

外ダイアフラム接合された円形鋼管柱・H形鋼梁立体部分骨組の有限要素解析による初期剛性に関する考察

正会員 ○ 山成 實*

鋼管 接合部 有限要素解析

1. はじめに

外ダイアフラム接合された円形鋼管柱・H形鋼梁部分骨組に関する実験的研究はこれまで数十年にわたって数多く行われてきた。それらは平面骨組を対象とした研究が多くを占めており、実在の骨組すなわち3次元構造物として扱う研究は少ない。立体骨組を扱う実験的研究の遂行を困難にするのは、第一に実験施設の問題である。一方、三次元構造物を扱う研究としては、近年の有限要素解析ツールの高性能化に伴うCAEの発展である。

これらの現状を勘案した研究の手始めとして、本報告では立体骨組から取出した部分骨組を用いて水平外力の作用方向の変化に伴うその初期剛性の変化を調べた結果を報告する。上述のように実験室レベルでの研究の多くは平面骨組の面内挙動に注目が置かれ、面外力も作用する時の接合部の挙動については詳細に調べられていない。本報告では初期剛性に焦点を当てて有限要素解析による結果から考察したものである。

2. 解析骨組

有限要素解析プログラム有用性は近年実験データ収集を補完する目的で多用されてきている。文献[1]では、接合部の弾塑性剛性評価式を得るために少ない実験データと実験を精度良く追跡できる解析手法を獲得した後に、数値実験データを加えた情報から精度良い評価式を得ている。本報告では、図1に示す円形鋼管柱・H形鋼梁平面部分骨組の実験骨組^[2]に基づいて立体部分骨組として2種類の解析モデルを用意した。実験の詳細は文献[2]に譲るとして、実験結果と有限要素解析との対応関係を確認した後に、立体モデルへの拡張を図り下記の数値実験を行った。なお、有限要素解析に用いた要素タイプは線形厚肉シェル要素である。

3. 2軸水平力を受ける立体部分骨組の有限様相解析

図2に示す2種類の部分骨組は、それぞれ水平力下の建物の側柱部分および中柱部分を柱および梁の反曲点位置で取出した解析対象モデルである。応力が高い部位は要素を細分し、支持点に向けて要素を粗くすると共に、さらに端部では変形の連続条件を満たすようにして一次元要素を結合した。境界条件は、部分骨組を取出す前の変形の連続性を保つように与えた。同図に支持条件を示すが、柱および梁部材端部のねじりは拘束したことを付記しておく。

解析は文献[1]と同様の柱上端部に強制変位を与える静的解析である。用いたプログラムは Marc Version 7.3 である。図3および図4は $\theta = 30 \text{ deg}$ 時のそれぞれの骨組の変形図

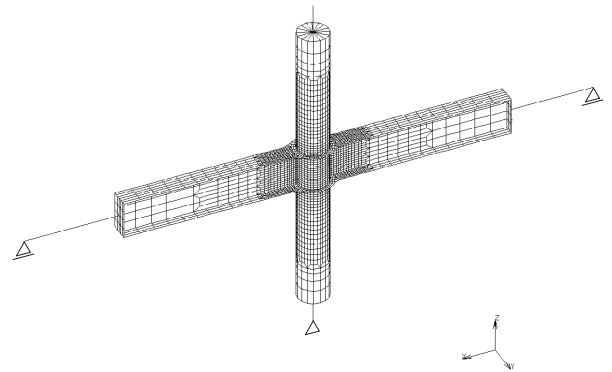
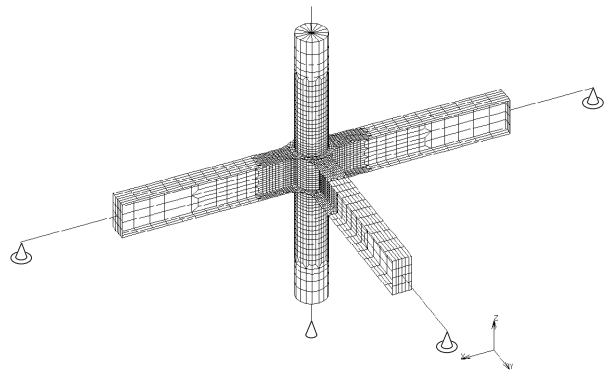
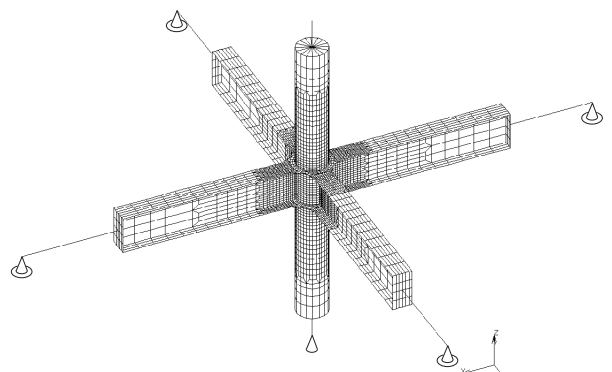


