

1. AA-TEC 工法の改修対応拡大に向けたユニット試験

Unit Tests for Enlargement of Renovation in the “AA-TEC” Construction Method

柳田佳伸* 寺内将貴* 生島優花* 久松千尋** 太田雅久**

ー概要ー

AA-TEC 工法（以下、本工法）は、天井耐震化の普及を図るために共同開発された耐震天井工法（吊り長さ 1.5～4.5m）である。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。現在まで 7 件の建物に適用されている。

天井の改修工事における課題として、配管設備等に対するブレースの配置が挙げられる。特に限られた範囲での改修は、配管設備等との関係によりブレースが配置できない場合がある。天井の耐震化を普及させるためには、現場の状況に応じてブレースを配置できるようにブレース形状を検討する必要がある。著者らは配管設備等とブレースの干渉をできるだけ回避する方法として、2 つの形状を提案した。1 つはブレースが取り付け吊りボルトの間隔 900mm を 1,200mm に拡大する案、もう 1 つは片方のブレースを 1 スパン移動した状態、即ち、V 字型から逆ハ型にブレースを設置する案である。なお、吊りボルト間隔（1,200mm）は、鉄骨屋根（下地間隔 600mm）への適用を兼ねている。

ユニット試験では、吊りボルト間隔拡大試験（図 1）および逆ハ型試験（図 2）において水平許容耐力 9,000N が得られたことを確認した。本報では、ユニット試験の内容について報告する。

^{*1}ブレース 1 組が受け持つ天井水平面積の単位

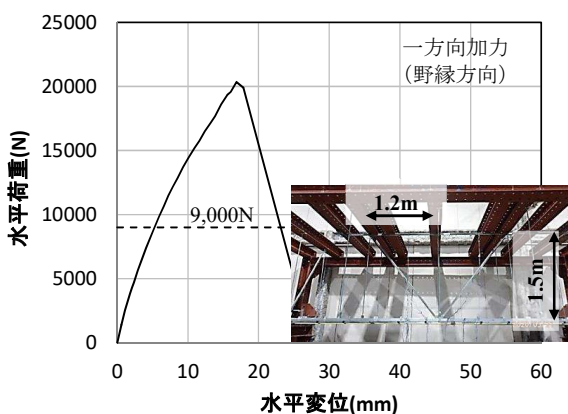


図 1. 吊りボルト間隔拡大ユニット試験

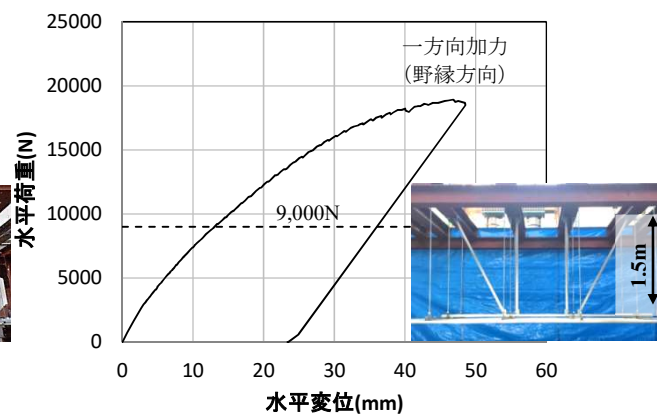


図 2. 逆ハ型ユニット試験

ー技術的な特長ー

本工法は主として径 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いる。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、部材に偏心が生じ難い安定した部材構成を実現している。そのため、本工法は座屈が生じ難く、各部材がもつ構造特性を十分に発揮させることができる。図 3 に本工法の概要図（吊り長さ 3.0m）を示す。

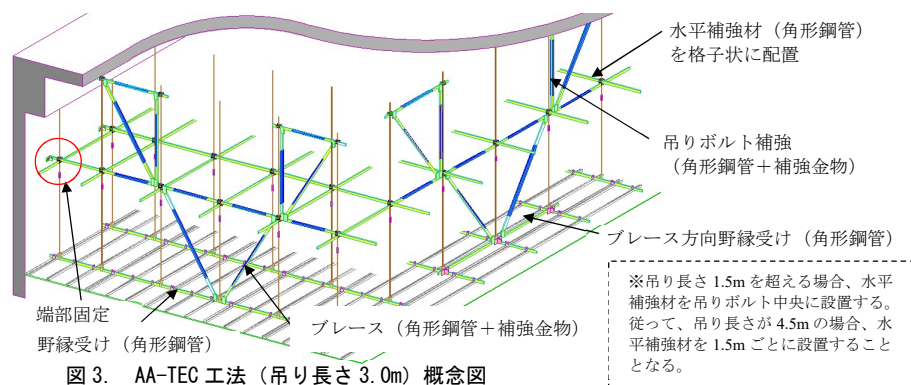


図 3. AA-TEC 工法（吊り長さ 3.0m）概念図

*技術研究所 構造研究部 建築構造研究室 **常盤工業株式会社

AA-TEC 工法の改修対応拡大に向けたユニット試験 Unit Tests for Enlargement of Renovation in the “AA-TEC” Construction Method

