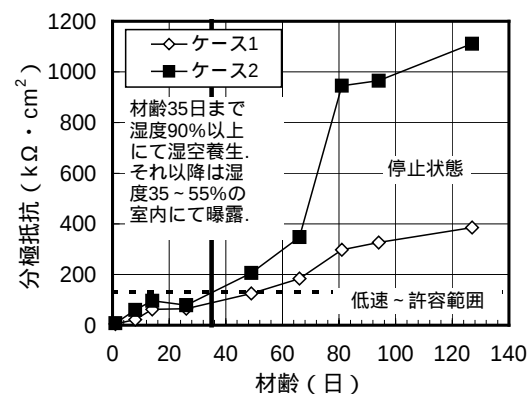


図 - 3 内部鋼材の分極抵抗の経時変化