

# - 10 鋼構造建築物の構造性能評価試験法に関する研究

## Testing Methods of the Evaluation of Structural Performance for the Steel Structures

(研究期間 平成 12～13 年度)

構造研究グループ

Dept. of Structural Engineering

向井 昭義

Mukai Akiyoshi

Synopsis - This research is aimed at studying on the testing methods of the evaluation of structural performance for the steel structures by studying material tests, welding tests and structural elements tests, etc. and developing a manual.

### 【研究目的】

建築基準に性能規定が導入され、鋼構造建築物の材料、各部位・部材あるいは鋼構造建築物全体の性能評価を行う必要がでてくる。一般には、性能評価を計算で行う場合と試験等で行う場合があり、試験についても必要な性能項目に見合った試験法、その結果の評価法が系統的に確立される必要がある。また、研究の側面からは、各種実験の共通の資料を蓄積し成果を広く利用し合うということも重要である。このためには、各種実験から得られた結果が多く、研究者にとってまとめやすい形になるということが必要である。このためにもできるだけ共通の標準試験法およびその結果の評価法があることが望ましい。

### 【研究内容】

鋼構造建築物における各種材料試験、部位・部材試験、骨組試験等を設計実務等における性能評価法とするための試験方法の提案を行うために、各種試験法の調査・分類・整理、結果の評価方法の検討を行った。

### 【研究結果】

構造性能評価試験法案の構成は、大きく「構造材料」、「接合要素」、「構造要素」としている。

#### (1) 構造材料

##### a) 材料試験

構造実験等に用いる鋼材の特性把握を行う場合、検査証明書(ミルシート)の数値の確認等を行う場合、既存建築物の耐震診断を行う場合、新しい鋼材を開発する場合等に必要となる材料特性の把握のための、標準引張試験、板厚方向引張試験、削りだし試験片による引張試験、シャルピー衝撃試験がある。それぞれ試験片形状、試験片採取方向、採取位置及び個数、測定項目及び方法、加力速度、データ収録、報告項目を設定している。これらは、関連する日本工業規格(JIS)、最新の関連研究成果及び改正建築基準法の関連告示(平 12 建告第 1446 号)等を考慮して定めたと

のである。

##### b) 溶接性試験

鋼材の材質評価および溶接条件の選定のために行う標準的な溶接性試験のなかで溶接熱影響部の最高硬さ試験、y 形溶接割れ試験を設定している。これらは溶接熱影響部の低温割れ感受性を判定し、例えば低温割れ防止に必要な予熱温度を求めるためのものである。

##### c) 構造要素、骨組等の実験に使う材料に関する基礎データ

通常の材料の場合で、構造実験に使用するものの基礎データとしては、引張特性、化学成分及び衝撃特性がある。また、部材全断面の平均的な応力 - 歪関係を決定するため、あるいは部材断面の局部座屈耐力及び変形性能を決定するために短柱圧縮試験を行う場合がある。さらに部材が引張力を受ける場合の材料特性を知るために全断面のままの引張試験を行う場合がある。これらはいずれも正確な耐力等を得るために特に端部の加工や治具の設計に注意が必要である。

#### (2) 接合要素

##### a) 溶接系継手

溶接系継手の接合要素の性能を評価するための標準的な試験方法として、溶接継手の引張試験、曲げ試験、衝撃試験、断面硬さ試験、マクロ試験、溶着金属の引張試験がある。また、柱梁接合部の溶接部性能試験として実条件で製作された実大モデルから試験片を採取して引張試験等を行うこともある。

##### b) 高力ボルト系接合部

接合形式として、摩擦接合形式と引張接合形式に大きく分けられる。摩擦接合部の基本性能試験として摩擦面に關する試験と継手の性能試験がある。前者は摩擦面のすべり係数を、後者は継手の剛性、耐力、変形能力等の構造特性を調べるものである。引張接合部の基本性能試験は、接合部の耐力等の構造特性を調べるものである。

