

高強度ひずみ硬化型セメント系材料製のパネルを用いた合成床版の曲げ破壊性状

東亜建設工業（株） 正会員 ○忽那 惇
東亜建設工業（株） 正会員 田中 亮一
東亜建設工業（株） 正会員 網野 貴彦

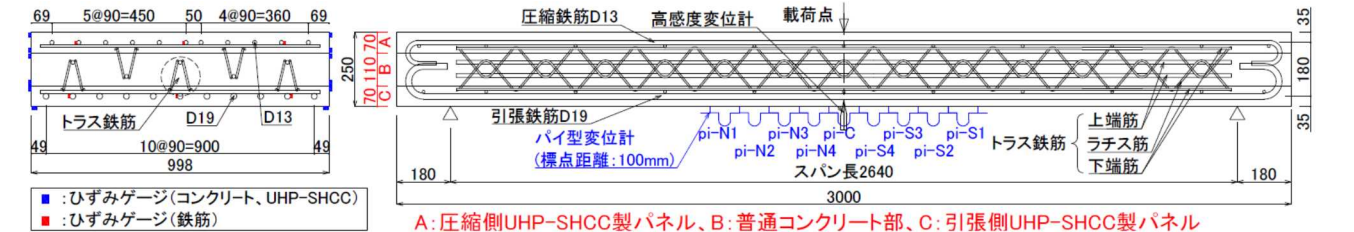
1. はじめに

高強度ひずみ硬化型セメント系材料（以下、UHP-SHCC）は、圧縮強度で約 100N/mm² を発現し、劣化因子の侵入に対して高い抵抗性を有する。また、引張応力作用下においては、複数の微細ひび割れが分散して発生するとともに、水が供給される環境下では発生した微細ひび割れが自己治癒する性質も有する。UHP-SHCC のこのような特長を活かして海洋環境に建設される構造物に適用することで、部材断面のスリム化（例えば、上部構造の軽量化など）や鋼材腐食に対する懸念を同時に払拭できると考えられる。本研究では、UHP-SHCC 製パネルと普通コンクリートからなる合成床版の曲げ載荷試験を行い、曲げ破壊性状や UHP-SHCC 製パネルのひび割れ分散性を確認した。

2. 試験概要

表－1 に試験体に用いた材料の仕様および力学的性質を、表－2 に UHP-SHCC の配合条件を示す。試験体は、図－1 に示すように、幅 998×長さ 3000×厚さ 70mm の UHP-SHCC 製パネル 2 枚の間に普通コンクリート（厚さ 110mm）を打ち込んだ合成床版である。なお、圧縮側 UHP-SHCC 製パネルには D13（SD345）を 11 本、引張側 UHP-SHCC 製パネルには D19（SD345）を 11 本配置し、いずれも芯かぶりで 35mm とした。また、UHP-SHCC 製パネルと普通コンクリート部の一体化を図るため、トラス状に組み立てた鉄筋（D13、φ6）を配置した。

曲げ載荷試験は、図－1 に示すとおりスパン長を 2.64m として、試験体中央に鉛直荷重を与えることにより行った。計測項目は、載荷重、載荷点の鉛直変位、載荷点断面の鉄筋ひずみおよび試験体側面（引張側 UHP-SHCC 製パネルは側面と下面）における UHP-SHCC およびコンクリート表面のひずみ、試験体下面におけるパイ型変位計による



図－1 試験体の概要（左：載荷点の断面図，右：側面図）

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 ¹⁾
コンクリート	普通コンクリート	圧縮強度 70N/mm ²
鉄筋	圧縮鉄筋：D13（SD345） 引張鉄筋：D19（SD345）	D13：降伏点 388N/mm ² ，引張強さ 568N/mm ² ，破断伸び 20% D19：降伏点 388N/mm ² ，引張強さ 559N/mm ² ，破断伸び 22%
トラス鉄筋	上端筋 D13（SD295A），下端筋φ6（SR295） ラチス筋φ6（SWM-P）	D13：降伏点 313N/mm ² ，引張強さ 472N/mm ² ，破断伸び 33% φ6（SR295）：降伏点 350N/mm ² ，引張強さ 523N/mm ² ，破断伸び 33% φ6（SWM-P）：引張強さ 628N/mm ²
UHP-SHCC	表－2 参照	圧縮強度 100N/mm ² ，静弾性係数 26.0kN/mm ² 引張降伏強度 4.0 N/mm ² ，引張強度 6.4 N/mm ² ，終局ひずみ 1.9%

1) コンクリート・UHP-SHCC は載荷試験時（材齢 200 日），鉄筋・トラス鉄筋は試験成績表の結果による

表－2 UHP-SHCC の配合条件

繊維混入率 ¹⁾ (vol.%)	W/B ²⁾ (%)	SF ³⁾ /B (%)	LP ³⁾ /B (%)	EX ³⁾ /B (%)	S ⁷⁾ /B (%)	SP ⁸⁾ /B (%)	T ⁹⁾ /B (%)
B=C ³⁾ +SF+LP+EX							
1.5	22.0	15.0	17.0	2.7	10.0	3.0	0.03

