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

鹿島建設(株) 正会員 ○大家 史 大川真里奈

1. はじめに

大断面 RC 構造物では,鋼材量を集約するために鉄筋ではなく平鋼等による SC 構造とすることで合理化が 図れる. 平鋼の接合方法としては,鋼材同士を溶接や高力ボルト等で直接接合する方法が広く用いられている が,鉄筋の重ね継手のようにコンクリートを介して応力を伝達することができれば施工性が向上するものと 考えられる.本稿では,支圧板を有する突起付き平鋼を継手部に用いた SC 構造物の解析モデルの構築を目的 として,継手性能確認実験を対象に再現解析を実施し,構築した解析モデルの精度について確認した.

2. 継手性能確認実験の概要

解析対象とする試験体の形状を図-1に示す(継手構造部は写真のとおり). 平鋼のコンクリートへの応力伝 達は,先端に取り付けた支圧板からの支圧力および平鋼表面の突起により定着性を高めた付着力により行な うこととした.継手における力の伝達機構を確認するため,4 点曲げ実験の等曲げ区間に継手部を配置した. 荷重は,引張主鋼材が許容応力度となる荷重(以降「許容応力荷重」)および降伏応力度となる荷重(以降「降

伏荷重」)までそれぞれ載荷・除

荷後に,最大耐力まで載荷した.

3. 解析モデルの概要

解析コードは,汎用非線形有 限要素解析ソフト DIANA (ver.10.4)を用いた.解析メッシ ュは,図-2に示すように試験体 を可能な限りそのままメッシュ 化した.コンクリートと主鋼材・ 支圧板はソリッド要素とし,せ ん断補強筋と配力鋼材は埋込み 鉄筋要素(周囲のコンクリート ソリッド要素に接続される線要 素)でモデル化した.主鋼材・支 圧板とコンクリートとの境界に は非常に薄い界面要素を設定 し,付着特性を設定できるよう にした.

コンクリートの構成則は,損 傷を考慮するため、全ひずみひ び割れモデル¹⁾を設定し,引張挙 動および圧縮挙動には,コンク リート標準示方書 モデル²⁾を, せん断挙動には,回転ひび割れ モデル¹⁾をそれぞれ採用した.



図-1 試験体形状と突起付き平鋼によるあき重ね継手(写真)



キーワード FEM, FEA, コンクリート非線形解析, SC 構造, 付着特性 連絡先 〒107-8502 東京都港区赤坂 6-5-30 鹿島建設(株) 土木設計本部 解析技術部 TEL 03-6229-6906

また,鋼材には、ソリッド要素、埋込み鉄筋要素ともに 弾塑性モデルを設定し、降伏条件を Von-Mises, ひずみ 硬化係数を 1/100 とした.界面要素については、支圧板 とコンクリート間は機械的なかみ合いのみを考慮するモ デルとして、圧縮のみを伝達し、引張とせん断には抵抗 しないもとのとした. 平鋼表面の突起の付着特性は, 突 起をメッシュ化していないので、マクロな特性として設 定する必要がある. そこで, 別途実施した突起付き平鋼 の付着特性に関する実験において、同様の解析モデル化 手法で再現解析を実施し、付着特性のマクロモデルにつ いて検討を行った.その結果,せん断剛性に第一勾配と して接着力-変位関係を表す剛性を与え、第二勾配とし て突起の機械的かみ合いカー変位関係を表す剛性を与え たところ、本検討においては実験結果と解析結果は良く 一致する結果となった. 同パラメータを本解析の平鋼表 面突起を表す付着マクロモデルとして採用した.

4. 解析結果

図-1に示した荷重 P と変位 δ の関係を図-3に示す. 解析は、ひび割れ発生荷重(485[kN])、ひび割れ後の剛性 および引張主鋼材が降伏することによる剛性変化時の変 位(16[mm]付近), さらに, その後の硬化挙動まで精度良 く評価している.なお,ひび割れ発生後に解析のみ大き な荷重の落ち込みがあるが、これは解析では実現象とは 異なり、対称な位置のひび割れが同時に進展するためで ある. 図-4 は、降伏荷重時のひび割れ発生状況を実験 と解析で比較したものである. 等曲げ区間の曲げひび割 れ、その外側のせん断ひび割れともに発生位置・本数な ど概ね一致している. 図-5は, 継手付近の主鋼材(緑枠) のひずみについて、許容応力荷重および降伏荷重時にお いて、実験と解析を比較したものである.実験の左右の ばらつきを考慮すると,ひずみ分布のピークおよび勾配 は評価できており、鋼材が重なる位置におけるひずみ分 布も概ね再現できていることから、図-4のように損傷 が進行しているコンクリートに対しても、突起を有する 平鋼の付着性能を表現できている.



図-5 主鋼材(緑枠)に生じたひずみ分布の比較

5. おわりに

本モデルによって、支圧板を有する突起付き平鋼を継手構造とした SC 構造物を精度良く解析できた. 今後 は継手長さの検討,施工誤差の検討など,実験で確認するには時間とコスト面で現実的ではない事項について、 解析的な検討を行う計画である.

参考文献

- 1) 三橋博三,六郷恵哲,国枝稔:コンクリートのひび割れと破壊の力学,技報堂出版,2010
- 2) 土木学会: コンクリート標準示方書[設計編], 2017