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

ABSTRACT One of the construction issues in the repair work is the positional relationship between the piping equipment and the brace. In order to popularize the seismic resistance of ceilings, it is necessary to study the brace shape. The authors presented two shapes to avoid interference between plumbing fixtures and braces. One is to increase the distance between the hanging bolts, and the other is to move one brace by one span. In this report, we report the results of the unit test with increased suspension bolt spacing and the unit test with the brace installed in reverse “ハ” type.

Keywords: 改修拡大, 吊りボルト間隔, 逆ハ型

Enlargement of Renovation, Hanging Bolt Spacing, Reverse “ハ” type

1. はじめに

AA-TEC 工法（以下、本工法）は、最大水平震度 2.2G に対応する 1 ユニットあたり 9,000N の水平許容耐力を有する耐震天井工法である。本工法は、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。

天井の改修工事における課題として、配管設備等とブレースの配置関係が挙げられる。特に限られた範囲での改修は、設備配管等との関係において、ブレースを配置できない場合がある。天井の耐震化を普及させるためには、このようなケースに対応したブレース形状の検討が必要である。著者らは配管設備等とブレースの干渉をできるだけ回避する方法として、2 つの形状を提案した。1 つはブレースが取り付け吊りボルトの間隔 900mm を 1,200mm に拡大する案、もう 1 つは片方のブレースを 1 スパン移動した状態、即ち、V

字型から逆ハ型にブレースを設置する案である。吊りボルト間隔を 1,200mm に設定したのは、鉄骨屋根（下地間隔 600mm）への対応を考慮したためである。

本報では、吊りボルト間隔を拡大したユニット試験およびブレースを逆ハ型に設置したユニット試験の内容とその結果について報告する。なお、試験方法および評価方法は、文献 1 の「建築物における天井脱落対策に係る技術基準の解説」第 II 編 第 3 章、接合部の試験・評価および第 4 章天井ユニットの試験・評価に示される方法に準拠して行った。

2. 吊りボルト間隔拡大試験

吊りボルトは一般に 900mm ごとに設置される。改修工事において、配管設備とその他の機器関連が多く配置されている場合、ブレースの設置個所が限定される場合が少なくない。このような状況下において、吊りボルト間隔を少し広げることで、ブレース配置が可能となる場合がある。

ただし、吊りボルト間隔を拡大するとブレースが長くなるため、水平許容耐力 9,000N を確保できるかが焦点となる。

*技術研究所 構造研究部 建築構造研究室 **常盤工業株式会社

吊りボルト間隔を決定するにあたり、ブレースの長さや鉄骨屋根下地への対応を考慮した。鉄骨屋根下地は600mmピッチであることが多いことから、吊りボルト間隔を1200mmに決定した。

水平変位量の測定は高感度変位計6本を用いた(図1)。加力は油圧ジャッキによる手動とし、荷重はロードセルにて計測した。写真1にユニット試験状況を示す。吊り長さは1.5mとし、ブレース補強金物はブレース全長に渡って設置した。また、ブレース上端部は鉄骨下地との取り合いを考慮し、角形鋼管に専用金物を介して接合した。

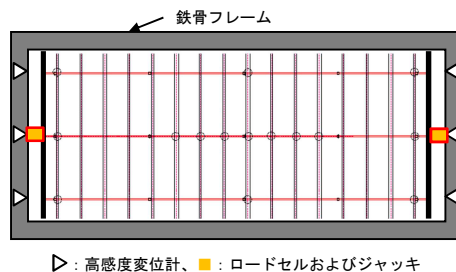


図1 計測装置設置概要図

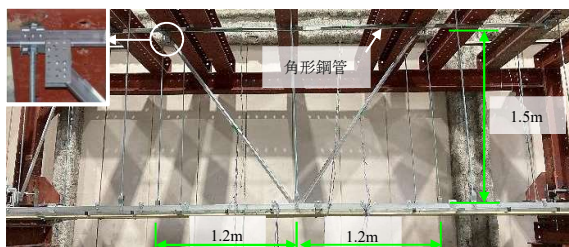


写真1 試験体セットアップ状況

2.1 試験結果

図2(a)に一方方向加力、図2(b)に繰り返し加力の試験結果を示す。試験結果から、水平許容耐力は9,000Nであることを確認した。ブレース材長が長くなったことによる影響はあまり見られな

