

超高強度ひずみ硬化型モルタルにより巻立て補強した RC 梁の曲げ耐力推定方法に関する検討

東亜建設工業（株） 正会員 ○網野 貴彦，羽渕 貴士，岡本 理沙
名古屋大学大学院 正会員 国枝 稔

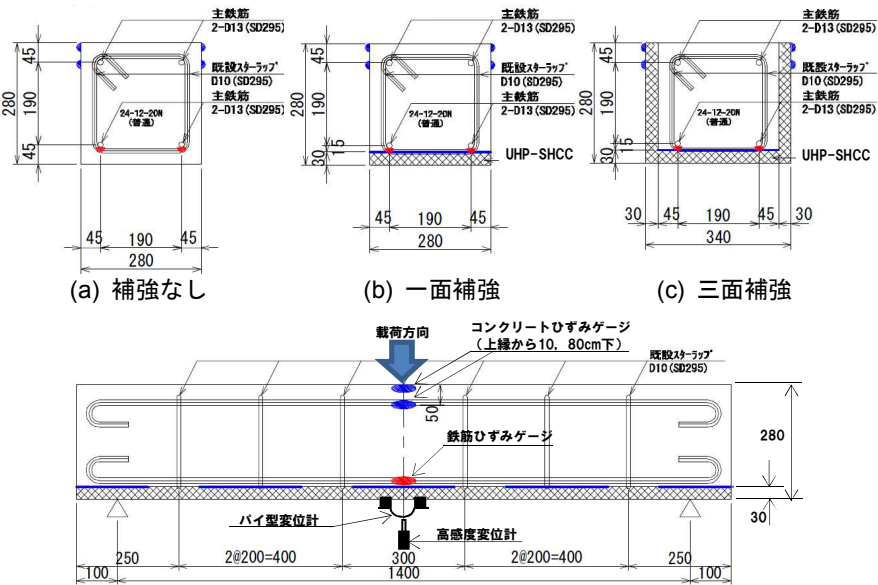
1. 目的

超高強度ひずみ硬化型モルタル（以下，UHP-SHCC）は，通常の現場養生によって圧縮強度で約100N/mm²を発現し，引張応力作用下においてひずみ硬化性を発揮する．また，優れた物質移動抵抗性も有するため，過酷な環境下において劣化した既設RC部材の耐力を回復したい場合，当初の保有耐力よりも向上させたい場合の補修・補強材料としての活用が期待できる．そこで本検討では，UHP-SHCCにより巻立て補強したRC梁の曲げ耐力の推定方法について検討した．なお，本材料による巻立ては，劣化した鉄筋の交換や補強のための新規鉄筋の追加を省略でき，これら鉄筋のかぶり確保による梁の重量増加や腐食に対する懸念を払拭できる点で優位性を発揮できると考えられる．

2. 検討概要

本実験では，表－1，2 に示す材料を使用し，図－1 に示す 3 体の試験体を用いた．一面補強は，補強なしと梁高さを同じくし，下面のかぶり 30mm の範囲を UHP-SHCC に置き換えた．また，三面補強も梁高さは同じであるが，両側面を 30mm 増厚して曲げ耐力の向上を期待する断面とした．なお本実験では，コンクリートと UHP-SHCC の打継面に対して，ワイヤーブラシによる通常の目粗し処理を行った．

載荷試験では 20t 載荷試験機を使用し，支間長を 1400mm として曲げ載荷を行った．また，図－1 に示すように，スパン中央断面における鉛直変位の測定とともに，引張鉄筋のひずみ，上縁側のコンクリート側面のひずみ（上縁から 10，80mm），パイゲージによる UHP-SHCC 下面の標点間 10cm 範囲のひずみを測定した．



図－1 試験体断面図および載荷試験概要

表－1 使用材料の仕様および力学的性質

材料	仕様	力学的性質 ^{注1)}
コンクリート	レディーミクストコンクリート（普通 24-18-20-N）	圧縮強度 43N/mm ² ，静弾性係数 33kN/mm ²
鉄筋	鉄筋コンクリート用異形棒鋼（JIS G 3112） 軸方向：D13（SD295），せん断補強鉄筋：D10（SD295）	降伏点 410N/mm ² 引張強さ 488N/mm ² ，破断伸び 30%
UHP-SHCC	配合条件は表－2 による（繊維混入率 1.5%）	圧縮強度 90N/mm ² ，静弾性係数 25.0kN/mm ² 引張強度 ^{注2)} 6.7N/mm ² ，軟化開始ひずみ ^{注2)} 1.0%