1) 高強度ポリエチレン短繊維（密度 0.97g/cm³，長さ 6mm，直径 0.012mm），2) B=C³⁾+SF+LP+EX，3) 低熱ポルトランドセメント（密度 3.24 g/cm³），4) シリカフェューム（密度 2.20 g/cm³，比表面積 200,000cm²/g），5) 石灰石微粉末（密度 2.70g/cm³），6) 膨張材（密度 3.10 g/cm³，エトリンガイト・石灰複合系），7) 珪砂 7 号（表乾密度 2.68 g/cm³），8) 高性能減水剤（ポリカルボン酸系），9) 消泡剤（ポリエーテル系）

キーワード 高強度ひずみ硬化型セメント系材料，合成床版，曲げ耐力，ひび割れ分散性，載荷試験

連絡先 〒230-0051 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

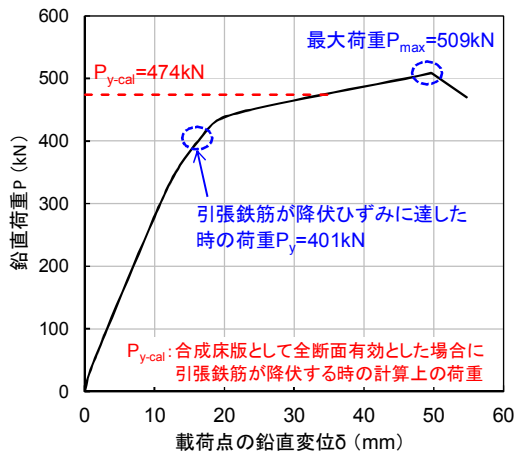


図-2 荷重-変位関係



図-3 試験後のひび割れ状況

る開口変位（以下、COD）とした。

3. 試験結果

図-2に荷重-変位関係を示す。図に示すとおり、荷重401kNで引張鉄筋が降伏し、509kNで最大荷重に達した。

図-3に試験後のひび割れ状況を示す。引張鉄筋の降伏前から圧縮側UHP-SHCC製パネルと普通コンクリート部の界面（図中の緑線）で開口が見られ、普通コンクリート部ではひび割れ（図中の赤線）が発生した。また、降伏後からは普通コンクリート部と引張側UHP-SHCC製パネルの界面（図中の青線）でも開口し、普通コンクリート部の端部にひび割れが発生して荷重が低下した。なお、図-3に示すように引張側UHP-SHCC製パネルの下面に複数の微細ひび割れが発生したが、その幅は0.05mm程度以下であった。

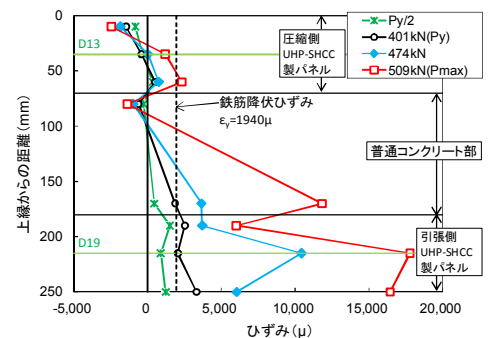


図-4 載荷点断面のひずみ分布

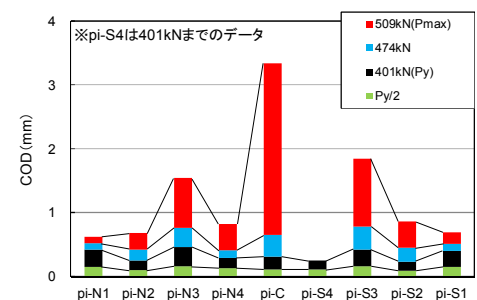


図-5 開口変位 (COD) の経時変化

図-4に載荷点断面のひずみ分布を示す。圧縮側UHP-SHCC製パネルと普通コンクリート部の界面を見ると、載荷初期から平面保持は成立していない。一方、普通コンクリート部と引張側UHP-SHCC製パネルの界面では、引張鉄筋が降伏に達するまでは平面保持が成立していたと考えられる。しかし、鉄筋の降伏後からは、界面の開口が次第に大きくなるとともに、鉄筋のひずみが急増した。なお、図-2には既報¹⁾と同様の方法で算定した計算上の降伏荷重 P_{y-cal} （合成床版として全断面有効と仮定した場合に引張鉄筋が降伏する時の荷重）を示した。降伏荷重の実験値（401kN）が計算値（474kN）を下回ったのは、引張鉄筋の降伏前から圧縮側UHP-SHCC製パネルが普通コンクリート部と一体化していなかったためと考えられる。

図-5に試験体下面のCODの経時変化を示す。これによると、引張鉄筋が降伏する前までは各区間のCODは概ね均等に増加しており、良好なひび割れ分散性を示した。しかし、引張鉄筋の降伏後は、載荷点直下のpi-CにおけるCODが特に急増し、局部的にひび割れが開口する挙動を示した。

4. まとめ

UHP-SHCC製パネルを用いた合成床版の載荷試験の結果、圧縮側に配置したUHP-SHCC製パネルと普通コンクリート部の一体性は不十分であったが、引張側は鉄筋の降伏までは一体性は確保され、UHP-SHCC製パネル表面でのひび割れの局所化も確認されなかった。なお、本検討により引張側では平面保持が成立していたことから引張鉄筋の降伏曲げ耐力の推定は可能であると考えられたが、終局曲げ耐力推定手法を確立するためには、合成構造の確実な定着方法について検討が必要と考えている。

参考文献

- 1) 網野ら：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，土木学会第68回年次学術講演会講演概要集，V-016, pp.31-32, 2013.8