

剛体-ばねモデルによるプレキャスト部材の曲げ挙動解析

石川 高 専 正○富田 充宏
金沢大学工学部 正 前川 幸次
金沢大学工学部 正 榎谷 浩

1. まえがき

現在、プレキャスト・プレストレストコンクリート部材は、施工工程の単純化や施工期間の短縮化等を目的として、床版橋やロックシェッド等の土木構造物に使用されている。一般に、プレキャスト部材の接合は、アンボンドPC鋼棒を使用し、その後グラウト処理を行うが、グラウトによるPC鋼棒とコンクリートとの付着の程度により、プレキャスト部材の挙動がどのようになるか、明確でない部分が多い。本研究では、顕著な非線形問題を取り扱うために提案された離散化モデルである剛体-ばねモデル¹⁾に、PC鋼棒とコンクリートとの付着の特性を導入し、プレキャスト部材の曲げ挙動の解析を行い、実験結果との比較、検討を行ったものである。

2. 解析方法

平面問題における剛体-ばねモデルは、図-1のように各要素をその重心点に3自由度を有する三角形の剛体とし、要素間の接触境界面上に連続的に分布した垂直応力とせん断応力に抵抗する2種のばねによって連結され、そのばねに表面力によるエネルギーが集中して蓄えられと考え、また、そのばねにひび割れ、圧壊、鉄筋の降伏等の物理的現象を直接導入するものである。PC鋼棒とコンクリートは、アンボンド供試体では、垂直方向にコンクリート要素と同様のばねのみを、グラウト処理の供試体では、垂直方向にコンクリート要素と同様のばねとせん断方向に図-2のように付着試験より得られた関係を近似した剛性のばねで結合した。部材接合面では、圧縮の応力の場合のみばねを存在させ、引張に転じるとばねを切断した。コンクリートの引張特性は、テンション・ステイフネス効果を考慮し、圧縮特性は、1軸圧縮試験での応力-歪曲線を近似して表し、それらの関係を図-3に実線で示す。また、コンクリートのひび割れ面でのせん断剛性は、せん断ばねにCedolin and Dei Poliの関係式²⁾を導入し、せん断すべりに対しては、Mohr-Coulomb式を採用した。鉄筋およびPC鋼棒は、応力-歪曲線をバイリニアで近似して表し、軸応力とせん断応力の相関関係は無視した。計算は、プレストレスを集中荷重としてかけ、初期応力を求めた後、荷重増分法により、倍精度演算で行った。

表-1 実験の種類

供試体名	F1	F2	F3	F4	G1	G2	G3	G4
グラウト処理	無処理				グラウト処理			
PC鋼棒	3本	中下 2本	中 1本	下 1本	3本	中下 2本	中 1本	下 1本

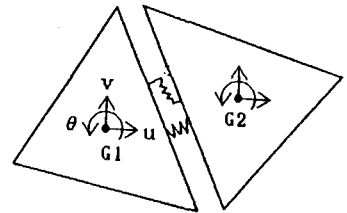


図-1 剛体-ばねモデル

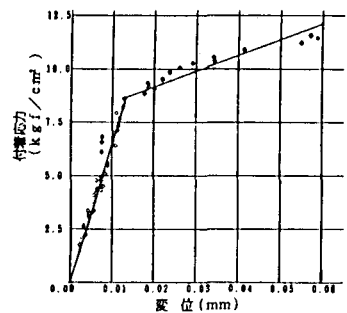


図-2 付着試験結果

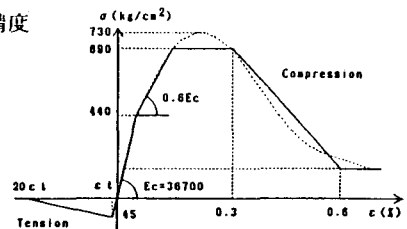


図-3 コンクリートの応力-ひずみ関係

3. 解析結果と実験結果の比較

比較実験は、文献3)のプレキャスト部材の曲げ実験であり、その実験の種類を表-1に示す。図-4は実験および解析の荷重とスパン中央の鉛直変位の関係を示している。また、図-5は実験および解析の荷重と接合面下縁の開きの関係を示している。図-4、図-5より、解析結果の方が、剛性が高い傾向が見られるが、ある程度妥当な解析結果が得られたと思われる。

