

4. AA-TEC 工法の適用拡大に向けたユニット試験

Unit Tests for Extent of Application in the “AA-TEC” Construction Method

柳田佳伸* 寺内将貴* 久松千寿** 太田雅久**

—概要—

AA-TEC 工法（以下、本工法）は、水平震度 2.2G に対応する 1 ユニット*1 当たり、9,000N の水平許容耐力を有する耐震天井工法（吊り長さ 1.5~4.5m）であり、現在まで 7 件の建物に適用されている。改修工事の場合、特に考慮すべきことは、耐震性能を確保するために天井面を出来るだけフラットにすることである。従って、天井面が複雑な形状となる場合には、一般的に固定天井として対応することとなる。ただし、固定天井には重量鉄骨が用いられるため、施工性と経済性のバランスを確保することが難しい。この課題に対し、著者らは本工法の特性を応用し、固定天井を野縁受けに設置することで対応することが可能と考えた。本報では、勾配天井を野縁受けに取り付けた勾配ユニット試験（写真 1、図 1）の内容とその結果について報告する。

次に、本工法では非特定天井の場合においても、壁とのクリアランスは運用上の観点から文献に倣い 6cm 以上*2 と定めている。壁とのクリアランスには通常、見切り材が用いられる。特に天井高さが低い場合は意匠上、音楽ホールなどの場合は音響上の観点からクリアランスの問題が採り上げられる。本工法では過去の加力試験結果から水平変位が 2cm 以下であることが分かっている。従って、本工法では壁とのクリアランスを 2cm に設定することは可能と言える。ただし、壁とのクリアランスを 2cm 以下に設定するためには動的試験を実施する必要がある。本報では、中型加振装置を用いて実施した動的ユニット試験（写真 2、図 2）の内容とその結果を報告する。

—技術的な特長—

本工法は径 12mm の吊りボルト、角形鋼管のブレースおよび野縁受けにより構成されており、ブレースには弱軸方向への座屈を防止するための補強材が設置されている。また、各部材同士は専用金物により両側から挟み込むように接合されるため、部材に偏心が生じない安定した部材構成を実現している。そのため、地震力は部材芯を伝達することから本工法は、部材がもつ構造特性を十分に発揮させることができる。

*1 ブレース 1 組が受け持つ天井水平面積の単位 *2 建築物における天井脱落に係る技術基準解説書

本工法は角形鋼管、補強金物、専用金物を用いた構成にしたことで、力学的に安定し、かつ拘束効果に優れた部材構成を実現した耐震天井工法である。吊り長さ 1.5m を超える場合には、吊りボルトの中央に水平補強材を設置することで、9,000N の水平許容耐力を有する。水平補強材には角形鋼管を用いており、吊りボルトピッチごとに格子状に設置される。



写真 1 勾配試験状況

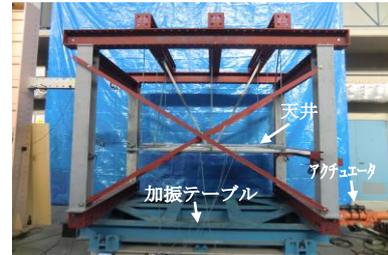


写真 2 動的試験状況

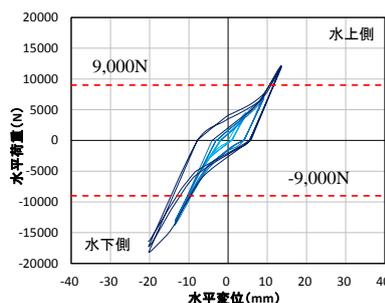


図 1 勾配試験結果 (繰り返し)

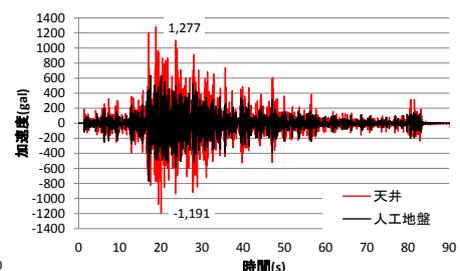


図 2 動的試験結果の一例

*技術研究所 構造研究部 建築構造研究室 **常盤工業(株)

AA-TEC 工法の適用拡大に向けたユニット試験 Unit Tests for Extent of Application in the “AA-TEC” Construction Method

○柳田 佳伸* 寺内 将貴* 久松 千寿** 太田 雅久**
Yoshinobu YANAGITA Masaki TERAUCHI Chihiro HISAMATSU Masahisa OTA

ABSTRACT “AA-TEC” has been applied to seven ceilings to date. The basic principle of ceiling proofing is to make the ceiling flat or gentle slope. However, when the configuration of the finishing material is special or when the gradient is large, it is difficult to achieve the earthquake resistance. The authors tried to expand the application of the AA-TEC method to address these issues. In this report, we report the results of unit tests conducted for application.

