

東府中駅駅舎における既存特定天井落下防止措置の計画および確認実験

正会員 ○手塚 純一*1
同 相原 正史*2
同 荒井 智一*2

非構造材 天井 特定天井
落下防止措置 ワイヤー 静的実験

1.はじめに

東日本大震災をはじめとする近年の地震では、体育館・空港等の大空間建築物における天井落下や崩落の被害が発生し、本年4月より告示771号(特定天井の構造耐力上安全な構造方法を定める件)が施行され、特定天井(高さ6m超、面積200㎡超、重量2kg超の吊り天井)に脱落対策の技術基準を定められた。また、建築基準法施行令137条の2では、一定規模以上の増築や改築時には、新築時と同等の技術基準に適合させるか又は別途の落下防止措置を講じることとしている。本報では、京王電鉄(株)京王線東府中駅コンコース上部天井で実施した既存特定天井に対する落下防止措置について報告する。

2.対象建物

対象建物の概要を表1に示す。建物は地上2階の鉄骨造の駅舎・商業施設である。建物竣工は、東日本大震災後の2012年3月である。

2階のコンコース(改札口およびホームへの通路部分)は吹き抜けになっており、天井の高さは5.66m~8.06mで、6m以上の高さ部分は、幅約15.6m×長さ30.7mで面積約477㎡、となっており、吊り天井であることから、告示の特定天井に該当している。コンコース内観を写真1に示す。

当建物は駅コンコースという性格上、不特定多数の乗客が多く行き交うことから、増改築の予定はないが、告示の技術基準に相当する天井の耐震化を京王電鉄(株)より依頼され、落下防止措置について設計施工を戸田建設で行った。

3.落下防止措置の概要

告示に示される新築時と同等の技術基準に適合させる補強を検討したが、工事期間がかかりすぎること、工事費用増から落下防止措置を行うこととした。

落下防止措置には、技術基準の解説^{*1}の第Ⅲ編の設計例4にネットによる落下防止措置と設計例5にワイヤーによる落下防止措置の手法が示されている。ネットによる手法は、外見上の問題があることから、天井内での措置が可能なワイヤーによる手法を採用した。

ワイヤーによる手法とした場合でも、設計例5で示す条件に合致しない内容については表2に示す対応で適用を図ることとした。

表1:建物概要

階数	地上2階、地下なし、塔屋1階
構造種別	鉄骨造
基礎形式	直接基礎
軒高	16.119 m
延床面積	3,912.16 ㎡
用途	駅舎・商業施設



写真1:コンコース内観

表2:技術基準設計例と本事例の対応

項目	設計例5	東府中駅
天井形状	段差・曲面は除外	緩やかな曲面で吊り長さは変わらない 実験で確認
天井仕上げ材	金属系スパンドレル(割れない材料)	ケイカル(8mm)2層張(衝突による割れに対し端部下面シート貼り補強)
適用規模	1辺20m四方に納まる平面形	長辺30m>20mだが、照明部分で天井下が分断されている
ワイヤー位置	野縁下側に配置	野縁に落下防止金物を設置し、親ワイヤーで構造体(母屋)から吊る
衝撃荷重F	F = 2.0 として算定	安全率2.0以上を確認(取付部は試験実施)

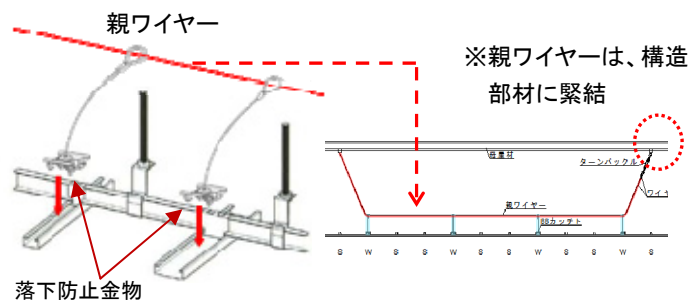


図1:野縁の落下防止金物

図2:親ワイヤーの配置

本落下防止の概要は、天井下地材（野縁）に特殊な「落下防止金物（BB カチット t1.6）」を装着し、その金物のワイヤーに別の親ワイヤーに通して構造部材に緊結した。金物の設置個数および親ワイヤーの径は、衝撃荷重（天井自重のほぼ2倍）を満足するよう設定した。建物（コンコース部）を使用しながらの工事条件を満足し、落下に対する安全性能確保と良好な施工性を兼ね備えた工法である。

4. 落下防止措置試験について

4.1 天井落下防止確認試験

試験は東府中駅天井脱落防止工事で考案された工法が所定の性能を確保できるかを確認することを目的とした。試験体は、野縁の落下防止金物を4か所（8個使用）の負担分（1800mm×2400mm）を実寸法として取り出して製作した。図3に試験体図を示す。試験は2回に分けて行い、第1回目は親ワイヤーにほぼたるみが無い状態で30mm~40mmの高さから落下させる。その後、試験体の損傷状況を確認し、天井材等に損傷が無ければ親ワイヤーを取り換え、親ワイヤーを第1回目より100mm程度長くした状態で再度落下させる。（100mmは施工によりワイヤーがのびる上限のたるみ状態を想定した。）

