

- 2 新鋼構造建築物の基盤研究

Study on New Steel Structure Buildings

(研究期間 平成 14～15 年度)

構造研究グループ

向井昭義

Dept. of Structural Engineering

Akiyoshi Mukai

Synopsis- This research is aimed at studying the new steel buildings by studying new steel, new welding technology, new structure systems, new testing technology, etc.

【研究目的及び経過】

現在の鋼構造建築システムには、溶接等の工程を技能労働者に頼るなどの部分が残っており、今後予想される技能労働者の不足に対応し、施工技術の信頼性向上等に資する、より近代的な生産システムの構築が必要である。さらに、鋼構造建築物の特徴として、各技術が専門化、細分化、分業化されていることがあげられる。例えば、設計者、鋼材メーカー、溶接材料メーカー、鉄骨加工メーカー等多くの業界が関与している。各分野ではそれぞれ何らかの計算や品質管理を行い、いくつかのある性能をそれぞれ保証している。しかし、詳細にみても誰が建築物の各性能を直接保証しているのかよくわからない部分が随所に存在する。いわば、空白域が存在するのである。これらによって、計画当初意図していた性能が発揮されない可能性がある。よって、性能を基盤として計画・設計から完成まで一貫してコントロールして新しい鋼構造建築物を創生するための基盤研究を行う。

【研究内容】

(1) 溶接部の性能評価法に関する研究

鋼材の性能、溶接材料の性能、溶接条件等の差異による設計条件に応じた溶接部の性能評価法に関する研究を行う。特に設計側、溶接施工側両者の観点からみて溶接部の性能、溶接部の信頼性の検討を行う。

(2) 高性能ボルトの性能評価法に関する研究

F13T、F15T クラスの高力ボルトでは、その遅れ破壊（締め付け後数年程度で突然破断する破壊）特性の評価が重要である。超高力ボルトの屋外及び屋内での実環境における暴露試験、水素侵入特性の調査・検討を行い評価法の検討を行う。

(3) 鋼製地中梁等を用いた建築物の性能評価法に関する研究

1 階柱脚部の構造信頼性向上、施工期間の短縮等のために地中梁を鋼製にする構造システムに関して、地中梁に鋼部材を用いた場合の構造特性、耐久性の観点から評

価法を検討する。

(4) 鋼構造骨組の要求性能に応じた保有性能確保方策に関する研究

特に累積変形とみかけの最大変形の 2 つに着目して保有性能の確保方策を検討する。

【研究結果】

前述の課題の中で、鋼構造骨組の要求性能に応じた保有性能確保方策に関する研究について、以下に述べる。

ここでは、いわゆる鋼材ダンパーに関する設計用の保有値（累積塑性変形倍率等）の求め方を示したものであるが、ダンパー以外の鋼部材の場合でも、塑性率と累積塑性変形の関係を示す n の値を時刻歴応答解析等で求めることによって、同様に適用することができる。

実験は、原則として定変位繰り返し載荷、または漸増変位繰り返し載荷を行うものとし、それらの荷重 - 変形関係（履歴ループ）のデータがあるものとする。

累積塑性変形倍率は、履歴ループより、正側、負側の累積塑性変形（荷重が全塑性耐力を下回るまでの変形）を降伏変形（全塑性荷重に対応する弾性変形） p で除して、大きい方の倍率を片側の累積塑性変形倍率 n とする。また、そのときの荷重 - 変形関係における変形 η を p で除して、塑性率 μ とする。

1 つのパラメーターに対して、複数の載荷ルールによる試験データをプロットし、それらを結ぶことによって、図 1 に示すように塑性率 μ - 累積塑性変形倍率 n 関係を連続的に求めることができる。この関係に交差する直線 $1/n = (\mu - 1)/\eta$ より、 n に対応する点の累積塑性変形倍率 η' を設計用累積塑性変形とすることができる。

