

## 鉄道地下駅におけるCFT柱とRCはり接合部の三次元FEM解析

大林組	技術研究所	正会員	岡野素之
JR東日本	東京工事事務所	正会員	西澤政晃
	研究開発センター	正会員	山田正人
	建設企画コンサルタント		樋口喜光

### 1. まえがき

地下駅のCFT柱とRCはり接合部の構造性能に関し、前報<sup>1)</sup>では設計荷重と正負交番での載荷試験について報告した。この実験では、接合部を貫通するはりの主筋（以下、通し鉄筋）のかぶり部分に付着割裂ひび割れが発生し、通し鉄筋は終局に至るまで降伏せず、はり全断面の耐力に達しなかった。そこで、これらを検証するため、接合部の形状を再現し、鉄筋の付着劣化を考慮したモデルを用いた三次元FEM解析を実施した。

### 2. 通し鉄筋の付着性状

接合部の詳細（平面）を図-1に示す。はりの主筋は中央部ではダイアフラムに溶接（以下、溶接鉄筋）され、外側に配置された通し鉄筋は、ダイアフラムの上を貫通しこの部分は帯筋がない。正負交番載荷においては、接合部の通し鉄筋には曲げ圧縮側のはりから圧縮力が、曲げ引張側のはりから引張力が同時に作用する。通し鉄筋の圧縮・引張側の各測定ひずみの差から主筋の引き抜き力を算定し、付着面積で除して付着応力度（ $\sigma$ ）とし、変位との関係を示した（図-2）。 $2 \sim 3 y$ （ $y$ ：降伏変位）を境に付着応力度が大幅に低下しているのがわかる。これは付着割裂ひび割れが発生したことを裏付けており、解析ではこの現象を評価する必要がある。

### 3. 解析の概要

解析モデルと要素モデルを図-3,4にそれぞれ示す。解析モデルは試験体を縦半分に割ったモデルで、各要素は、コンクリートは8節点立体（6面体）モデル、鋼板は4節点平面（シェル）モデル、鉄筋は2節点線材（トラス）モデルとした。

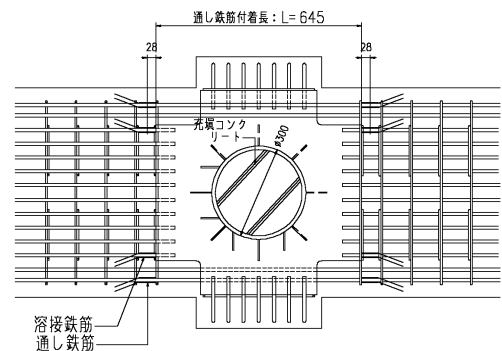


図-1 接合部の詳細

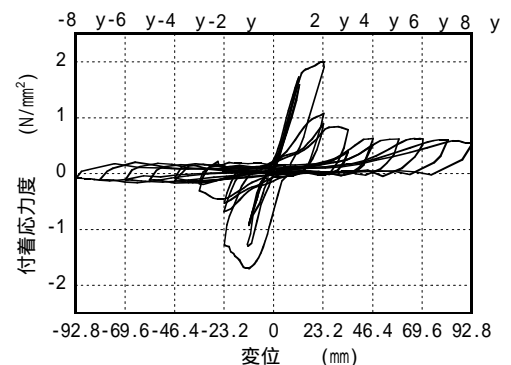


図-2 関係

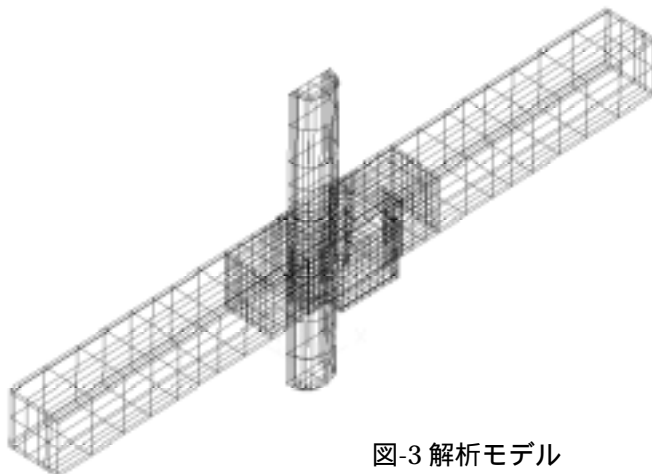


図-3 解析モデル

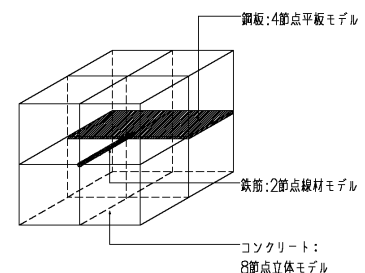


図-4 要素モデル

キーワード：柱はり接合部，FEM解析，CFT，付着割裂

連絡先 〒204-8558 東京都清瀬市下清戸 4-640 (株)大林組技術研究所 TEL 0424-95-0950

鋼材はトリリニアでモデル化した．コンクリートの構成則<sup>2),3)</sup>を表-1に示す．各材料とも材料試験結果を用いた．入力に用いた鉄筋の付着特性は実験結果を参考に図-5に示す市之瀬のモデル<sup>4)</sup>とした．これは， $\tau = 2 \text{ N/mm}^2$ ，滑り量 2mm で付着ゼロに低下するモデルである．コンクリートと鋼板の応力伝達は圧縮のみ考慮した．なお解析には非線形有限要素法プログラム“FINAL”（作成者：(株)大林組技術研究所長沼一洋）を用い，変位制御により設計荷重載荷と正負交番載荷を模擬した．

