

1-1

組立補剛された山形鋼トラス部材の座屈耐力に関する研究

日大生産工(院) ○植野 公友 日大生産工 小松 博

1. はじめに

山形鋼を用いた鉄骨トラス梁は1955～75年頃に工場建屋などで多く採用されていた。しかし、その多くはトラスを構成する既存の部材に圧縮力が働いたときに座屈を起こしやすく、現在の耐震基準を満たしていないものが散見される。一般的に鉄骨トラス梁の耐震補強工事では、ボルト接合や溶接接合を用い、部材の断面積を増やす等により耐震性能を向上させる方法がある。しかし、これらの方法では部材に削孔する際に生じる切粉が落下する可能性があり、また、溶接接合では火花が発生することから、建屋内の養生が必要となるが、工場内全ての工作機械に養生を行うことは困難である。このため既存の部材に一際加工を行わない、簡便で施工性の高い補強方法が求められる。

本研究の既往研究¹⁾では、削孔等の損傷や溶接が不要な単一山形鋼に平鋼を取付金物により圧着する、補強方法を提案した。この手法に対して中心圧縮実験により無補強材と補強材の試験体の座屈耐力および補強効果を検討し、その結果として十分な補強効果が確認された。

本研究では、2丁の山形鋼による組立材に対して、単一材と同様の簡便な補強を施し、無補強材と補強材の実験により座屈耐力を比較し検討するとともに、数値解析では実験との整合を確認した上で、細長比を変化させて補強効果を検証する。

2. 実験および解析概要

2.1 実験概要

今回の試験体の一般化細長比は $\lambda c=1.05$ であり、表1に鋼材の機械的性質を示す。実験はナイフエッジを用いた中心圧縮実験で、荷重は試験機により直接検出し、変位は支点間において材軸変位を測定した。補強方法は既往の研究¹⁾の単一山形鋼の組立補剛を参考に、図1、図2に示す山形鋼組立材の各フレット部分に平鋼を取付金物により

圧着する。試験体寸法は山形鋼 L-90×90×7、 $l=2210\text{mm}$ 、平鋼 125×4.5、 $l_e=2180\text{mm}$ である。山形鋼上下に厚さ25mmのエンドプレートと溶接し、これにナイフエッジを取付けた。

2.2 解析概要

解析においては実験と同じ試験体断面を使用し、細長比 $\lambda c=0.4\sim 1.8$ を0.2ごとに解析を行い、細長比の違いによって補強効果についての検討を行った。解析ソフトは有限要素法に基づく汎用非線形構造解析ソフトMARCを用いた。図3に解析モデルを示す。解析モデル寸法は実験寸法と同等とし、取付金物はビーム要素、それ以外は全てシェル要素を用いて解析を行った。また、材料特性は山形鋼、平鋼ともに表1の機械的性質の値とした。載荷において厚さ25mmのエンドプレートを

表1 鋼材の機械的性質

使用材料	幅厚比	ヤング係数	降伏応力度	最大応力度	降伏ひずみ	伸び率 (%)
		E (N/mm ²)	σ_y (N/mm ²)	σ_u (N/mm ²)	ϵ_y ($\times 10^{-6}$)	
等辺山形鋼 90×7	12.9	193000	336	450	1720	19.5
平鋼 125×4.5	27.8	194000	326	481	1681	27.6

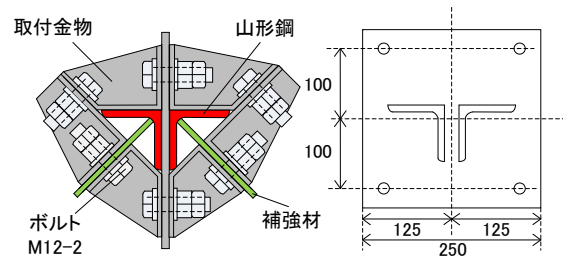


図1 試験体断面図

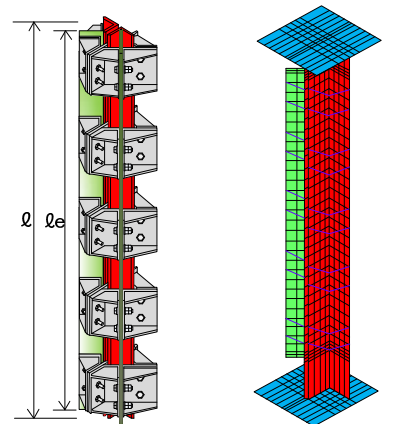


図2 試験体

図3 解析モデル

Study on Buckling Strength of Angle Steel Truss Members Reinforced by the Built-up Method

