

半剛接鋼骨組の地震応答に関する研究

(その4 柱梁仕口の復元力特性の違いが動的応答に与える影響)

耐震設計 柱梁仕口 地震応答
数値解析 ラーメン正会員 ○ 藤田芳治¹, 同 山成 實²,
同 小川厚治³, 同 黒羽啓明⁴

1. 序 前報^[1]では柱梁仕口の復元力特性を bi-linear 型とし、柱梁仕口の耐力と剛性に着目した広義の半剛接接合部を持つ骨組の動的解析を行い、柱梁仕口を弱くしても骨組の応答性状は悪くはならないことを報告した。しかし、柱梁仕口の復元力特性はその接合形式により様々な履歴挙動を示し^[2]、その復元力特性が bi-linear 型とは限らない。本報では柱梁仕口の復元力特性を文献 [3, 4] に見られるような slip 型と仮定し、その様な柱梁仕口を持つ鋼骨組の地震応答解析を行い、前報で示した bi-linear 型のものと比較し、考察を加える。

2. 解析方法

2.1 解析モデル 解析骨組は接合部変形を考慮した半剛接鋼骨組で、骨組設計は前報に準じる。

2.2 部材の復元力特性 柱材、梁材及び接合部パネルの復元力特性は前報と同様とし、柱梁仕口の復元力特性は図1に示す slip 型とする。仕口の弾性剛性は、ほぼ剛接合と見なせるよう梁材の 5.0 倍 (仕口梁剛性比 5.0^[1]) とし、仕口の硬化係数は前報と比較するため 0.006 (仕口梁2次剛性比 0.03^[1]) とする。ただし、本報告では試みとして、スリップする耐力は仕口の降伏耐力の 1/2 倍、スリップする長さは仕口の降伏変形の 5.0 倍で一定とする。また、文献 [3] に見られるように、柱梁仕口は一度降伏するまでスリップ現象を呈することは無いものとする。

各部材の強度は柱材と梁材は同じ耐力とし、接合部パネルは降伏しないように耐力を設定する。解析パラメータは仕口梁強度比^[1]のみとし、を 0.2~1.3 まで、つまり梁材に比べかなり弱いものから保有耐力接合を満足す

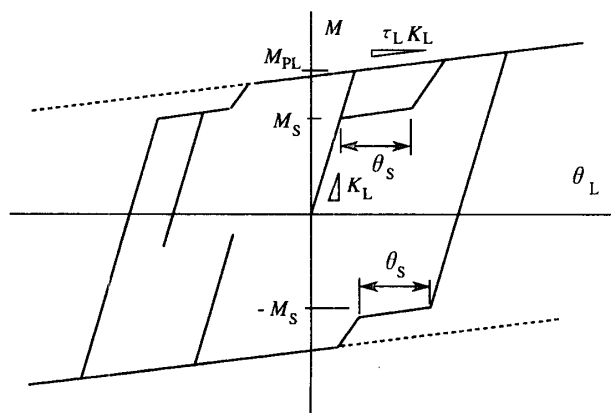


図1 柱梁仕口の slip 型復元力特性

るものまで変化させて解析を行う。

2.3 解析条件 解析は 5 層、10 層の骨組を用い、重力効果を考慮したベースシャー係数はそれぞれ 0.4455, 0.2386 である。骨組の減衰定数は 1 次, 2 次共に 3.0 % とした。入力地震波はスペクトル強度を 150 *kine* に増幅した EL CENTRO (1940) NS 成分, TAFT (1952) EW 成分の 2 種類を用い、解析には初期の 30 秒間を用いた。

3. 解析結果

3.1 梁材及び柱梁仕口の履歴挙動 図2は5層骨組の最下層から取り出した梁材と仕口の連成パネの履歴である。入力地震波は EL CENTRO (1940) NS 成分, 仕口梁強度比は 1.0 である。梁材及び柱梁仕口は同時に降伏し、それぞれ bi-linear 型及び slip 型の履歴挙動を示している。また、それらの連成系である柱梁仕口を考慮した梁の履歴挙動もその2つの重ね合わせの性状をよく示している。

3.2 擬似速度応答スペクトル 図3は仕口梁強度比が 0.2, 0.7 (弱仕口), 1.0 (仕口と梁が同じ耐力), 1.3 (保有耐力接合) における骨組のエネルギー応答量と入力地震波の擬似速度応答スペクトルとを比較したものであり、入力地震波は EL CENTRO (1940) NS 成分である。柱梁仕口の復元力特性が slip 型と bi-linear 型の違いによらず総エネルギー入力はほぼ等しく、また、骨組の応答速度は概ね 150 *kine* 程度になっており、骨組の入出力エネルギーのバランスは取れている。

