

組立補剛された山形鋼支柱材の座屈耐力に関する研究

- その 4. 幅厚比と補強効果 -

日大生産工(学部) ○沼山典史

日大生産工 小松 博

1. 研究目的

アフリカ、中東の砂漠地帯では強風の影響による通信用鉄塔の倒壊が問題となっている。これに対し既存鉄塔の山形鋼支柱材に、平鋼を取付金物により圧着する簡便な補強方法を提案した。この手法は柱材表層の亜鉛メッキに溶接・削孔による損傷を与えず、簡便で施工性の高い補強方法である。既往研究¹⁾では補強種類を全補強とし、0.6~1.6の細長比による座屈耐力の検討をした。また、取付金物を3箇所・5箇所を配し、取付金物数の違いによる耐力の差異も検討を行った。

本研究では、この結果をもとに補強材である平鋼の厚さを6mmから4.5mmにして幅厚比を大きくした支柱材L-100×100×10(SS400)(以下L100と記す)および支柱材の幅厚比を大きくしたL-75×75×6(SS400)(以下L75と記す)に関しての補強効果を検討する。補強種類は全補強とし、取付金物を3箇所を配した。補強時の軽量化のため、L100では取付金物の幅を昨年度¹⁾より狭め、新たにL75用の取付金物の厚さを4.5mmにした。

これより山形鋼および平鋼の幅厚比の違いによる最大耐力、変形性能の差異、ならびに補強効果を検討する。

2. 試験体

本実験では支柱材はL100を一般化細長比 $\lambda c=0.6, 0.8, 1.0, 1.2, 1.4, 1.6$ 、の6種類で、補強材は平鋼100×4.5(SS400)とする。L75では一般化細長比 $\lambda c=0.8, 1.0, 1.2, 1.4, 1.6, 1.8, 2.0$ 、の7種類で、補強材は平鋼90×4.5(SS400)を用いて実験する。平鋼は図-2の取付金物を用いて固定した。なお一般化細長比は降伏応力度 σ_y から既往研究¹⁾の計算法より算出した。山形鋼および平鋼の機械的性質を表-1に、ナイフエッジ間の長さLの寸法に関しては表-2に示す。試験体の全補強による補強範囲は、エンドプレートと補強材の間隔を10mmとして山形鋼端部

で局部座屈が起こらないようし、取付金物の間隔は補強材両端部から100mmの位置と中央の3箇所を配している。なお、取付金物の幅を昨年度¹⁾の125mmから100mmに狭め、山形鋼の縁端部分の曲げ加工は60°から45°とし、M12のボルトによりトルク700N・mで締め付けている。

表-1 機械的性質

使用材料	試験片	降伏応力度 σ_y (N/mm ²)	引張強さ σ_u (N/mm ²)	伸び率 ϵ_b (%)
山形鋼 L100	1A号	317	456	26.4
山形鋼 L75	1A号	321	453	26.4
平鋼 100×4.5	1A号	325	429	25.8
平鋼 90×4.5	1A号	336	470	26.6

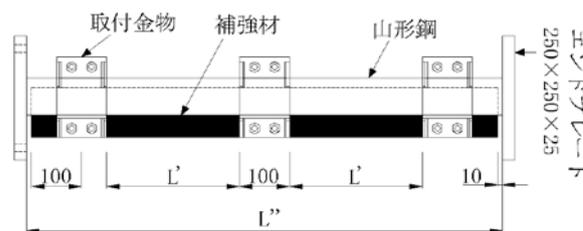


図-1 試験体一例

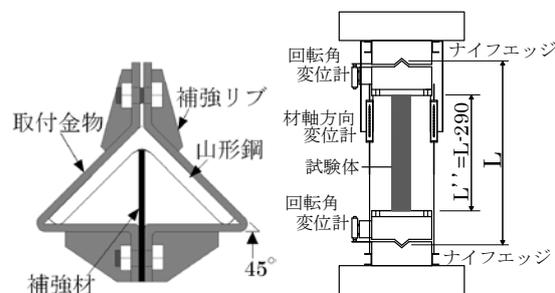


図-2 試験体断面図

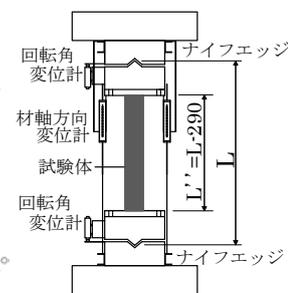


図-3 実験装置

3. 実験方法

図-3に実験装置を示す。実験は1000kN万能試験機を用いて試験体の両端にエンドプレート(厚さ:25mm)を溶接し、これにナイフエッジ(高さ:120mm)によるピン支持装置にボルト締めで固定し、山形鋼の弱軸方向のみに変形座屈させる中心圧縮とした。荷重は試験機より直接検出し、変位

