

コンクリートの中性化および塩分浸透性に及ぼす骨材の繰返し再生回数の影響

東京理科大学 学生会員 ○小島 文寛
 東京理科大学 正会員 辻 正哲
 東京理科大学 学生会員 澤本 武博
 東京理科大学 藤田 智靖
 東京理科大学 花澤 耕平

1. はじめに

再生骨材コンクリートの利用が進むと、再生骨材コンクリートも繰返し再生骨材として利用されることになる。しかし、再生回数が増すと、中性化の進行や塩分浸透が早くなるといった問題が生じる可能性がある。

本研究は、繰返し再生粗骨材コンクリートの中性化および塩分浸透性について検討した。そして、繰返し再生粗骨材コンクリートに対する中性化および塩分浸透の抑制策として、クリンカー粗粒の添加およびコロイダルシリカ吸収処理の効果についても検討した。

2. 実験の概要

2.1 使用材料および配合

1回目の再生粗骨材(R1)の製造方法は、普通ポルトランドセメント（密度 3.16g/cm^3 ）、鬼怒川産川砂（密度 2.59g/cm^3 、吸水率 2.50%、粗粒率 2.56）および山梨産砕石（密度 2.69g/cm^3 、吸水率 0.82%、粗粒率 6.34）を使用した水セメント比が 70%のコンクリートを材齢 28 日においてジョークラッシャで一次破碎したものから、ふるい分けによって 5mm 以上 20mm 未満のものを取り出す方法とした。2回目の再生粗骨材(R2)は、R1 と川砂を使用した水セメント比が 70%のコンクリートを材齢 28 日においてジョークラッシャで一次破碎し、R1 と同様に粒度調整したものである。同様の手順で、3回目の再生粗骨材(R3)および4回目の再生粗骨材(R4)を製造した。実験に用いた粗骨材の物理的性質は、表.1 に示す通りである。

表.1 粗骨材の物理的性質

	砕石 (VG)	1回再生 (R1)	2回再生 (R2)	3回再生 (R3)	4回再生 (R4)
表乾密度 (g/cm^3)	2.69	2.32	2.20	2.16	2.14
吸水率 (%)	0.82	6.42	10.52	10.41	12.18

クリンカー粗粒は、普通ポルトランドセメント用クリンカーを破碎し呼び寸法 5mm のふるいを通させた粗粒率が 3.93 のものであり、細骨材の一部と置換して使用した。また、コロイダルシリカ吸収処理方法は、コンクリートの練混ぜ直前に、再生粗骨材をシリカ質質量濃度 15%の溶液中に 30 分間浸漬し、ざるの上に引上げて余分な水分を切る方法とした。

促進試験に用いたコンクリートは、W/C を 65%と一定にし、表.2 に示したように、粗骨材の再生回数、クリンカー粗粒の添加率およびコロイダルシリカ処理の有無を変化させた 9 配合である。供試体は、2 本のみがき棒鋼をかぶり 20mm の位置に配置した $\phi 150 \times 300\text{mm}$ の円柱供試体である。

2.2 促進試験方法

中性化促進試験は、内寸法が $1000 \times 1000 \times 1500\text{mm}$ の試験装置内に供試体を静置し、装置側面の一端より毎分 0.1 リットルの二酸化炭素と 0.5 リットルの酸素を吹き込む方法とした。

表.2 使用した骨材の組み合わせ

記号	粗骨材の種類	クリンカー粗粒の 添加率 (C×%)	コロイダルシリカ 吸収処理	材齢28日圧縮 強度 (N/mm^2)
VG-C0, S無	0回(砕石)	—	—	34.5
R1-C0, S無	1回再生	—	—	27.5
R2-C0, S無	2回再生	—	—	28.2
R3-C0, S無	3回再生	—	—	25.2
R4-C0, S無	4回再生	—	—	24.6
R4-C2, S無		2%	—	25.5
R4-C0, S有		—	処理あり	30.4
R4-C2, S有		2%	処理あり	32.1
R4-C5, S有		5%	処理あり	31.1

Cの後の数値はクリンカー粗粒添加率を、Sはコロイダルシリカ吸収処理の有無を表す。

キーワード：再生骨材 中性化 塩分浸透 セメントクリンカー コロイダルシリカ

連絡先：〒278-8510 千葉県野田市山崎 2641 TEL0417-24-1501(内線 4054) FAX0471-23-9766

また、中性化深さの測定には、フェノールフタレイン法を用いた。なお、再生粗骨材自身が中性化していることによる局所的な中性化域は、コンクリートの中性化深さとは区別して測定した。

塩分浸漬乾湿繰返し促進試験では、NaCl 濃度 $3.0 \pm 0.3\%$ の溶液に浸漬、100 の高温湿潤、20 の気中での自然乾燥をそれぞれ8時間行い、これを1サイクルとした。塩分浸透深さは、供試体の割裂面に5%クロム酸カリウム溶液を噴霧し乾燥させた後0.1規定硝酸銀溶液を噴霧し、変色しなかった部分とした。