Keywords : 適用拡大, 勾配天井, 動的試験
Expansion of application, Slope Ceiling, Seismic Test

1. はじめに

AA-TEC 工法 (TEC 工法) は、最大水平震度 2.2G に対応する 1 ユニットあたり 9,000N の許容耐力を有する耐震天井工法として、第三者機関の建築技術性能証明を 2 社共同 (青木あすなろ建設 (株)、常盤工業 (株)) で取得 (吊り長さ 1.5m 以下、2016 年 10 月 13 日) および更新 (吊り長さ 3.0m 以下、2018 年 3 月 19 日) している。

AA-TEC 工法の運用については、(一社) 耐震天井普及協会 (以下、協会) が品質管理体制および施工体制を定めている。

AA-TEC 工法は現在まで、改修を含めて 7 件の天井に実施適用されている。天井の耐震化の基本は、天井面をフラット若しくは緩やかな勾配にすることである。ただし、仕上げ材の構成が特殊な場合や天井面が複雑な形状となる場合、或いは勾配が大きくなると、耐震化することは難しくなる。また、現状において、壁とのクリアランスは 6cm 以上¹⁾設ける必要があるが、室用途によって 6cm 以上確保することが難しい場合がある。今後、さらに耐震天井の普及を図るためには、これらの課題に対応していくことが重要である。

これらの課題に対し、著者らは AA-TEC 工法

の適用拡大を試みた。

天井面の多様な状況に対応する方法として、AA-TEC 工法の水平補強材²⁾を活用することが有効と考えられる。野縁受け材を水平補強材のように格子状に組むことで、野縁受け材に天井下地材を設置することが可能となる。野縁受け材より上部が AA-TEC 工法であり、下部が天井下地材という考え方である。これにより、予め製作した天井下地材を現場で野縁受けに設置することが可能となり、作業負担の軽減・工期短縮が期待される。

次に、壁とのクリアランスについて、AA-TEC 工法は、これまでに実施した加力実験結果から、水平許容耐力時の最大水平変位量が吊り長さ 4.5m の場合で 2cm 以下であることが分かっている。このことから必要クリアランスを 2cm に設定することが可能と考えられる。ただし、課題として動的実験による天井の最大水平変位を確認していないことが挙げられる。

今後、これらの課題に対応するための性能確認試験を実施した。本報では、天井仕上の多様な形状の一例として大きい勾配をもつ天井を採り上げた加力試験、および壁とのクリアランスについ

*技術研究所 構造研究部 建築構造研究室 **常盤工業(株)

て大地震を再現した動的試験を実施したので、その内容を報告する。

2. 勾配天井ユニット試験

図1に試験体概要図、写真1に試験状況を示す。試験体は吊り長さ1.5mを超える場合に用いる水平補強材の構成を野縁受け材レベルに取り入れた構成(図2)となっている。野縁受け材より下部の天井地下材は角形鋼管を専用金物で接合されており、AA-TEC工法に使用されている材料で構成されている。なお、天井の勾配は 7.83° (13.3/100)である。

試験は手動の油圧ジャッキを用いて一方向および繰り返し荷重を与える。

水平荷重は油圧ジャッキ先端に取り付けたロードセルを用いて計測する。水平変位はフレームに取り付けた6つの高感度変位計により計測する。

実験結果を図3に示す。縦軸が水平荷重、横軸が水平変位である。水上側と水下側で水平荷重、水平変位の差異が見られる。要因としては水上側と水下側における天井地下材の重量差が影響したと考えられる。

