

再生骨材を使用したコンクリートの強度および耐久性に関する一検討

九州大学大学院 学生会員 内藤哉良 フェロー 松下博通
正会員 佐川康貴 学生会員 川端雄一郎

1. はじめに

近年、天然資源の枯渇化により、我が国のコンクリート用細骨材の大部分を占める海砂の採取規制が全面的に進められている。一方、循環型社会形成理念により、リサイクルに関する動向が活発化してきた。その中、現在の我が国における産業廃棄物の42%を占めるコンクリート塊を、再生骨材としてコンクリート用骨材に適用することは有効であると考えられる。そこで本研究では、再生骨材のコンクリート用骨材としての適用を目的とし、強度、中性化抵抗性および塩分浸透抵抗性の観点から再生コンクリートの品質を評価した。

2. 実験概要

2.1 再生骨材

本研究で使用した再生骨材は原コンクリートをブレーカで250mm程度に粗砕後、インパクトクラッシャにより破砕したものである。原コンクリートは、材齢約6ヶ月のプレストレストコンクリート版であり、採取したコアにより求めた圧縮強度および静弾性係数はそれぞれ42.4N/mm²、30.3kN/mm²であった。

2.2 使用材料および配合

本研究で使用した材料を表-1に示す。骨材は表乾状態で使用した。コンクリートの配合を表-2に示す。各要因の表記方法は、(細骨材, 粗骨材)の順であり、Nは天然骨材を、Rは再生骨材を表す。配合はW/C=50%とし、スランプ8cm、空気量4.5%となるように選定した。

2.3 試験項目

圧縮強度試験用供試体は、φ10×20cmの円柱供試体を1要因につき3体ずつ作製し、JIS A 1108に準拠して、所定の材齢(7, 28, 91日)まで水中養生を行った後、圧縮強度を測定した。

促進中性化試験および塩水浸漬試験用供試体は10×10×40cmの角柱供試体を1要因につき2体ずつ作製した。供試体は、脱型後材齢28日まで水中養生を施した後、気中乾燥させ、エポキシ樹脂により浸透面(打設側面)以外の4面にシール処理を施し、材齢35日からそれぞれの試験に供した。促進中性化試験は、CO₂濃度5%、温度30℃、湿度60%RHの環境で行い、試験材齢2, 4, 8, 13, 26週において供試体を割裂し、割裂面に1%フェノールフタレインエタノール溶液を噴霧し、未着色領域を中性化領域としてその深さを測定した。塩水浸漬試験はNaCl濃度10%の環境で行い、試験材齢2, 4, 8, 13, 26週において供試体を割裂し、割裂面に0.1N硝酸銀水溶液を噴霧し、白色着色領域を塩分浸透領域として、その深さを測定した。供試体1体につき20箇所の深さを測定し、平均値を中性化深さおよび塩分浸透深さとした。

3. 実験結果および考察

図-1にセメント水比と圧縮強度の関係を示す。同一セメント水比にも関わらず、再生コンクリートの圧縮強度は、普通コンクリートの強度と比較して低下することがわかる。さらに、その強度低下は、再生細骨材の影響を大きく受けると言える。これらは、再生骨材の吸水率が大きいことに起因すると考えられる。したがって、セメント水比による評価を再生コンクリートに適用するには不十分である。そこで、骨材の吸水率を考慮し、単位水量に骨材中の全含水量を加味した、総水量による評価を試みた。本評価においては、骨

表-1 使用材料

材料	種類
セメント	普通ポルトランドセメント(密度3.16g/cm ³)
細骨材	海砂(絶乾密度2.47g/cm ³ , 吸水率2.70%)
	再生細骨材(絶乾密度2.00g/cm ³ , 吸水率11.05%)
粗骨材	砕石(絶乾密度2.88g/cm ³ , 吸水率1.02%)
	再生粗骨材(絶乾密度2.47g/cm ³ , 吸水率5.12%)
混和剤	リグニンスルホン酸系AE減水剤

表-2 コンクリートの配合

要因	s/a (%)	単位量(kg/m ³)				
		水 W	セメント C	細骨材 S	粗骨材 G	AE 減水剤
(N,N)	46	175	350	797	1050	1.094
(N,R)	44	177	355	773	938	1.108
(R,N)	45	181	361	621	1106	1.129
(R,R)	43	184	368	606	991	1.151

材中の水分が全て滲出するとの仮定の下で検討を行った。

セメントと総水量の比である、セメント総水量比 C/TW と圧縮強度の関係を図-2に示す。既往の研究¹⁾において、図のように、 C/TW と圧縮強度の関係は、 C/W と圧縮強度の関係と比較して、より鮮明な線形関係を示すことが報告されているが、本研究においても、使用した骨材の種類とは無関係に、既往の研究と同等の直線上に位置することが確認された。

したがって、再生コンクリートは、骨材中の水分がセメントペースト中に滲出し、骨材周辺部における水セメント比が増大することにより細孔組織がポーラスになり、これが強度低下に寄与していると考えられる。

