

半剛接合された角形鋼管柱・H形鋼梁骨組の実験的研究

(その3 有限要素解析による弾塑性挙動の追跡)

正会員 ○ 山成 實¹同 小川厚治²同 黒羽啓明³有限要素解析 柱梁接合 弾塑性挙動
载荷実験 ラーメン

1. はじめに ここでは既報^{1,2)}で示した角形鋼管柱・H形鋼梁接合部の実験結果である弾塑性挙動の有限要素法に基づく汎用構造解析プログラム MARC による追跡を試みたので、その結果の一部を報告する。立体半剛接合部に対する同様の試みは文献[3]に見られるが、十分な解析手法が確立されているわけではない。このアプローチによる複雑な接合部の弾塑性挙動を解明する突破口を開くのが本報告の目的である。

2. 解析モデルおよび解析法 解析骨組は、外ダイアフラム形式で補剛された角形鋼管平面ラーメン²⁾および直交梁を有する立体ラーメン¹⁾の2体である。それぞれの解析モデルは柱および梁部材の反曲点で取出した部分骨組であり、柱反曲点を単純支持し、梁自由端に横力を比例的に作用させた。解析モデルを構成する有限要素は、接合部部分に4節点四辺形厚肉シェル要素(タイプ75)、柱および梁自由端付近に線材要素(タイプ78)である。構成要素の応力-ひずみ関係は素材試験結果を真応力-真ひずみ関係に変換したものである。降伏条件は von Mises の降伏条件を用い、非線形計算における反復計算は full Newton-Raphson 法によった。

3. 解析結果

3.1 接合部内の応力分布 図1は接合部部分の変形状態図に描いた板要素中立面での von Mises の相当応力分布

布である。これらは骨組として十分変形した状態である層間変形角1/50の時の図である。左側にある応力スケールの最大レベルをは白色で表現したが、梁フランジ力により柱管壁が面外に大きく変形する部分に集中している。平面骨組(FR1 Frame)の接合部パネルではほぼ全面で降伏している様子が分かる。立体骨組(CFRE Frame)では、最初の破損箇所¹⁾であった鋼管角部に最大応力が分布しており実験結果に対応している。

3.2 荷重-変形関係 図2は各骨組の梁自由端における荷重-変形関係である。弾性剛性について言えば、有限要素解析結果は、文献[4]で示した接合部剛性を考慮した初等解析値の最大5%上回る程度であり、降伏後の挙動も有限要素による結果は実験結果を良く追跡できており、全体挙動を説明できている。

3.3 ひずみの比較 解析対象の内部挙動を有限要素解析が実挙動を追跡できるかを調べるために、実験で貼付したひずみゲージによる測定値を用いて検証してみた。図3に比較結果を示す。有限要素解析結果から得られたひずみは、ゲージ貼付位置に接する全ての有限要素のひずみ値を平均して求めた。全ての図を見て分かることは、有限要素解析結果は実験値よりも接合部変形を考慮した初等理論値と良く合うことである。同じ変形時の実験値に比べて有限要素解析値が下回るのは、板要素中心

