

産業廃棄物・副産物を用いた自己治癒形コンクリートの安定性評価

宮崎大学工学教育研究部 正会員 ○李 春鶴
 ショーボンド建設(株) 非会員 町浦 将太
 宮崎大学工学研究科 正会員 中島 直輝

1. はじめに

日本の産業廃棄物・副産物は、経済発展や自然災害により年々増加傾向にある。

Kamei et al.¹⁾は、複合リサイクル材料を開発し、土壌におけるフッ素の不溶化に有効であることを示唆している。

李らの研究⁰では、複合リサイクル材料を細骨材の一部と置換し、コンクリートに添加することで、エトリンタイトの生成を確認し、強度増進も確認している。一方、エトリンタイトによる遅延膨張で発生するコンクリートのひび割れなどの問題がある。

本研究では、複合リサイクル材料を用いた自己治癒形コンクリート長期材齢における安定性を評価することを目的とした。

2. 実験概要

本研究で用いた複合リサイクル材料は、各構成成分の化学組成の含有量とエトリンタイト生成の化学反応に基づいて、エトリンタイトの生成量が最大となるように、フライアッシュが16%、高炉スラグ微粉末が36%、二水石膏が48%の質量比で配合した。

全ての供試体の水セメント比は55%である。複合リサイクル材料を添加する供試体は、セメントの質量の0%、10%、20%、30%、40%をそれぞれ内割として細骨材と置換し、作製した。複合リサイクル材料の添加率によって、各供試体名をA0、A10、A20、A30、A40とする。

供試体は打設してから2日後に脱型した。所定の材齢まで水中養生をした後、圧縮強度試験、通水試験、X線回折試験、SEM観察、長さ変化試験を行った。

圧縮強度試験用の供試体は、直径が100mm、高さが200mmの円柱で、材齢28日強度試験を実施した。

通水試験用の供試体は、材齢28日まで水中養生させる供試体を用いた。形状寸法は、直径が100mm、高さが200mmの円柱である。水中養生後、供試体を割裂し、この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より通水できるようにした。供試体上部は、一定の水頭を保つために穴を設け、余分な水は排除するように作製した。

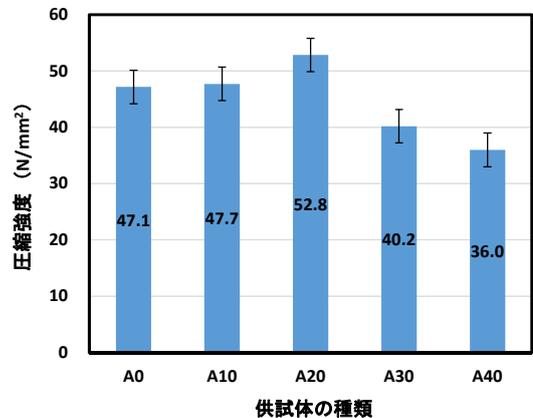


図-1 添加率が圧縮強度に及ぼす影響

X線回折分析、SEM観察用供試体は、通水試験後の供試体を粗粉碎し、その後室内で乾燥を行った。乾燥後の試料を粉碎機で粉碎し、90 μ mふるいを通したものを採取した。

長さ変化試験用の供試体は、100mm \times 100mm \times 400mmの角柱である。脱型後、水中養生する供試体と気中養生する供試体の2種類に分けた。28日経過後、水中養生をした供試体は気中養生に変更し、気中養生をした供試体は水中養生に変更した。

3. 実験結果および考察

3.1 圧縮強度試験の結果および考察

材齢28日における圧縮強度試験の結果を図-1に示す。図に示すように、複合リサイクル材料の添加率が20%まで増加させるにつれ、圧縮強度が増加し、その後低下する傾向を示した。強度増進の理由として、複合リサイクル材料によってエトリンタイトが生成し、強度増進が生じたと推測する。一方で、強度低下の理由として、水酸化カルシウムの消耗による強度低下が、エトリンタイト生成による強度増進効果を上回ったからと考えられる。また、後述する長さ変化率に示すように、添加率の高いA30、A40が他の供試体より過膨張し強度低下が起きたと考えられる。

3.2 通水試験の結果および考察

表-1に材齢28日における通水前後の平均ひび割れ幅の変化率、流速の変化率を示す。複合リサイクル材料の添

表-1 通水前後のひび割れ幅の変化率と流速の変化率

種類	通水前平均ひび割れ幅 (mm)	通水後平均ひび割れ幅 (mm)	ひび割れ幅の変化率 (%)	開始時流速 (mm/s)	終了時流速 (mm/s)	流速の変化率 (%)
A0	0.136	0.132	97.1	79.7	21.0	26.3
A10	0.093	0.092	98.9	28.0	3.20	11.2
A20	0.128	0.120	93.8	23.6	2.20	9.4
A30	0.121	0.098	80.1	21.5	1.60	7.4
A40	0.083	0.052	62.7	10.0	0.70	7.0

