

## RC 中壁と SRC 頂版の T 形接合構造に関する実験的検討

鹿島建設(株) 正会員 ○皆川春奈 岩本拓也 曾我部直樹

## 1. はじめに

RC 躯体における頂版の施工の合理化を目的として、鋼材ユニットと PCa 版から構成される鋼コンクリート (SRC) 複合ハーフプレキャスト部材 (以下、「複合 HPCa 部材」という) の開発を進めている<sup>1)</sup>。本部材を 2 連ボックスカルバートの頂版に適用する場合、RC 部材である中壁との交差部が SRC 部材と RC 部材との接合部となる。同接合部では、一般に中壁の塑性化を先行するように設計されるが、そのためには想定される外力に対して、接合部の損傷が軽微であり剛体として扱うことができることや、接続される頂版の主鋼材が同部分で定着できることが必要となる。本検討では、複合 HPCa 部材による SRC 構造からなる頂版と中壁、および RC 部材からなる頂版と中壁が接続される T 形接合部 (図-1) について、同接合部を模擬した試験体に対する正負交番載荷実験を行い、その構造性能を検証した。

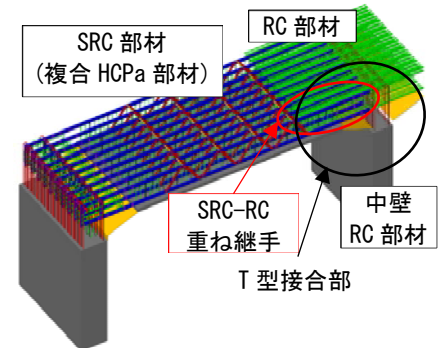


図-1 複合 HPCa 部材を適用した頂版-中壁接合部

## 2. 実験概要

試験体を図-2 に示す。試験体は、大型の都市内開削トンネル工事におけるボックスカルバートの頂版と中壁の接合部を想定した 1/3 スケールの部分模型である。同部分で接合される頂版の一方は複合 HPCa 部材による SRC 部材であり、他方の頂版および中壁は RC 部材である。RC 部材については、鉄筋比が実構造物と同様になるように、また、SRC 部材からなる頂版の主鋼材については、曲げ耐力がもう一方の RC 部材による頂版と同等になるように設定した。左右の頂版における主鋼材と主鉄筋は、SRC 部材側のハンチ基部に重ね継手を設けることで、互いの応力を伝達できるようにした。継手区間の平鋼の表面には、D13 鉄筋を溶接することで突起を設けた。主鋼材の定着長は、菌田らの付着強度式<sup>2)</sup>によって同突起による効果を考慮した付着強度を  $3.5\text{N/mm}^2$  と設定した上で、主鋼材の規格降伏強度相当の引張応力を伝達できる  $700\text{mm}$  とした。主鉄筋の定着長は、コンクリート標準示方書<sup>3)</sup>に基づいて算出したが、定着フックを含めた基本定着長 ( $683\text{mm}$ ) が主鋼材の定着長 ( $700\text{mm}$ ) を下回ることから、試験体の継手区間長は  $700\text{mm}$  とした。なお、接合部内の補強鉄筋は鉄筋比が実構造物と同様となるように設定した。表-1 に材料試験結果を示す。

