

鋼とコンクリートの付着に関するモデル化と活荷重伝達について

東京都立大学大学院 ○学生会員 安達 弘展
 東京都立大学大学院 正会員 野上 邦栄
 東京都立大学大学院 正会員 山沢 哲也

1. 研究背景と目的

合成桁や充填管柱に代表される合成構造は、構造的にも経済的にも優れていることから近年土木構造物などで多用されるようになっており、問題となっている部材の接合部分における挙動も実験的に明らかになりつつある。しかし、接合部の挙動は、有限要素法などを用いた合理的な設計法に十分な精度を持って反映されていない。そこで、本研究では接合部の挙動を考慮した有限要素法を用いた設計法の開発を目的とし、その基盤として接合部の力学特性をモデル化し、開発モデルと実構造物との比較を通して提案モデルの有効性を明らかにする。

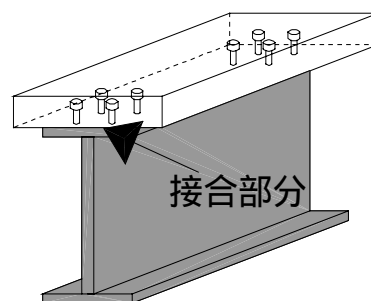


図-1 合成桁図

2. モデル化する特性

接合部の挙動の特性については、

(1)ずれ止め、(2)鋼とコンクリートの付着
 に着目して、以下のようにモデル化した。

- | | |
|---------|-------------------------------------|
| (1)ずれ止め | 非線形ばね要素を面方向・面垂直方向に配置することでモデル化 |
| (2)付着 | 付着応力を節点力に換算した後、ずれ止めと同様に非線形ばね要素でモデル化 |

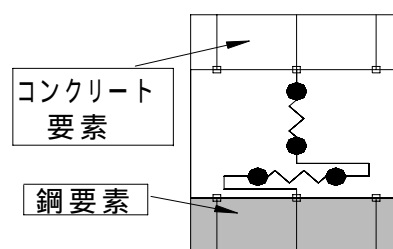


図-2 ばねモデルの概略図

3. 解析モデル

作成したモデルの信頼性を確かめるために、ずれ止め・部材の付着が重要な要素となる「押し抜き試験」を解析対象とした。試験体の形状は、図-3に示すように、H型鋼の両側にコンクリートブロックを配置し、ずれ止めにより部材を結合している。そして、鉛直荷重(せん断力)を載荷した際に生じる鋼とコンクリートのずれ(相対ずれ)に着目する。

試験体は、構造及び載荷条件が対称性を有するので、図-4に示すように半断面をモデル化した。鋼要素は完全弾性体とし、コンクリート要素は放物線モールクーロンの降伏条件を適用し、材料特性は示方書を参考にし、図-5とした。境界条件は、コンクリートブロックの下面を固定、鋼に対象条件を適用し、鉛直荷重(せん断力)を等分布荷重として載荷した。数値解析には汎用有限要素解析ソフトウェア MARC.2001 を用いた。

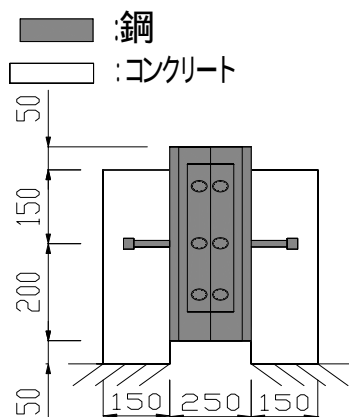


図-3 押し抜き試験体の形状寸法

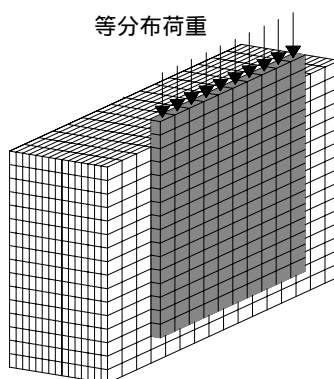


図-4 モデル図

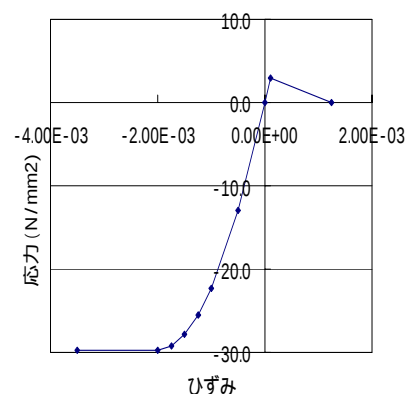


図-5 コンクリートの構成則

4. 解析手法

解析は、節点共有モデル(モデル)： 鋼とコンクリートが完全にくっついている状態

ばねモデル (モデル)： 鋼とコンクリート間をモデル化した非線形ばねでつなぐ

の2つのパターンについて行った。(図-6、7)

