

## 鉄筋補強した SHCC における鉄筋近傍のひび割れ

岐阜大学大学院 学生会員 ○坂井 謙太郎  
 岐阜大学大学院 学生会員 窪田 しおり  
 岐阜大学 正会員 内田 裕市

### 1. 研究の背景と目的

「ひずみ硬化型セメント複合材料 (SHCC : Strain Hardening Cement-based Composite)」(以下 SHCC とする) は、通常のコンクリートとは異なり、引張力を受けても脆性的な破壊をせず、繊維の架橋作用により微細で高密度な複数のひび割れが生じる「複数ひび割れ特性」を示し、複数ひび割れの形成によって、変形(ひずみ)の増大に伴い引張荷重(引張応力)が増加する「擬似ひずみ硬化特性」を示す点に特徴がある。

プレーンコンクリートを用いた RC 部材を一軸引張した場合、鉄筋のひずみはコンクリートの主ひび割れ部分で局部的に大きくなる。一方、SHCC を鉄筋で補強した部材の場合は、SHCC のひび割れの有無、位置にかかわらず鉄筋のひずみが荷重の増加とともに一様に増加することが報告されている(図-1)。<sup>1)</sup>

そこで、本研究では、鉄筋補強した SHCC 供試体を一軸引張したとき、鉄筋近傍の SHCC にはどのように内部ひび割れが生じているのか、また鉄筋と SHCC の付着特性について、実験的・解析的に検討を行った。

### 2. 一軸引張による鉄筋近傍の SHCC のひび割れ

#### 2.1 実験概要

供試体は断面100×100mm、長さ500mmで、断面中央に溝切り加工を施したD19ねじふし鉄筋を配置したものを作製した。図-2 に載荷方法を示す。載荷試験中、供試体端部から鉄筋の溝切り部にインクを注入し、試験終了後に供試体を切断することで鉄筋近傍の SHCC の内部ひび割れ分布を観察した。載荷は鉄筋の引張強度の 90% に相当する荷重まで行った。

#### 2.2 実験結果

図-3 に一軸引張試験後の供試体表面と内部のひび割れ発生状況を示す。供試体表面には鉄筋が降伏する前の荷重の低い段階から軸直角方向の複数微細ひび割れ

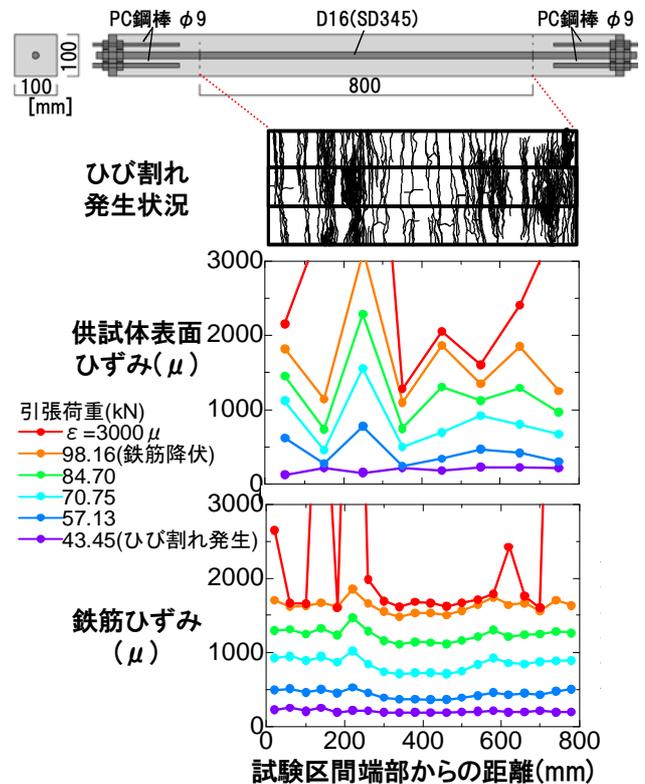


図-1 一軸引張試験における供試体表面のひび割れ発生状況とひずみ分布

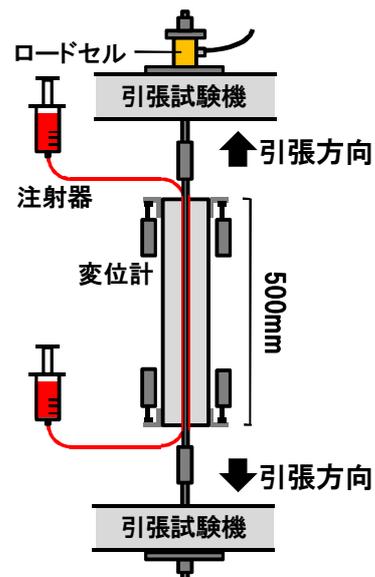


図-2 一軸引張試験の載荷方法

キーワード ひずみ硬化型セメント複合材料(SHCC),内部ひび割れ,付着特性,複数ひび割れ,有限要素解析  
 連絡先 〒501-1193 岐阜市柳戸1番1 岐阜大学工学部 TEL058-293-2406

が観察された。しかし、ひび割れの本数はそれほど多くはなかった。端部の鉄筋が降伏した後は供試体軸方向の割裂ひび割れが発生した。

一方、供試体内部では供試体表面まで貫通しているひび割れの他に、鉄筋の節部分から多数の小さいひび割れが発生した。この小さいひび割れは鉄筋近傍全域にわたってみられ、鉄筋周囲の SHCC に微細ひび割れが均一に分散して発生することで SHCC が鉄筋の変形に追随していることが確認された。