表-1 コンクリートの構成則

項目	モデル
圧縮	修正Ahmad モデル <sup>2)</sup>
引張 一般部	出雲モデル(C=0.6) <sup>3)</sup>
通し鉄筋かぶり部	引張強度後はゼロ
ひび割れ後のせん断伝達	ゼロ
非線形ポアソン効果	弾性ポアソン比保持

4．解析結果

荷重と変位の関係を図-6に示す．ここで正負交番載荷は包絡線で示した．設計荷重載荷では，初期の剛性，強度をほぼ再現できている．正負交番載荷においても最大荷重となる 2 y (23.2mm) までよく整合する結果である．

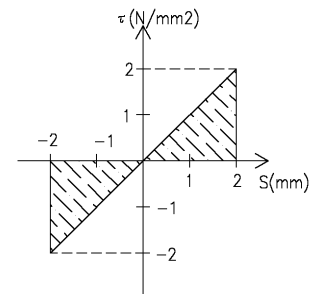


図-5 付着特性のモデル<sup>4)</sup>

主筋のひずみ性状を図-7に示す．設計荷重載荷では，両主筋とも実験値の方が大きい，ひび割れ位置の影響などが考えられる．正負交番載荷では，通し鉄筋は荷重 50~70 kN で解析値の方が大きく，溶接鉄筋においても荷重 60 kN 以降解析値の方が大きくなる傾向だが，両主筋の性状の違いは明確に評価でき全体では整合する結果である．

以上から，荷重変位関係の整合性と，通し鉄筋は溶接鉄筋に比較してひずみが低く降伏しないことを検証でき，本解析の妥当性が示された．

5．まとめ

付着ひび割れが発生した C F T 柱 R C はり接合部の実験結果を三次元 F E M 解析により検討した結果，接合部を貫通する鉄筋の付着性状を既往モデルで考慮することにより，性能を精度よく評価できることがわかった．

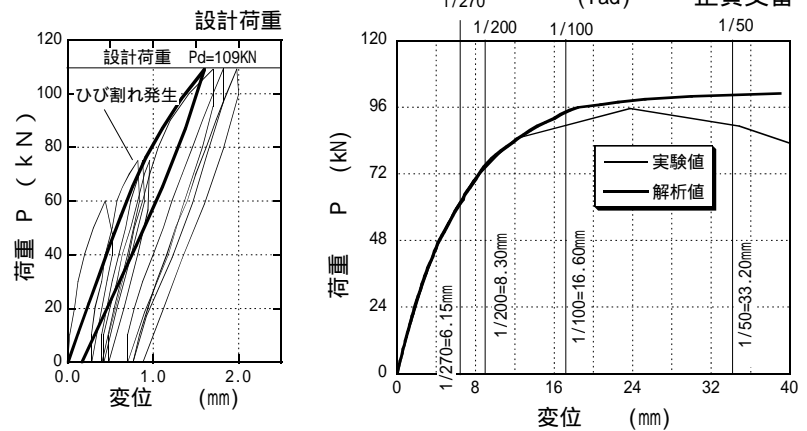


図 6 荷重と変位の関係

参考文献

- 1) 西澤政晃，他：鉄道地下駅における C F T 柱と R C はり接合部の模型載荷試験，第 57 回土木学会全国大会講演概要集 V 2002.9 .( 投降中 )
- 2) 長沼一洋：三軸圧縮下のコンクリートの応力～ひずみ関係，日本建築学会建築系論文集，第 474 号 pp.163-170，1995.8.
- 3) 出雲淳一，他：面内力を受ける鉄筋コンクリート板要素の解析モデル，コンクリート工学論文 No.87，9-1，pp.107-120，1987.9.
- 4) 市之瀬敏勝：鉄筋コンクリート短柱における付着破壊のメカニズム，日本建築学会論文報告集，第 333 号，pp.73-83,1983.11.

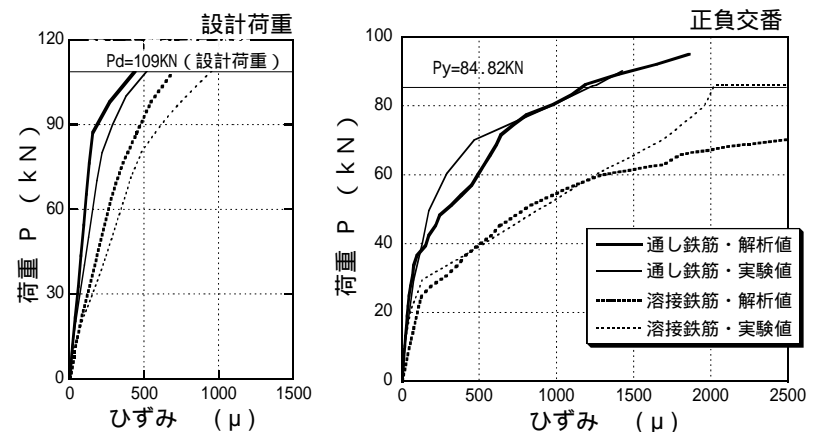


図 7 荷重と主筋ひずみの関係