第1回目の落下試験では、天井面および落下防止金物に損傷は無く、構造部材へ取り付ける吊元金具の変形も微小であった。

次の第2回目の落下試験ではワイヤーを100mm伸ばしたことで、第1回目より落下高さが40mm~50mm増加する条件とした。2回目の試験では、1回目の衝撃を受けたものを親ワイヤー以外はそのまま使用しており、大地震を2度経験した状況を再現しているが、第1回目と同様に天井面、落下防止金物の損傷は見られなかった。ただし、吊元金具については、やや変形が大きくなった。

4.2 部材強度試験

上記落下確認試験で、親ワイヤーの構造材（母屋材 C-100×50×20×2.3）への吊元金具（接合部材）の強度が影響する事から、吊元金具の引張試験（鉛直および水平）を行った。図4に試験体図を示す。引張試験機は(株)島津製作所オートグラフ (AGS-JH) を使用し、加力速度3mm/min で実施した。図5に示すように、鉛直方向試験では、各試験体ともビス固定部を支点として、変位が大きくなったが、途中で内側のボルトが母屋材にかかることで剛性が大きくなり、最終的には、ビスの抜けは無く取付金物の破壊で終了した。

吊元金具の鉛直方向の支持力としては、最大支持力 P_y は4000N以上あり、長期許容荷重として1300N ($P_y/3$) であることが確認できた。

5. まとめ

以上の試験より以下の知見が得られた。

1. 天井面の落下高さ 30mm~90mm 程度の落下に対して、野縁落下防止金物（BB カチット）+親ワイヤーのシステムは有効に機能することが確認できた。
2. 落下防止金物は限界荷重に対して2倍の安全率で設置したが、落下高さ 30mm~90mm の落下に対しては、上記安全率で耐力上は十分であることが確認できた。
3. 親ワイヤー+吊元金物についても、上記安全率を確保していれば、BB カチットの移動により水平方向への角度を有する引張状態に対しても問題ないことが確認できた。

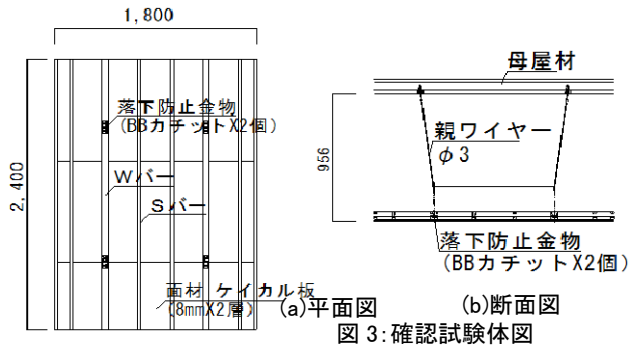


図3: 確認試験体図



写真1: 落下前ワイヤー状況

写真2: 落下後ワイヤー状況

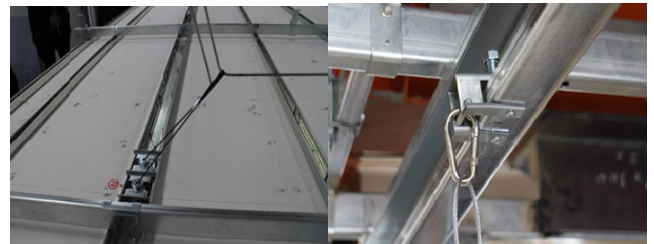


写真3: 落下後金物状況

写真4: 落下後吊元金具状況

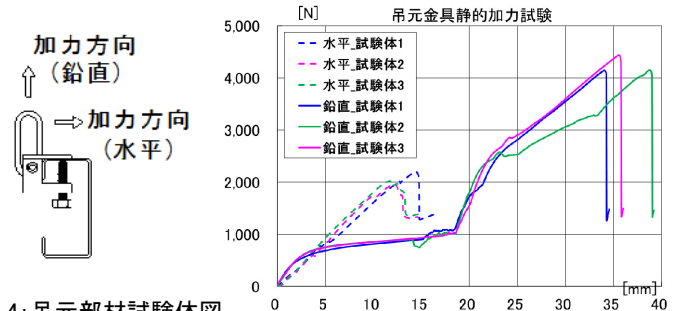


図4: 吊元部材試験体図

図5: 鉛直および水平方向試験結果

【参考文献】※1；建築物における天井脱落対策に係る技術基準の解説（国土交通省国土技術製作総合研究所 他），2013.9

*1 戸田建設株式会社

*2 株式会社桐井製作所

*1 Toda Corporation

*2 Kirii Construction Materials