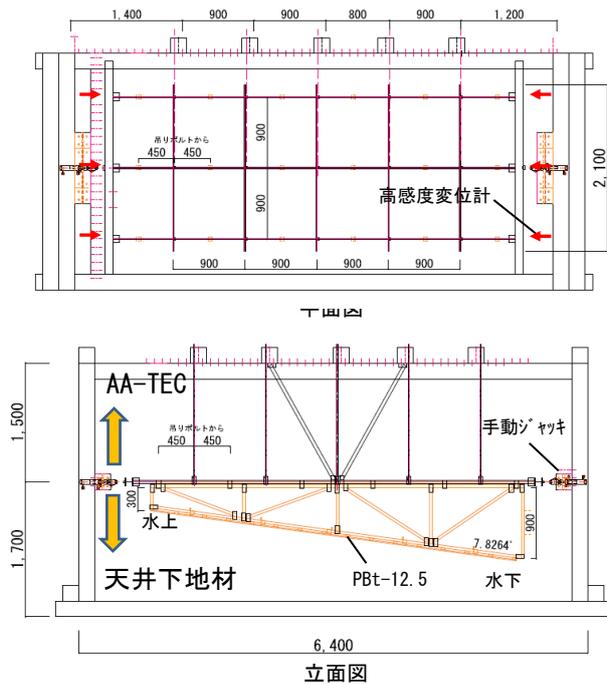


図1 試験体概要図

実験結果から、試験値は水平許容耐力9,000Nを上回っていることが確認できる。



図2 野縁受けの構成

写真1 試験状況

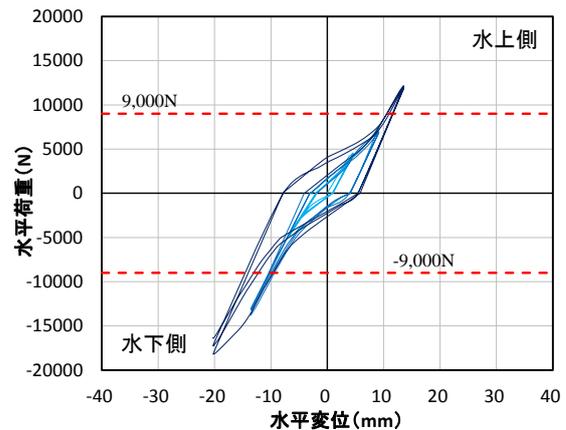


図3 荷重 - 変位関係

3. 動的ユニット試験

写真2に試験状況を示す。試験体は吊り長さ1.2mとし、壁とのクリアランスには可動式の廻り縁を設置した。高さ方向の加速度および水平変位量を計測するため、加速度計とレーザー変位計を設置した。大地震を再現した入力地震波は以下の5波を用いた。入力加速度は震度7に相当する600galを与えた。

また、参考比較として、ブレース材を設置しない場合の天井面での応答加速度および水平変位を確認した。

入力地震波 (600Gal 相当)

