

鋼製天井下地材の強度、剛性に関する研究

(その1) 概論および試験方法

キーワード：天井、耐風圧、耐震

正会員 ○藤井 孝晏*1

正会員 林 茂樹*2

正会員 小林 俊夫*3

正会員 相原 正史*4

正会員 荒井 智一*5

1. はじめに

例年、台風や季節風の大風で軒やピロティの天井被害が報告されている。国交省公共建築工事標準仕様では屋外に面した天井下地は25形を使用するとされているが被害が発生している事例が多く見られる。平成5年の国交省共通仕様書では「耐風圧性を考慮した補強は特記による」と記述されているが具体的に補強方法や性能を規定しているものは無い。また、各下地材メーカーより耐風圧仕様の天井下地が出されているが、技術的な背景が説明されているものは少ない。また、平成16年の国交省標準仕様書より「耐震性を考慮した補強は特記による」と記述されており、耐震性能に着目した研究は報告されているが、「耐風圧性能」、「耐震性能」などの複合的な天井の性能に関する研究は少ない。最近では窒素ガス消火設備等による耐圧性能やクリーンルームでの圧力差による耐圧性能を求められる場合もあり、天井下地に耐圧力を求めるケースが多くなっている。

本研究は、吊り天井の吊り材（一般的には3/8”吊りボルト）の上下端仕様を含めた圧縮強度について計算値との比較、風圧による鉛直荷重および地震による水平荷重がかかった場合の現行の天井下地材の強度、剛性を試験により確認するとともに、耐風圧性能、耐震性能を組み合わせた複合的性能について確認し、適切な補強方法を提案するものである。

2. 試験概要

台風での被害事例をみると、ふところが大きい天井の吊りボルト座屈、野縁・野縁受けの曲げ破壊、クリップの外れ、ハンガーの破壊等があげられる。本研究では個々の部材の強度や各種パラメータによる違いを見るため、天井の実物大の部分モデルによる試験体を製作し、吊りボルトの圧縮強度試験、鉛直載荷試験および水平載荷試験を行った。

(1) 吊りボルトの圧縮強度試験

天井下地材や金具等の影響を考慮した、吊りボルト上端～吊りボルト～吊りボルト下端～天井下地材を含めた部分モデルの試験体を製作し、吊りボルト軸方向に加力した。試験体は吊りボルトの長さだけでなく、太さ、天井下地材の仕様により種々な組み合わせを選定した。

吊りボルトは天井下地工事で一般的に使用される3/8”吊りボルト、耐風圧用として比較的多く使用されている4/8”吊りボルト、および座屈補強用に使われている□-19角パイプ（□-19×19×1.2）の3種として、計算上の圧縮強度から求められる長さを中心に数種類の長さで行った。天井下地材は耐風圧仕様を中心として19形、25形、パーツは既存の物とその改良形で行った。



写真1 台風による天井被害事例

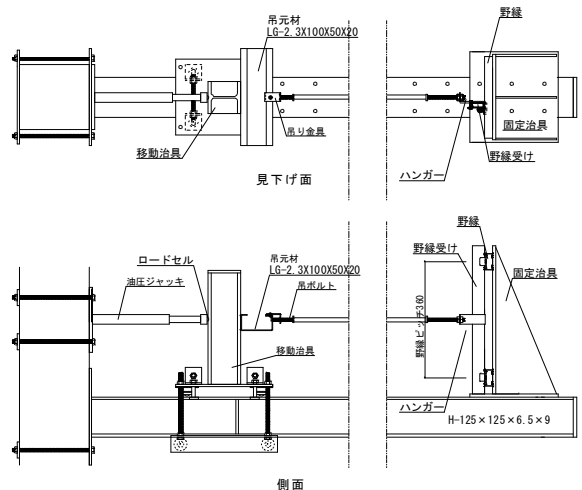


図1 吊りボルト座屈試験治具

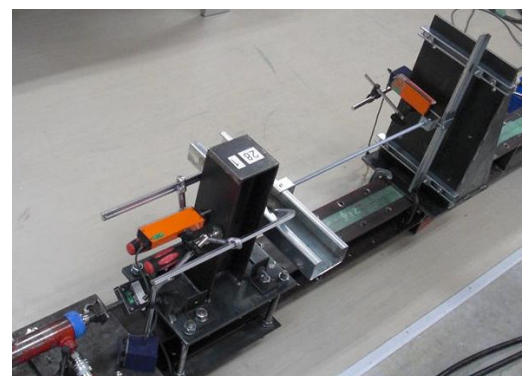


写真2 吊りボルト圧縮強度試験状況

(2)天井面の鉛直載荷試験

JIS A6517（建築用鋼製下地材）の天井下地材の試験方法に合わせ、天井下地材と仕上げ材一体としての圧縮強度の把握を目的とするため、吊りボルトの座屈による影響が生じないように、1.2m×1.2mの大きさの試験体のハンガー上端を直接治具に取り付けて行った。加力部は本試験専用の治具を介して線的に加力して各野縁に均等に力がかかるようにした。

試験パラメータは、仕上げ材および天井下地仕様とした。仕上げ材は屋外（軒）天井で使用されることが多いアルミスパンドレル（t=0.6mm、t=0.8mm）と珪酸カルシウム板（t=6mm）とした。天井下地材は、JIS規格部材をベースとし、クリップおよびハンガーに耐風圧（補強）用の物を組み合わせた仕様を選定した（表2参照）。

