

I - A63 梁－柱接合部に線形パネを有する半剛結鋼骨組の動的挙動特性

室蘭工業大学 正 員 小室 雅人 室蘭工業大学 正 員 岸 徳光
 室蘭工業大学 正 員 矢吹 信喜 室蘭工業大学 フェロー会員 松岡 健一

1. はじめに

本研究では、半剛結鋼骨組の耐震設計手法確立のための基礎資料を得ることを目的として、半剛結接合部の非線形な剛性特性を簡易的に線形パネに置換した場合についての動的応答解析を試み、その挙動特性に関する検討を行った。具体的には、三層一径間骨組を用いた定常加振解析および2種類の地震波形を用いた動的応答解析を行い、パネ剛性の違いによる骨組全体の挙動特性（応答加速度、応答変位など）に関する検討を行った。本解析では構造解析汎用プログラムであるABAQUS¹⁾を使用している。

2. 数値解析仮定

2.1. 骨組のモデル化

図－1に本解析で対象とした三層一径間骨組を示す。図中に節点番号、部材番号、使用形鋼および載荷荷重を付記している。使用形鋼に関しては、AISC-LRFDの設計基準に準拠している。解析精度を確保するために柱材を8分割、梁材を16分割し、梁材に作用する死荷重 W に関しては、等価な集中質量として梁材節点に付加することとした。また、梁および柱材は全て弾性体とし、その物性値を弾性係数 $E=206\text{ GPa}$ 、ポアソン比 $\nu=0.3$ とした。なお、接合部に導入する線形パネモデルに関しては、ABAQUSに予め組み込まれているものを使用した。数値解析は幾何学的非線形のみを考慮し、減衰定数として5%を設定した。また、全ての応答解析は自重解析の後に行っている。

2.2. 接合部剛性評価

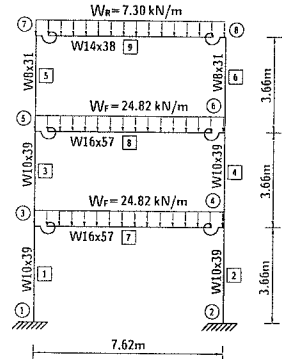
本研究では図－2に示す接合部の非線形な $M-\theta_r$ 曲線を簡易的に線形パネにモデル化している。すなわち、線形パネとして、接合部初期剛性 R_{ki} を用いた場合（ケース1）、beam-line法により得られる割線剛性 R_k （ケース2）および接線剛性 R_{kt} （ケース3）を用いた場合の3種類を設定した。図－3に各線形パネモデルの定義を示す。図より、各接合部剛性の大小関係はケース1>ケース2>ケース3となる。なお、本研究では比較対象として接合部を剛結接合とした場合についても解析を行っている。

3. 解析結果および考察

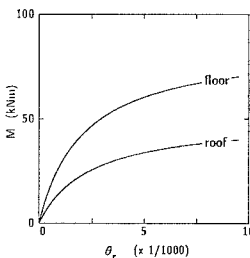
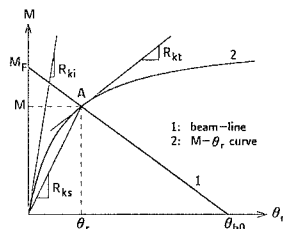
本研究では、より詳細な挙動特性に関する検討を行うため、1) 定常調和加振解析および 2) 実際の地震波入力による動的応答解析の2種類について解析を行った。以下、それぞれについて考察する。

3.1. 定常加振解析

表－1は各解析ケースにおける固有振動数をモード次数ごとに整理したもの



図－1 解析対象骨組

図－2 $M-\theta_r$ 曲線

図－3 線形パネへのモデル化

表－1 固有振動数一覧

モード	固有振動数 (Hz)			
	剛結接合	ケース1	ケース2	ケース3
1	1.34	1.23	1.09	0.89
2	3.65	3.35	3.13	2.83
3	5.24	5.07	4.97	4.74
4	5.48	5.33	5.09	4.83
5	6.09	5.74	5.32	4.84

