

# ヒンジリロケーションを用いた RC 壁と SRC 頂版の L 形接合構造に関する解析的検討

鹿島建設(株) 正会員 ○岩本拓也 曾我部直樹 平 陽兵

## 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複合ハーフプレキャスト部材の開発を進めている。その一環として、RC 部材からなる壁と本部材を適用した頂版との隅角部を対象としたヒンジリロケーションを用いた RC-SRCL 形接合構造を考案し、在来の RC 部材同士の接合構造と同程度の構造性能を有することを実験により確認している<sup>1)</sup>。本研究では、実験供試体に対して非線形 FEM 解析を行い、考案した接合構造の応力伝達機構について検討した。

## 2. 解析対象

解析対象の実験供試体<sup>2)</sup>を図-1に示す。供試体は、RC 部材の壁と、主鋼材に板厚 12mm の平鋼を使用した SRC 部材の頂版による L 形状を有する。壁ハンチ周辺において壁主鉄筋を半円形フックで定着させ、主鋼材に溶接した孔あき鋼板（以下、PBL）を主鉄筋の間に配置することで、壁と頂版との応力を伝達させる構造としている。また、PBL の諸元を調整することで、塑性ヒンジの形成位置を PBL の端部（以下、HR 断面）に移動させるヒンジリロケーションを用いている。荷重方法は、頂版端部を加力フレームに固定し、供試体に油圧ジャッキを取り付け、部材が閉じる方向を正、開く方向を負とした正負交番荷重としている。

## 3. 解析概要

図-2に、解析モデルの概要を示す。解析対象は、対称性を考慮して実験供試体の部材幅方向の 1/2 とし、DIANA10.4 を用いて非線形 FEM 解析を行った。鉄筋は埋込鉄筋要素、コンクリートと鋼材および荷重用の剛体要素はソリッド要素によりモデル化した。頂版端部の下部に設置した剛体要素を完全固定とし、壁に設置した剛体要素に 45 度方向の強制変位を与えることで実験における荷重を再現した。荷重方法は、変位を一方向にのみ与える単調荷重とした。

コンクリートの材料モデルには、圧縮側には Parabolic モデル、引張側には Hordijk モデルを使用した。ひび割れは固定ひび割れモデルとし、せん断伝達モデルには AI-Mahaidi モデルを適用した。鉄筋と鋼材の構成則は、降伏後の剛性を考慮したバイリニアモデルとした。鉄筋の付着モデルには飯塚<sup>3)</sup>らのモデルを適用し、鋼材の付着は、鋼材とコンクリートとの間に界面要素を設けることで考慮した。PBL と鉛直鋼板の界面要素には、複合標準示方書<sup>3)</sup>を参考に設定したクーロン摩擦モデル ( $\tan \phi = 0.36$ ,  $c = 0.7\text{N/mm}^2$ ,  $f_i = 0.7\text{N/mm}^2$ ) を適用した。主鋼材の界面要素には、圧縮と付着のみを伝達し、付着応力一ずれ変位関係としては、付着強度が  $4.0\text{N/mm}^2$  に到達するまでは線形で、以降は付着応力を保持するモデル<sup>4)</sup>を適用した。

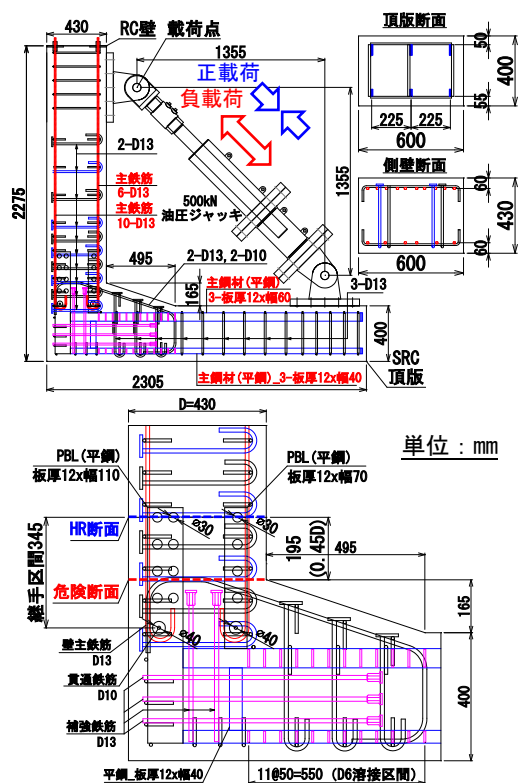


図-1 解析対象(上:全体 下:接合部拡大)

