

氏名	う せい 于 征
学位(専攻分野)	博 士 (工 学)
学位記番号	博 甲 第 7 0 0 号
学位授与の日付	平成 26 年 3 月 25 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当
研究科・専攻	工芸科学研究科 造形科学専攻
学位論文題目	繰返し載荷を受けるH形鋼梁の塑性変形能力を確保するための補剛方法に関する研究
審査委員	(主査)教授 森迫清貴 教授 小坂郁夫 教授 木村博昭 准教授 金尾伊織

論文内容の要旨

本論文は、日本、中国、米国における各国の梁横補剛規定を比較し、それぞれの基準によって保持される梁の変形性能を明確にするとともに、新たに効果的な横補剛法を提案した研究をまとめたものである。論文は全6章からなっている。

第1章では、研究の目的と背景を記しており、H形鋼梁の設計上極めて重要な因子である横座屈の補剛規定について、強地震時の弾塑性挙動も含めた検討を行うことの必要性を述べている。

第2章では、鋼構造建築骨組の弾塑性時の水平変位とその骨組を構成する梁部材端の回転角の関係を調べ、本研究で使用する載荷プログラムを決定している。梁の材端回転角が0.03radから0.04radであれば、骨組の層間変形角が0.04rad程度となり、地震時の保有耐力を検討するのに0.045radまでの梁部材端の回転角の繰返し載荷プログラムで十分であることを示している。

第3章では、日本、中国、米国の補剛規定を典型的な3種の梁断面、3つの部材長について、具体的に必要補剛数を比較している。米国、中国の規定は、均等補剛間隔型であり、両規定での補剛数はほぼ同じとなる。日本の保有耐力横補剛規定は均等補剛法と端部補剛法の2種類があり、均等間隔補剛法では、部材が長くなると、補剛数が極めて多くなることを示している。

第4章では、有限要素法を用いた数値解析によって、横補剛された梁が繰返し曲げ載荷を受けたときの復元力特性を求め、それぞれの補剛方法による終局的な梁の耐力や変形能力を明確にしている。その中でも日本の設計基準で提示されている保有耐力横補剛が最も効果的であることを示し、特に、端部補剛規定による横補剛法は補剛数が少ないものの、均等間隔補剛とほぼ同等の効果を持つことを示している。

第5章では、前章の数値実験結果をふまえて、日本の端部補剛規定と均等間隔補剛規定の利点を活かしたより簡便な補剛法として、従来の端部補剛規定に従って、塑性ヒンジの近傍に横補剛を設けた後、端部補剛で挟まれた中間部に均等間隔で横補剛を設けるという補剛法を提案している。さらに、その均等間隔の推奨値を求めるために数値実験を行い、十分な耐力と変形性能を保持するためには、典型的な梁では、最小断面2次半径の100倍以下にすればよいことを示している。

第6章では、以上の成果をまとめている。

この研究によって、異なる横補剛規定による梁の保有耐力性能が示され、さらに設計に有用な

簡便な方法が提案されたことは極めて重要な成果である。

論文審査の結果の要旨

鋼構造建物では、梁に H 形鋼を用いるのが一般的である。H 形鋼梁は曲げを受けると、横座屈という不安定挙動が発生し、急激に耐力が低下する可能性があるが、それを防ぐ目的で現在、梁と直交方向に横補剛を設ける構造設計規定が設定されている。横補剛の間隔は、鉛直荷重時および地震荷重などの水平荷重における耐力低下について検討しなければならない。また、強地震時には梁は繰返し荷重を受け、ある程度の変形が生じるが、その際にも梁の塑性耐力を維持しておくことが必要である。地震時に関する横補剛間隔の規定は、現在、国によって異なり、また日本においては2つの算定式が用いられている。しかしながら、これらの規定を満たす補剛によって梁がどの程度の塑性変形能力を有し、かつ耐力を維持し得ているのかを比較した報告はこれまで見あたらない。

本研究においては、まず日本の2つの方法、中国およびアメリカの規定に則って、典型的な H 形鋼梁の必要な補剛数について比較し、次に、補剛された H 形鋼梁が繰返し曲げ荷重を受けたときの挙動を有限要素法による数値解析を用いて求めている。異なる規定に基づいて補剛された H 形鋼梁が繰返し曲げをうける時の構造性能を明らかにし、比較したことは、極めて有用な情報であるといえる。そこでは、日本の保有耐力横補剛規定が最も効果的であることが述べられている。なお、梁の繰返し曲げ荷重の数値実験を行うにあたり、建築骨組の層間変形角（水平変位を階高で除したもの）と部材端の回転角との関係を検討していることも興味深い。しかしながら、日本の2つの方法のうち均等間隔補剛法では、部材が長くなると補剛数が極端に多くなること、一方、端部補剛規定では、補剛数は中国、米国と変わらないが、中間部の補剛間隔を決定するのが煩雑であることの課題があった。

本申請者は、そこで日本の端部補剛と均等間隔補剛を組み合わせることにより、簡便で構造性能を満たし、かつ意匠設計上も推奨できる方法を新たに提案している。その方法は、まず現行の端部補剛規定で端部の補剛位置を決定し、次に残りの区間を均等間隔に補剛するというものである。均等間隔については、現行の方法によるのではなく、いくつかの典型的な梁について、数値実験を行うことによって検討し、最小断面2次半径の100倍以下にすればよいことを提唱している。この推奨間隔による補剛数は、これまでの均等間隔補剛規定による補剛数よりも少なく、設計上も十分妥当と考えられる数である。本論文は、これまで日本で2つの異なる方法で行われてきた梁の横補剛規定を、構造性能を担保した上で統一化できる可能性を示したものであり、鋼構造建築の構造設計において極めて有意義な成果を示したものであるといえる。

本論文は、審査を経た以下の2編の論文にその内容が発表されている。

- [1] 于 征, 金尾伊織, 森迫清貴: 日中米の横補剛規定を満たす H 形鋼梁の弾塑性挙動解析, 構造工学論文集, Vol.59B, pp.221-230, 2013.3.
- [2] 于 征, 金尾伊織, 森迫清貴: 繰返し荷重を受ける H 形鋼梁の保有耐力横補剛に関する数値解析的研究, 日本建築学会構造系論文集, 第 79 巻, 第 696 号, pp.323-329, 2014.2.

および次の参考論文を基に構成されている。

- 1) 于 征, 金尾伊織, 森迫清貴: H 形鋼梁の横補剛規準に関する日中米比較, 日本建築学会近

畿支部研究報告集，第 52 号，pp.381-384，2012.6.