注 1) コンクリート・UHP-SHCC の力学的性質は載荷試験時（材齢 45 日）の試験結果，鉄筋は試験成績表の結果による
注 2) UHP-SHCC の引張強度・軟化開始ひずみは「複数微細ひび割れ型繊維補強セメント複合材料設計・施工指針（案）」¹⁾に準じて測定

表－2 UHP-SHCC の配合条件

繊維混入率 ¹⁾ (vol.%)	W ²⁾ /B (%)	SF ³⁾ /B (%)	EX ³⁾ /B (%)	S ⁶⁾ /B (%)	SP ⁷⁾ /B (%)	T ⁸⁾ /B (%)
B=C ³⁾ +SF+EX						
1.5	22.0	15.0	2.5	9.9	3.0	3.0

注 1) 高強度ポリエチレン繊維（密度 0.97g/cm³，長さ 6mm，直径 0.012mm），注 2) 上水道水（SP，T 含む），注 3) 低熱ポルトランドセメント（密度 3.24 g/cm³），注 4) シリカフェーム（密度 2.20 g/cm³，比表面積 200,000cm²/g），注 5) 膨張材（密度 3.10 g/cm³，エトリンガイト・石灰複合系），注 6) 硅砂 7 号（表乾密度 2.68 g/cm³），注 7) 高性能 AE 減水剤（ポリカルボン酸系），注 8) 消泡剤（ポリエーテル系）

キーワード 超高強度ひずみ硬化型モルタル，巻立て補強，鉄筋コンクリート梁，曲げ耐力，部材設計
連絡先 〒230-0035 横浜市鶴見区安善町 1 丁目 3 東亜建設工業（株）技術研究開発センター TEL 045-503-3741

3. 実験結果

図-2に荷重－変位の関係を示す。一面補強、三面補強とも補強なしに比べて最大荷重が大幅に増加した。また、いずれの補強とも引張鉄筋の降伏と同時に荷重増加が緩やかになり、その後の変位増加に対し最大荷重をしばらく持続した後に荷重が減少した。

図-3に三面補強における引張鉄筋降伏時、最大荷重時のひずみ分布を示す。鉄筋降伏時では圧縮側のひずみ分布とほぼ同一直線上に引張側のUHP-SHCC底面のひずみがプロットされたが、引張鉄筋のひずみはそれよりも小さかった。ひび割れ観察によれば、RC部に発生したひび割れ箇所付近のUHP-SHCCに複数の微細ひび割れが生じていた。このことから、引張鉄筋の降伏まではUHP-SHCCがRC部のひび割れ幅の拡大を拘束していたと考えられる。また、最大荷重時における引張鉄筋のひずみは圧縮側のひずみ分布の直線上に移行したことから、鉄筋降伏以降にUHP-SHCCのひずみ硬化性が失われ、引張鉄筋のひずみが急増したものと推察される。

以上から、UHP-SHCC巻立て補強梁の最大荷重は、平面保持の仮定条件を前提とし、UHP-SHCCの軟化開始時のひずみを考慮することで推定できると考えられた。なお、上記の傾向は一面補強の場合も同様であった。

図-4に $\phi 100 \times 200\text{mm}$ 試験体によるUHP-SHCCの圧縮応力－ひずみ関係、図-5に一軸引張試験¹⁾による引張応力－ひずみ関係を示す。また、図-4、5の材料試験結果に基づき設定した各種パラメータを図-6に示すモデルに適用し、一面補強、三面補強の最大荷重を推定した結果を表-3に示す（UHP-SHCC底面のひずみが軟化開始ひずみ1.0%に達したときのひずみ分布から推定）。その結果、両者とも推定値と実測値はほぼ一致した。以上より、UHP-SHCC補強RC梁の最大荷重は、この方法によって推定できることがわかった。

