

## 韌性に富む材料と脆性的なコンクリートとを複合させた場合の引張・曲げ破壊挙動

岐阜大学 学生会員 ○水田 武利, 正会員 六郷 恵哲  
 ジェイアール東海コンサルタンツ株式会社 正会員 稲熊 唯史  
 岐阜工業高等専門学校 正会員 岩瀬 裕之

### 1. はじめに

複数微細ひび割れ型繊維補強セメント複合材料(以下 HPRCC と略)<sup>1), 2)</sup>は, 引張作用下および曲げ作用下において複数ひび割れ特性と擬似ひずみ硬化特性を示す韌性に富む材料である. HPRCC を新設の構造部材に適用する場合, 脆性的な破壊性状を示す通常のコンクリート(以下 NC と略)と複合された部材として利用される場合がある. また, 表面のひび割れの幅を抑えることを目的として, ひび割れを有する既設のコンクリート構造物の表面補修に, HPRCC は用いられることもある.

本研究においては, HPRCC と NC とを複合させた供試体の引張ならびに曲げ破壊挙動について, 荷重, 変形, ひび割れに着目して, 実験的に明らかにすることを目的としている.

### 2. 実験概要

#### 2.1 一軸引張試験

##### (1) 引張供試体

引張供試体の形状を図-1 に示す. 供試体は, 長さ 400mm, 高さ 100mm, 端部の幅 100mm, くびれ部の幅 60mm のダンベル型とした. 複合した HNH 複合供試体では, 断面の下部 25mm と上部 25mm を HPRCC とし中央部 50mm を NC とし, 2 時間以内に順次打ち重ねた. NHN 複合供試体では, NC を外側に配置し HPRCC を中央に配置した.

##### (2) 引張試験方法

一軸引張試験装置を写真-1 に示す. 鋼製フレーム内で, 供試体の両端の膨らんだ部分を鋼製の掴み具で

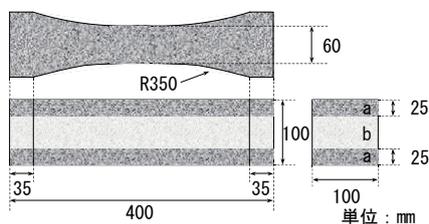


図-1 引張供試体

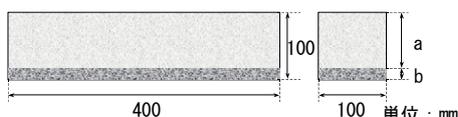


図-2 曲げ供試体



写真-1 一軸引張試験

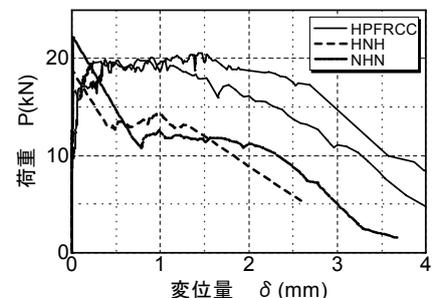


図-3 一軸引張試験結果

掴んだ. 荷重はセンターホール型油圧ジャッキを用いて行った. 荷重はロードセルにて検出し, 変位は供試体くびれ直線部に取り付けられた高感度変位計により検出した. 変位計測区間は 100mm とした. 供試体の端部の固定条件は, 下端を固定支持とし, 上端を回転支持とした. 試験材齢は 18~25 日とした.

#### 2.2 曲げ試験

##### (1) 曲げ供試体

曲げ供試体の形状を図-2 に示す. 供試体寸法は, 長さ 400mm, 高さ 100mm および幅 100mm とした. 供試体の引張側から 0, 10, 20, 30, 40mm の部分に NC を, 残りの部分に HPRCC を打ち重ねた HC#複合供試体と, HPRCC と NC を入れ替えた CH#複合供試体を作製した(#は引張側の材料の厚さ). 上記の中で 0mm の場合は, 単独供試体である. 供試体高さ 60~90mm の HPRCC, NC 単独供試体を追加して作製した.

##### (2) 曲げ試験方法

曲げ試験は 3 等分点曲げ荷重により, 一軸引張試験と同様に材齢 18~25 日で行った. 荷重はロードセルにて検出し, 変位は支点及び荷重点に設置した高感度変位計により検出した.

