

在来鋼製下地天井に用いる高耐力耐震ブレースの開発
(その1) 開発の概要

静的水平加力試験 天井 耐震天井
大規模空間 野縁

正会員 ○瀬本 侑輝* 同 林 篤**
同 荒井 智一* 同 山高 円***

1. はじめに

平成23年3月11日に発生した東日本大震災においては、体育館、劇場等の天井脱落被害が多数生じた。これらの被害を踏まえ「安全上重要である天井及び天井の構造耐力上安全な構造方法を定める件等を制定・一部改正する告示案について(概要)」¹⁾がとりまとめられ、天井面に作用する水平力は、これまで以上に大きな物を想定する必要が生じると考えられている。

地震時に天井面に作用する水平力は、大規模空間や建物の高層階ほど大きくなる傾向がある。それに伴い、設置するブレース等の耐震補強部材の数が多く必要となり、コストや工期が増大する要因となっている。また、天井裏に配管等の設備が多い建物では耐震補強部材を設置するのが困難な場合もある。

こういった背景から、一定面積あたりの耐震補強部材の設置箇所数を低減するために、より大きな耐力を確保できる耐震補強部材が望まれている。

2. 既往の研究と開発の経緯

2-1 既往の研究

筆者らはこれまで、部分モデル天井に対する水平加力試験および振動試験を行い、天井の耐震対策として効果的な補強方法やブレースの配置方法に関する検証を行ってきた²⁾。しかしながら、更なる耐力の向上を行うには、これまで検証を行った工法では、接合金具および部材(野縁、野縁受け等)の耐力に限界があった。

2-2 ブレース上部

写真1に示す様に、ブレース上部では強度と施工性を考慮した金具(以下、従来型ブレース上部金具)として、吊りボルトに鍵型に引っ掛け、羽子板ボルト等により螺合する金具を用いていた。図1に示すようにブレース材と取付金具の偏心により、所定のレベルを超えた荷重に対しては、写真2に示すような変形が生じた。

また、振動台実験の結果より、従来形のブレース金具では、鍵型に引っ掛ける形状であることを要因として、変形が進むと吊りボルトから外れる現象が確認された。

ブレース上部に関しては、上階の床スラブに直接取り付けの方法も検討、検証されている^{3), 4)}が、本開発では、天井面下からの施工を前提として、図1に示すような閉鎖型かつブレース材と取付金具の偏心を最小限に抑える部材(金具)を開発した。

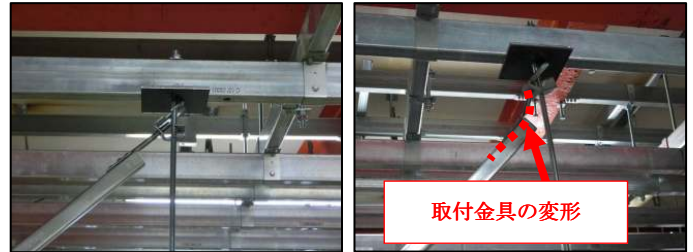
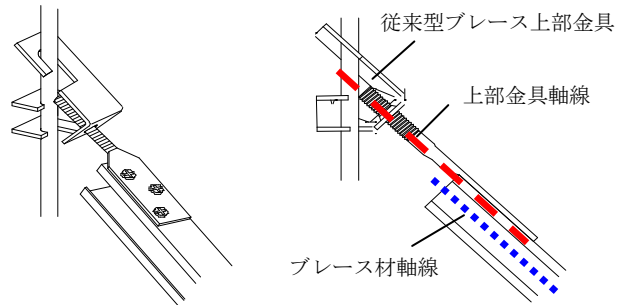
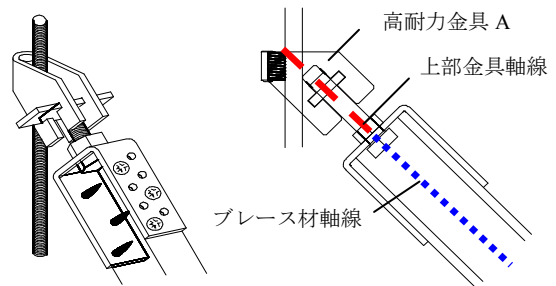


写真1 従来型ブレース上部金具状況

写真2 従来型ブレース上部金具変形状況



a) 従来型ブレース上部金具



b) 高耐力金具A

図1 ブレース上部金具中心軸状況



写真3 野縁受けの変形状況

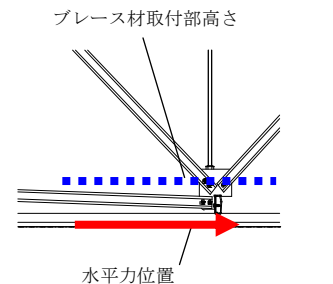


図2 ブレース材取付部と水平力の位置の関係①

2-3 ブレース下部

ブレース下部では仕上げ面から伝わる水平力が野縁受けを介してブレースへ伝達するため、野縁受けに力が集中し、野縁受けの曲げ変形が生じた(写真3参照)。この対策として、野縁受けの直交方向に部材(追加野縁受け)を追加して繋ぐ方法がある²⁾が、施工性も含め、連結する本数に限界があった。