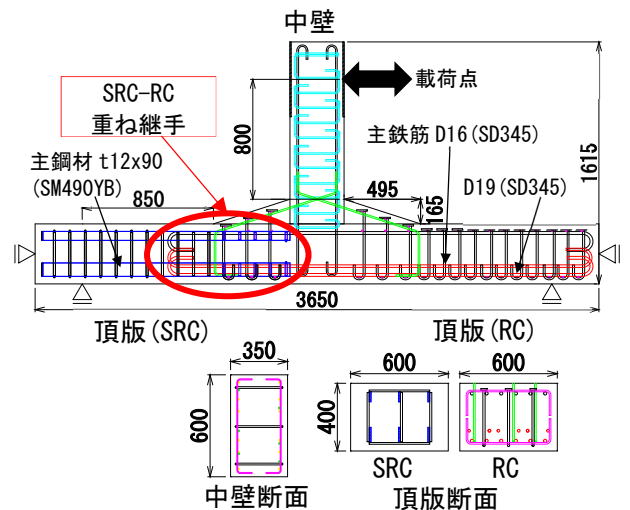


図-2 試験体概要

表-1 材料試験結果

項目	本試験体	
コンクリート	$f'_c$	40.4
	$E_c$	27.4
中壁主鉄筋 D10	$f_{sy}$	403
	$E_s$	180
頂版主鉄筋 D19	$f_{sv}$	389
	$E_s$	185
頂版主鉄筋 D16	$f_{sv}$	379
	$E_s$	181
頂版主鋼材 FBt12×90	$f_{sv}$	402
	$E_s$	212

 $f'_c$ :コンクリートの圧縮強度 (N/mm<sup>2</sup>) $f_{sy}$ :鋼材降伏強度 (N/mm<sup>2</sup>) $E_c, E_s$ :ヤング係数(kN/mm<sup>2</sup>)

載荷実験は写真-1 に示す加力装置を用い、中壁を左側に押す方向を正、右側に引く方法を負とする正負交番載荷を実施した。実構造物における地震時の曲げモーメント分布を再現するため、試験体を逆 T 字型に設置し、鉛直方向の油圧ジャッキにより中壁に  $500\text{kN}$  の軸力を作用させた状態で、中壁のハンチ基部から  $800\text{mm}$  の高さに水平に取り付けた油圧ジャッキにより水平力を作

キーワード 複合プレハブ部材, T 形接合部, 複合構造, 応力伝達, 重ね継手  
連絡先 〒182-0036 東京都調布市飛田給 2-19-1 鹿島建設(株)技術研究所 TEL: 042-485-1111

用させた。水平力の荷重では、まず、中壁の主鉄筋の引張応力度が、ボックスカルバート工指針<sup>4)</sup>における一般部材の許容応力度 $180\text{N/mm}^2$ と地震時の許容応力度 $300\text{N/mm}^2$ となる水平荷重で正負に1回ずつの繰返し荷重を行った。その後、中壁主鉄筋が降伏した際の荷重点変位 $\delta_y$  ( $4.3\text{mm}$ )を基準とした、同一振幅の繰返し回数3回の振幅漸増型荷重波形を変位制御で作用させた。

### 3. 実験結果

図-3に、水平荷重-荷重点水平変位関係、および試験体の接合部を剛域としたファイバーモデル解析の結果を示す。荷重実験では $\pm 2\delta_y$ に向かう途中で中壁基部が降伏して、同部分に曲げ変形が集中する傾向が確認された。中壁主鉄筋の座屈やかぶりコンクリートの剥落が確認された $\pm 4\delta_y$ 以降で耐力が低下を始め、同部分の主鉄筋の破断によって耐力が大きく低下した $\pm 7\delta_y$ で荷重を終了した。図-4に示すように、 $\pm 4\delta_y$ 終了時における部材接合部および継手部における損傷は、SRC部材側の継手の境界部にひび割れが生じたものの、軸力導入時から正負交番荷重の間でひび割れ幅の広がり最大で $0.17\text{mm}$ であり、頂版の損傷は軽微であった。また、実験結果における剛性および最大耐力は、解析結果を上回っていることから、従来の接合部の設計と同様に、接合部を剛域とした解析モデルで対象とした接合部を含む中壁、頂版を照査できることが示唆された。

図-5に、中壁基部の主鉄筋が降伏した時点の継手部における頂版の主鋼材、および主鉄筋の応力分布を示す。なお、応力分布は、主鋼材の下縁、および主筋に設置したひずみゲージの計測値に、表-1に示すヤング係数を乗じて算出した。主鋼材の応力が端部に向かって徐々に減少する一方、主鉄筋の応力は増加しており、継手区間においてコンクリートとの付着を介して、主鋼材と主鉄筋の応力が伝達されていることが分かる。また、主鋼材の応力の勾配から推定される平均付着強度は $4.0\text{N/mm}^2$ であり、菌田式に基づき設定つきの付着強度 $3.5\text{N/mm}^2$ と同程度であったことから、本実験で用いた突起を設けた平鋼の付着強度、およびそれに基づく継手長の設定が妥当であったことが確認された。