3. 実験結果および考察

3.1 中性化促進試験結果

図-1 に示した通り、粗骨材の再生回数が増すとともに、中性化深さは大きくなる傾向にあった。また、図-2 に示した通り、クリンカー粗粒の添加により、4 回繰返し再生粗骨材コンクリートでも中性化深さを 0.8 倍程度にまで抑制できた。一方、観察結果によると、再生粗骨材の使用により骨材周辺で局部的に中性化域が深くなる現象があり、再生骨材を使用する場合には、中性化速度係数を大きくする他に、さらに粗骨材の最大寸法の半分程度多くかぶりを取る必要性が示された。しかし、クリンカー粗粒を添加した場合には、局部的に深く中性化した箇所でも鉄筋付近に水酸化カルシウムを供給し続けると考えられ、発錆を抑制できる可能性が示された。

3.2 塩分浸漬乾湿繰返し促進試験結果

図-3 に示した通り、粗骨材の再生回数とともに、塩分浸透深さは大きくなる傾向にあった。また、砕石を用いた場合には鉄筋の発錆が認められない塩分浸透深さであっても、粗骨材の再生回数が3回以上となると、鉄筋に発錆が認められた。これは、再生粗骨材は透水性が高いため、骨材を通して一気に鉄筋まで塩分が浸透し、再生粗骨材が鉄筋に接している箇所付近に電位差が生じやすくなったことによると考えられる。しかし、図-4 に示した通り、再生粗骨材中にコロイダルシリカ吸収処理を行うことにより、4 回繰返し再生した粗骨材を用いたコンクリートでも、塩分浸透深さを砕石を用いたコンクリートと同等以下に抑制でき、鉄筋の発錆は見られなかった。

4. まとめ

骨材の繰返し再生回数が増すと中性化速度および塩分浸透性は大きくなる傾向にある。しかし、細骨材程度の粒径のクリンカー粗粒の添加および再生骨材中へのコロイダルシリカ吸収処理の併用によって、砕石コンクリートと同程度にまで中性化速度および塩分浸透性を抑制できる可能性がある。

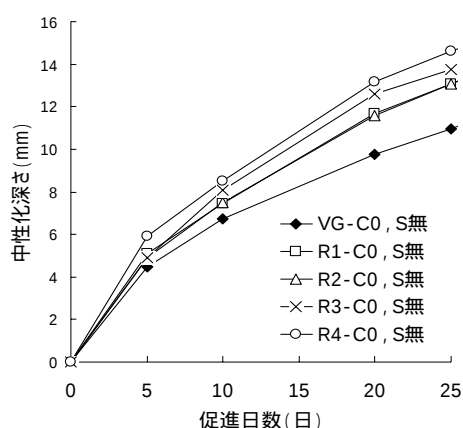


図-1 繰返し再生回数が中性化に及ぼす影響

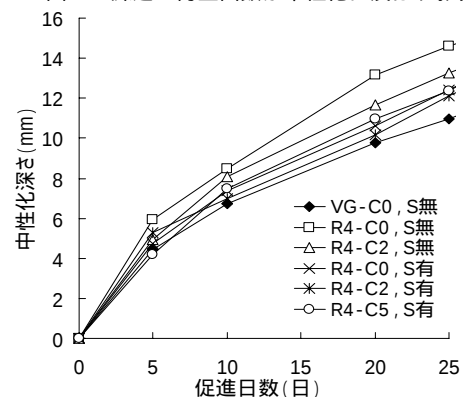


図-2 クリンカー粗粒の添加およびコロイダルシリカ吸収処理が中性化に及ぼす影響

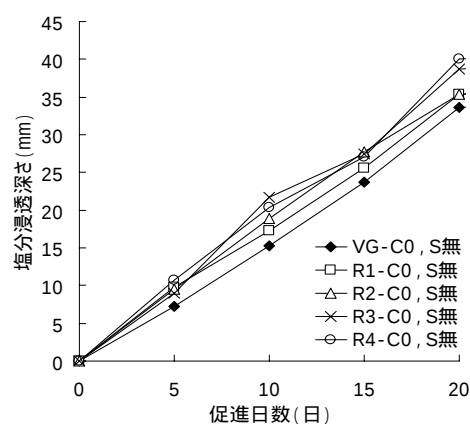


図-3 繰返し再生回数が塩分浸透性に及ぼす影響

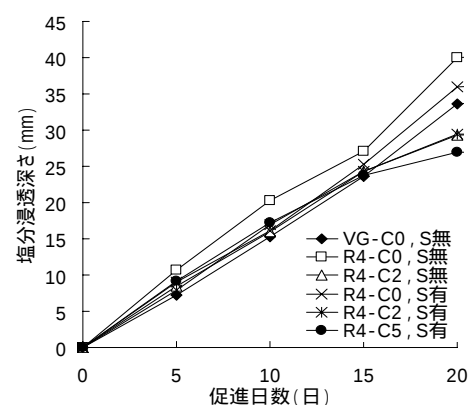


図-4 クリンカー粗粒の添加およびコロイダルシリカ吸収処理が塩分浸透性に及ぼす影響