

超大変形領域における実大3層鋼構造骨組の崩壊挙動

Collapse behavior of steel structure under extremely large deformation range

○松宮 智央・中島 正愛・吹田 啓一郎・劉 大偉

○Tomohiro Matsumiya, Masayoshi Nakashima, Keiichiro Suita, Dawei Liu

A full-scale loading test on a three-story steel building structure is presented. This paper describes on final failure of the structure in deformation ranges that are far beyond those considered in contemporary seismic design. Although the specimen was designed to sustain a beam collapse mechanism, it failed in the final stage in a first-story collapse mechanism. This occurred because of series deterioration in strength of the column bases. The strength degradation was more significant in the plane that did not sustain a beam fracture than in the plane in which one beam end fractured in an early stage of loading.

1. はじめに

筆者らは通常の耐震設計で考える変形を越す変形領域における実大3層鋼構造骨組の準静的載荷実験を実施した。本論では、崩壊に至る超大変形領域における試験体挙動に着目する。

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。全体変形角(ジャッキ変位を試験体高さ8.5mで除した値)0.005~0.05radを選択し、各振幅の繰返し数は2回もしくは3回とした。0.05rad振幅終了後は、全体変形角0.07radまで載荷した。

3. 超大変形領域における鋼構造骨組の挙動

図2は全体変形角0.005~0.07radに対する、試験体1,2層の挙動である。試験体は梁崩壊機構となるように設計されたが、全体変形角0.07radに至る載荷において、1層崩壊機構へと転じた(最大層間変形角0.13rad)。その理由として、アンカーボルト破断と充填モルタル圧壊により1層柱脚がピンに近い状態になったことが挙げられる。1層柱の反曲点が1層柱脚側に移動し、1層柱頭に作用する曲げモーメントが大きくなった結果、1層柱頭に局部座屈が生じた。

4. North・South構面の耐力劣化

図3は全体変形角0.005~0.07radに対する、各構面1層の挙動である。0.05rad振幅において、North構面の梁端が下フランジで破断し、全体変形角0.07radではウェブにも亀裂が進行し、ほぼピン接合に近い状態になっていた。そのため、梁から柱への曲げ応力の伝達がほとんどなくなり、梁が接続する柱の1層柱頭には、局部座屈が生じなかった。また、破断した梁端の他方の梁端が接続する柱の1層柱頭にも局部座屈は生じなかった。一方、South構面では、梁端は破断せず、梁から柱へ曲げ応力が伝達された結果、全体変形角

0.07radにおいてすべての柱の1層柱頭に局部座屈が生じた。そのためSouth構面の方がNorth構面よりも耐力劣化が大きく、全体変形角0.07radに至った時点でSouth構面の復元力は、North構面の32%にまで小さくなった。

5. まとめ

(1) 1層柱脚の損傷が試験体の崩壊に大いに影響し、試験体は梁崩壊機構となるように設計されたが、全体変形角0.07radにおいて1層崩壊機構へと転じた。

(2) 全梁端が健全なSouth構面の方が、梁端破断が生じたNorth構面よりも耐力劣化が大きく、全体変形角0.07radにおいて、South構面の復元力はNorth構面の32%まで小さくなった。

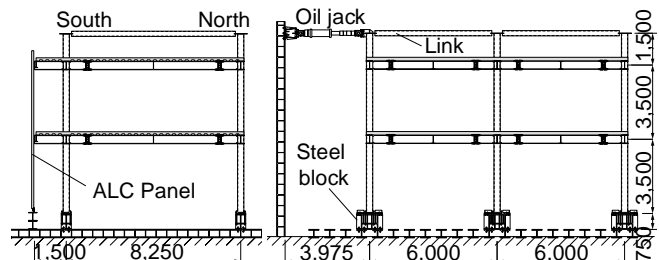


図1 試験体 (単位: mm)

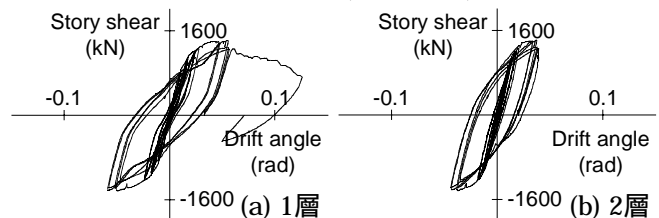


図2 試験体各層の層せん断力 - 層間変形角関係

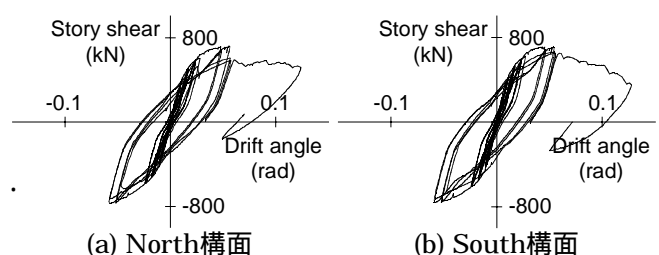


図3 各構面1層の層せん断力 - 層間変形角関係