

再生コンクリートの中性化と鉄筋腐食に関する一実験

摂南大学	学生員	○野口 裕介
摂南大学	正会員	矢村 潔
摂南大学	正会員	熊野 知司
オリエンタル白石(株)		中島 誉史

1. はじめに

コンクリート廃棄物の再利用促進を図るため、相次ぎ再生骨材の JIS 化が行なわれた。しかし、現段階では再生骨材のコンクリートへの利用が、ただちに拡大していく状況ではない。そこで、本研究では、更なる実用化に向けて、比較的製造が容易とされている再生骨材Mと同程度の品質を有する再生骨材を用いたコンクリートの中性化特性と鉄筋腐食性状に関して、普通コンクリートと比較して実験的に明らかにしていく。

2. 実験概要

本研究では、再生粗骨材Ra(従来の2種に相当)、再生細骨材R1, R2(それぞれ従来の1種、2種に相当)、比較用に普通骨材N(細, 粗)の組み合わせで4種類、水セメント比2種類(45%, 65%), 計8種類のコンクリートについて中性化促進試験, 鉄筋腐食促進試験を行った。表-1に使用材料の物理的性質を示す。

配合は、粗骨材の最大寸法を15mmとし、スランプ 8 ± 2.5 cm, 空気量 $5\pm 1.5\%$ の条件でN-N(普通コンクリート)を基準に行なった。その他の骨材使用の場合は、各骨材の体積が普通コンクリートと同じになるように骨材の密度によって質量を補正した。表-2に各コンクリートの示方配合を示す。

中性化促進試験は、 $100\times 100\times 400$ mmの角柱供試体を使用し、炭酸ガス濃度 10%, 相対湿度 60%の環境下で中性化促進を行なった。中性化深さの測定は、中性化促進 28 日後、供試体の一端から 100mm の位置を割裂し、割裂面にフェノールフタレイン 1%エタノール溶液を噴霧し、未着色部分の深さの測定を行ない、その後、割裂面を樹脂でコーティングした $100\times 100\times 300$ mm の供試体を再度 28 日間中性化促進し、同様の手順によってもう一端で中性化深さの測定を行なった。

鉄筋腐食促進試験は、酸化被膜を除去した異形鉄筋(D10)をかぶり10mmで4隅および中央に配した角柱供試体(図-1)を中性化促進試験と同じ環境下で28日間中性化させた後、高温湿潤状態3日、常温乾燥状態4日を1サイクルとした腐食促進を19サイクルおよび50サイクル行なった。各サイクル終了後、供試体の中央部200mmを切り取り、鉄筋を取り出し、鉄筋の錆の状況を透明シートを用いてトレースし、パソコンに取り込み腐食面積を求めた。

3. 実験結果および考察

3. 1 中性化促進試験

図-2 に各供試体の中性化促進試験 1 ヶ月および 2 ヶ月における中性化深さを示す。1 ヶ月における中性化深さに、使用骨材による差は一部を除いてほとんど見受けられない。2 ヶ月になると使用骨材の品質が悪くなるほど中性化が進行している傾向が認められる。また、いずれの水セメント比においても、Ra-N と Ra-R1 の差はほとん

表-1 使用材料の物理的性質

種類		吸水率(%)	密度(g/cm ³)
セメント	普通ポルトランドセメント	—	3.15
	大東産山砂	0.73	2.60
細骨材	1種再生骨材	5.10	2.45
	2種再生骨材	6.27	2.40
粗骨材	高槻産碎石	0.59	2.71
	2種再生骨材	3.31	2.60
混和剤		AE減水剤(リグニンスルホン酸系)、AE助剤	

表-2 各コンクリートの示方配合

	水セメント比 W/C (%)	細骨材率 s/a (%)	単位量(kg/m ³)				混和剤 AE減水剤 (cc/m ³)
			水 W	セメント C	細骨材 S	粗骨材 G	
N-N-45	45	46.85	180	400	783	927	1000
N-N-65	65	50.85	180	277	903	908	693
Ra-N-45	45	46.85	180	400	738	877	1000
Ra-N-65	65	50.85	180	277	903	859	693
Ra-R1-45	45	46.85	180	400	738	877	1000
Ra-R2-45	65	50.85	180	277	851	859	693
Ra-R2-45	45	46.85	180	400	722	877	1000
Ra-R2-65	65	50.85	180	277	832	859	693

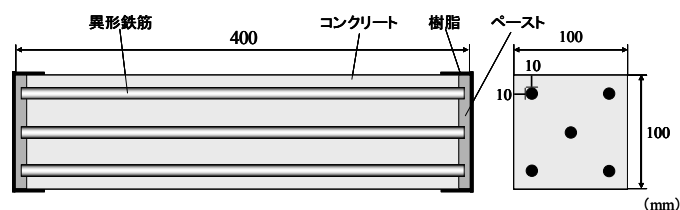


図-1 供試体概要

キーワード 再生骨材, 中性化, 鉄筋腐食

連絡先 〒572-8508 大阪府寝屋川市池田中町 17 番 8 号 TEL072-839-9120 FAX072-839-9120

どなく、Ra-R1 と Ra-R2 で明確な差がみられることから、1 種再生骨材では、中性化に対して普通骨材とほぼ同じ性能を有しているとみなせる。

図-3 に各供試体の中性化促進試験 1 ヶ月における上面（打設面）と下面の中性化深さを比較した図を示す。水セメント比 45%において、各再生コンクリートは、普通コンクリートに比べて上面と下面での差はほとんど見受けられない。再生骨材は、普通骨材に比べて透気性が高いため、下面においても中性化が進行したと考えられる。