3.3 骨組の応答性状 図4及び図5は、EL CENTRO (1940) NS 成分、TAFT (1952) EW 成分の2種類の入力地震波を用いて解析した結果である各層の最大層間変形角の平均値及びその変動係数である。

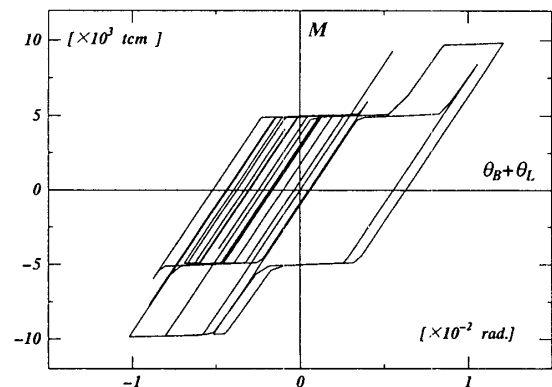


図2 梁材・柱梁仕口の連成した応答例

Seismic Response Analysis of Semi-rigid Steel Frames

Part 4 Effects of Restoring Characteristics of Connections on Dynamic Response

FUJITA Yoshiharu, YAMANARI Minoru, OGAWA Koji and KUROBANE Yoshiaki

図4の最大層間変形角の平均値は層数，地震波，復元力特性の違いによらず仕口梁強度比が1.0を下回ると減少傾向を示す。また，仕口梁強度比が1.0~0.6程度までは，柱梁仕口の復元力特性にslip型を適用した方がbi-linear型に比べ小さくなる。がそれを下回ると逆にslip型の方がbi-linear型より大きくなる。

図5の変動係数についても，層数，地震波，復元力特性の違いによらず同じ傾向を示し，slip型の復元力特性を持つ柱梁仕口において柱梁仕口を梁材より弱くしても特定層への損傷集中は見られない。

4. 結論 slip型の復元力特性を柱梁仕口に適用した半剛接鋼重層骨組の動的解析を行い，bi-linear型の解析と比較した結果，以下のことが分かった。

- 1) 復元力特性の違いによる総エネルギー入力の違いはほとんど見られない^[5]。
- 2) slip型の復元力特性を柱梁仕口に適用した場合，bi-linear型の場合にくらべて仕口梁強度比が0.6程度までは各層の最大変形応答量が小さくなる。また，bi-linear型同様，特定層への損傷集中は見られず，応答性状はbi-linear型に比べむしろ良くなる傾向を示す。

参考文献 [1] 藤田芳治,山成 實,小川厚治,黒羽啓明:半剛接鋼骨組の地震応答に関する研究(その3 柱梁仕口の耐力と剛性が動的応答に与える

影響), 日本建築学会大会学術講演梗概集, C構造II, pp. 1547~1548, 1993年9月 [2] 日本建築学会:鋼構造接合部の力学性状に関する研究の現状, 1993年10月 [3] 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 実験), 日本建築学会大会学術講演梗概集, C構造II, pp. 1555~1556, 1993年9月 [4] Bernuzzi, C., Zandonini, R., Zanon, P.: Semi-rigid Steel Connections under Cyclic Loads, First World Conference on Constructional Steel Design, Acapulco, December 1992 [5] 加藤 勉,秋山 宏:強震による構造物へのエネルギー入力と構造物の損傷, 日本建築学会論文報告集, 第235号, pp.9~18, 昭和50年9月