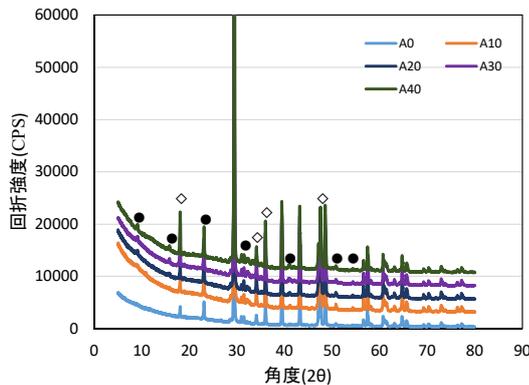


図-2 材齢28日におけるX線回折結果

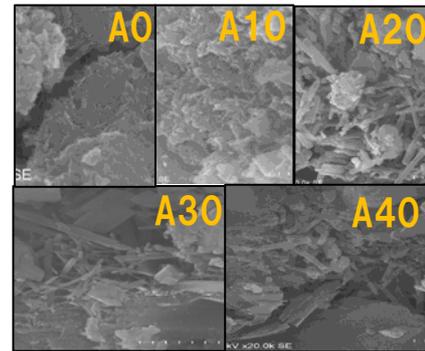


写真-1 材齢28日におけるSEM観察結果

加率に応じて、ひび割れ幅の減少が確認できた。また、通水前後で複合リサイクル材料の添加率が增加するほど流速が減少した。特に、A40の供試体は約93%の流速が減少した。これは、ひび割れ箇所でエトリンタイトによる変化だと考えられる。

3.3 X線回折分析の結果および考察

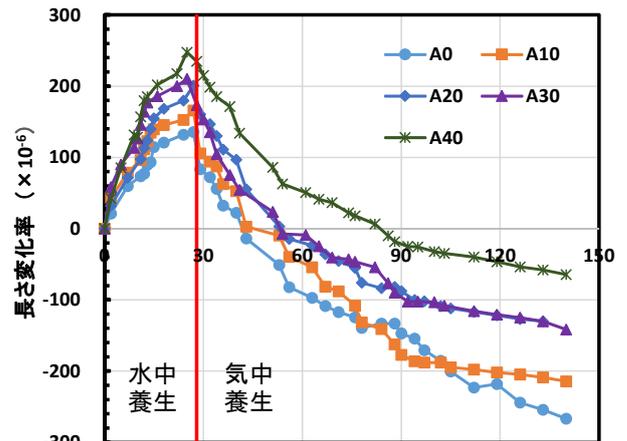
図-2に材齢28日におけるX線回折分析の結果を示す。すべての供試体でエトリンタイトの回折角度付近でピークが確認できた。

3.4 SEM観察の結果

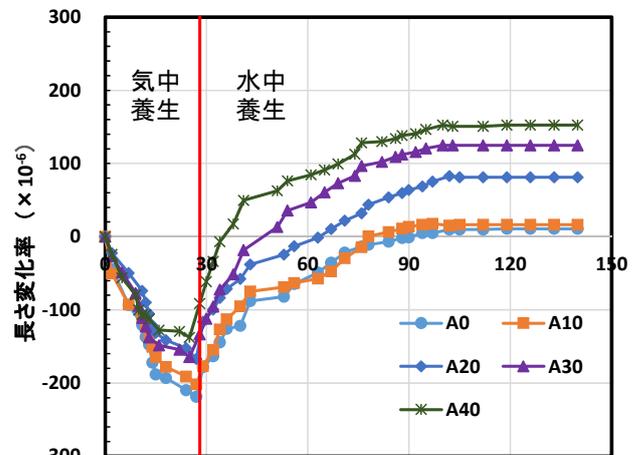
SEM観察で得られた観察像を写真-1に示す。エトリンタイトに特徴的な六角形の針状結晶が確認できた。

3.5 長さ変化試験

複合リサイクル材料の添加率が長さ変化試験に及ぼす影響を図-3に示す。添加率が大きいほど、収縮は小さいことが確認できる。また、いずれの養生履歴に関わらず、材齢100日頃から収縮が安定段階になったと考えられる。



(a) 水中養生から気中養生への変更



(b) 気中養生から水中養生への変更

図-3 長さ変化率

参考文献

- 1) Kamei et al. : A novel solidification technique for fluorine contaminated basanite 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活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, No1, pp.228-234, 2015