

骨材品質およびコンクリートの表面性状が酸性雨に対する耐久性に及ぼす影響

東京理科大学 学生会員 九十九 圭
前橋工科大学 正会員 岡村 雄樹
東京理科大学 学生会員 澤本 武博

東京理科大学 正会員 辻 正哲
前橋工科大学 正会員 舌間 孝一郎

1.はじめに

コンクリートの酸性雨による劣化現象には、コンクリート内部へ吸収されるまたは表面付近に付着する酸性雨の量に大きく関係する可能性がある。コンクリートの吸水率は、比較的吸水率の大きい再生骨材を使用した場合に大きくなり、表面の仕上がりが悪いとコンクリート表面への水分の付着量大きくなると考えられている。

本研究では、シリーズ1として、コンクリートの吸水性が酸性雨に対する抵抗性に及ぼす影響を、シリーズ2として、コンクリートの表面性状が酸性雨に対する抵抗性に及ぼす影響を検討した。

2.実験概要

2.1 コンクリートの吸水性に関する実験《シリーズ1》

シリーズ1で使用した骨材は、鬼怒川産川砂（表乾密度 2.59 g/cm³、吸水率 2.50%）、山梨産砕石（表乾密度 2.69g/cm³、吸水率 0.82%）、再生細骨材（表乾密度 2.24 g/cm³、吸水率 11.64%）および再生粗骨材（表乾密度 2.32 g/cm³、吸水率 8.42%）であり、表 1 に示した通りの組合せでコンクリートを製造した。なお、コンクリートの水セメント比および空気量は、それぞれ 65%および 4.5 ± 0.5%と一定にした。また、比較的長期にわたり水酸化カルシウムを供給し続けることができると考えられるクリンカー粗粒（粗粒率 3.93）を、セメント質量の外割で添加した場合についても実験を行った¹⁾。

表 1 骨材の組合せおよびコンクリートの吸水率 シリーズ1

骨材の種類		クリンカー粗粒 添加率 (C × %)	コンクリートの 吸水率 (%)
細骨材	粗骨材		
川砂	砕石	0	6.10
川砂	再生粗骨材	0	8.91
再生細骨材	再生粗骨材	0	11.33
再生細骨材	再生粗骨材	5.0	11.28

2.2 コンクリートの表面性状に関する実験《シリーズ2》

シリーズ2では、鋼製の型枠をそのまま用いたほか、塩化ビニル製、合板、紙やすり(#100)、紙やすり(#40)をそれぞれ鋼製型枠の内側に巻いたものを使用した。型枠の表面粗度およびそれを用いたコンクリートの吸水率は、表 2 に示す通りである。

表 2 型枠の表面粗度およびコンクリートの吸水率 シリーズ2

型枠の種類	型枠の表面粗度 Ra(mm)	コンクリートの吸水率 (%)	
		W/C = 55%	W/C = 70%
鋼製	0.00190	5.60	6.14
塩化ビニル(アクリル)	0.00173	5.73	6.38
合板(ベニヤ製)	0.01047	5.45	6.28
紙やすり(#100)	0.22947	5.32	6.29
紙やすり(#40)		5.37	6.10

2.3 擬似酸性雨溶液浸漬乾湿繰返し促進試験方法

今回の実験では、擬似酸性雨として、硫酸と硝酸を 1 : 1 で混合した溶液を pH2 および pH4 に調整したものを使用した。また、比較のため、中性の水を用いる場合についても実験を行った。シリーズ1では、供試体の下半分のみ酸性雨溶液中への浸漬(20)5 時間・乾燥(105)17 時間・自然冷却(20)2 時間を 1 サイクルとして、20 サイクルまで促進試験を行った。シリーズ2では、コンクリート表面の影響は表面に付着する水量が大きく影響するのではないかと考え、10 分間に 1 回 1 秒間程度擬似酸性雨に浸漬することを繰り返し、750 サイクルまで劣化促進を行った。また、中性化深さの評価には、フェノールフタレイン溶液（変色領域：pH7.8~10.0）を用い、供試体底面から 20、60、100、120 および 150mm において、中性化深さを測定した。なお、シリーズ2では、フェノールフタレイン溶液より高い pH 領域で変色するポリアリブルー溶液（変色領域：pH11.0~13.0）を噴霧した場合についても測定した。

キーワード コンクリート 再生骨材 耐久性 中性化 酸性雨 表面性状

連絡先 〒278-8510 千葉県野田市山崎 2641 TEL : 04-7124-1501(内線 4054) FAX : 04-7123-9766

3.実験結果および考察

図-1 に示した通り、再生骨材を用いることにより、いずれの pH の溶液に浸漬した場合であっても、中性化深さは大きくなる傾向にあった。これは、吸水率の大きいコンクリートすなわち多孔質なコンクリートほど、吸収量が大きく、乾湿繰返しによって中性化がより深く進行しやすくなったためと考えられる。しかし、クリンカー粗粒で細骨材を置換することによって、中性化の進行は抑制され、再生骨材コンクリートでも天然骨材コンクリートと同程度となった。これは、セメントの水和反応の終了後にも、水酸化カルシウムが長期にわたり供給されるためと考えられる。

