

複合リサイクル材料を用いた自己治癒コンクリートの開発

宮崎大学 正会員 ○安井 賢太郎
 宮崎市役所 丸山 智裕
 宮崎大学大学院 田口 弘平
 宮崎大学 正会員 李 春鶴, 亀井 健史

表-1 初期ひび割れ幅

(単位: mm)

供試体名	水中養生期間	
	材齢 7 日	材齢 28 日
A0	0.30	0.17
A10	0.30	0.12
A20	0.27	0.27
A40	0.25	0.18

1. はじめに

経済発展による資源消費型社会の形成や近年の自然災害の頻発により、産業廃棄物の排出量は増加傾向にある。これに伴い産業廃棄物の処分先である最終処分場の残余容量が逼迫しており、産業廃棄物の有効利用は推進すべき重要な課題である。

著者らは、産業廃棄物から作製した複合リサイクル材料¹⁾をコンクリート材料の一部に置換して有効利用することを検討している。既往の研究では、李ら²⁾がこの複合リサイクル材料を細骨材の一部と置換したモルタルを作製しており、モルタル中にエトリンガイトが生成されることで強度増進及び収縮緩和に効果があったことを確認している。

本研究では、造粒化した複合リサイクル材料を用いたコンクリート供試体を作製し、そのひび割れ部における通水試験を実施した。通水量の経日変化、ひび割れ幅測定、及び供試体の SEM 観察結果からコンクリートひび割れの自己治癒に関する検討を行った。

2. 実験概要

2.1 使用材料

本研究で用いた複合リサイクル材料は、エトリンガイトの生成量が最大となるように、高炉スラグ微粉末が 36%、フライアッシュが 16%、二水石膏が 48%の質量割合で配合した¹⁾。また、この材料に水 17.5%を添加し、造粒ミキサー (TV-60) で粒径 0.5~4mm に造粒することで配合割合を固定した。

2.2 供試体の配合

供試体は普通ポルトランドセメントのみを使用したコンクリートと複合リサイクル材を細骨材の一部と内割置換したコンクリートを作製した。置換量はセメント量の 10%、20%、40%である。複合リサイクル材の置換割合によって、各供試体を A0、A10、A20、A40 と称する。

2.3 供試体作製概要と測定項目

通水試験用の供試体は打設してから材齢 2 日目に脱型し、材齢 7 日または材齢 28 日目まで水中養生を行い、それ以降は室温 20℃、相対湿度 60%の恒温恒湿室で気中養生を行っ

た。これら各供試体を材齢 7 日、材齢 28 日と称する。

供試体の寸法形状は、直径が 100mm、高さが 200mm の円柱である。所定の養生後、供試体の直径方向に線載荷し割裂させた各供試体のひび割れ幅を上面 3 箇所、下面 3 箇所の計 6 箇所測定し、これらの平均値を初期ひび割れ幅 (表-1) とした。通水試験では、ひび割れ面を重ね合わせた供試体の外周面を防水テープで覆い、上下面のひび割れ箇所のみ通水できるようにした。供試体上面に一定量の水道水を滴下させながら、供試体を通して水量を測定した。材齢 7 日まで水中養生をさせた供試体は材齢 28 日に通水試験を開始し、材齢 28 日まで水中養生をさせた供試体は、材齢 78 日 (A0)、73 日 (A10)、71 日 (A20)、58 日 (A40) にそれぞれ通水試験を開始した。

SEM 観察には、打設後材齢 28 日まで水中養生を行った供試体を粉碎後、アセトンに浸漬させて水和反応を停止させ、さらに 48 時間、40℃の真空状態で乾燥したものを粉末化して用いた。

3. 実験結果および考察

図-1 及び図-2 に材齢 7 日及び材齢 28 日の通水量の経日変化を、図-3 及び図-4 に材齢 7 日及び 28 日の通水速度差の経日変化を示す。ここで通水速度差は、各供試体における初期ひび割れ幅の違いを考慮し、単位面積あたりの通水速度を通水量からひび割れ面積 (ひび割れ幅×供試体幅) を除して求め、通水開始時の通水速度を 0 とした差で求めている。

図-1 より材齢 7 日の全ての供試体において、通水 2 日目に通水量が増加した。これは供試体が水を吸収したことで通水初日の通水量が少なく測定されたためではないかと考えられる。その後、通水量は時間の経過に伴い減少した。また、

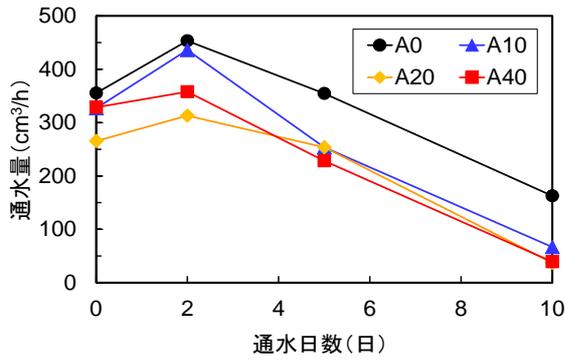


図-1 通水量の経日変化 (材齢 7 日)

