

RC 中壁と SRC 頂版の T 形接合構造に関する解析的検討

鹿島建設(株) 正会員 ○河野哲也 岩本拓也 皆川春奈 曾我部直樹

1. はじめに

RC 躯体における頂版の施工合理化を目的として、鋼コンクリート (SRC) 複合ハーフプレキャスト部材の開発を進めている。本構造を頂版に適用した場合、RC 部材である中壁との接合部を、中壁と頂版が交差する部分に設ける必要がある。これに対し、同接合部を模擬した供試体に対して正負交番载荷実験を実施したところ、中壁基部の塑性化が先行し、同部分の終局まで接合部には顕著な損傷が生じないことが確認できた¹⁾。本検討では、同接合部の性能評価に対する FEM 解析の適用性を検証するため、実験の再現解析を行った。また、従来の RC 部材による頂版との接合部を想定した解析を行い構造特性、破壊性状について比較した。

2. 解析対象とした T 形接合部

図-1 に解析対象とした実験供試体¹⁾を示す。供試体は、RC 部材の中壁と頂版との T 形接合部を模擬しており、頂版の片方のスパンは主鋼材に板厚 12mm の平鋼を使用した SRC 部材、もう片方のスパンは D16 および D19 の主鉄筋を用いた RC 部材により構成されている。SRC 部材側の頂版のハンチ付近には、両スパンの主鉄筋と主鋼材によるあき重ね継手を設けている。継手区間の主鋼材は、異形鉄筋を溶接して表面に凹凸を設けることで付着力を向上させており、主鉄筋と主鋼材の付着力によってそれぞれの応力を伝達させる構造とした。载荷方法は、鉛直ジャッキにより中壁に一定軸力を作用させた状態での水平ジャッキによる正負交番载荷である。

本解析では、実験供試体を対象としたケースを Case-1、RC 部材同士の T 形接合部を対象としたケースを Case-2 とする。Case-1 と Case-2 の断面諸元は同じであり、Case-2 では頂版の両スパンに実験供試体の RC 部材側の頂版と同じ諸元の鉄筋を配筋し、従来の RC 構造における T 形接合部を模擬した。

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、DIANA10.5 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载荷部の剛体要素はソリッド要素によりモデル化した。载荷方法は、変位を一方に漸増させる単調载荷とし、正負それぞれの解析を個別に行った。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。ひび割れモデル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²⁾らのモデルを適用し、鋼材の付着は既往の文献³⁾を参考として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。界面要素は圧縮と付着のみを伝達し、付着応力-ずれ変位関係としては、付着応力が

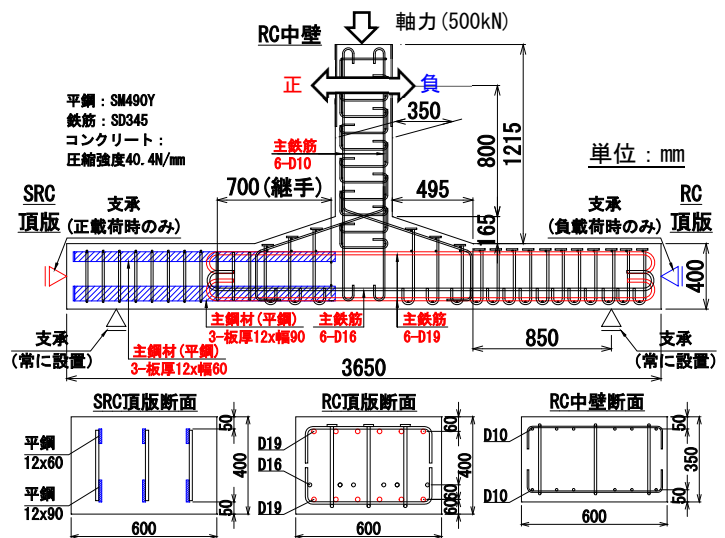


図-1 解析対象の実験供試体

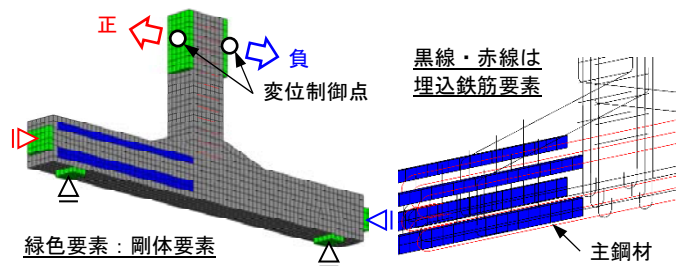


図-2 解析モデルの概要 (Case-1)

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

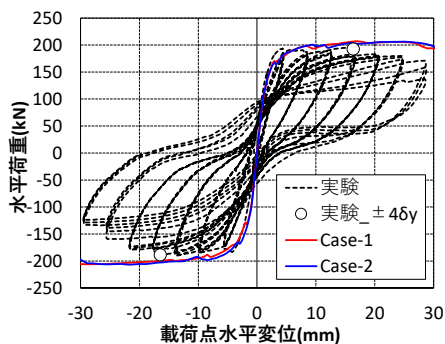


図-3 水平荷重-載荷点水平変位関係

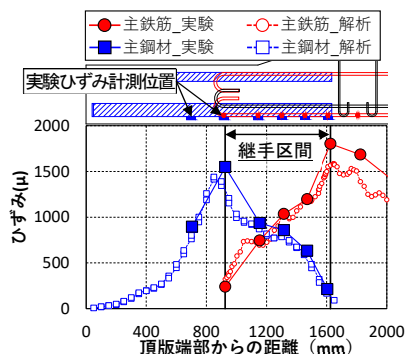


図-4 鉄筋、鋼材のひずみ分布

実験¹⁾で確認された付着強度 4.0N/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バイリニアモデルを採用した。

