

高靱性セメント複合材料に発生する微細ひび割れ開口挙動

東京都市大学 学生会員 ○染谷 勇貴 和田 綾香
東京都市大学 正会員 栗原 哲彦

1. はじめに

近年、高靱性セメント複合材料(DFRCC:Ductile Fiber Reinforced Cementitious Composite)の開発、性能評価に関する研究が活発に行われている¹⁾。一般に、高靱性セメント複合材料の引張試験を実施した場合、微細なひび割れが分散して発生し、その後いずれかのひび割れが大きく開口し、破壊が局所化する²⁾。しかし、一般的な変位計での計測では、ひび割れの発生位置における微小変位の計測を行うことが不可能である。そこで、本研究では微小変位計測を行うために、デジタルカメラで供試体を撮影しながら一軸引張試験を行った。複数微細ひび割れの開口挙動を検討することを目的とし、画像解析のデータからひび割れの発生状況の検討を行った。また、変位計の計測と画像解析の計測データを比較し、妥当性の検討を行った。

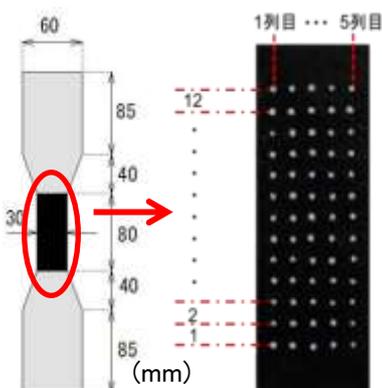


図1 供試体³⁾⁴⁾

表1 示方配合³⁾

供試体名	Vf (%)	W/B (%)	単位量(kg/m ³)						フロー値 (mm)
			W	C	SF	S	F	Ad	
PVA25-3	3	25	321	964	321	434	39	29	153・149
PVA50-3	3	50	490	735	245	331	39	7	157・156
PVA20-2	2	20	269	1011	337	455	26	61	172・170

W:水, C:早強ポルトランドセメント, SF:シリカフェーム
S:7号珪砂 F:PVA 繊維, Ad:高性能 AE 減水剤

2. 試験概要

2.1 供試体概要

供試体の形状および寸法を図1に、示方配合を表1に示す。供試体は1種類の配合につき5体作製し、28日の水中養生とした。画像解析用に加工した供試体は、変位測定区間をモノクロした際に単色化をより鮮明にするため⁴⁾黒く塗り、供試体表面に5mm間隔でφ1mmの白丸を65個描いた。

2.2 一軸引張試験³⁾

試験には、油圧によるチャッキング装置で供試体を掴む引張試験機(変位計測区間:くびれ部75mm)を使用し、載荷速度は、0.003mm/secとした。荷重と変位を計測し、応力-ひずみ関係を求めた。試験結果は、変位測定区間内で破断した供試体のデータのみを採用した。

2.3 デジタルカメラを利用した微小変位部分の測定

図1より、白丸の重心を画像から抽出し、重心移動量を変位量として測定した。一軸引張試験の際に供試体表面をデジタルカメラで10秒毎に荷重計測と同時に撮影した。このデジタル画像を画像解析ソフトで読み取り、重心位置をX-Y座標に表し、微小変位部分について画像解析を行った。変位計の計測と画像解析の

計測データを比較し、複数ひび割れ挙動から単一のひび割れによる開口変位へと局所化する過程を観察した。

3. 試験結果および考察

試験により得られた引張応力-ひずみ関係の一例を図2~4に示す。なお、紙面の都合上、一例だけを示す。図2、図4から、PVA25-3およびPVA20-2ではひずみ硬化挙動が確認でき、図3から、PVA50-3ではひずみ硬化挙動が確認できなかった。変位測定区間内でひび割れが多く分散した供試体の変位計と画像解析から得られた応力ひずみ関係は、比較的良い一致をした。

変位計と画像解析の結果が比較的一致した供試体を一例に、初期ひび割れ時のひずみ分布と終局時のひずみ分布を図5~6に示す。なお、白丸の左右両端の列(左1列目と右5列目)のひずみ分布を図化している。図より、初期ひび割れ時にひずみが最大または最大に近い値を示した区間の上下5mmの区間内で最終破断した。PVA50-3では一カ所に大きなひび割れが発生し、そのまま破断したことが分かった。ひずみ分布からも最終破断位置以外でのひずみは大きくならなかった、ひび割れの分散が乏しいことが分かる。これに対して、PVA25-3およびPVA20-2では、載荷を継続するに従い、

キーワード 高靱性セメント複合材料, 微小変位, 引張試験, 画像解析

連絡先 〒158-8557 東京都世田谷区玉堤 1-28-1 東京都市大学 都市工学科 栗原研究室 Tel 03-3703-3111

全区間にひび割れが発生し、ひずみが大きくなった。これにより、微細ひび割れの発生は読み取れないが、ひび割れが比較的多く集中している区間あるいはひび割れ幅が大きい区間の判定は可能であると考える。

図5では、1列目の区間5と5列目の区間8付近で終局ひずみが大きくなっており、破断写真から区間8~9でひび割れが入り破断したと考えられる。終局時とその前後のひずみの分布を図7、図8に示す。図7より、最終破断した区間の両隣の区間でひずみが減少しており、ひずみの解放が観察された。また、図8では、ひずみが解放される前に、破断したことが分かった。

