

1.はじめに

複数微細ひび割れ型繊維補強セメント材料(以下, HPRCC, High Performance Fiber Reinforced Cement Composite)と呼ばれるセメント系複合材料が, 複数微細ひび割れによってコンクリートの中酸化等の劣化要因を防ぐこと等から注目を集めている. しかし使用材料の標準化, 解析に用いる応力-ひずみ関係の決定法など多くの課題が残されている¹⁾. そこで本研究では, HPRCC 細部の応力-ひずみ関係を画像解析によって評価することを目的とし, HPRCC についての一軸引張試験法の実施と画像解析による微小部分の変位量の計測ついでの実験を行った.

2.一軸引張試験概要

2.1 使用材料及び配合

試験体の示方配合を表 1 に, 使用材料を表 2 に示す. 有機繊維には, 繊維長 12mm の PVA 繊維を用い, 容積比で 1~2%混入した.

2.2 一軸引張試験の概要

(a) 試験体形状及び载荷方法

一軸引張試験の試験体の形状と寸法を図 1 に示す. 試験体の形状は中央 80mm を検長区間とする厚さ 30mm のダンベル型とした. 試験体は各 5 本ずつ作製した. 载荷方法は, 一軸引張試験とし, 本学実験構造棟現有の変位制御型サーボパルサー試験機により実施した. 試験機のチェック部にヒンジを有した掴み治具を設置し, 正確に一軸引張試験を行えるようにした. 载荷速度は 0.01mm/s とした.

(b) 変位計による伸び量の計測

試験体のくびれ部の伸び量を計測するために, 検長区間にストローク 5mm の変位計(2 本)を設置し, 計測された変位量を検長 80mm で除すことで, ひずみを算出した.

(c) 画像解析による伸び量の計測

図 1 に示すように, 試験体くびれ部に約 13mm 間隔に 2 列に丸いシールを貼り, 载荷時のシールの動きをデジタルカメラの写真(10 秒おきに撮影)から読み取ることで検長区間の変位量を計測した. なお, 白いシールとのコントラストを明確にするために試験体表面を黒く塗っている.

3.実験結果及び考察

3.1 応力-ひずみ曲線

(a)変位計により得られた応力-ひずみ曲線

一軸引張試験で得られた試験体の応力-ひずみ曲線をまとめたものを図 2, 図 3 に示す. ここに示すひずみとは, 左右 2 つの変位計から算出したひずみの平均を示したものである.

表 1 示方配合

試験体 NO.	繊維混入率 (%)	W/C (%)	単用量(kg/m ³)						繊維	フロー(mm)
			W	C	S	V	Ad	F		
A	1	32	360	1125	506	0.5	7.5	13	PVA	164・168
B	2	32	360	1125	506	0.5	7.5	26	PVA	161・160

W:上水道水
C:早強ポルトランドセメント(密度 3.14g/cm³)
S:7号珪砂(密度 2.65g/cm³)
V:増粘剤 USGA - クリーン D(グリオキサール処理水溶性セルロースエーテル)
F:PVA 繊維(密度 1.3g/cm³ 繊維長 12mm 繊維度 15dtex)
Ad:高性能 AE 減水剤 SP8HU

表 2 使用材料

材料		密度
PVA繊維	繊維度15dtex 繊維長12mm	1.3
セメント	早強ポルトランドセメント	3.14
細骨材	7号珪砂	2.65
高性能AE減水剤		

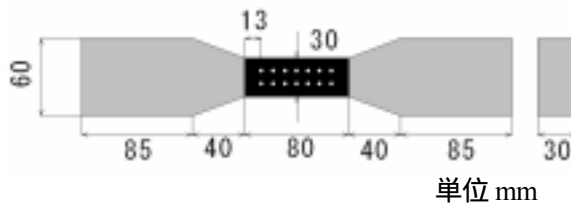


図 1 試験体概要

試験結果より、全ての試験体において初期ひび割れ発生後に脆性的に破壊することはなく HPCRCC の特徴である複数微細ひび割れを確認することができた。試験体 A と B を比べると、B の方が最大応力とひずみともに大きくなる結果となり、ひび割れ本数についても繊維混入量の多い B の方が多く大きな差が出る結果となった。特に B の NO.1 においては大きなひずみが出る結果となり、ひび割れ調査においても最も多くのひび割れが出る結果となった。

(b)画像解析により得られた応力-ひずみ曲線

画像解析と一軸引張試験の変位計より得られた応力-ひずみ曲線を比較したものを図4に示す。この画像解析を行うことで、画像上でひび割れを確認することができ、また 14 枚のシール間における変位量の動きを測定した。解析の結果画像解析結果と変位計の実験結果でずれは少なく、ほぼ正確にひずみをとることができた。しかしひずみの小さい部分では誤差の大きくなる結果となった。