4. 解析結果

図-3 に水平荷重と載荷点水平変位の関係を示す。実験結果と Case-1 の解析結果を比較すると、正負荷荷ともに、 $4\delta_y$ (δ_y :降伏変位) までは曲げ耐力や剛性がよく一致していることが分かる。 $5\delta_y$ 以降は解析の方が実験よりも水平荷重が大きい、実験では同変形領域において中壁の主鉄筋が座屈によってはらみ出しを始めており、その影響を解析で考慮していないためであると考えられる。また、従来の RC 構造を想定した Case-2 と Case-1 の比較では、正負の両方向において、ほぼ同様な挙動を示すことが確認できた。

図-4 に $+4\delta_y$ 時点における頂版下面側の主鉄筋と主鋼材のひずみ分布について、実験と Case-1 の解析結果の比較を示す。主鉄筋と主鋼材ともに、実験と解析のひずみ分布は概ね一致していることから、解析において継手区間における主鉄筋、主鋼材の付着を介した応力の伝達が再現できているといえる。

図-5 に $\pm 4\delta_y$ 時点における実験のひび割れ図、図-6 に $\pm 4\delta_y$ 時点における最大主ひずみ分布の解析結果を示す。図-5 に示すように、実験では中壁基部に損傷が集中し、接合部内のひび割れは少ない傾向が確認されているが、Case-1 の最大主ひずみ分布の解析結果においても同様な傾向が示されている。また、頂版のひび割れ状況も実験結果とよく一致していた。Case-1 と Case-2 の結果を比較すると、Case-1 では SRC 部材側の継手の境界付近を起点としたひび割れが発生するなど、SRC 部材側の頂版においてひび割れ発生位置の相違が確認されたが、部材接合部内の損傷は両ケースともに軽微であり、中壁の損傷状況も同様であった。

5. まとめ

本研究では、RC 部材による中壁と SRC 部材による頂版を接合する T 形接合部を対象として、FEM 解析によって同接合部を模擬した実験の再現解析を行った。その結果、同接合部の構造特性および破壊性状を FEM 解析で精度よく評価できることを確認した。また、従来の RC 構造による T 形接合部を想定した解析結果との比較から、検討対象とした RC 部材と SRC 部材の接合部が同様の構造性能を有することを示した。

参考文献

- 1) 皆川ら：RC 中壁と SRC 頂版の T 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径鉄筋の付着応力-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) 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 構造の解析的検討，土木学会第 78 回年次学術講演会，V-534，2021。

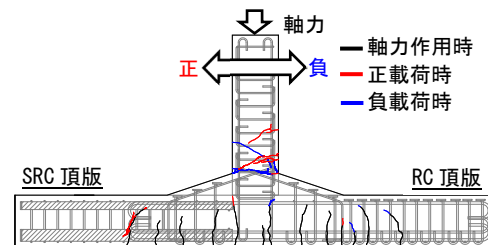
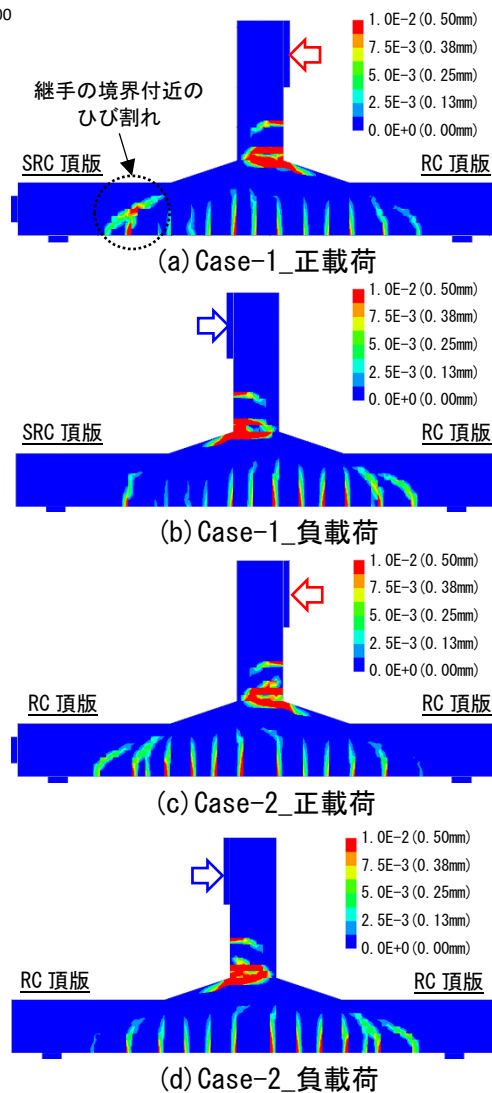


図-5 ひび割れ図 (実験結果)

図-6 最大主ひずみ分布の解析結果
(凡例括弧内は換算ひび割れ幅)