Kouyu Ueno and Hiroshi Komatsu

試験体上下に設置し、ナイフエッジによる座屈長さを考慮した。解析条件は山形鋼と平鋼は Von Mises の降伏条件を使用し、応力-ひずみ関係は Bi-Linear、ひずみ硬化域の接線係数はヤング係数の 1/100、ポアソン比は山形鋼、平鋼ともに 0.3 とした。なお、エンドプレート、ナイフエッジは剛体としている。山形鋼と平鋼の圧着部は接触要素を設定し、摩擦係数を 0.52 とした。

3. 実験・解析結果および考察

図 4 の荷重-材軸変位関係より実験結果と解析結果を比較すると初期剛性および、最大耐力はほぼ一致した。図 5 に図中に無補強材の理論式である Johnson 式と Euler 式を示し、 λ_1 は限界一般化細長比を表している。今回の解析で得られた無補強材の結果を理論式に当てはめると、理論式に概ね沿った結果が得られた。補強材は、無補強材の理論式に沿った形となっている。

図 6、図 7 に解析より得られた荷重-材軸変位関係を示す。無補強と補強を比較すると大きな違いは最大耐力だけであり、初期剛性には影響しないことが確認できた。

図 8 に無補強材に対する補強材の一般化細長比と耐力増加率の関係を示す。一般化細長比 $\lambda_c=0.4 \sim 0.8$ の範囲では平鋼による補強効果がほとんど得られず、無補強試験体と耐力が同等であった。これは、平鋼が荷重を負担する前に山形鋼が端部で局部座屈を起こしてしまい、そこで最大耐力が決定したことが要因である。 $\lambda_c=1.0 \sim 1.8$ では十分な補強効果が得られた。これは単一材と同様に山形鋼が座屈する直前に平鋼が座屈補剛として働いていることから、最大耐力を増大させた。

4. まとめ

- ・実験、解析ともに山形鋼を平鋼で補強すると初期剛性に影響はなく、最大耐力を増大させた。
- ・解析より、一般化細長比が大きい補強試験体は大きな補強効果が得られた。

5. 参考文献

1) 沼山 典史「組立補剛された山形鋼柱材の座屈耐力に関する研究」(2013) 日本大学大学院 生産工学研究科建築工学修士論文

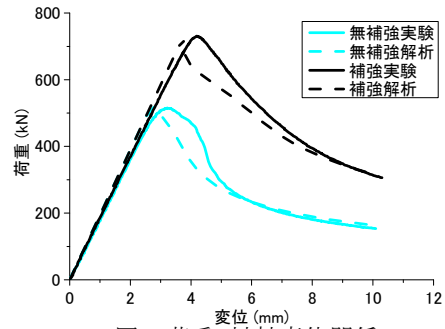


図 4 荷重-材軸変位関係

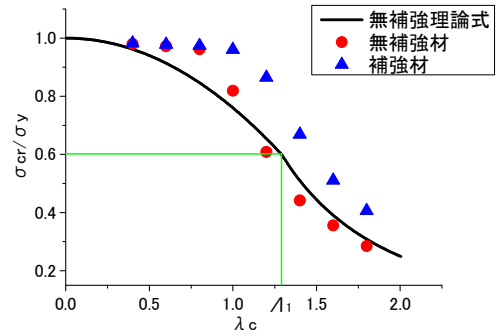


図 5 座屈耐力-一般化細長比

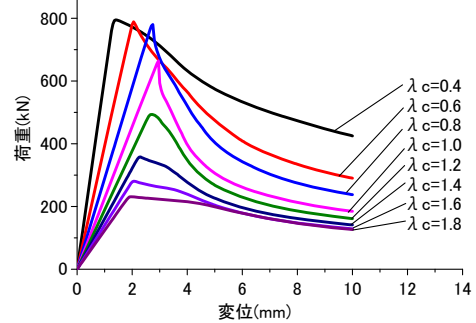


図 6 無補強材解析結果

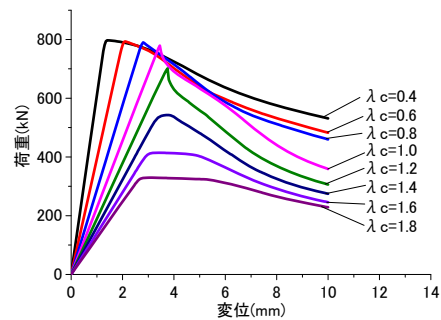


図 7 補強材解析結果

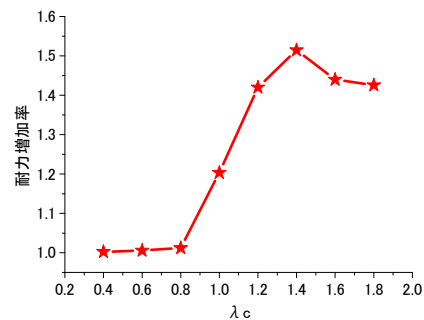


図 8 耐力増加率-一般化細長比