

第V部門 ポリプロピレン短繊維補強モルタルの自己治癒特性

明石工業高等専門学校 都市システム工学科 学生員 ○川崎 裕二郎
 明石工業高等専門学校 都市システム工学科 俊成 絃輝
 明石工業高等専門学校 都市システム工学科 正会員 武田 字浦
 大和紡績株式会社 正会員 山本 基由

1. 研究目的

本研究では、異形断面を有する細径のポリプロピレン短繊維（以降、PP短繊維）混入率がセメントモルタルに導入したひび割れの自己治癒に及ぼす影響を評価する。

2. 実験概要

本研究では、一般的に施工されている法面吹付モルタルの配合を基に、セメント：細骨材を1：4、水セメント比を50%とした。また、PP短繊維混入率は、モルタル容積に対して、0、0.2、0.33%とした。モルタルの配合を表1に示す。モルタルはΦ100×200mmの円柱型枠に2層詰めで打ち込み後、打ち込み面をラップで覆い、所定材齢（7日、28日、91日）まで恒温恒湿室（温度20±2℃、相対湿度60±5%）で封緘養生を行った。

所定材齢到達後、厚さ40mmになるように切断し、万能試験機を用いて載荷速度0.010N/mm²/sで荷重をかけ、ひび割れを導入したものを各配合3体ずつ用意し供試体とした。供試体を自己治癒環境にとし、すでに施工事例が存在する補強繊維を用いた法面吹付モルタルの施工環境を想定し、通水環境、静置環境の2水準を設定した。各環境条件下に設置した供試体のひび割れ間の漏水量を測定した。それをもとに試験開始0日と各測定日における漏水量から以下の式(1)よりひび割れ閉塞率 w_t (%)を算出し、自己治癒について評価した。

$$w_t = (q_i - q_t) / q_i \times 100 \quad (1)$$

ここに、 q_i ：試験開始0日における漏水量 (ml/s)、 q_t ：測定日t日における漏水量 (ml/s) とする。

各供試体に表と裏の3か所ずつの計6箇所のひび割れを任意に設定した。その箇所をひび割れ導入直後と漏水量測定終了時にマイクロカメラで撮影し、自己治癒状況を観察した。

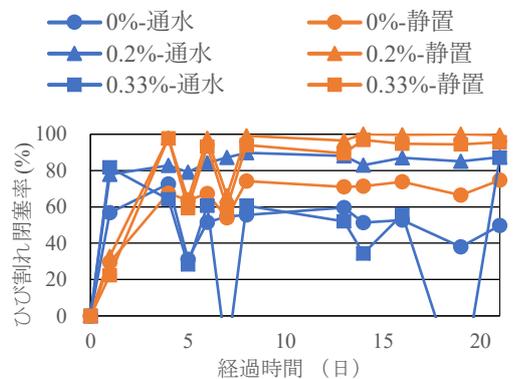
3. 実験結果

3.1 ひび割れ閉塞率

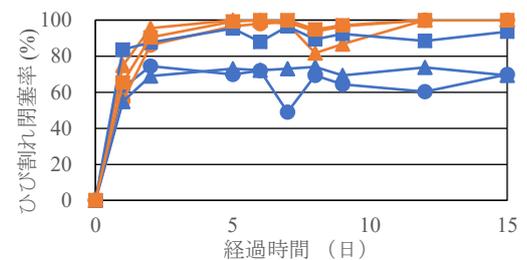
図1に各材齢での供試体のひび割れ閉塞率の経時変化を示す。

表1 モルタルの配合

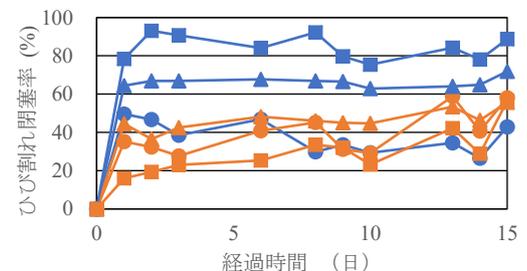
配合名	W/C (%)	繊維混入率 (vol.%)	C : S	単位量 (kg/m ³)				Ad (C×%)
				W	C	S	Fb*	
0%	50	0	1 : 4	210	420	1681	0	1
0.20%		0.2					1.82	
0.33%		0.33					3.00	



