

コンクリート充填鋼管部材と RC 部材接合部の数値解析

鉄建建設	正会員	柳	博文
JR 東日本	正会員	桑原	清
JR 東日本	正会員	村木	康行

1. はじめに

JES 工法で構築された土留め壁は鋼製エレメント中にコンクリートが充填された構造となるため鉄筋コンクリート部材である床版を接合するには、床版の引張補強材である鉄筋を鋼製エレメント内に引き込み定着する必要がある。そこで、主鉄筋をコンクリート中に必要長定着させ、両フランジとは固定させない接合構造による縮小モデル交番載荷試験を実施し、その数値解析を行う。数値解析では接合部分のみの変形挙動などの力学特性を把握することが目的であるので、接合部のみをモデル化する。また、コンクリートの変形特性はひび割れの発生・進展に支配されることから、ひび割れ発生による影響を考慮した計算を実施する。

2. 解析モデル

ひび割れ発生・進展はコンクリート構造物の変形性能等に大きな影響を与えている。したがって、コンクリート構造物の変形挙動等をより正確に追跡するためにはコンクリートのひび割れ発生・進展を考慮した解析手法が必要となる。このようなひび割れ発生・進展を考慮した解析手法として破壊力学の考え方に基づいた手法が提案されているので、今回の実験に先立ち、2次元、および3次元モデル¹⁾のひび割れ発生・進展を考慮したFEM解析を行った。コンクリートについては、「コンクリート標準示方書」(土木学会)の圧縮応力-ひずみ曲線を用い、圧縮側については限界圧縮ひずみを無視した。引張側の応力-ひずみ曲線は、ひび割れが発生するまで直線とし、その勾配は圧縮側の応力-ひずみ曲線の原点における接線勾配とした。ひび割れ面で伝達される引張応力とひび割れ幅との関係を示すプレーンコンクリートの引張軟化曲線は、図-1に示すように直線モデルで近似した。コンクリートでは複数発生したひび割れが全て進展するのでなく、その内の幾つかが進展する。進展するひび割れ面で応力が解放されるために、その他のひび割れは閉口するひび割れの局所化と呼ばれる現象が生じる。ひび割れの局所化を考慮するために解析では、図-1に示すような除荷経路を考慮した。除荷経路は同図に示すように原点を指向する直線とし、ひび割れ幅が閉口する方向に変位が生じた場合には除荷経路を取るものとした。鉄筋については、完全弾塑性モデルを用いた。

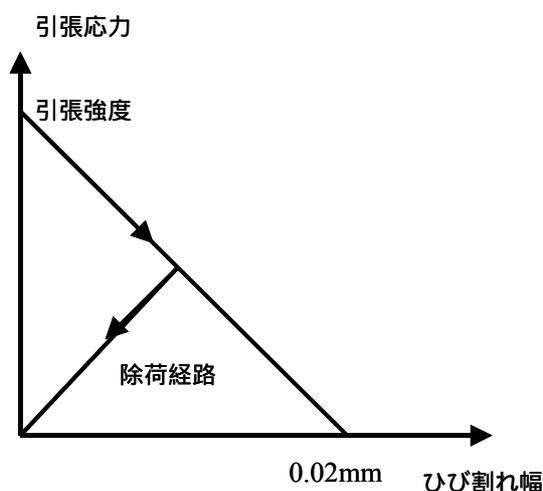


図-1 プレーンコンクリートの引張軟化曲線²⁾

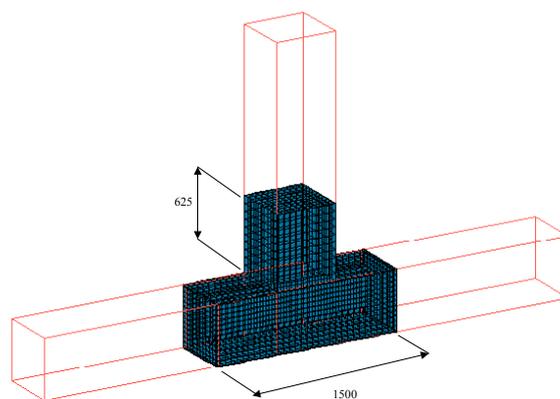


図-2 3次元解析モデル

3次元のFEM解析については、接合部の鋼製エレメント内のひび割れ状況を推定するために、図-2に示すように接合部のみをモデル化した。計算対象領域は、2次元モデ

キーワード JES エレメント, 接合構造, 交番載荷試験, FEM 解析

連絡先 〒286-0825 千葉県成田市新泉 9-1 鉄建建設(株)技術研究所 0476-36-2355

ルで損傷が発生した領域のみとし、それ以外は完全弾性体とした。

3. 試験および解析結果

図-3 に2次元モデルによる計算結果と実験結果を、図-4 に計算によるひび割れ分布状況を示す。計算結果は鉄筋を完全弾塑性モデルと仮定しているため、降伏荷重以降、荷重は増加していないが、全体的な挙動は実験結果と概ね一致している。RC部材に発生するひび割れ状況も実験結果とほぼ一致しており、RC部材の曲げ破壊で決定している。

