

鋼構造骨組の繰り返し載荷挙動に対して弾塑性数値解析がもつ予測精度

○松宮 智央・劉 大偉・吹田 啓一郎・中島 正愛

1. はじめに

通常の耐震設計で用いられる塑性ヒンジ法に立脚した弾塑性骨組解析が鋼構造骨組の実挙動をどの程度の精度で予測できるかを、3層実大鋼構造骨組に対する準静的繰り返し載荷実験から得た情報を参照して検討した。

2. 試験体と載荷

試験体図面を図1に示す。試験体長辺方向の、平行する2構面(North, South構面)に1台ずつジャッキを配し、2台のジャッキには常に同じ変位を与えた。また、3層柱の柱頭をブレースで結び、この位置での剛床を確保した。

3. 解析モデル

図2は解析モデルである。柱と梁は、部材中心軸を通る線要素として、載荷レベルのつなぎ材端部はピン、また1層柱脚は回転バネとしてモデル化した。解析では、P-Δ効果は考慮している。

4. 設計時における単調載荷解析

本試験体の設計時に表1に示す4種類の単調載荷解析を実施した。各部材の耐力は公称値に基づいて求め、柱脚、柱、梁、パネルの曲げモーメント-回転角関係は完全弾塑性(歪硬化係数0.1%)とした。パネルサイズを考慮した場合、パネル降伏後の歪硬化を反映させるためパネル耐力を1.3倍した。合成効果を考慮した場合は、通常の設計に従い、床スラブによる鉄骨梁の耐力を正曲げで1.5倍、負曲げで1.0倍し、剛性は全ケースとも1.8倍とした。図3は試験体の全体履歴で、図中には単調載荷解析結果も併せて示す。Case1, 2の弾性剛性は実験結果よりも2%大きく、パネル寸法・変形を考慮したCase3, 4の弾性剛性は実験結果よりも5%大きい。Case1~Case4の弾性限耐力(残留変形角1/500に対する耐力と仮定)は、実験結果よりもそれぞれ12%, 7%, 12%, 3%小さい。

5. 繰り返し挙動に対する解析精度

次に、実験から得られた各部材の曲げモーメント-回転角関係を参照して、各部材に与えるべき諸元を決定し、これらの特性を用いて、1/25振幅の繰り返し載荷をNorth構面を対象に模擬した。

図4は、実験から得られた1/25振幅におけるNorth構面のジャッキ荷重と全体変形角の関係を細線で、解析結果を太線で示したものである。両者を比べると、正側最大耐力は、解析の方が実験よりも0.3%小さく、負側最大耐力は解析の方が実験よりも4%大きく、また履歴ループに囲まれる消費エネルギーについては、解析の方が実験よりも3%大きい結果となった。

6. まとめ

- (1) 試験体設計時に行った単調載荷解析では、実大試験体の基本特性を高い精度で予測できた。
- (2) 実験から得られた各部材の曲げモーメント-回転角関係を参照して、その諸元を適切に選ばば、変形角1/25radという、塑性化が相当進行する繰り返し載荷挙動を、弾塑性骨組解析により高い精度で追跡することができた。

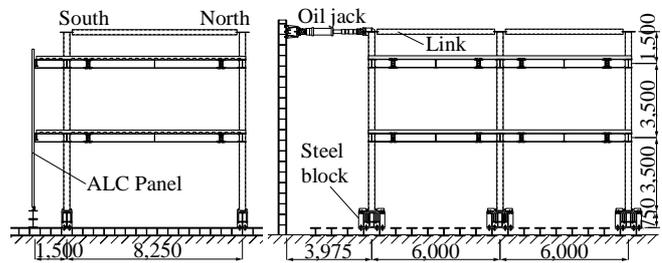


図1 試験体(単位: mm)

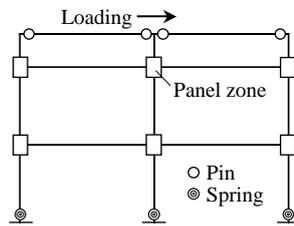


図2 解析モデル

Case	Composite action	Panel-zone effect
1	×	×
2	○	×
3	×	○
4	○	○

○: Considered ×: Not considered

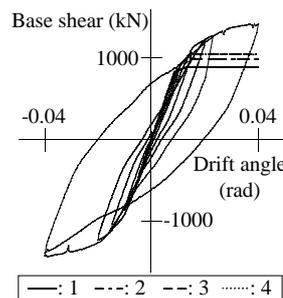


図3 全体履歴

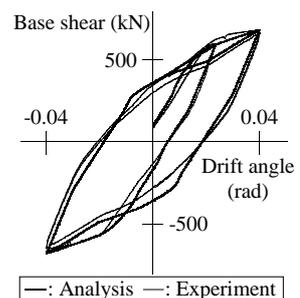


図4 全体履歴(1/25振幅)