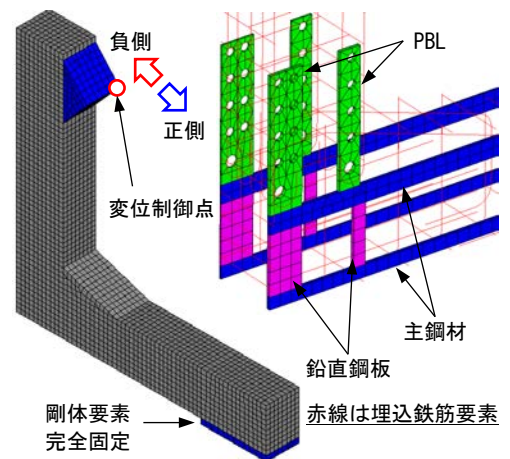


図-2 解析モデルの概要

キーワード L 形接合部, 複合構造, ヒンジリロケーション, FEM 解析

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

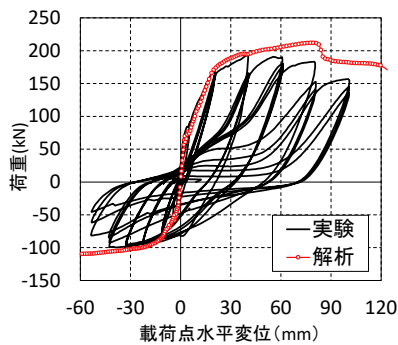


図-3 荷重-載荷点水平変位

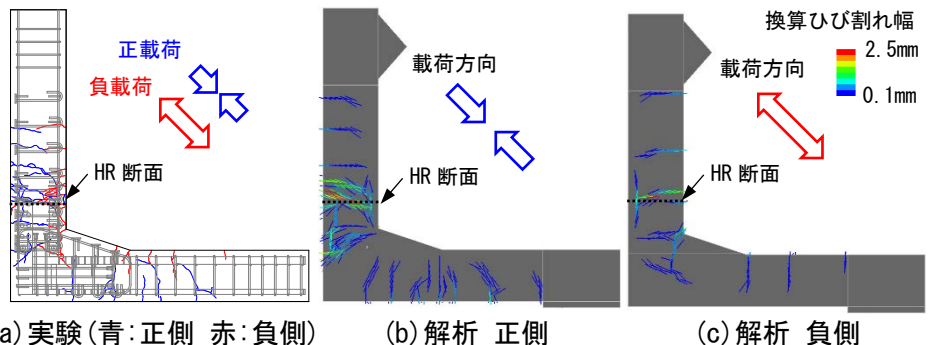


図-4 ひび割れ図(実験, 解析ともに 3δy 時点, 解析はひび割れひずみ)

4. 解析結果

図-3 に、荷重と載荷点水平変位の関係を示す。正負載荷ともに、実験における 2δ<sub>y</sub> (δ<sub>y</sub>:降伏変位) までは実験と解析はよく一致し、3δ<sub>y</sub> 以降は実験よりも解析の荷重の方が大きくなった。これは、実験では 3δ<sub>y</sub> 以降に壁主鉄筋が座屈し、かぶりコンクリートが剥落したのに対し、本解析ではこれらの現象を再現できていないためである。

図-4 に、3δ<sub>y</sub> 時点における実験と解析のひび割れ図を示す。実験と同様、解析でも正負載荷ともに HR 断面付近の曲げひび割れ幅が拡大する様子が確認された。また、壁や頂版、接合部内のひび割れ発生状況は実験と概ね一致した。以上より、壁主鉄筋が座屈する前の段階までは実験の挙動を概ね再現できていると言える。