Buckling Strength of Angle Steel Compression Members with Built-up Bracing

- Part.4 Reinforcement Effect of Width-Thickness Ratio -

Norifumi NUMAYAMA and Hiroshi KOMATSU

は支点間において試験体の材軸方向および両支点の回転角を測定した。主柱材および補強材に貼り付けたひずみゲージは、昨年度¹⁾同様の位置に配した。

4. 実験結果および考察

表-2 に各細長比の最大耐力と図-4 に全補強の最大耐力を無補強の最大耐力で除した耐力増加率と一般化細長比の関係を示す。これより一般化細長比が大きくなるほど耐力増加率が高くなっていることがわかる。耐力増加率に変化がなく 1.0 となっている L75 の $\lambda c=0.8, 1.0$ と補強材板厚 6mm の L100 の $\lambda c=0.6, 0.8$ に関しては試験体端部での局部座屈により補強材の耐力が決定したため横ばいである。これに対し、補強材板厚 4.5mm の Δ で示した L100 では局部座屈はせず、補強材を含めて曲げ座屈を起こしているため、細長比が小さいものでも耐力増加が得られている。さらに山形鋼の補強率 I_t/I_v (I_t : 補強時の山形鋼弱軸に関する断面二次モーメント, I_v : 山形鋼弱軸断面二次モーメント) より、L100 で比較をすると補強材板厚 6mm の補強率 2.9 に対し補強材板厚 4.5mm は補強率 2.0 ではあるためその増加勾配は小さいものの、一般化細長比が小さいものでも耐力増加率への影響が小さい。また補強材の幅厚比に関係なく、一般化細長比 1.4 以上では耐力の増加が見られない。一方 L75 は補強率 4.1 で L100 より高く、 $\lambda c=1.0\sim 2.0$ で直線的に増加している。

図-5 は各試験体の最大耐力を山形鋼の降伏軸力²⁾で無次元化した値を各細長比でプロットしたものであり、図中に曲線で示した理論式はジョンソン・オイラー式である。これより L100 と L75 の無補強および L75 の全補強では理論式に添った形で実験結果が得られた。L100 の全補強に関しても、多少のばらつきはあるが、理論式に近似した実験結果が得られた。

5. まとめ

本実験より、補強率が高いほど補強効果は大きくなり、耐力増加率の勾配も高くなることからわかる。

L100 の耐力は補強材の幅厚比を大きくしたことで $\lambda c=1.4, 1.6$ では若干下回っているが、板厚 4.5mm の補強材でも十分な補強効果が得られると考えられる。また軽量化をした取付金物の幅は 100mm で問題は見られない。

参考文献

1) 小松博・石井桂吾・福島暁男：組立補剛された山形鋼主柱材の座屈耐力に関する研究 その 2. 細長比の影響 日本大学生産工学部第 42 回学術講演会 No. 4-13, PP. 49-52

表-2 試験体一覧および実験結果

使用材料	λc	λ	ナイフエッジ間 (mm)	補強種類	最大耐力平均 (k N)
山形鋼 L100	0.6	47.85	933	無補強	538.5
				全補強	600.5
	0.8	63.74	1243	無補強	472.5
				全補強	575.0
	1.0	79.69	1554	無補強	423.5
				全補強	588.0
	1.2	95.64	1865	無補強	357.5
				全補強	533.5
	1.4	111.59	2176	無補強	271.5
				全補強	431.5
	1.6	127.54	2487	無補強	213.0
				全補強	323.3
山形鋼 L75	0.8	48.00	936	無補強	262.5
				全補強	269.7
	1.0	60.05	1171	無補強	254.5
				全補強	262.7
	1.2	72.05	1405	無補強	176.7
				全補強	248.5
	1.4	84.05	1639	無補強	134.2
				全補強	235.2
	1.6	96.05	1873	無補強	99.7
				全補強	213.2
	1.8	108.05	2107	無補強	81.7
				全補強	186.2
	2.0	120.05	2341	無補強	67.8
				全補強	173.8

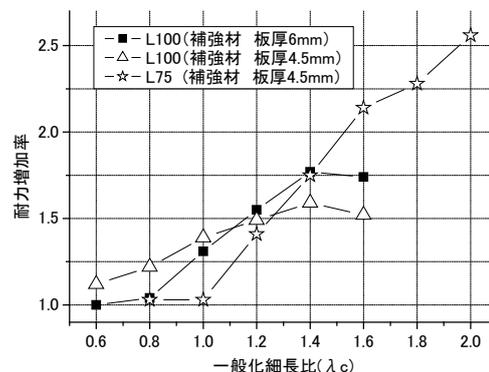
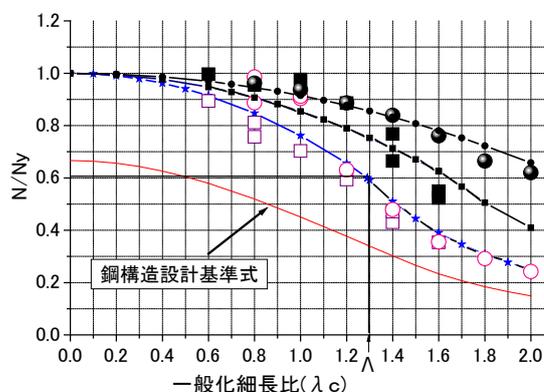


図-4 耐力増加率



● L75全補強 ○ L75無補強 ■ L100全補強 □ L100無補強
—●— L75全補強理論式 —■— L100全補強理論式
—○— 無補強理論式

図-5 $N/N_y - \lambda c$