3. 2 鉄筋腐食促進試験

図-4 に各供試体の鉄筋腐食面積を示す。図より、鉄筋腐食面積は、水セメント比 45%の 50 サイクルを除いて使用骨材の品質が劣るにつれ大きくなっていることがわかる。また、水セメント比 65%では、鉄筋腐食促進 19 サイクル後より 50 サイクル後の方が鉄筋の腐食が進行しており、この腐食進行割合には、使用細骨材の品質による差が見られる。特に細骨材の影響が大きく現れており、中品質の再生細骨材を使用しても普通骨材と比較し鉄筋腐食が進行している。いずれの供試体も、試験終了後には、打設面を中心にかなりの数の微細なひび割れが観察され、水セメント比が大きいほど、また使用骨材の品質が低下するほど多くなっており、乾燥収縮による表面ひび割れであると思われる。このひび割れにより酸素、水分が浸透し、鉄筋の腐食状況に影響を与えたと考えられる。

図-5 に鉄筋腐食促進を 50 サイクル行なった後の供試体に配した鉄筋の上面側（打設面）と下面側における鉄筋腐食面積の比較を示す。どちらの水セメント比においても、下側の鉄筋と比較し、上側の鉄筋の方がより腐食は進行しており、特に使用細骨材の品質の影響が大きく現れている。これは先に述べたような打設面のひび割れが影響したものと考えられる。また、供試体表面にひび割れ確認されなかった下側の鉄筋においても使用骨材による差が表れており、品質が悪くなるにつれ腐食面積が大きい。したがって、鉄筋腐食に影響を及ぼした要因は、打設面の乾燥収縮によると思われる微細なひび割れだけでなく、コンクリート自体の透水性・透気性の違いによることも影響していると考えられる。

4. まとめ

中性化において 1 種再生細骨材であれば、普通細骨材とほぼ同程度の性能を有しているとみなせるが、基本的に使用骨材の品質が中性化特性および鉄筋腐食性状に与える影響は大きく、使用骨材の品質が悪くなるほど、その影響は顕著に表れる。しかし、本実験に関する限り、高度な処理が行なわれた骨材でなくとも、吸水率 5%程度の 1 種再生骨材を使用するのであれば、水セメント比の調整で十分コンクリートの品質をカバーできると考えられ、要求性能に対する水セメント比の補正量を求めることで、再生骨材の利用促進につながる一因になると考えられる。

参考文献

- ・ 中島，矢村，熊野：再生コンクリートの中性化と鉄筋腐食に関する実験的研究，平成 19 年度土木学会年次学術講演会講演概要,5-395,pp789～790,2007

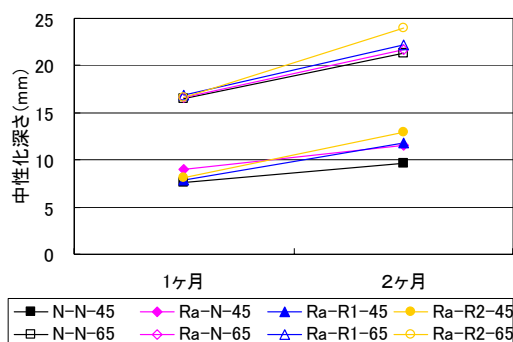


図-2 各供試体の中性化深さ

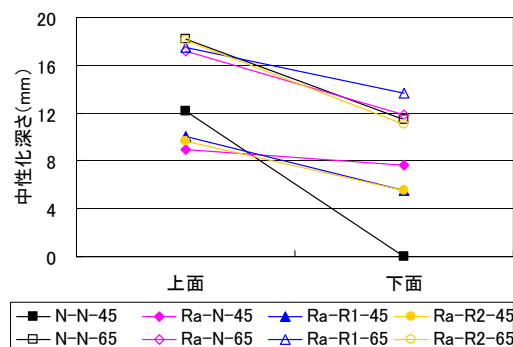


図-3 上面と下面の中性化深さの比較図（1 ヶ月）

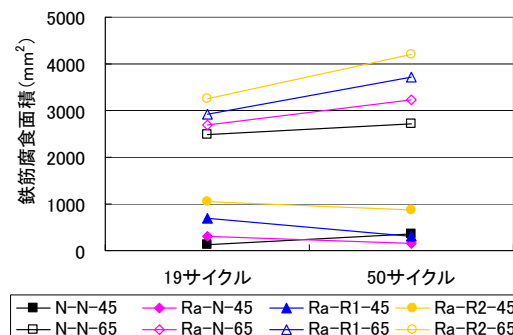


図-4 各供試体の鉄筋腐食面積

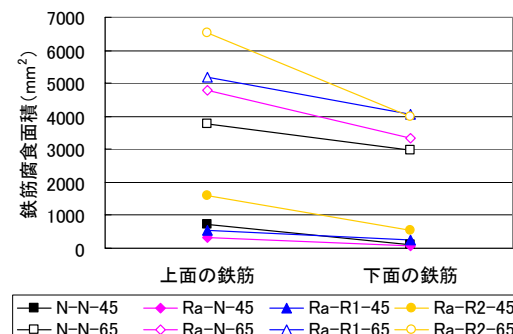


図-5 上面と下面の鉄筋腐食面積の比較図（50 サイクル）