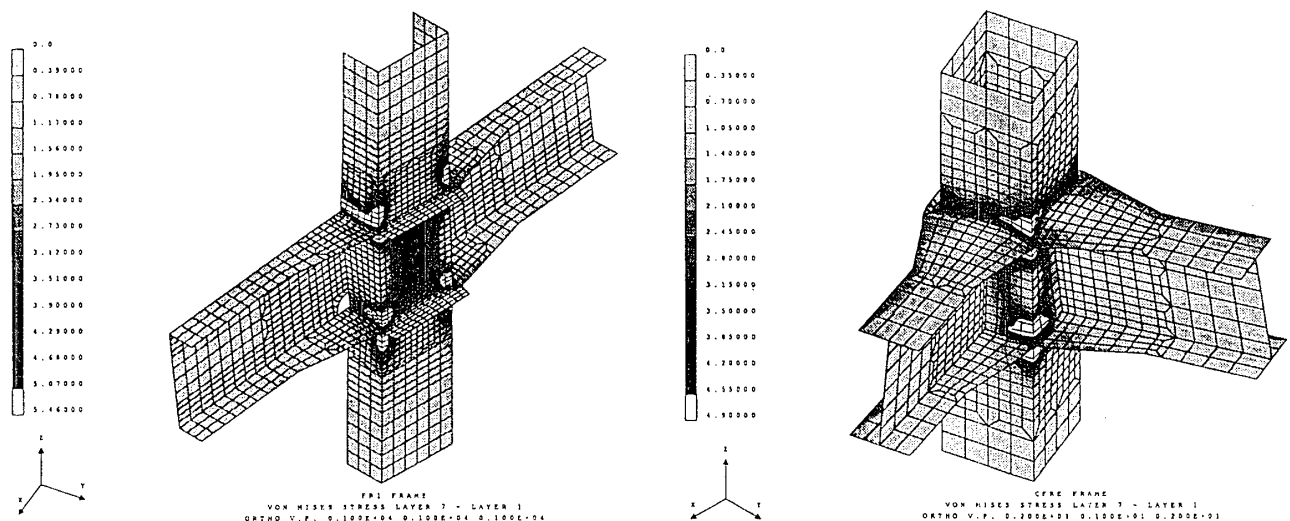


図1 接合部部分の変形および von Mises の相当応力分布 (R=0.02 rad.時)