2.3 解析概要

2.1 で述べた供試体と同断面のモデルを対象として3次元有限要素解析を行った。解析には汎用非線形解析コード DIANA を用いた。図-4 に解析モデルを示す。対称性を考慮し、断面を1/4としモデル化した。図のように供試体中の異形鉄筋の幾何学形状を直接的にモデル化している。供試体一端の鉄筋に強制変位を与え、他端の断面および対称面を拘束した。

2.4 解析結果

図-5 に鉄筋降伏時の鉄筋近傍の主ひずみ分布と、鉄筋のひずみ分布の推移を示す。

鉄筋に強制変位を与えているため、荷端の鉄筋とその近傍の SHCC の主ひずみが大きくなった。一方、鉄筋近傍に着目すると、鉄筋の節部分の周囲の SHCC ではひずみが大きく、節と節の間ではひずみが急激に小さくなっており、供試体全域にわたって鉄筋近傍の SHCC に微細な内部ひび割れが発生していることが推測された。

鉄筋のひずみ分布は、荷端付近で急激なひずみ勾配が生じたが、荷点位置以外では特にひずみの変化は見られず、荷重の増加とともに鉄筋のひずみ分布が一樣に上昇した。この結果は既往の研究<sup>1)</sup>の一軸引張試験と同様の傾向であった。これらの結果から、鉄筋近傍の SHCC において部材全体に均一に微細な内部ひび割れを発生させ、荷重の増加とともにそれぞれのひび割れ幅が拡大し、鉄筋とその近傍の SHCC が一樣にひずみを増加させていくという過程が考えられる。

参考文献

1) 坂井謙太郎, 森井直治, 井口裕介, 内田裕市:鉄筋補強した SHCC の引張挙動に関する研究, 日本材料学会コンクリート構造物の補修,補強,アップグレード論文報告集 第11巻, No.25, pp155-162, 2011

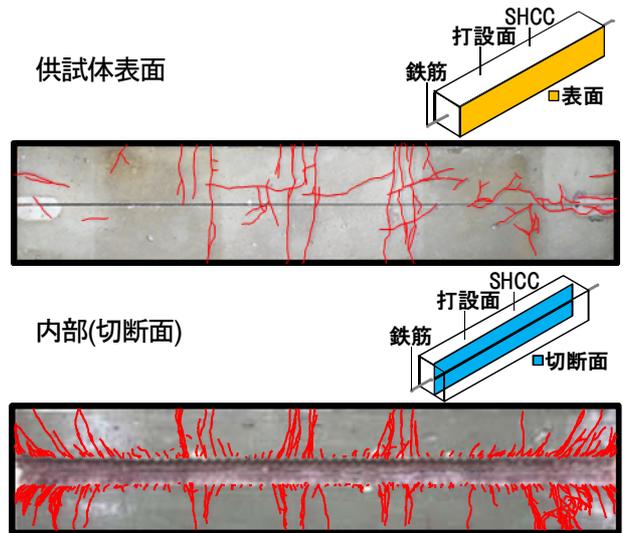


図-3 一軸引張試験後のひび割れ発生状況

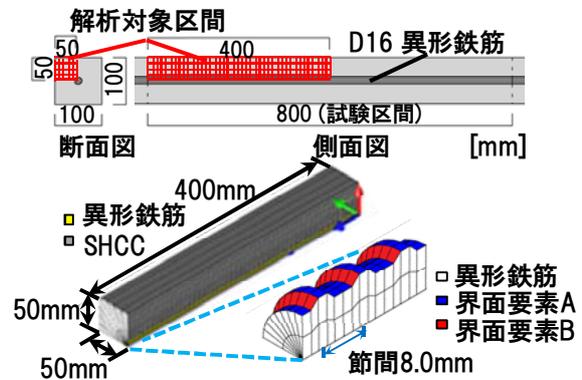


図-4 解析モデル

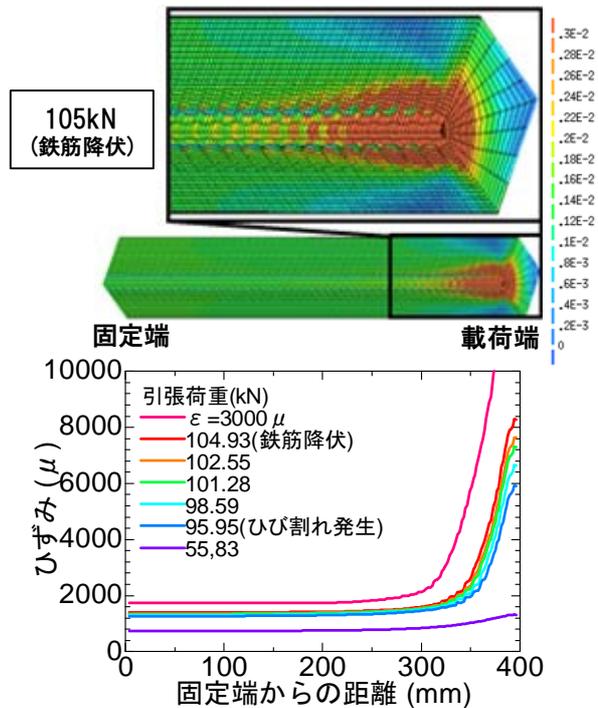


図-5 鉄筋降伏時の鉄筋近傍の主ひずみ分布と鉄筋のひずみ分布の推移