4. まとめ

本稿では、UHP-SHCCの材料試験結果に基づいて、UHP-SHCCにより巻立て補強したRC梁の最大荷重の推定方法を示した。

参考文献

- 1) 土木学会：コンクリートライブラリー127、複数微細ひび割れ型繊維補強セメント複合材料設計・施工指針（案）、2007.3

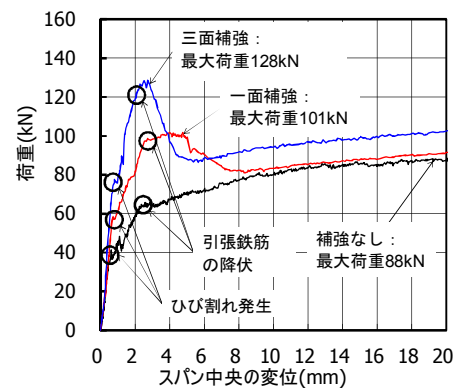


図-2 荷重－変位の関係

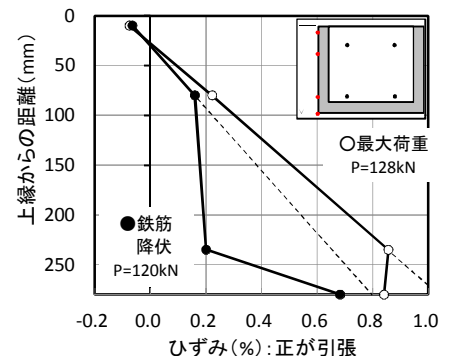


図-3 スパン中央断面のひずみ分布（三面補強の場合）

表-3 推定値と実測値の比較（最大荷重）

検討断面	計算値	実測値
一面補強	101 (kN)	101 (kN)
三面補強	122 (kN)	128 (kN)

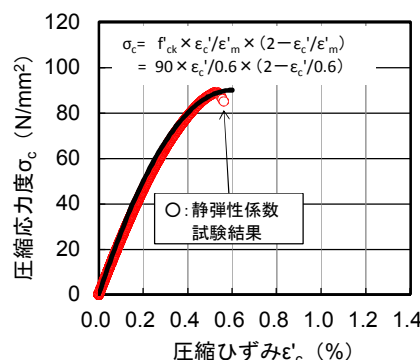


図-4 圧縮応力－ひずみの関係

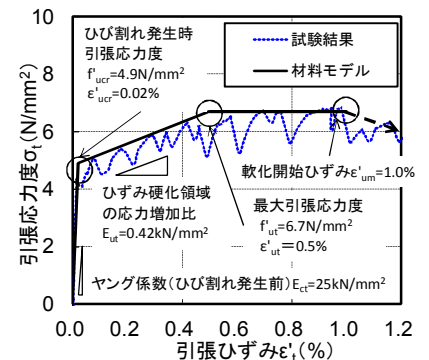


図-5 引張応力－ひずみの関係

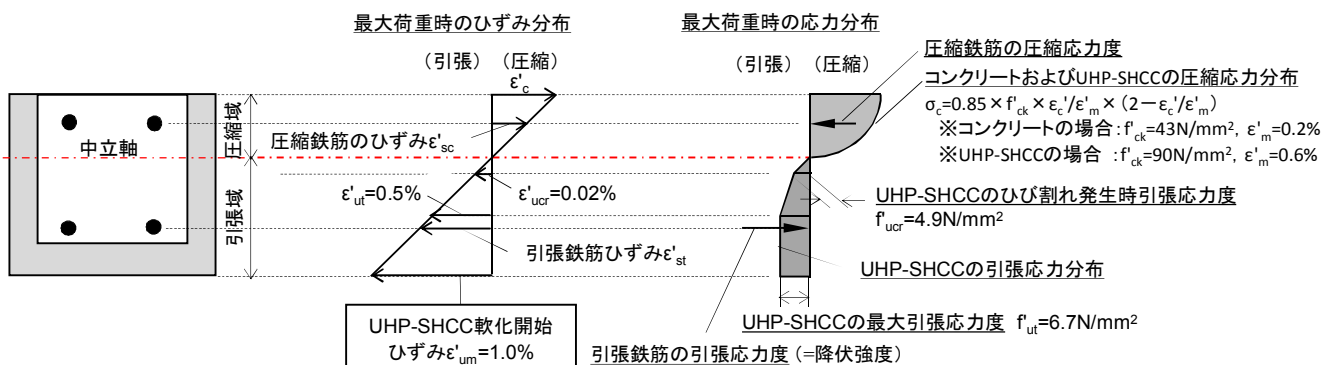


図-6 UHP-SHCC補強RC梁の最大荷重（曲げ耐力）の推定モデル