Experimental Study on Multi-planar Semi-rigid Steel Frames
Part 3 FE Analysis

YAMANARI Minoru, OGAWA Koji and KUROBANE Yoshiaki

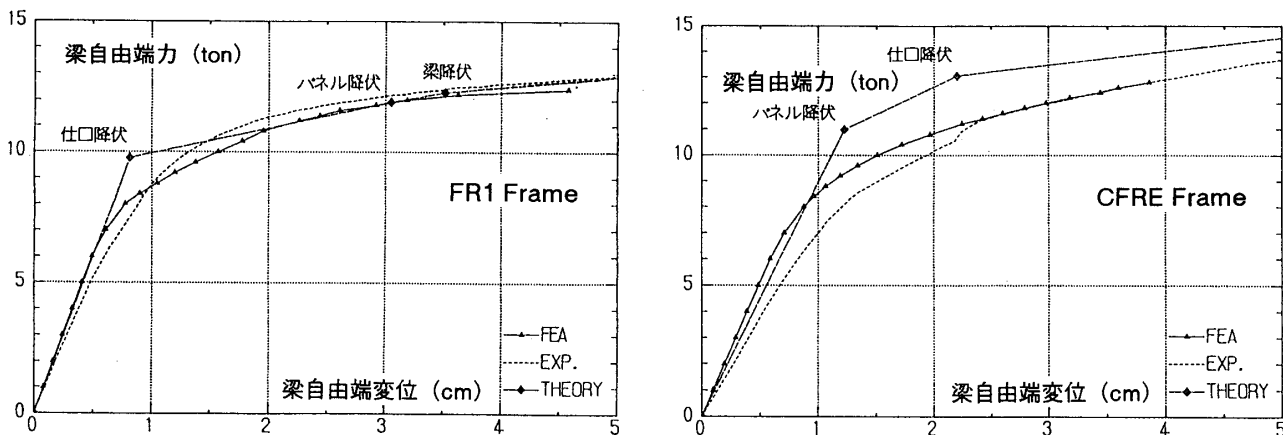


図2 荷重-変形関係の比較

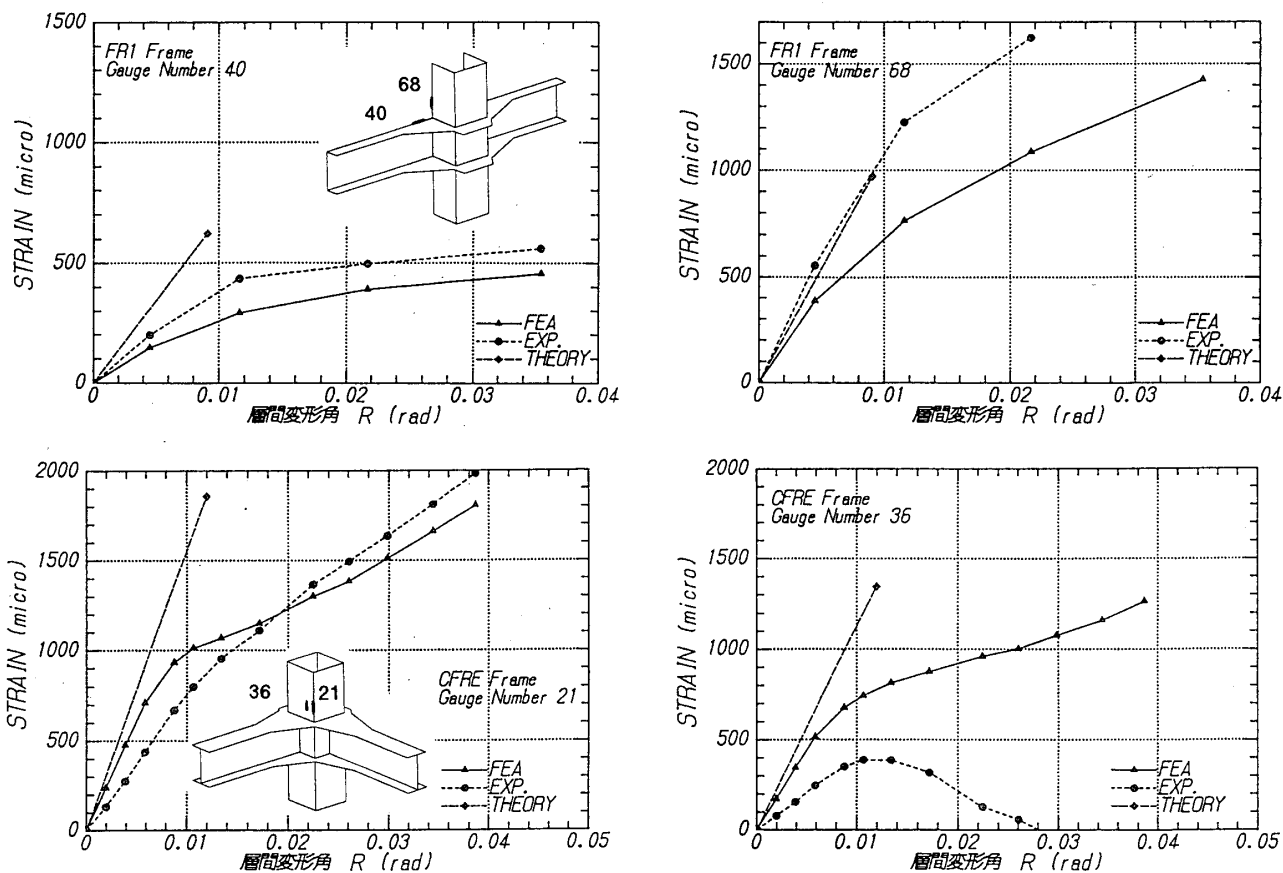


図3 ひずみの比較

面の値であるからである。

4. おわりに 材料および幾何学的非線形を考慮した有限要素法に基づく構造解析プログラムによって、柱梁接合部の大変形領域まで精度良く追跡できることを示した。幾何学的に複雑な接合部の実挙動を解析によって説明できるようになれば、実験に代わる道具としての有限要素解析は有用である。

参考文献 [1] 山成 實, 小川厚治, 黒羽啓明, 海原広幸: 半剛接合された角形鋼管柱・H形鋼梁骨組の実験的研究 (その1, その2), 日本建築

学会大会学術講演梗概集(関東), pp.1555~1558, 1993年9月 [2] 山成 實, 小川厚治, 黒羽啓明, 渡辺純仁: 接合部降伏型の角形鋼管柱ラーメン骨組の弾塑性挙動の実験的研究 (その1, その2), 日本建築学会中国・九州支部研究報告集, 第8号, pp.157~164, 1990年3月 [3] L. C. Ting, N. E. Shanmugam and S. L. Lee: Box-Column to I-Beam Connections with External Stiffeners, J. Construct. Steel Research, No. 18, pp.209~226, 1991 [4] 山成 實, 小川厚治, 黒羽啓明, 海原広幸: 外ダイアフラム接合部の有限要素解析による剛性評価式 (半剛接鋼骨組柱梁仕口の復元力特性に関する研究), 構造工学論文集, Vol. 38B, pp.475~484, 1992年3月

- 1 熊本大学 助手・工博
- 2 熊本大学 助教授・工博
- 3 熊本大学 教授・工博

Research Assoc., Kumamoto University, Dr. Eng.
 Assoc. Prof., Kumamoto University, Dr. Eng.
 Prof. Kumamoto University, Dr. Eng.