### 3. 実験結果

#### 3.1 一軸引張試験

一軸引張試験より得られた荷重-変位曲線を図-3 に示す. HPRCC 単独供試体は初期ひび割れ発生後, 荷重が増加し, 明確な擬似ひずみ硬化挙動を示した. 一方, HNH, NHN 複合供試体は最大荷重点で NC に

キーワード 繊維補強モルタル, 複合供試体, 一軸引張試験, 曲げ試験, ひび割れ

連絡先 〒501-1193 岐阜県岐阜市柳戸 1-1 岐阜大学工学部社会基盤工学科 TEL058-293-2437

ひび割れが発生し、その後荷重が急激に減少し、脆性的な破壊を生じた。これは、ひび割れ発生後に HPRC のひずみ硬化に伴う荷重増加分だけでは、NC の負担していた引張力を肩代わりできないためと考えられる。

最大荷重点後に繊維の架橋効果により HPRC で受け持たれる複合供試体の荷重の最大値は、HPRC のみの場合に予想される荷重(高さ 100mm の供試体の荷重の 1/2)の 1.2 倍程度となった。これは、NC に大きなひび割れが生じた位置に HPRC の終局破壊域が限定されるとともに、NC にひび割れが生じていない領域では HPRC だけでなく NC にも引張力が受け持たれているためと考えられる。

### 3.2 曲げ試験

#### (1) 複合割合と最大荷重

引張側からの NC あるいは HPRC の厚さと最大荷重との関係を図-4 に示す。NC ならびに HPRC 単独供試体の最大荷重を結んだ線を破線で図-4 中に示す。図-4(a)には、引張側の NC を無視した場合の予想荷重(HPRC 部の高さの 2 乗に比例)を実線で示す。HC#複合供試体の最大荷重は、破線の値より大幅に小さく、NC を無視した場合の実線の値に近くなった。これは、NC に早い段階で大きなひび割れが生じたためと考えられる。一方、CH#複合供試体の最大荷重は、破線の値と同程度となった。これは、HPRC の変形性能が大きいため、HPRC と NC が協力して曲げ作用に抵抗したためと考えられる。

#### (2) 荷重-変位関係

曲げ試験より得られた荷重-変位曲線を図-5 に示す。HC#複合供試体の変形量(例えば、繊維の効果が発揮された後の最大の荷重点に対応する変位に着目)は、HPRC の厚さが同じ単独供試体(HP80)の変位量と比べ 1/2~1/3 程度に小さくなった。すなわち、靱性に富む HPRC の外側に脆性的な NC を複合させることにより、HPRC の変形性能が抑制された。このことに関して、HPRC を通常のコンクリートやアスファルトコンクリートと複合させて使う場合には配慮が必要である。一方、CH#複合供試体では、NC 部分にひび割れが発生した後に、HPRC により荷重が受け持たれ変形が生じた。HPRC の厚みが増すほど、変形量が大きくなった。曲げ作用を受ける脆性的な NC の引張側に HPRC を配置することにより、複合供試体の耐荷力と変形量が向上した。

### 3.3 ひび割れ

一軸引張試験後に観察した供試体側面上のひび割れの状況を写真-2 に示す。NC 部においては局所的な幅の大きなひび割れが発生しているのに対し、HPRC 部では NC 部から続くひび割れが複数の微細なものに分かれていた。また、HPRC 部のひび割れ域は、NC 部のひび割れによって限定されていた。このことは曲

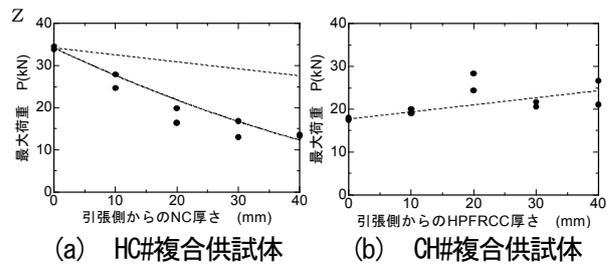


図-4 最大荷重と積層厚さの関係

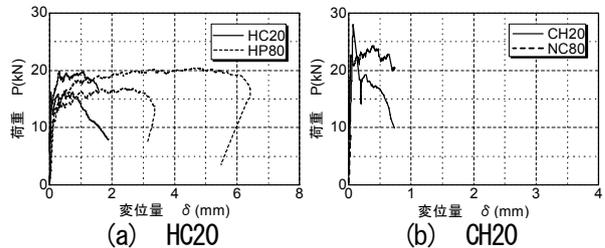


図-5 曲げ試験結果



写真-2 ひび割れ状況(HNH)

げ試験後に観察したひび割れ状況からも同様のことが確認された。

## 4. まとめ

本研究にて得られた結果を以下に示す。

- 1) HNH, NHN 複合供試体の一軸引張試験を行うと、最大荷重点で NC にひび割れが発生し、その後荷重が急激に減少し、破壊が生じた。
- 2) 曲げ作用を受ける複合供試体の場合、CH#複合供試体の荷重と変形量は増加したが、逆に HC#複合供試体では NC に早期にひび割れが生じて耐荷力が小さくなるだけでなく、HPRC の変形量も小さく抑制された。
- 3) HPRC を NC の外側に配置した供試体が引張ならびに曲げ作用を受ける場合、内部の NC に新たにひび割れが生じても、そのひび割れの先にある外側の HPRC のひび割れは複数で微細なものとなった。

## 参考文献

- 1) 日本コンクリート工学協会：高靱性セメント複合材料の性能評価と構造利用研究委員会報告書，2002.1
- 2) 土木学会：複数微細ひび割れ型繊維補強モルタルの評価と利用，コンクリート技術シリーズ 64，2005.7