

金沢大学 工学部 正 員 近田康夫
 金沢大学 工学部 正 員 小堀為雄
 京都大学 大学院 平井明成

1. はじめに

ラーメン構造の特徴は 節点を剛結し構造体を一体化することにより 応力の均一化やひずみの低減をはかることにある。一方、トラス構造の特徴は 節点をピン構造にし各部材に曲げモーメントが加わらないようにすることで 単純、明解な構造とすることにある。しかし、実際の構造物では 節点における老朽化や応力集中による損傷、あるいは 施工の困難さからくる不完全さなどのため それらは不完全な剛結もしくは不完全なピン構造となっていることが考えられ、設計段階と少なからぬギャップを生じることになる。そこで、この不完全剛結節点に注目し その構造体に及ぼす影響を求めるための解析を試みた。

2. 解析方法

不完全剛結節点のモデル化としては 図 1. に示すように せん断スプリングとモーメントスプリングが考えられるが、今回は対象を骨組構造物においているため 前者による部材間のずれは考慮せず 後者のみを取り上げ、さらにモーメントスプリングは フックの法則に従う弾性節点としての解析を行った。

構造解析には すべて剛性マトリックス法を用いた。不完全剛結節点は1つの節点要素として組み入れ、その際 節点要素のもつ条件 (大きさが0、部材要素との節点 i, j には外力が作用しないなど) を用い 計算の合理化を行うことができる。

また、自由振動特性の解析においては 部材の回転慣性を無視し 構造体を集中質点系にモデル化して計算を行った。

3. 解析結果

まず、静力学的な影響を見るために 図 2. のように解析モデルに荷重し、変位及び部材応力等を求めた。モーメントスプリングは 各柱の上部、柱の下部、X方向梁の両端、Y方向梁の両端ごとにピンから剛結に遷移させるものとし、その際 他はすべて剛結とする。節点剛度を表すモーメントスプリング係数は 式 (1) のように無次元化して用いる。

$$\tau = k_s / \left(\frac{4EI}{l} \right) \quad (1)$$

E ; ヤング率, I ; 断面二次モーメント
 いずれにしても $\tau = 0$ がピン, $\tau = \infty$ が剛結を表す。

図 3. は最大Y方向変位、図 4. は最大基部

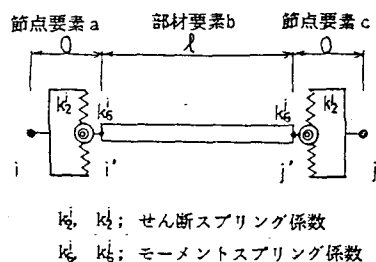


図 1. 不完全剛結節点モデル

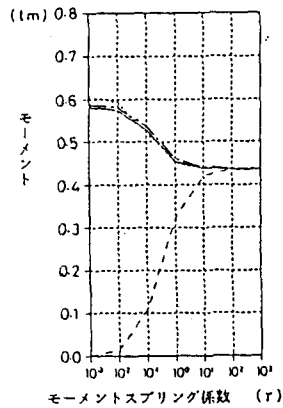
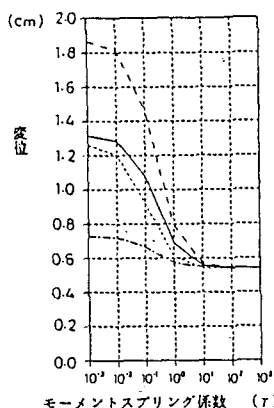
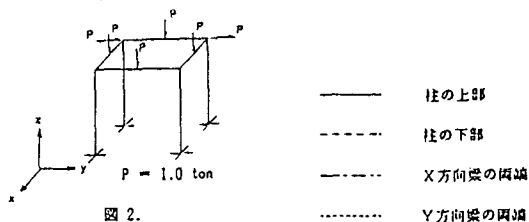