3.2.シール間の微小変位

画像解析より得られた結果より、左右の合計 14 枚のシール間における変位量の動きを測定した。図5には、その左右7枚ずつ貼り付けたシール間6箇所でのひび割れ発生荷重 P_{cr} の 2/8, 4/8, 6/8, 7/8 及び ϵ_{max} の 1/5, 2/5, 3/5, 4/5, ϵ_{max} の時の微小ひずみを示した。結果を見ると最大荷重の半分である $P=4/8$ を超えたところで、各シール間でひずみの差が出始め、最終的には主要なひび割れのある箇所とひび割れの多くみられる箇所で大ひずみが出る結果となった。左右のシール間を比較すると、左右のひずみには多少のずれがあり、同時に同じひび割れが生じているわけではないことがわかった。これは一軸引張試験を行っている際に斜めひび割れが生じていたことが考えられる。

4 まとめ

PVA 繊維材料を用いた HPCRCC の一軸引張試験及び解析ソフト Win Roof による画像解析から得られた結果を以下にまとめる。

(1)本研究で提案、改良した試験装置により一軸引張試験を行った結果、どの試験体についても初期ひび割れ発生後に脆性的に破壊することはなく、ひび割れ発生後は複数の微細ひび割れが生じ、それと同時に変位が大きく増加することで終局に向う結果となった。

(2)デジタルカメラを利用した画像解析を行うことによって、シール間の微小部分の変位量をほぼ正確に計測することができた。この時左右のシール間を比較すると、左右のひずみには多少のずれがあり、左右同時に同じひび割れが生じているわけではないことがわかった。これは一軸引張試験を行っている際に斜めにひび割れが生じていたことが考えられる。

【参考文献】

- 1) 稲熊唯史・関田徹志・林承燦・内田祐市：複数微細ひび割れ型繊維補強セメント複合材料の引張性状評価，コンクリート工学，2006年7月号 Vol.44 pp.3-8

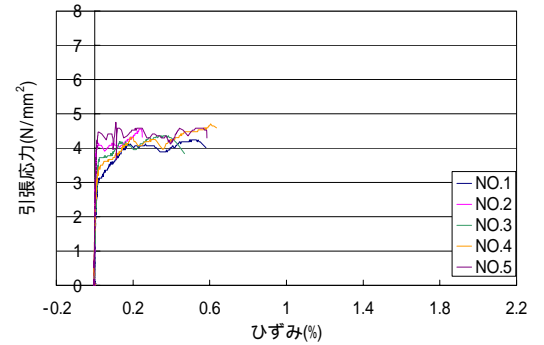


図2 試験体 A 応力-ひずみ曲線

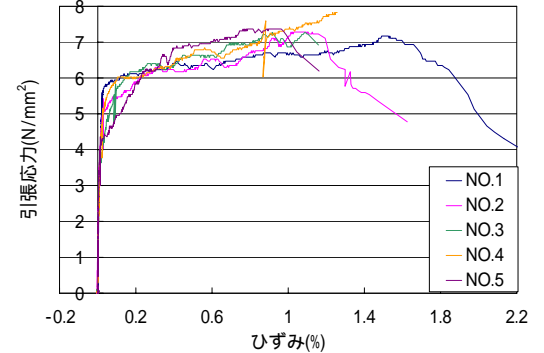


図3 試験体 B 応力-ひずみ曲線

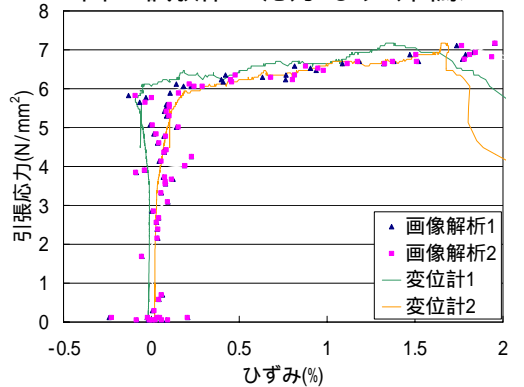


図4 B-NO.1 画像解析結果

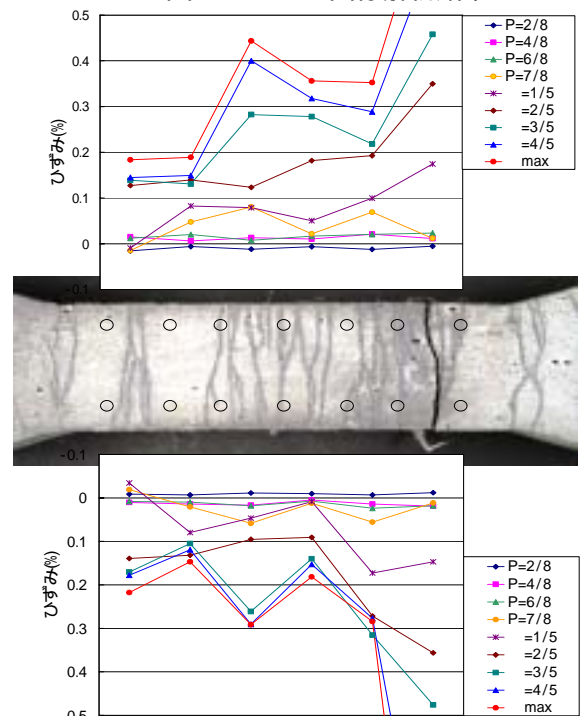


図5 B-NO.1 シール間の伸び量