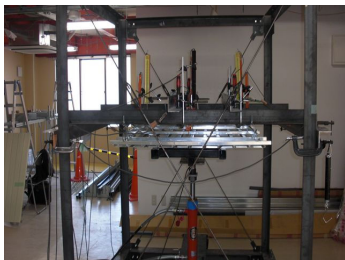


写真3 鉛直載荷試験状況



写真4 水平載荷試験状況

(3)天井面の水平載荷試験

本試験では耐風圧仕様の天井下地に耐震補強を行った場合を中心に水平強度、剛性を確認した。試験は以下の場合の強度、剛性の差を確認することに主眼を置いた。

- ①吊りボルトの吊元が母屋(鉄骨造)から金具を使用して吊った場合とインサート(RC造)の違い。
- ②ブレースの形状の違いによる強度、剛性への影響。
- ③天井ふところが大きい場合の補強方法の違いによる強度、剛性への影響

表2 水平載荷試験体一覧

| 試験体番号 | 吊元 | ふところ寸法(mm) | 仕様 | | | | ブレース材 | ブレース形状 | ブレース段数 | 加力方向 | | | | | |
|-------|---------|------------|--------|---------|-----------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|-------|-----|---|------|
| | | | 下地 | ハンガー | クリップ | 吊りボルト | | | | | | | | | |
| H-1 | 鉄骨母屋想定 | 826 | JIS25形 | 補強ハンガー | 補強クリップ | AS-25 | V字形 | 1 | 野縁方向 | | | | | | |
| H-2 | | 826 | | | | | | | | | | | | | |
| H-3 | | 2000 | | | | | | | | | | | | | |
| H-4 | | 2000 | | | | | | | | | | | | | |
| H-5 | | 826 | | | | | | | | | | | | | |
| H-6 | | 2000 | | | | | | | | | | | | | |
| H-7 | | 826 | | | | | | | | | | | | | |
| H-8 | | 826 | | | | | | | | | | | | | |
| H-9 | | 2000 | | | | | | | | | | | | | |
| H-10 | | 2000 | | | | | | | | | | | | | |
| H-11 | RCスラブ想定 | 2000 | JIS19形 | JISハンガー | JISクリップ*1 | AS-25 | 逆八形 | 2 | 野縁受け方向 | | | | | | |
| H-12 | | 2000 | | | | | | | | | | | | | |
| H-13 | | 2000 | | | | | | | | | | | | | |
| H-14 | | 2000 | | | | | | | | | | | | | |
| H-15 | | 2000 | | | | | | | JIS25形 | 補強ハンガー | 補強クリップ | AS-40 | V字形 | 1 | 野縁方向 |
| H-16 | | 2000 | | | | | | | | | | | | | |
| H-17 | | 2000 | | | | | | | | | | | | | |
| H-18 | | 930 | | | | | | | | | | | | | |

*1 大鉄工業
 *2 西日本旅客鉄道
 *3 桐井製作所 工学博士
 *4 桐井製作所
 *5 桐井製作所 修士(工学)

表1 鉛直載荷試験体仕様一覧

| 試験体No | 面材 | 下地仕様 | ハンガー | クリップ |
|-------|---------------|--------|--------|---------|
| 1 | アルミスパン(t=0.8) | 19S耐風圧 | 補強ハンガー | 補強Sクリップ |
| 2 | アルミスパン(t=0.6) | 19S耐風圧 | | |
| 3 | アルミスパン(t=0.6) | 25S耐風圧 | | |
| 4 | 珪酸カルシウム(t=8) | 19S耐風圧 | | |
| 5 | 珪酸カルシウム(t=8) | 25S耐風圧 | | |
| 6 | アルミスパン(t=0.6) | JIS19形 | | |

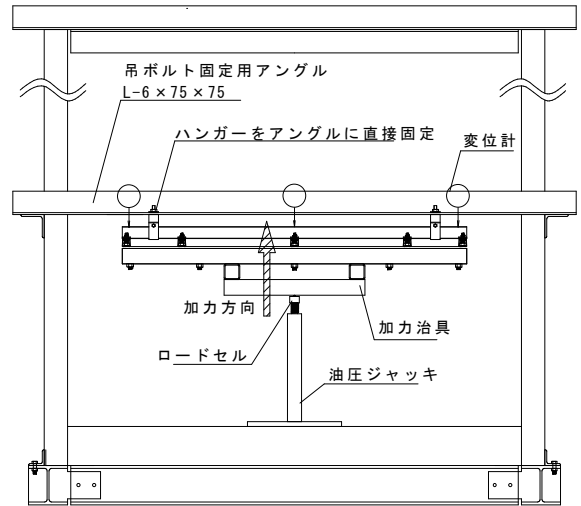


図3 鉛直載荷試験概要

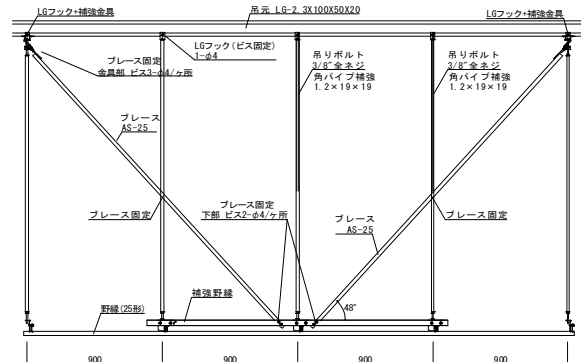


図4 水平載荷試験体概要図

DAITETSU KOGYO Co., Ltd.
 West Japan Railway Company.
 Kirii Construction Materials Co., Ltd, Dr.Eng.
 Kirii Construction Materials Co., Ltd.
 Kirii Construction Materials Co., Ltd, M Eng.