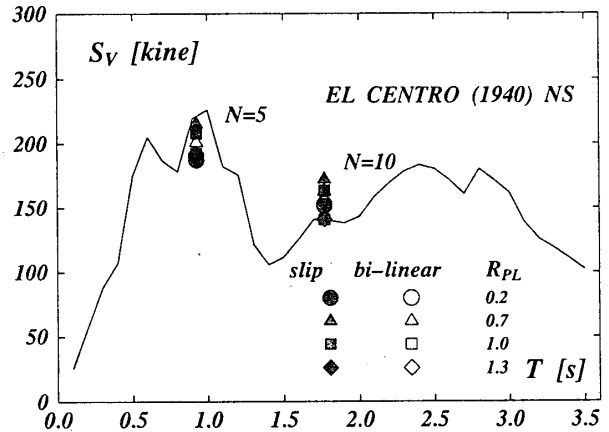


図3 骨組の等価速度と入力地震波の S_v

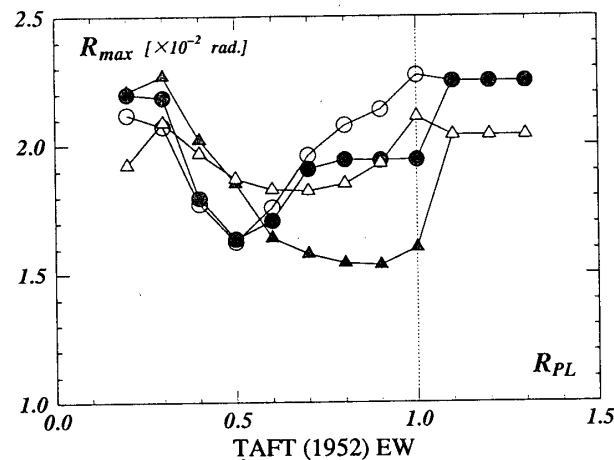
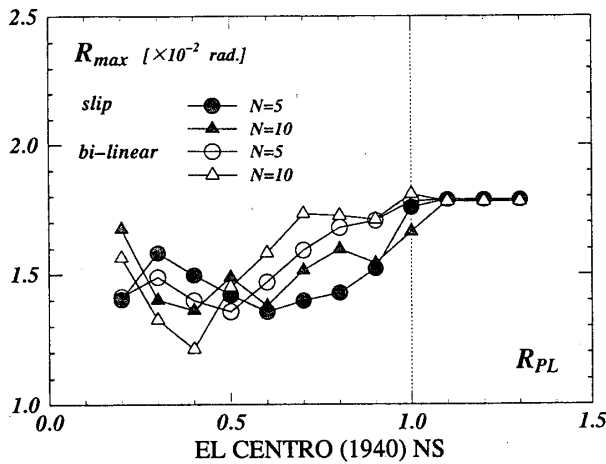


図4 骨組の平均応答変位

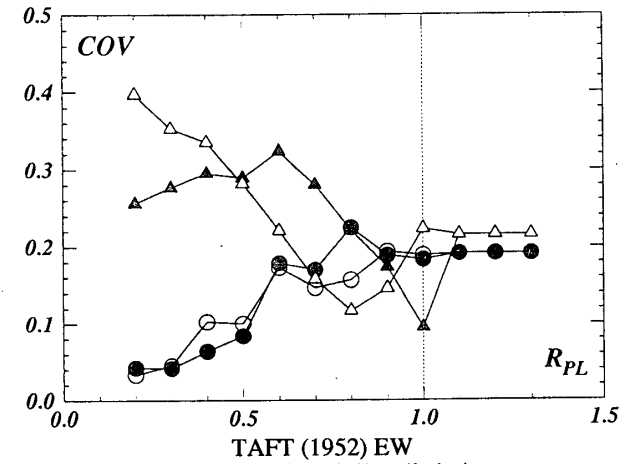
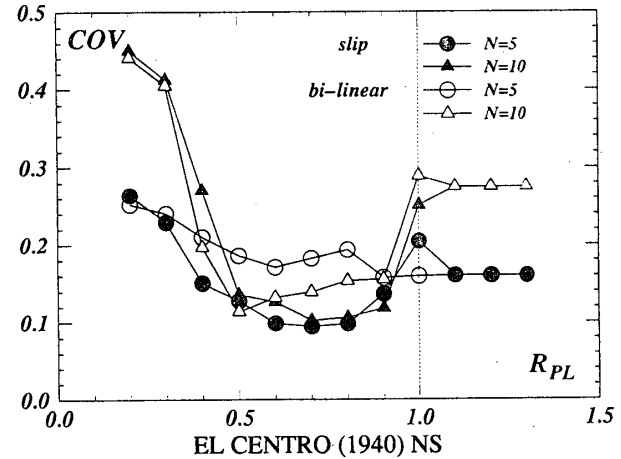


図5 骨組応答変位の集中度

- 1 久米設計 工修
- 2 熊本大学 助手・工博
- 3 熊本大学 助教授・工博
- 4 熊本大学 教授・工博

- Structural Designer, M. Eng.
 Research Assoc., Kumamoto University, Dr. Eng.
 Assoc. Prof., Kumamoto University, Dr. Eng.
 Prof. Kumamoto University, Dr. Eng.