図-5 に、+1δ<sub>y</sub> の時点における外側 PBL と主鉄筋のひずみ分布を示す。実験と解析のひずみ分布は概ね一致していることから、解析は、継手区間の挙動を再現できていると考えられる。図-6 に、正側の各載荷時点における PBL 周辺のコンクリートの最小主応力分布を示す。+1/2P<sub>y</sub> (P<sub>y</sub>: 降伏荷重) の時点では、HR 断面周辺の孔からのみコンクリートに圧縮応力が伝達されている。+2/3 P<sub>y</sub> の時点で壁主鉄筋の定着部周辺に曲げひび割れが発生して以降は、同箇所周辺に発生する圧縮応力が大きくなった。同箇所では、壁主鉄筋の半円形フックと PBL との間で大きな応力が伝達されることから、貫通鉄筋を配置するなどの適切な補強が、継手の応力伝達性能に寄与すると思われる。その後、他の孔周辺にも圧縮応力が発生するようになり、+2δ<sub>y</sub> の時点では、外側 PBL の全ての孔周辺にほぼ均一に圧縮応力が作用していたことから、2列に設けた孔が壁主鉄筋と PBL との応力伝達に対して寄与することが分かった。

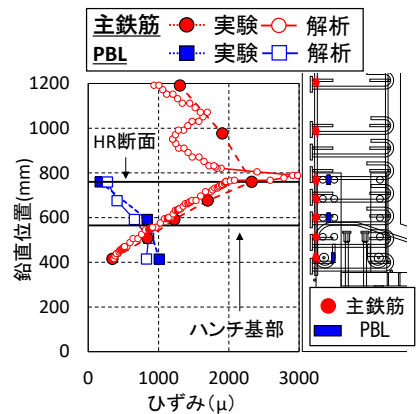


図-5 主鉄筋・PBL ひずみ分布 (+1δy)

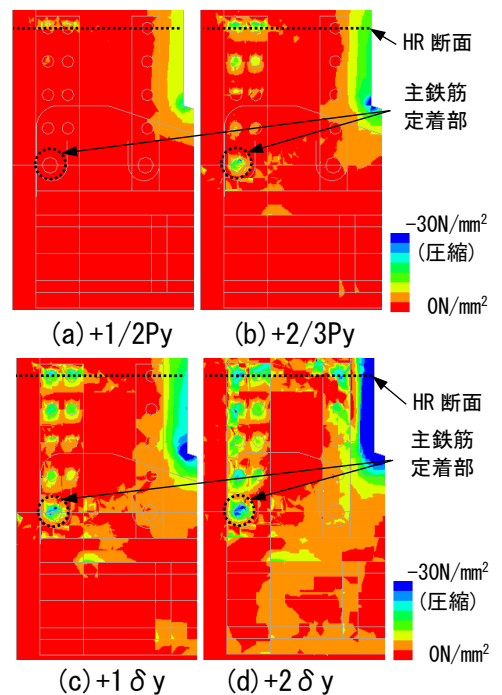


図-6 コンクリート最小主応力分布

5. まとめ

本研究では、ヒンジリロケーションを用いた RC-SRC L 形接合構造を適用した実験供試体の FEM 解析を行った。その結果、解析は実験の挙動を再現可能であり、PBL の各孔がずれせん断力を負担することで、壁主鉄筋と PBL との間で応力が伝達されていることが分かった。

参考文献

- 1) 曾我部ら：ヒンジリロケーションを用いた RC 壁と SRC 頂版の L 形接合構造に関する実験的検討，土木学会第 77 回年次学術講演会(投稿中)，2022.
- 2) 飯塚ら：かぶり厚の影響を考慮した異形鉄筋の付着応力すべり-ひずみ関係，土木学会論文集 E2, Vol.67, No.2, pp.280-296, 2011.
- 3) 土木学会：複合標準示方書【設計編】，丸善, pp.478-480, 2014.
- 4) 大家ら：支圧板を有する突起付き平鋼を継手部に用いた SC 構造の角軸的検討，土木学会第 78 回年次学術講演会, V-534, 2021.