また、根本的な要因として、図2に示す様に地震時に生じる水平力とブレース下端とのずれが耐震天井としての耐力、剛性に大きく影響していた。

このずれの影響を抑制する為、野縁を追加(ボードにビス止め)して、野縁にブレースを取り付ける工法³⁾、天井面(仕上げ材)に直接ブレースを受ける金具を取り付ける工法⁴⁾および野縁受けをまたぎ野縁に金具を取り付ける工法⁵⁾等が報告されている。

本開発では、施工性の向上が見込め既設天井の補強にも対応できる工法として、野縁の上に置く様に設置する金具を提案する(図4・5参照)。

3. 開発部材の概要

高耐力金具 A(写真4)はブレース材上部と吊りボルトを接続する部材である。吊りボルトを覆う閉鎖型の形状とすることで変形を最小限に抑えることができる上、吊りボルトと接する面積が広がることで摩擦力による固定強度が高まっている。また、従来品に比べ可変角度が広くなっており(30度~60度)、ブレース材を取り付ける際の角度調整が容易となっている(写真5参照)。ブレース材への取付けには、コの字の金物を用いてブレース材端部に被せる様に取り付けるため、従来型耐震天井の取付金具に比べてブレース材と中心軸が近くなっており、効率よく力を伝達することが可能となっている(図1参照)。

高耐力金具 Bはブレース下部と野縁を接続する部材で、野縁と接続される山形鋼と、ブレースが取り付く十字形鋼板から構成されている。仕上げ材により近い位置に取り付けることで水平方向の強度・剛性の向上が可能となっている。また、ブレース材の軸方向に生じる荷重の流れに対し、有効に留め付ける事も可能となっている。ブレース材との接合部では、十字形鋼板に、より1カ所で野縁受け方向と野縁方向どちらの方向にもブレース配置が可能となっている(写真5参照)。

ブレース材の接合部分が高耐力となることでブレース材1組で負担する力が増加する事が予想される。ブレース補強部間で力を伝達するため、補強部周りをクリップ補強する仕様とした(図4参照)。天井面の耐力及び面剛性が向上し、ブレース間の相互離れが長距離になった場合でも十分な強度を保つことが可能となっている。

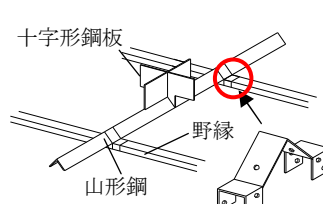


図4 高耐力金具 B

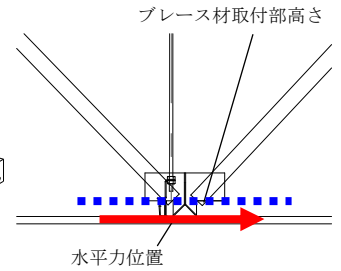


図5 ブレース材取付部と水平力の位置の関係②

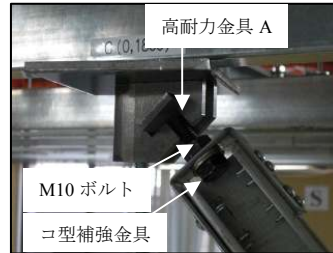


写真4 高耐力金具 A
取付状況

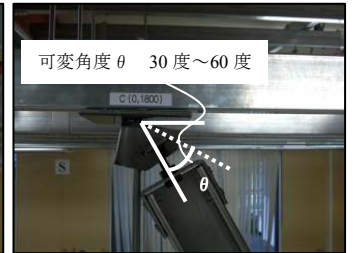


写真5 高耐力金具 A
可変角度状況

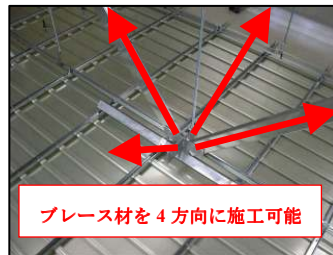


写真5 高耐力金具 B
取付状況

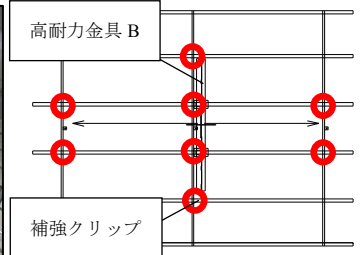


図4 補強クリップ
取付箇所例

4. まとめ

ブレース材上部及び下部の接続金具を大きな耐力を確保できる部材に改良し、従来に比べ、より高耐力な耐震天井の開発を行った。

(参考文献)

- 1) 「安全上重要である天井及び天井の構造耐力上安全な構造方法を定める件等を制定・一部改正する告示案について(概要)」、国土交通省住宅局建築指導課、2013年2月
- 2) 「金属パネル天井の耐震性に関する研究(その1~14)」、大迫勝彦、他、日本建築学会大会梗概集、2007年9月~2010年9月
- 3) 「耐震性に優れた大規模在来天井工法の開発(その1~その3)」、倉本真介、他、日本建築学会大会梗概集、2006年9月~2007年8月
- 4) 「大規模空間の天井の耐震化に関する研究」石渡康弘、他、日本建築学会大会梗概集、2011年8月
- 5) 「在来工法天井における耐震補強に関する実験的研究(その1)」豊田将文、他、日本建築学会大会梗概集、2008年9月

* 桐井製作所
** 東日本旅客鉄道 博士(工学)
*** 東日本旅客鉄道

* Kirii Construction Materials
** East Japan Railway Company, Dr.Eng.
*** East Japan Railway Company