#### (3) 構造要素

梁、柱等の構造要素について主に地震荷重を想定したときの構造性能を評価するための標準的な試験方法である。

#### a) 試験体

基本的には実大試験が望ましいが、模型実験等を行う場合には、モデル化による縮尺効果、残留応力の構造性能への影響等を適切に考慮する必要がある。ただし、脆性的破壊を伴う可能性がある場合にはできるだけ評価対象となる実物で試験を行う必要がある。また、曲げ破壊等の安定した破壊が予想される試験体では1体の試験結果からでも十分な情報が期待できるが、脆性的な破壊を対象とする場合にはばらつきが大きいため、同一試験変数下で複数体の試験結果のばらつきの程度を確認することが望ましい。

#### b) 試験装置、載荷形式

試験装置は、試験で想定する境界条件や載荷条件をすべての載荷過程で満足するようにする必要がある。特に、支承部、変形拘束器具などと試験体の摩擦には十分注意する必要がある。

#### c) 測定項目ならびに測定方法

設定した測定項目が適切に計測できるように各種計測機器を設置しなければならないが、特に載荷中に変位計の移動が予想される場合には測定値補正のための方法が必要となる。

#### d) 載荷履歴

漸増交番繰り返し載荷を標準載荷履歴とする。

#### e) 試験結果の整理

漸増交番繰り返し載荷で得られた荷重 - 変形関係から骨格部曲線を取り出し、それを指標として耐震性能を評価する方法がある。この場合には、正側または負側の累積塑性変形倍率、あるループの塑性率、塑性変形倍率が定義される。またパウシンガー領域の変形性能も考慮する場合には、パウシンガー域における累積塑性変形倍率、あるループのパウシンガー域における塑性変形倍率が定義される。また、変形性能をエネルギー尺度に換算するために塑性変形による吸収エネルギーが等価である完全弾塑性モデルに置換することもあり、それぞれ面積が等価な累積塑性変形倍率、塑性変形倍率が定義される。

また、試験で得られた荷重 - 変形関係から降伏耐力を評価する方法は幾つかあり、それぞれ採用した方法・定義を明記するべきである。

#### f) 梁と梁接合部、柱と柱接合部の試験

載荷時の変形の基準値は、軸力を考慮した全塑性曲げモーメントに対応する弾性変形量とし、変位振幅は、弾性範囲で2回程度、その後、変形の基準値の $\pm 2$ 、 $\pm 4$ 、 $\pm 6$ 、 $\pm 8$ 倍を基本として各変形2回以上繰り返すものとする。

#### g) 筋かいと筋かい接合部の試験

変形の基準値は筋かい材の降伏変形とし、変形の基準値の $\pm 0.5$ 、 $\pm 4$ 、 $\pm 8$ 、 $\pm 12$ 倍で各変形2回以上繰り返すものとする。

#### h) 柱梁接合部の試験

接合部パネルのみを評価する場合には、パネルの降伏せん断変形角を変形の基準値とし、その基準値の $\pm 4$ 、 $\pm 8$ 、 $\pm 12$ 、 $\pm 16$ 倍で各変形2回以上繰り返すものとする。

また、架構としての耐震性能を評価する場合には、柱、梁及び接合部パネルの全塑性耐力を求め、最も早期に全塑性耐力に達するときの架構の弾性層間変形角を変形の基準値として、その基準値の $\pm 2$ 、 $\pm 4$ 、 $\pm 6$ 、 $\pm 8$ 倍各変形2回以上繰り返すものとする。

#### i) 柱脚の試験

柱脚部の変形を含む柱部材角を指標とし、 $\pm 0.005$ 、 $\pm 0.01$ 、 $\pm 0.02$ 、 $\pm 0.04$ 、 $\pm 0.06$ 、 $\pm 0.08$ (rad)で各2回以上繰り返すものとする。

#### j) その他

履歴ダンパー、CFT 構造の試験についても特記事項などを記している。