図1 平面部分骨組 (文献 [2])



(a) Frame TX



(b) Frame XX

図2 解析対象立体部分骨組

に von Mises の相当応力を描いた結果である。図では濃く塗られるほど応力度が高いことを表している。接合部パネルでは高い応力が存在することが窺える。なお、変形は実際の50倍に拡大して図示されている。

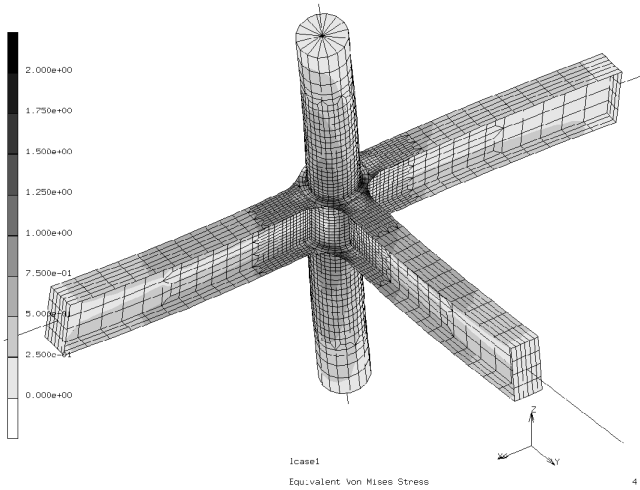


図3 解析結果 von Meses 相当応力 (Frame TX)

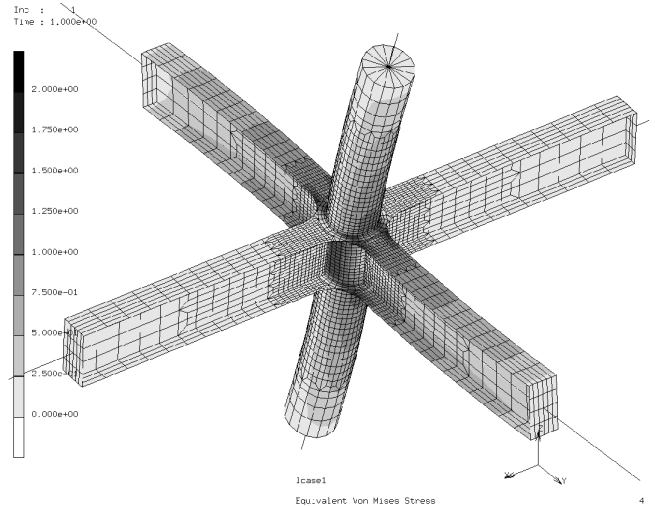


図4 解析結果 von Meses 相当応力 (Frame XX)