El-Centro(NS)、Hachinohe(EW)、Kobe(NS)
Taft(NS)、Random

試験結果を代表して Taft(NS)の場合を図4に示す。図4(a)は天井面の加速度(図中赤線)であり、図中の黒線は人工地盤の加速度を示している。図

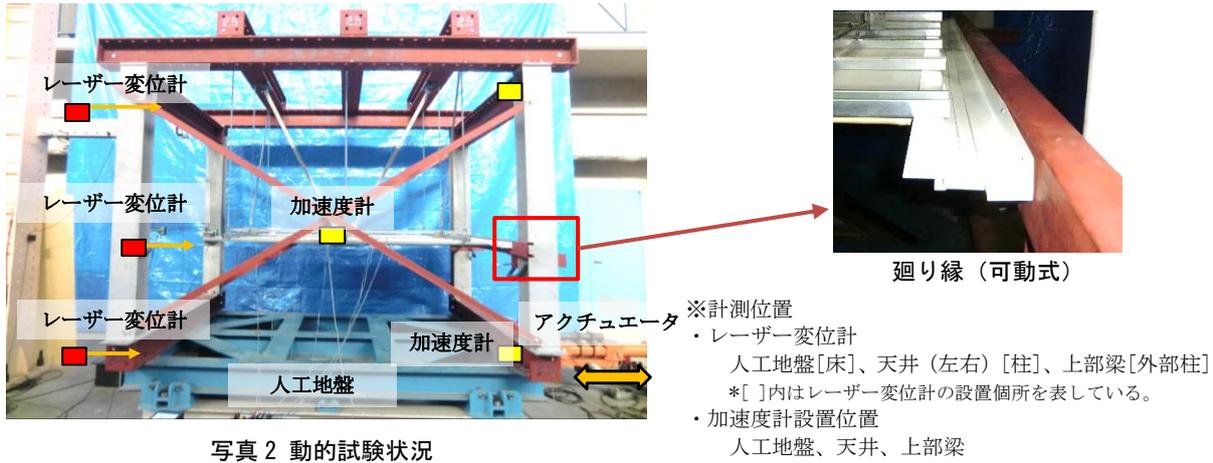


写真2 動的試験状況

4(b)は天井面の相対変位量であり、左右の変位量を示している。

天井面の加速度はおよそ 1,300Gal に達しており、天井面の相対変位量は 1.3mm 程度であった。必要クリアランスを 2cm に設定することは十分可能であることがわかる。

図5はブレースを設置しない場合である。入力地震波は Kobe(NS)である。天井面の加速度は、およそ 2,200Gal、相対変位については図4の結果に対し 100 倍に相当する 130mm 程度となった。AA-TEC 工法の高い耐震性が改めて示された。

4. まとめ

- 1) 勾配試験により、野縁受け材を水平補強材と同様に構成することで、多様な天井に適用することが可能である。
- 2) 本報において、壁とのクリアランスは約 1.3mm であり、必要クリアランス 2cm 以下に設定することは可能であることを確認した。

【参考文献】

- 1) 国土交通省国土技術政策総合研究所ほか:建築物における天井脱落対策に係る技術的基準の解説,2013.10
- 2) 技術研究所報 vol.4,2019.4

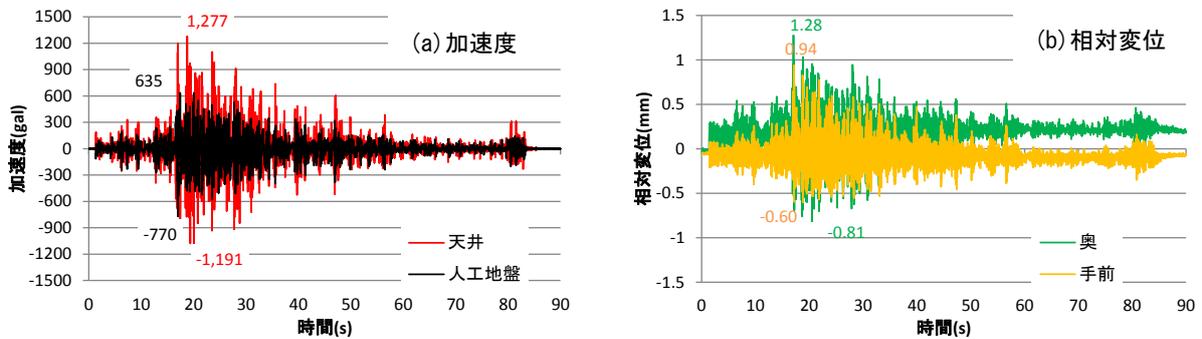


図4. 加速度と相対変位

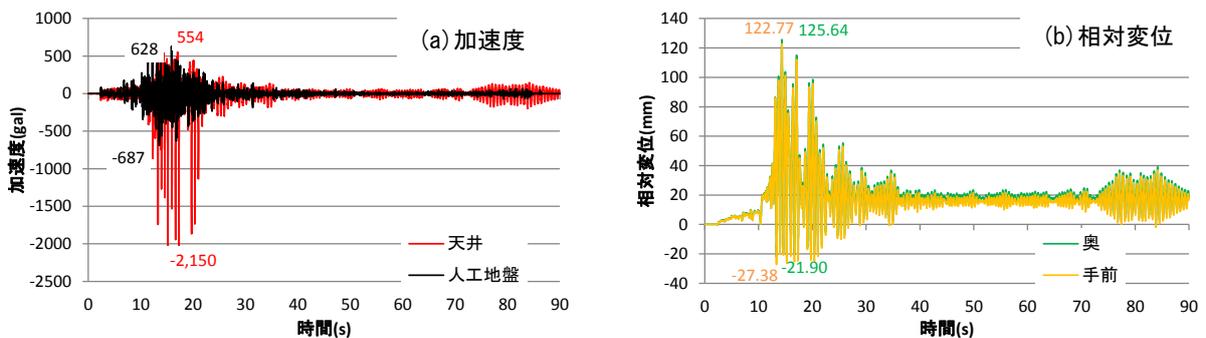


図5. 加速度と相対変位 (ブレースなし)