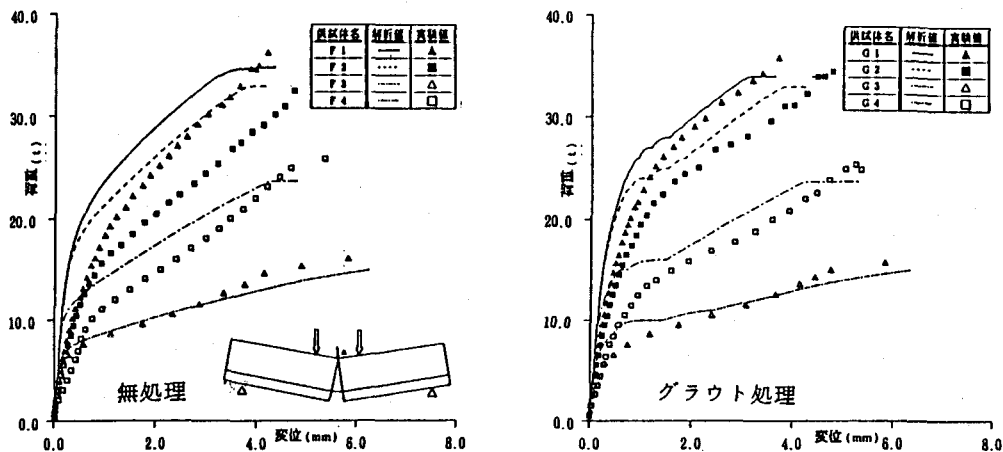


図-4 荷重-鉛直変位関係

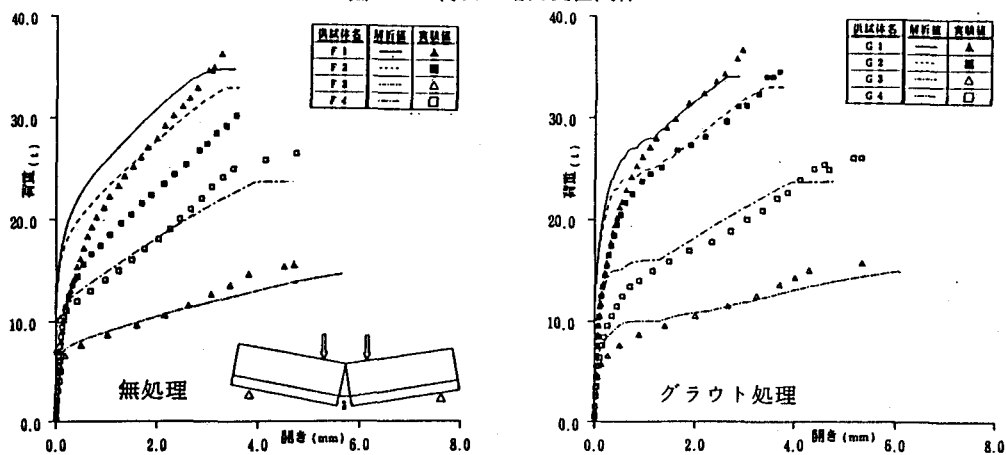


図-5 荷重-開き関係

4. あとがき

剛体-ばねモデルをプレキャスト部材の曲げ挙動解析に適用することにより、実験結果とよい対応を示した。今後さらに検討を加え、プレキャスト部材の曲げ挙動の解明を進める予定である。

<参考文献>

- 1) 川井他：鉄筋コンクリート構造物の離散化極限解析(そのI), 生産研究, 38巻4号, PP181-PP184, 1986.4
- 2) Cedolin, I. and Dei Poli, S.: Finite Element Nonlinear Plane Stress Analysis of Reinforced Concrete, Studi e Rendiconti, Costruzioni in Cement Armato, Vol. 13, pp3-33, 1976.
- 3) 藤井他：P C鋼棒で結合したプレキャスト部材接合部の曲げ実験, 土木学会中部支部研究発表会講演概要集, I-15, 1990.3