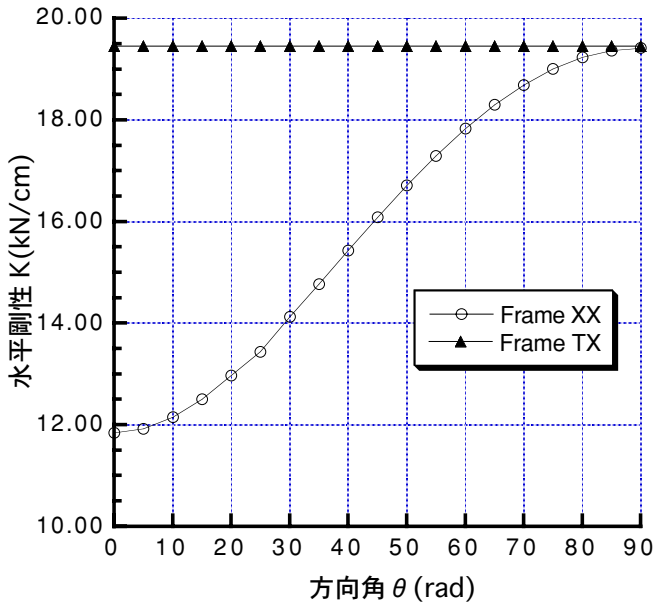


図5 柱上単部移動方向角と水平剛性の関係

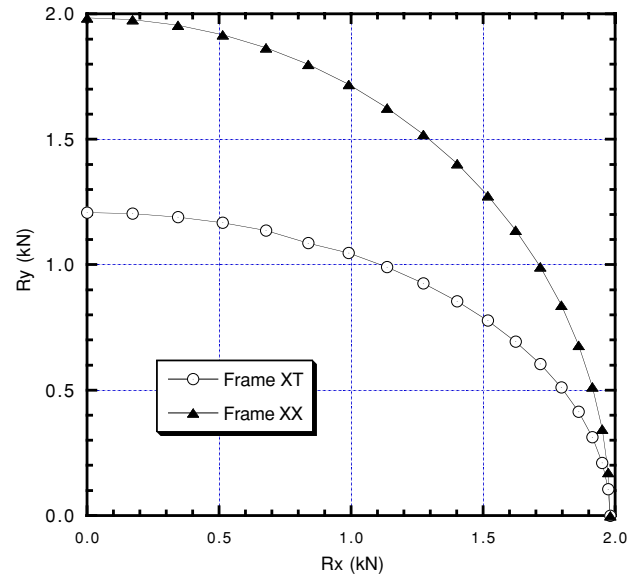


図6 2方向柱下端部せん断力成分の関係

4. 考察

図5は、2軸方向水平力が作用する Frame TX および Frame XX について、x軸を基準としてy軸に向けたz軸回りの角 θ を2軸水平力の合力の向きとしたときの、骨組の水平剛性を縦軸に取ってプロットした結果を示している。同図から、Frame TX については、 $\theta = 0 \text{ deg}$ (T形) から $\theta = 90 \text{ deg}$ (十字形) まで変化するにつれて滑らかに水平剛性が増加している。一方、Frame XX では、水平方向の向きに関わらず一定の水平剛性が保たれることが分る。図6は、柱下端のせん断力成分の変化を水平力の向きの変化についてプロットしたものである。Frame XX については前述のことから、Rx - Ry 関係は円を描く。本報告では、骨組の対処生から数式化し易い曲線が得られ、接合部剛性の異方性が顕著に骨組剛性に見られなかった。

5. おわりに

本報告では、CAEツールによる立体骨組の力学的性状を調べるための基礎的考察を加えた。今後、非線形挙動まで扱った計算機実験を行い、接合部などの局所と骨組全体との力学的性状の関連性を明らかにしていきたい。

参考文献

- [1] 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 (半剛接鋼管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, 1992.3
- [2] Minoru Yamanari, Hiroshi Kanatani, Mototsugu Tabuchi, Teruyasu Kamba, Participation of Beam-to-column Connection Deformation in Hysteretic Behavior of Steel Frames, Proc. of 9WCEE, Vol.4, pp.175-180, 1988.8