また、モデル での非線形ばね要素の配置場所は、以下のように配置した。

(1)ずれ止め

ずれ止めがあった場所2箇所(図-7)

(2)付着

接合面全体

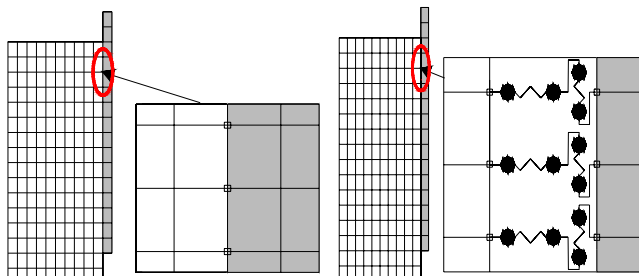


図-6 節点共有モデル

図-7 ばねモデル

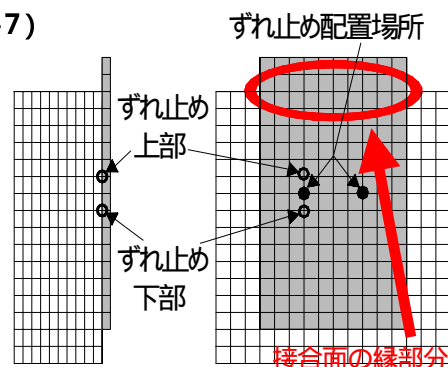


図-8 配置図

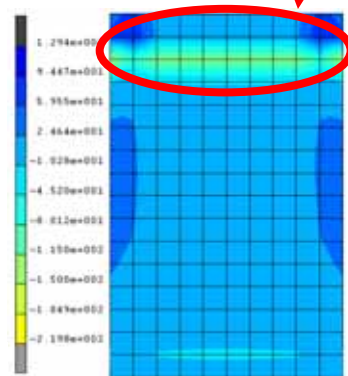
5. 解析結果

図-9は、節点共有モデル(モデル)の鋼部分の応力図である。

- ・接合面の縁部分に圧縮側の応力集中が見られる。(図-8、9)
- ・縁部分以外では応力の分布はほぼ一様である。

図-10は、ばねモデル(モデル)のコンクリートが降伏し始める直前の鋼部分の応力図である。

- ・主応力はずれ止め下部(図-8)で顕著に出ている。その為、コンクリートの降伏が早期に起こりずれ挙動をうまく表せなくなった。
- ・XX方向の応力を見ると、ずれ止めに相当するばねを配置した箇所に圧縮域の応力集中がある。
- ・YY方向の応力を見ると、ずれ止めの上部では圧縮域、下部では引張域の応力集中が見られる。(図-8、10)



(単位：kgf/cm²)

図-9 応力図(モデル)

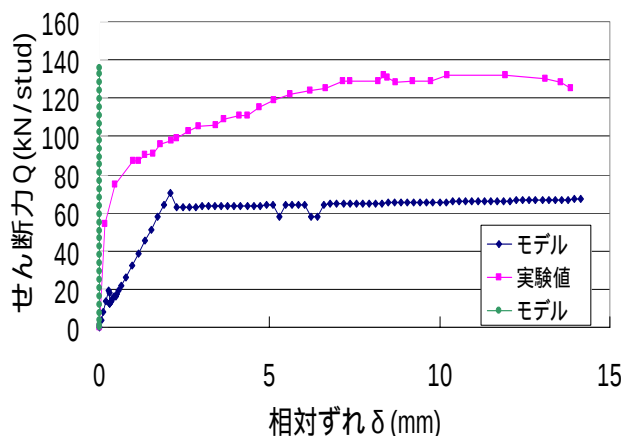
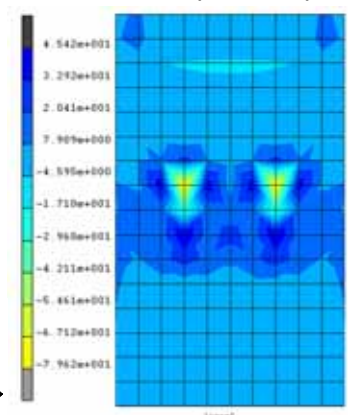
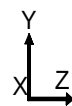
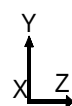


図-11 せん断力 - 相対ずれ関係



(単位：kgf/cm²)

図-10 応力図(モデル)

6. 結論

ばねモデル(モデル)を使うことによって、ずれの挙動・ずれ止め付近の応力を表せるようになってきた。その反面、ばねでつながれている部分の応力集中が過大になりコンクリートの降伏が起きてしまう結果となった。今後はばね要素のばね定数、メッシュ分割などを工夫してモデルの精度を上げていく予定である。

参考文献

- 1)平城弘一、松井繁之、武藤和好：柔な合成作用に適するスタッドの開発、構造工学論文集、vol.44A、1998
- 2)日本道路協会：道路橋示方書・同解説、1990