図-2 は、コンクリート表面の粗度がフェノールフタレインを用いて求めた中性化深さに及ぼす影響を示したものである。また、図-3 は、変色領域が pH11.0~13.0 のポリエブルー溶液を用いて、pH が低下した領域の深さを示したものである。いずれの場合にも、常時大気にある部分の方が、擬似酸性雨に接触した部分よりも、pH が低下しやすい傾向を示した。この傾向と、紙やすりや合板が吸水したことでコンクリート表面が緻密になる可能性によって、表面粗度の影響には明確な傾向が現れなかったと考えられる。しかし、コンクリートの水セメント比が 70% と大きい場合には、コンクリート表面の粗度が大きい程、擬似酸性雨との接触が繰返されることによって、内部まで pH が低下しやすくなるようであった。

4.まとめ

(1) 吸水率の大きいコンクリート、すなわち再生骨材コンクリートは、酸性雨による中性化に対する抵抗性が小さくなり、劣化が進行しやすい傾向にあった。また、中性化は湿潤される領域の境界周辺において進行しやすい傾向にあった。しかし、クリンカー粗粒を添加することにより、ある程度中性化を抑制できる可能性がある。

(2) コンクリート表面の粒度が大きくなると、酸性雨によって pH の低下する領域はより深くなる場合も存在する可能性が示された。

[参考文献] 1) 澤本武博、辻正哲、来海豊：クリンカー粗粒を混和材として用いた再生骨材コンクリートの中性化に関する研究、セメント・コンクリート論文集 No.55、pp.658-665 (2001)

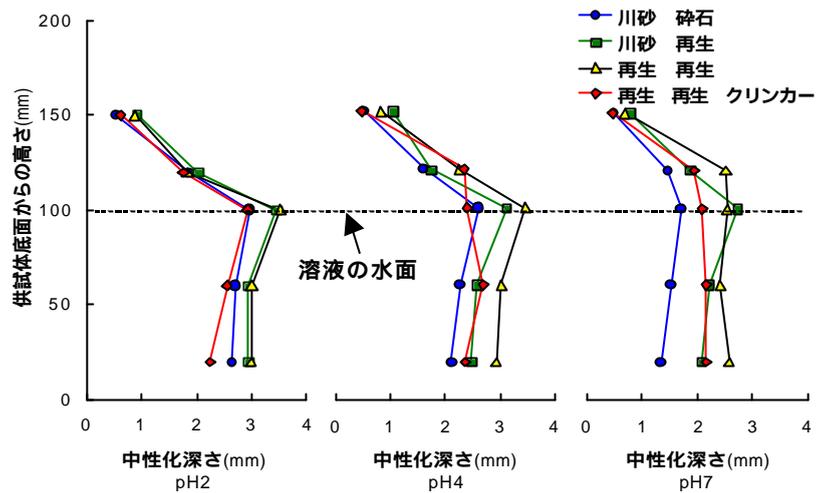


図 1 供試体高さ方向の中性化深さの分布 シリーズ1

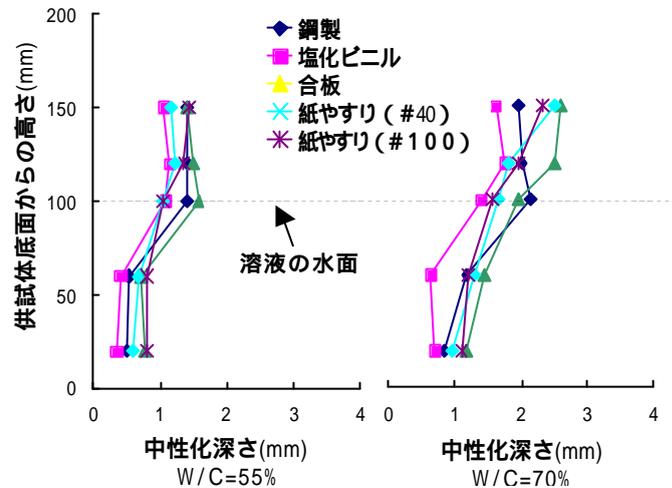


図 2 フェノールフタレインにより求めた中性化深さ シリーズ2 pH 4

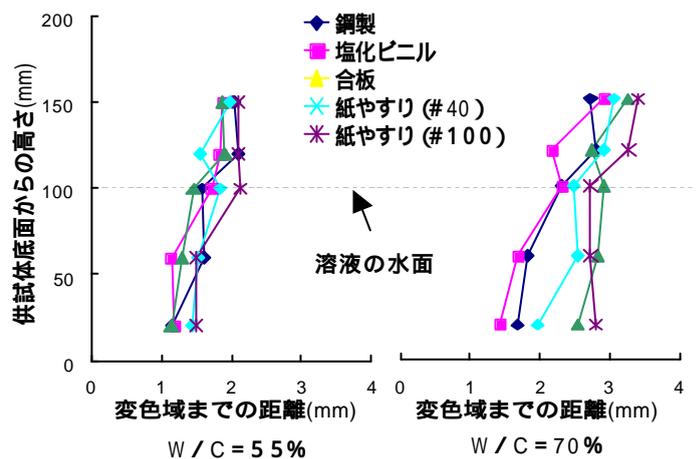


図3 ポリエブルーにより求めたpH低下域の深さ シリーズ2 pH4