5. まとめ

以上から、本研究で得られた結果をまとめると以下となる。

- (1) 初期ひび割れ時で、ひずみが最大または最大に近い値を示した区間の前後5mmの区間で最終破断位置になる。
- (2) 微細ひび割れの発生は読み取れないが、ひび割れが比較的多く集中している区間あるいはひび割れ幅が大きい区間の判定は可能である。
- (3) 最終破断位置に隣接する区間でひずみが減少する現象が確認でき、局所化した区間でひずみの解放が観察された。

参考文献

1) 浜田・前田・片桐・三橋・福山・松本：高靱性セメント複合材料を知る・作る・使う，(社)日本コンクリート工学協会，pp.1-10，2002.1
 2) 国枝 稔・森川 秀人・山下 賢司・六郷 恵哲：複数ひび割れを生じる高靱性セメント複合材料のひび割れ分散性の評価，コンクリート工学年次論文集，Vol.26，No.1，pp.285-290，2004.5
 3) 森浜哲志：PPおよびPVA繊維を用いた高靱性セメント複合材料の開発，2009年度東京都市大学卒業論文
 4) 伊東裕介：高靱性セメント複合材料の引張性能とデジタルカメラを利用した微小変位計測，2007年度東京都市大学卒業論文

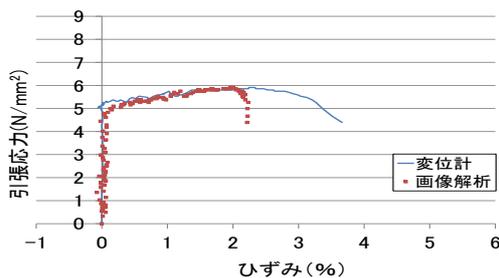


図2 変位計と画像解析の比較(PVA25-3, No. 1)

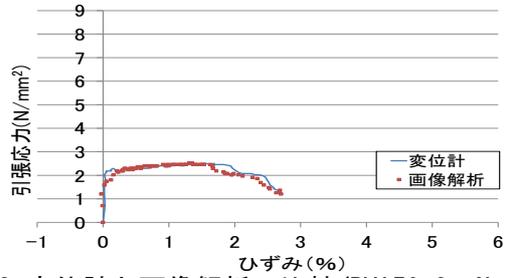


図3 変位計と画像解析の比較(PVA50-3, No. 4)

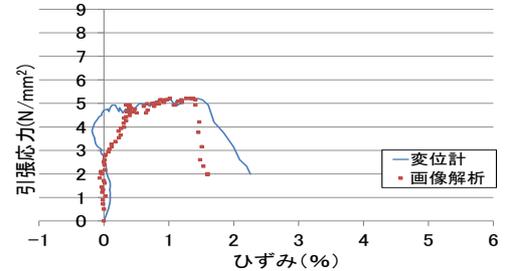


図4 変位計と画像解析の比較(PVA20-2, No. 3)

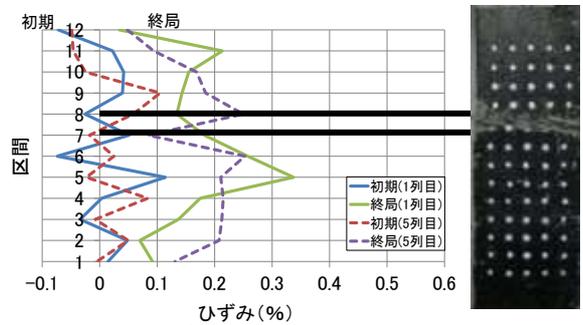


図5 ひずみの分布(PVA25-3, No. 1)

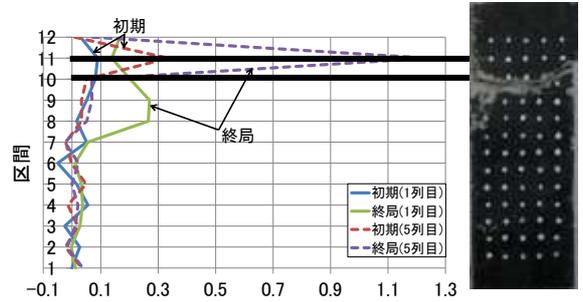


図6 ひずみの分布(PVA50-3, No. 4)

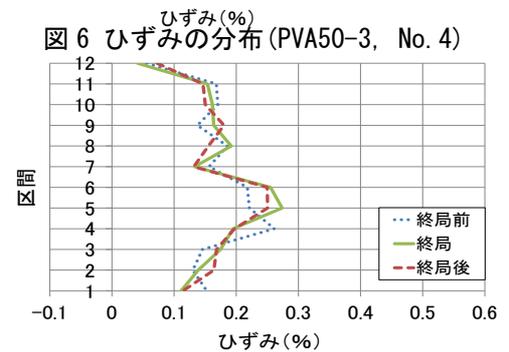


図7 終局前後のひずみ分布(PVA25-3, No. 1)

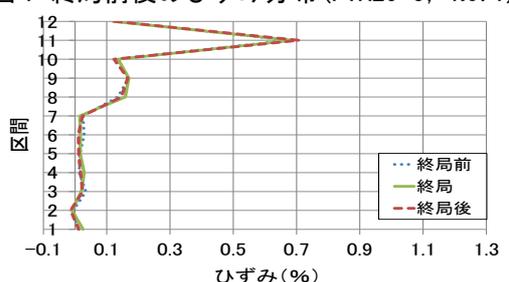


図8 終局前後のひずみ分布(PVA50-3, No. 4)