

鋼製天井下地材の強度、剛性に関する研究

(その2) 吊りボルトの圧縮強度試験

正会員 ○荒井 智一^{*5}

正会員 藤井 孝晏^{*1}

会員外 安酸 將城^{*1}

正会員 相原 正史^{*4}

キーワード：天井、耐風圧、風荷重、軒天井

1. はじめに

鋼製天井下地材を用いた吊り天井における上下端の仕様を含めた吊りボルトの圧縮強度を把握することを目的とし、風荷重等の天井面外方向の外力に対する吊り天井の設計方法に資する基礎的なデータ収集に主眼を置いた。

2. 試験パラメータ

試験のメインパラメータを吊りボルト部材(3/8"吊りボルト、4/8"吊りボルト、3/8"吊りボルト+□-19角パイプ補強)および吊りボルト長さとし、吊りボルト長さは両端ピンの支持条件での Euler の弾性座屈式により計算で求められる長さを中心に選定した。

また、サブパラメータとして、吊りボルト上端・下端の取り付け方法、および天井仕様として表1に示す106体(3/8"吊りボルト68体、4/8"吊りボルト24体、□-19角パイプ14体)の試験ケースを設定した。吊りボルト上端の取り付け方法を写真1に、下端の取り付け方法を写真2に、また部材諸元を表1に示す。

図1に示すように、吊り元鉄骨下端からハンガー上端を吊りボルト長さLと設定、ハンガーおよび野縁の高さを含め(JISハンガーを用いた場合 $L' = L + 120\text{mm}$ 、補強ハンガーを用いた場合 $L' = L + 100\text{mm}$)天井ふところ寸法 L' を設定した。

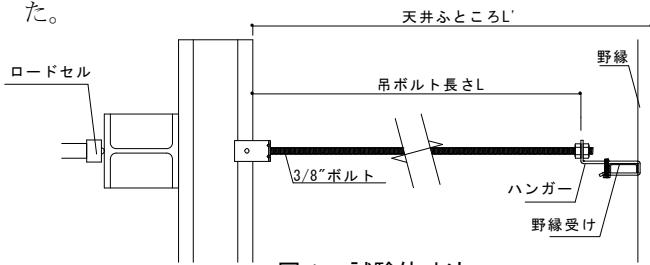


図1 試験体寸法



写真2 吊りボルト下端

*1) H13告示式：告示平13国交告第1024号^{<参考文献>}

表1 試験ケース(試験体数)一覧

長さL(mm)	3/8"吊りボルト	4/8"吊りボルト	□-19角パイプ
100	4		
200	4		
300	4		
500	19		
600		2	
620	11		
700		2	2
826	19	8	1
1000	7	4	1
1193		4	1
1500		4	1
2500			4
3000			4

表2 材料諸元

部材	寸法	断面積	断面二次モーメント	断面係数		
		A (mm ²)	I _x (mm ⁴)	I _y (mm ⁴)	Z _x (mm ³)	Z _y (mm ³)
CS-19	M-19X25X0.5	36.2	1710	3810	148	305
CS-25	M-25X25X0.5	42.2	3400	4710	229	377
CW-19	M-19X50X0.5	48.7	2190	18840	163	754
CW-25	M-25X50X0.5	54.7	4350	22520	254	901
CC-19	C-38X12X1.2	69.7	13600	840	716	24
CC-25	C-38X12X1.6	92.7	17800	1080	937	364
3/8"吊りボルト	-	49.1		191.8		48.5
4/8"吊りボルト	-	87.4		607.9		115.2
□-19角パイプ	□-19X19X1.2	81.7		429		45.2

3. 試験結果

全 106 体の内、表 3 に示す代表的な 4 体の試験（3/8" 吊りボルト）の荷重一変位関係を図 2 に、最大荷重時の吊りボルト変形状況を写真 3～5 に示す。

JIS ハンガーを用いた試験体 1、4 は初期剛性に差があるものの、最大荷重は約 400N と同程度であった。これは、吊りボルトの座屈ではなく、野縁受けの背側にハンガーが大きく倒れて終局したことが要因と考えられる（写真 3、6 参照）。

試験体 2 は上端、下端ともピン支持のモード（写真 4 参照）を示し、最大荷重は 486N を示した。試験体 3 は上端の回転剛性を高めた改良 LG フックを使用したため、片端ピン、片端固定に近い変形モード（写真 5 参照）を示し、最大荷重は 633N だった。

全試験の最大荷重一天井ふところ寸法 L' の関係を図 3 に示す。各吊りボルト部材の両端ピンでの天井ふところを座屈長さとした時の Euler の弾性座屈式および H13 年告示式^{*1}の計算値を併記した。座屈耐力が低い範囲では、Euler の弾性座屈式より算出した値と近い結果を示している。