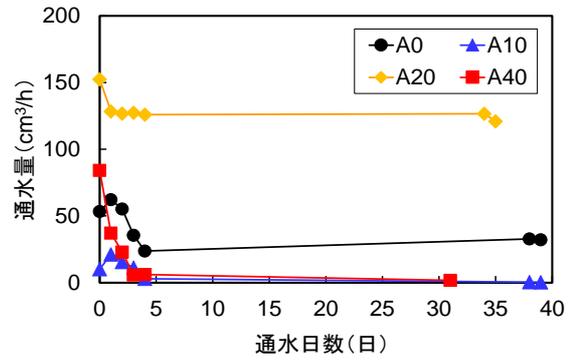


図-2 通水量の経日変化 (材齢 28 日)

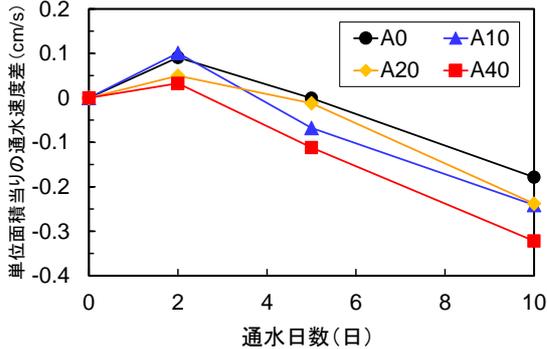


図-3 通水速度差の経日変化 (材齢 7 日)

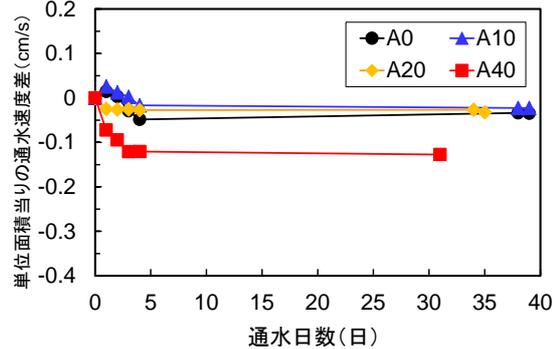


図-4 通水速度差の経日変化 (材齢 28 日)

表-2 ひび割れ幅の変化

(単位: mm)

供試体名	水中養生期間			
	材齢 7 日		材齢 28 日	
	通水前	通水後	通水前	通水後
A0	0.30	0.21	0.17	0.08
A10	0.30	0.16	0.12	0.06
A20	0.27	0.16	0.27	0.18
A40	0.25	0.11	0.18	0.09

図-3 より複合リサイクル材を使用した A40 は、A0 に比べて通水速度が低下したことが確認された。

図-2 に示す材齢 28 日における各供試体の通水量は、通水 5 日目以降に定常状態となったが、A40 はその後も少しずつ減少し 30 日目以降にその量が僅かとなった。図-4 から、A40 の供試体が通水 2 日目までに最も通水速度が低下し、その後も少しずつ低下し続けたことが確認された。

以上のことから、初期のひび割れ幅の違いによるばらつきがあるものの、複合リサイクル材料の添加率が高いほど、通水時間の経過に伴い通水量が減少し、ひび割れ箇所における通水速度も低下することが言える。

表-2 に通水前後のひび割れ幅の変化を示す。通水後のひび割れ幅は全ての供試体で減少し、材齢 7 日の水中養生期間が短い供試体においては、複合リサイクル材料の置換割合が大きいほど、ひび割れ幅が減少したことが確認された。

写真-1 に供試体の SEM の観察像を示す。複合リサイクル材料の添加率が高いほど、エトリングait (針状結晶) が多

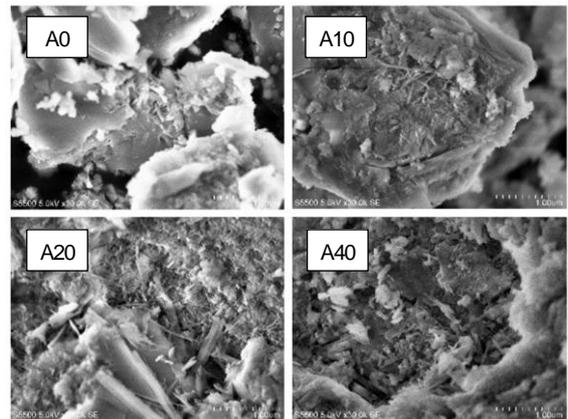


写真-1 供試体の SEM 観察像

く生成されていることが確認された。

4. まとめ

複合リサイクル材料を用いたコンクリートのひび割れ部における通水試験を行い、時間の経過に伴い通水量及びひび割れ幅が減少した。これはコンクリートひび割れ面における未水和材料が水和反応によりエトリングaitを生成しこれらが膨張することでひび割れ幅が減少したものと考えられる。当該コンクリートがひび割れに対する自己治癒機能を有することが示唆された。

参考文献

- 1) Kamei et al. : A novel solidification technique for fluorine-contaminated bassanite using waste material in ground improvement applications , Journal of Material Cycles and Waste Management, DOI 10.1007/s10163-014-0251-0 , 2014
- 2) 李春鶴, 亀井健史, 長納央樹: 複合リサイクル材料を有効利用したモルタルの性能評価, セメント・コンクリート論文集, Vol.69, No.1, pp.228-234, 2015