図-3に促進中性化試験の結果を示す。(R,R)の中性化深さは(N,N)と比較して、およそ2倍程度大きな値となっており、再生コンクリートの中性化抵抗性は大きく低下することが明らかとなった。また、特に(R,R)および(R,N)の中性化深さが大きくなっており、強度と同様に、中性化に関しても、再生細骨材の影響を大きく受けることが分かる。

図-4に塩分浸漬試験の結果を示す。(R,R)の塩分浸透深さは(N,N)と比較して、およそ1.5倍程度大きな値となっており、再生コンクリートの塩分浸透抵抗性も大きく低下することが明らかとなった。また、特に(R,R)および(R,N)の塩分浸透深さが大きくなっており、強度、中性化と同様に、塩分浸透に関しても、再生細骨材の影響を大きく受けることが分かる。

さらに、図-5に C/TW と試験材齢26週における中性化深さおよび塩分浸透深さの関係を示す。一般に、普通コンクリートにおけるセメント水比と中性化深さおよび塩分浸透深さは、右下がりの相関関係にあることが知られている。図の結果より、概ね右下がりの直線関係を示しており、セメント総水量比で評価することにより、再生コンクリートの耐久性も一義的に評価することが可能であるということが言える。

今後更なるデータの蓄積と検討を行い、他の使用骨材においても評価可能な手法を確立することが必要である。

4. 結論

- (1) 普通コンクリートと比較して、再生コンクリートの中性化抵抗性および塩分浸透抵抗性は低下し、特に再生細骨材の影響を大きく受ける。
- (2) 再生骨材のような吸水率の大きな骨材を使用したコンクリートの使用性能を評価する際、骨材の吸水率を考慮した手法により普通コンクリート同様に一義的に評価する事が可能である。

【参考文献】 1) 麓隆行ほか：再生細骨材の使用がコンクリートの性能に及ぼす影響とその原因について、土木学会論文集、Vol.64、No.767、pp.61-73(2004)

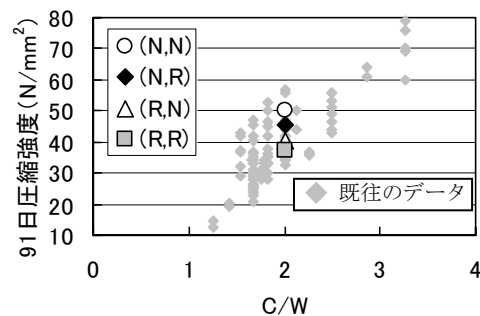


図-1 セメント水比と圧縮強度

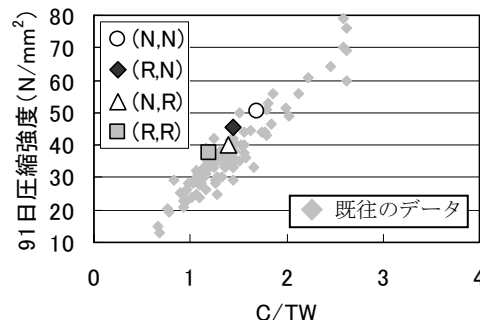


図-2 セメント総水量比と圧縮強度

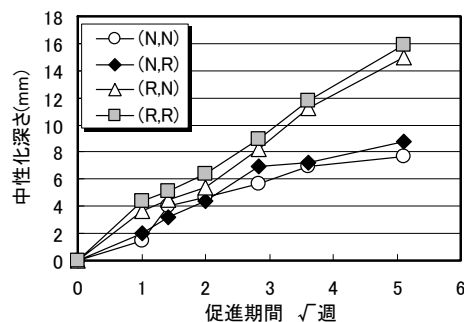


図-3 促進中性化試験結果

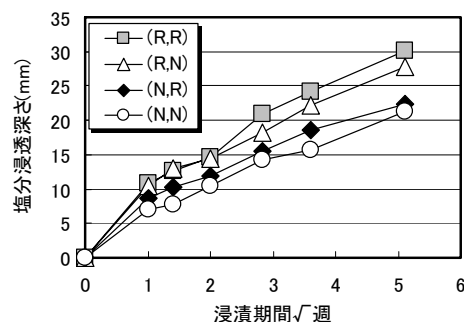


図-4 塩分浸漬試験結果

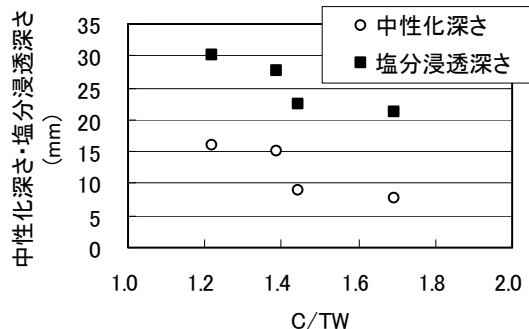


図-5 C/TW と26週における中性化深さおよび塩分浸透深さの関係