(a) 材齢7日供試体



(b) 材齢28日供試体



(c) 材齢91日供試体

図1 各材齢での供試体のひび割れ閉塞率の経時変化

Yujiro KAWASAKI, Genki TOSHINARI, Naho TAKEDA and Motoyoshi YAMAMOTO

smtgdgp@gmail.com

表2 試験前後の供試体表面のひび割れ開口状況（左：試験前，右：試験後）

供試体	混入率 0%		混入率 0.2%		混入率 0.33%	
	通水	静置	通水	静置	通水	静置
材齢 7 日						
材齢 28 日						
材齢 91 日						

各条件につき，3体の供試体のひび割れ閉塞率の平均をその条件でのひび割れ閉塞率として比較した．すべての材齢で，ひび割れ閉塞率は試験開始から早い段階で急速に増加していることが分かる．ひび割れの閉塞，即ち自己治癒は初期の段階が最も進みやすいという報告¹⁾があり，本研究での結果も材齢，PP短繊維混入率に関係なく同様の傾向を示した．

材齢7日供試体（図1(a)）では，繊維を混入した供試体は通水環境より静置環境の方が，ひび割れ閉塞率が大きくなった．通水環境でもPP短繊維を混入した供試体は，ひび割れ閉塞率が80%を超えた．材齢28日供試体（図1(b)）では，繊維混入率に関係なく，通水環境より静置環境の方が，ひび割れ閉塞率が大きくなった．通水環境でも繊維混入率0.33%の供試体は，ひび割れ閉塞率が80%を超えた．材齢91日供試体（図1(c)）では，他の材齢とは異なり，PP短繊維を混入した供試体は静置環境より通水環境の方が，ひび割れ閉塞率が大きくなった．静置環境でのひび割れ閉塞率が減少した要因として，養生期間が長い未水和セメント量が減少したことが考えられる．

3.2 表面観察

表2に試験前後の供試体表面の写真を示す．繊維混入率0.33%の供試体のひび割れには，混入率が0%の供試体とは異なり，繊維が架橋していることが分かる．通水環境の材齢91日供試体は，この架橋した繊維により，ひび割れ内の一部に目詰まりを起し，透水性を低下させたと考えられる．そのため，PP短繊維を混入した供試体は未水和セメントが少ないコンクリートの大きなひび割れに対しても自己治癒する見込みがあると考えられ，本研究で用いたPP短繊維の有効性が期待できる．

4. 結論

材齢7日および28日供試体では，通水環境の方が静置環境よりもひび割れが閉塞しにくく，自己治癒に適した環境ではないという傾向が確認できた．一方，材齢91日では，通水環境の方がひび割れの閉塞に適していた．

材齢91日供試体では，PP短繊維混入により通水環境でのひび割れ閉塞率を改善できることが分かった．PP短繊維を用いることでひび割れの閉塞，すなわち自己治癒が期待できることが明らかとなった．引き続き，ひび割れを閉塞させている物質およびPP短繊維への吸着物の分析，ならびにひび割れ間に分布している繊維量の確認を行い，より確実な自己治癒環境条件の解明が必要である．

【謝辞】本研究は，大和紡績株式会社 播磨研究所元研究員 佐藤駿介氏，山下憲司氏の協力を得て実施した．ここに記し謝意を表する．

【参考文献】

- 1) 国府田まりな，三橋博三，西脇智哉，菊田貴恒：合成繊維を用いたFRCCのひび割れ自己修復に関する実験的研究，日本建築学会構造系論文集，Vol. 76, No. 667, pp.1547-1552, 2011.09