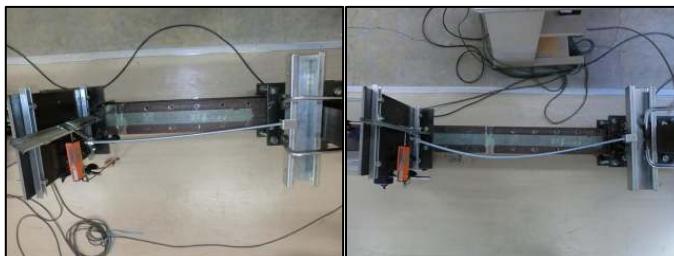


写真 3 試験体 1

写真 4 試験体 2

写真 5 試験体 3

写真 6 試験体 4

表 3 吊りボルトの上下端仕様と圧縮強度の試験体

試験体名	L (mm)	L' (mm)	上端	下端
試験体 1	620	740	LG フック	JIS ハンガー
試験体 2		926		補強ハンガー
試験体 3	826		改良 LG フック	
試験体 4		946	LG フック	JIS ハンガー

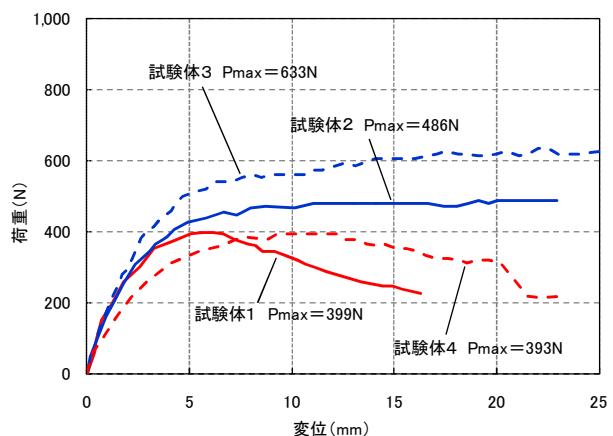


図 2 吊りボルトの上下端仕様と圧縮強度

しかし、吊りボルト長さが短くなるほど、また吊りボルトの剛性が高くなるほど計算値から外れる。特に□-19 補強では 1500N 程度で頭打ちになっている。これは、吊りボルト下端（ハンガーおよび野縁受け）部が捩れる方向の剛性と□-19 補強の剛性差が大きく、ハンガーパーがヒンジとなり偏心の影響がより顕著に示された結果と考えられる。

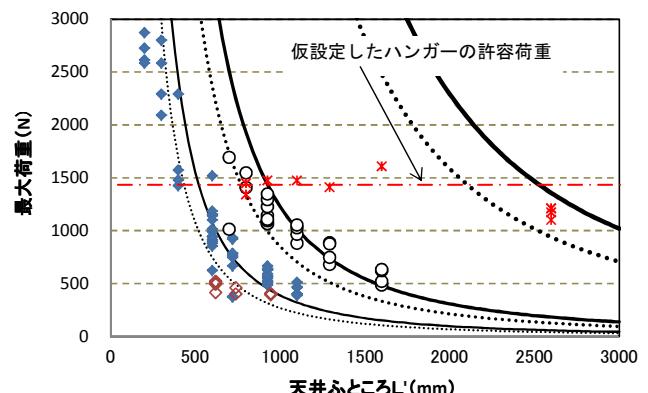
4. まとめ

吊りボルト上端部の回転剛性が高い方が、吊りボルトの圧縮強度も大きくなる傾向を示したが、大きな差では無いので、設計上考慮するかは今後の課題と考える。しかし、地震時の水平力の影響等については別途検討が必要である。

吊りボルト上端部に鉛直下向きおよび水平方向の強度を考慮した部材を使用し、吊りボルト下端部に補強ハンガー（耐風圧用等）を使用した場合は、ハンガーの許容圧縮荷重を適切に設定（図 3 参照）すれば、天井ふところ寸法を座屈長さとして、吊りボルトの圧縮強度は H13 年告示式を用いて安全側に算定することができる。

吊りボルト長さをパラメータとした場合の、吊り元の回転剛性の影響度の把握が今後の課題となる。

◆ 3/8" 吊りボルト	◇ 3/8" 吊りボルト (JIS ハンガー)
○ 4/8" 吊りボルト	✖ □-19 補強
— 3/8" 吊りボルト (Euler)	····· 3/8" 吊りボルト (H13 告示)
— 4/8" 吊りボルト (Euler)	····· 4/8" 吊りボルト (H13 告示)
— □-19 補強 (Euler)	····· □-19 補強 (H13 告示)



<参考文献>

「特殊な許容応力度及び特殊な材料強度を定める件」、2001. 6. 12、国土交通省告示第1024号、第 1 特殊な許容応力度

*¹ 大鉄工業

*⁴ 桐井製作所

*⁵ 桐井製作所 修士（工学）