キーワード：半剛結接合、鋼骨組、定常加振解析、動的応答解析

連絡先 〒050-8585 室蘭市水元町 27-1 室蘭工業大学 建設システム工学科 Tel 0143-46-5228 Fax 0143-46-5227

である。表より、最低次固有振動数に着目すると、剛結接合の場合が最も大きく、接合部剛性が小さくなるにしたがい固有振動数も小さくなっている。また、図-4に入力加速度を100 galとした場合の0.5～5 Hzに関する加速度応答スペクトル図を示す。図より、接合部剛性が小さいほど、最低次および2次モードとも応答加速度が大きくなる傾向があることがわかる。応答倍率は、各解析ケースで若干異なるものの、概ね最低次モードで約14倍、2次モードで約6.5倍となっている。

3.2. 動的応答解析

ここでは、入力地震波としてエルセントロ NS 成分波形および阪神大震災で観測された神戸大学EW成分波形の2波形を用いた動的応答解析を行った。解析は加速度波形を物体力として骨組要素および集中質量に作用させることにより行った。なお、全解析時間は主要動を含む10秒間とし、両波形とも100 galに正規化したものを使用している。

図-5にエルセントロ NS 成分波形における入力加速度波形と各解析ケースにおける応答加速度波形を示す。各波形の着目は節点7である。図より、最大応答加速度は各解析ケースで異なり、ケース2で最大455 galを示している。また、最大応答加速度発生時刻に関しても、各解析ケースで異なっていることがわかる。図-6には各解析ケースの最大応答加速度発生時における高さ方向加速度分布を示している。図より、剛結接合およびケース1では線形に近い分布を示していることがわかる。一方、ケース2では、最上層における加速度が大きく示されており、ケース3では3次曲線的な分布性状を示している。これより、加速度応答は、接合部の剛性に起因する固有振動特性に大きく依存することがわかる。

表-2に2つの入力加速度波形に対する各解析ケースの絶対最大応答値を示す。表より、最大応答加速度は、入力波形の卓越振動数と骨組の固有振動特性に依存していることがわかる。一方、最大応答変位に関しては、接合部剛性が小さくなるほど大きく示されており、固有振動特性よりは剛性の大小に依存していることがわかる。

4. まとめ

骨組の応答加速度は、骨組の固有振動特性と地震波の卓越周波数の関係に大きな影響を受ける。一方、最大変位に関しては、接合部剛性の小さい骨組の場合が大きい応答を示す傾向があること等が明らかになった。

参考文献 1) ABAQUS/Standard, User's Manual, Ver. 5.7, HKS, Inc., 1997.

表-2 絶対最大応答値（節点7）

	エルセントロNS成分		神戸大学EW成分	
	加速度 (gal)	変位 (cm)	加速度 (gal)	変位 (cm)
剛結接合	352.0	3.10	314.0	3.69
ケース1	361.3	3.58	379.5	4.77
ケース2	455.3	4.98	314.1	4.24
ケース3	396.7	5.30	404.4	6.39

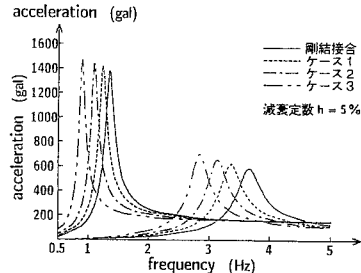


図-4 加速度応答スペクトル図

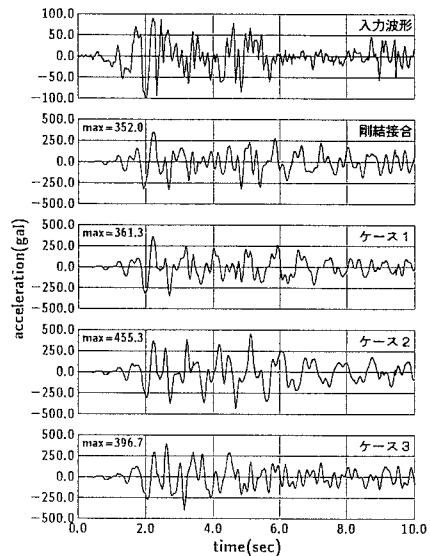


図-5 応答加速度波形 (h=5%)
(エルセントロNS成分波形：節点7)

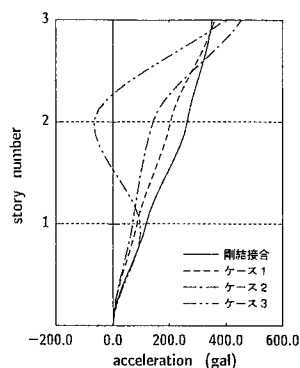


図-6 高さ方向加速度分布
(最大加速度発生時)