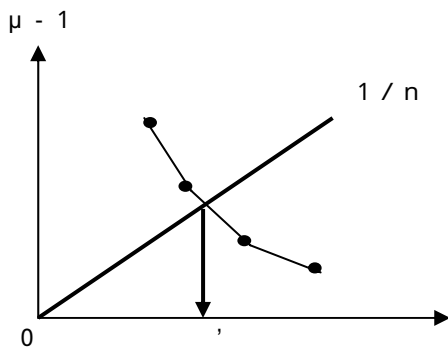


図1 1つのパラメーターに対し複数の载荷ルールにより、複数のプロットがある場合

1つのパラメーターに対して、試験データが1点の場合、図2のように設計用累積塑性変形倍率 λ を求めることができる。これは、プロットされる点が 1/n の直線より、右下にある場合と左上にある場合で異なるが、図1の場合と連続性が保たれている。この方法により、単調载荷等のデータも使用することができる。

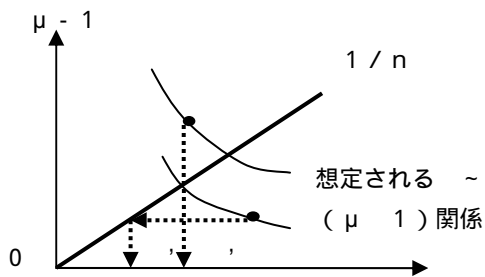


図2 1つのパラメーターに対して試験データが1点の場合

実際のダンパーは支持部分も付属しており、それらの弾性変形は、塑性率 μ や累積塑性変形倍率 λ に影響を及ぼす。

ダンパー材のみの試験データからダンパー支持部分の変形も考慮してダンパー部分の設計用累積塑性変形倍率 λ を求めるには、以下のような補正方法によることもできる。

支持部分の弾性変形を p に加えることによって、一般に μ と λ は比例的に値が小さくなる。

例： p が 2 倍になると、

$$\mu=10, \lambda=100 \rightarrow \mu=5, \lambda=50$$

よって、図3に示すような作図方法で、ダンパー材の試験データ λ を補正して λ' とし、上記の方法により設計用 λ' を求めることができる。

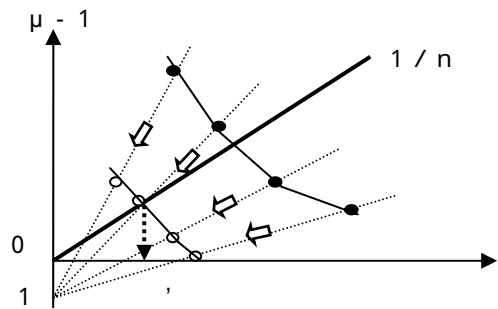


図3 ダンパー支持部分の変形を考慮する場合

n の値について

大地震時にフレームが弾性的な場合には、ダンパーに関する n は、地震応答解析から 5 ~ 2.0 程度とされている。(文献1) エネルギー法のフレームワークではダンパーの必要性能を算出する場合に、フレーム側が安全側になるように最初に n = 5 としてエネルギーの釣合式を求め、さらに部分的にダンパーの必要値を 4 倍して安全率をみている。

で保有性能を算出する場合には、n を小さめにとることが安全側の措置となる。ここでは、エネルギーの釣合式を算出したときと同じ n = 5 程度として、設計用の保有累積塑性変形倍率 λ を求めることが考えられる。

【参考】

履歴ループが完全弾塑性型である場合、例えば、以下の漸増载荷ルールを適用すると以下のような μ - λ 関係となる。

各変位振幅で 2 回：弾性範囲、±2 p, ±4 p, ±6 p, ±8 p, ……

$$\mu = \pm 2, \pm 4, \pm 6, \pm 8, \pm 10, \pm 12, \pm 14, \dots$$

$$\lambda = 4, 16, 36, 64, 100, 144, 196, \dots$$

【参考文献】

1) 西山功、向井昭義、長谷川隆、石原直「エネルギー法のフレームワーク」：鉄構技術 2003年9月