図 3. 最大Y方向変位の変化 図 4. 最大基部モーメントの変化

モーメントの変化である。変位、モーメントいずれの場合も τ が $10^{-2} \sim 10^1$ の間ですみやかに遷移し、その外側ではそれぞれピン、あるいは剛結として取り扱っても影響が小さいということがわかる。また、変位の変化においては柱の下部(基部)の場合が最も大きく、以下、柱の上部、Y方向梁の両端、X方向梁の両端の順になり明確に分かれているが、モーメントの変化に関しては柱の上部及びX、Y方向梁の両端の場合すなわち梁と柱の接合部においてはほとんど差のないことがわかる。

次に、動力学的な影響を見るためにその最も基本となる自由振動特性についての解析を同モデルについて行った。前回同様柱の上部及び下部とX方向梁の両端ごとにモーメントスプリング係数を遷移させそれぞれの場合についての固有振動数の変化を図5.に示す。また、振動モードは全節点剛結の場合を示したが、モードに関してはモーメントスプリングの剛度及び位置に関して大きな変化は現れなかった。

図5.よりまず、いずれの場合も遷移区間は先程の変位やモーメントの場合とほぼ等しくなっている。また、基本振動数(1次振動数)については位置の違いによる変化はさほど見られないが、若干、柱の端部の場合が大きく変化している。さらに、1次から4次の振動数では(梁端部の場合の2次を除けば)一樣に変化しているが、5次の振動数の変化だけは特徴的となっている。これはモード形より5次の振動が梁部のみの振動であるため、梁部の拘束にかかわる柱の上部及び梁の端部の場合では変化が大きくそうでない柱の下部の場合ではほとんど変化を示さないことと対応している。

4. まとめ

以上に示した解析結果は本来のモーメントスプリング係数 k_6 によらずすべて部材剛度EIにより無次元化した

τ に対して求まるものであった。すなわち節点剛度は相対的なものであり部材剛度の大きなものでは節点剛度も大きくしなければ剛結条件が保てないことがわかる。また、静的、動的両面から柱の節点特に基部の剛結度が構造体の剛性を保つには重要であり、従来の柱優先の接合法、通し柱の重要性などを確かめる結果を得た。

今回は立体骨組構造物に不完全剛結節点を考慮した解析例を示しより安全な構造物の節点施工に対する指針を与えることを試みた。今後さらに節点剛度の実測結果に基づきこれらの結果をより現実に側した解析に利用して行くことが望まれる。尚、計算にあたってはすべて金沢大学電子計算機センターのFACOM M170-Fを使用している。

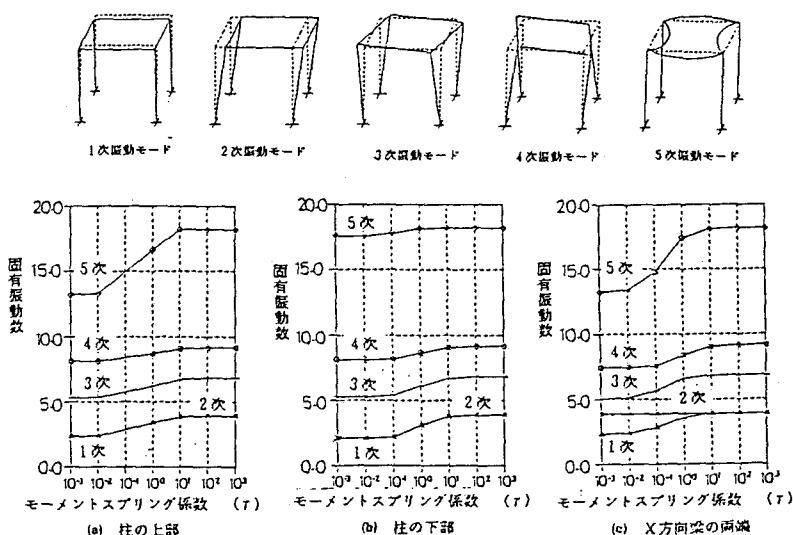


図5. 固有振動数の変化

(参考文献)

- 1) 信原・桜井・吉村; 有限要素法プログラミングデザイン, 培風館, 1972. 5.
- 2) 小堀・森本; 不完全な剛結部を有する構造物の振動性状について, 土木学会論文集 186号, 1971. 2.
- 3) 片山・宮田・国井; 土木学会編 新体系土木工学10 構造物の振動解析, 技報堂出版, 1981. 7.