図-5 に示す計算結果によると、鋼製エレメント内に発生するひび割れなどの損傷領域は小さい。この原因は、接合部のコンクリートは鋼製エレメントに拘束されるために、コンクリートのひび割れ発生・進展が抑制されるためである。接合部のコンクリート面には、軸方向鉄筋周辺にひび割れが発生しており、鉄筋周辺にコーン状のひび割れが発生している可能性がある。また、図-6 に示すように、圧縮側鉄筋ひずみは断面の中央部付近で圧縮から引張に変化しており、断面中央付近でコンクリートに何らかの損傷が発生している可能性を示している。その位置

は3次元の数値解析で想定されたひび割れ発生領域と概ね一致している。実験では鉄筋が破断した側の鉄筋に沿ってひび割れが貫通しているが、数値解析では発生していない。その原因として、鉄筋の破断によって急激に鋼製エレメントの弾性エネルギーが解放されたことにより生じた可能性が考えられるが、今回の実験範囲では、ひび割れが貫通した原因を限定できなかった。

以上のように、コンクリート中のひび割れ発生・進展を考慮した数値解析で鋼製エレメントとRC部材の接合部分の挙動を推定することが可能であることが判明した。

4. まとめ

今回、主鉄筋をコンクリート中に必要長定着させ両フランジとは固定させない接合構造を提案したが、コンクリート中のひび割れ発生・進展を考慮した数値解析で鋼製エレメントとRC部材の接合部分の挙動を推定することができることがわかった。なお、今回の実験はJESエレメント部材とRC部材の接合を念頭において行っているが、本実験から得られた知見は、コンクリート充填鋼管等JESエレメントと同種の部材の接合構造においても広く活用できるものとする。

【参考文献】

- 1) 益田彰久，松岡茂，三谷浩二，海瀬忍：コンクリートのひび割れを考慮した三次元FEM解析，土木学会第54回年次講演会第 部門，pp.832～833，1999.9
- 2) 土木学会：「コンクリートライブラリー97 鋼繊維補強コンクリート柱部材の設計指針（案）」1999.11

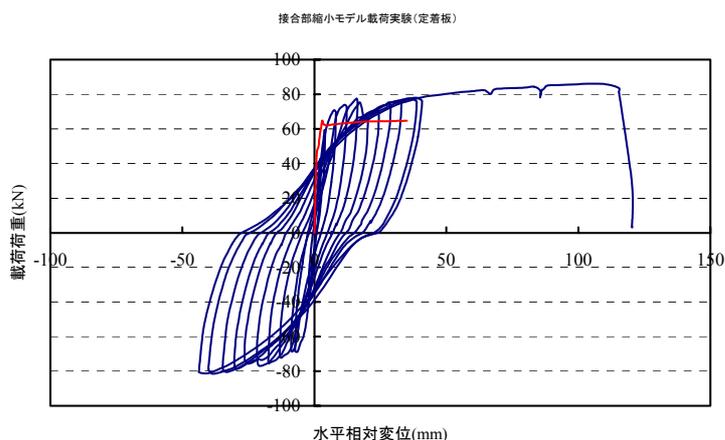


図-3 実験結果と解析結果の比較

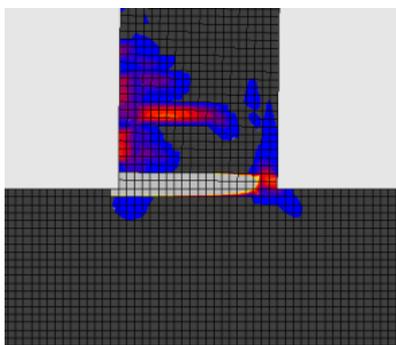


図-4 2次元解析によるひび割れ分布状況

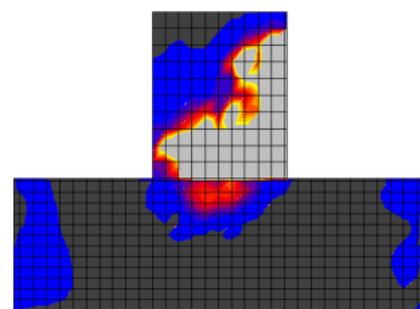


図-5 主筋付近のひび割れ分布状況

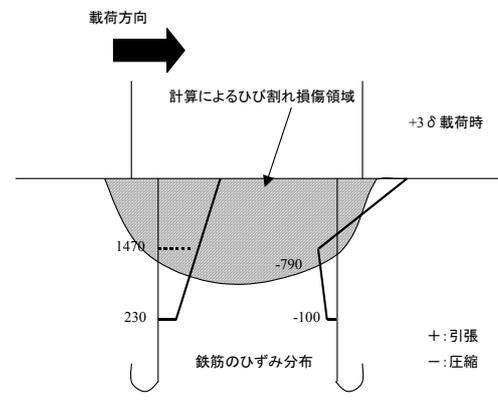


図-6 ひび割れ損傷領域とひずみ分布