### 4. まとめ

RC部材からなる頂版、中壁とSRC部材からなる頂版が接合するT形接合部について、正負交番荷重実験に基づく性能評価を行った。その結果、中壁基部が終局するまで主鋼材の継手部を含む接合部の損傷が軽微であること、ならびに同部分を剛域としたファイバーモデル解析が接合部を含む中壁、頂版の設計・照査に有効であることが明らかとなった。

### 参考文献

- 1) 十川ら：高剛性を有する複合プレハブ部材の曲げ・せん断特性，コンクリート工学年次論文集，Vol.43，No.2，pp.691-696，2021。
- 2) 菌田ら：突起付き鋼板のせん断伝達特性に関する系統的研究，土木学会論文集No.598，I-44，pp.182-202，1998.7
- 3) 土木学会：2017年度制定 コンクリート標準示方書【設計編】，2018。
- 4) 日本道路協会：道路土工カルバート工指針（平成21年度版），2010。

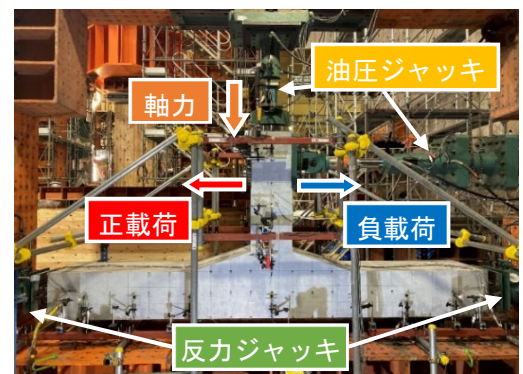


写真-1 加力装置

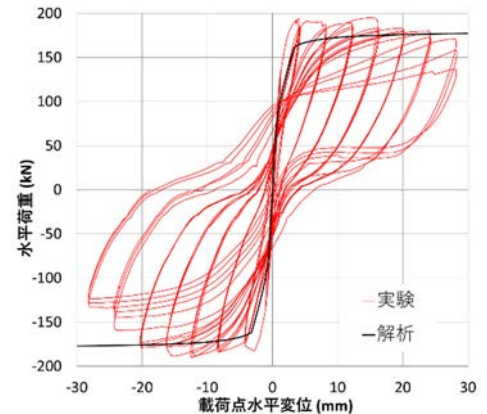


図-3 水平荷重-水平変位関係

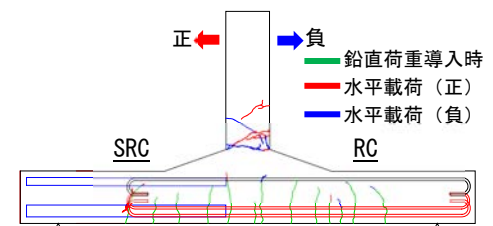


図-4 損傷状況 ( $\pm 4\delta_y$  終了時)

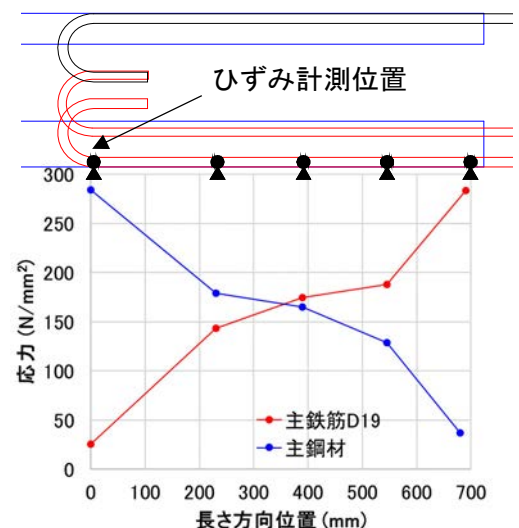


図-5 継手部の応力分布