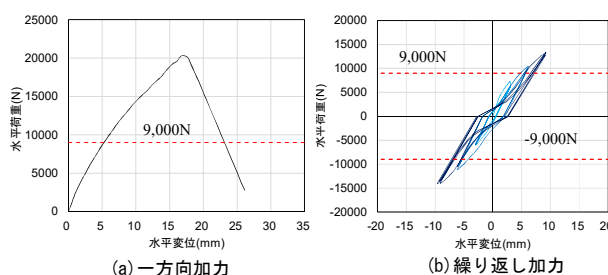


図2 吊りボルト間隔拡大ユニット試験結果

かった。吊りボルト間隔が900mmの場合、ブレース設置角度は約59°である。吊りボルト間隔が1200mmの場合、ブレース設置角度は51°となりブレースに作用する軸力負担が小さくなったためと考えられる。

試験は上部に設置した角形鋼管が曲げ変形を生じて終了した。

3. 逆ハ型ユニット試験

本節では、設備配管等への余裕度をさらに高めるために、ブレース配置を通常のV字型から逆ハ型としたユニット試験について報告する。試験体は「補強なし」と「補強あり」の2種類を用意した。試験体概要図を図3に示す。水平変位および水平荷重の計測方法は前節同様である。今回、力の流れを把握するため、繰り返し加力を実施する試験体には、ひずみゲージを設置した。ブレースについては補強金物を設置する前に貼り付けた(図4)。

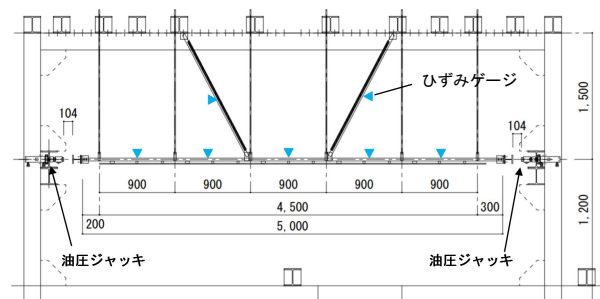


図3 試験体概要図

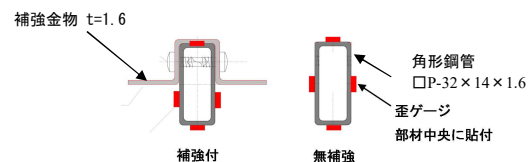


図4 ひずみゲージ貼付け位置

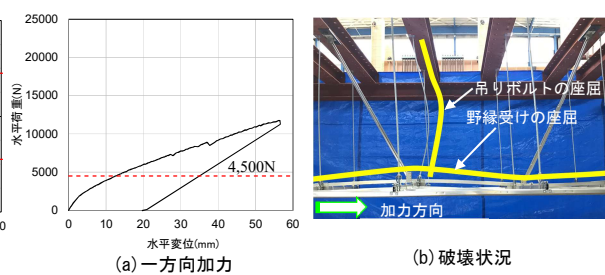


図5 逆ハ型ユニット試験結果（補強なし）

3.1 試験結果（補強なし）

図5に試験結果（一方向加力および破壊状況）を示す。比較的早い段階で吊りボルトが座屈し始めた後、野縁受けが追従するように山なりに変形した。野縁受けは全体としてS字カーブを描くように座屈を生じた。水平許容耐力はおおよそ4,500Nであり、このままでは実施適用できないことは明らかであった。

3.2 試験体概要および試験結果（補強あり）

補強なしの試験結果では、早期に吊りボルトが座屈したことで、鉛直方向への軸力に対応することが重要であることを確認した。この結果を踏まえて、吊りボルトの内側に補強金物を取り付けた角形鋼管を設置することで、鉛直方向に作用する軸力を負担することとした（図6）。

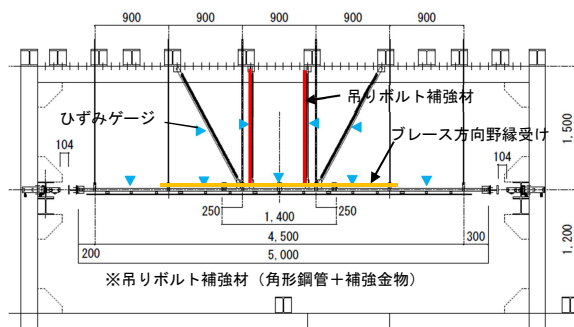


図6 試験体概要図（補強あり：野縁方向）

図7に試験結果、写真2に破壊状況を示す。吊りボルトの変形は生じているが、補強材が軸力を負担したことで、野縁方向および野縁受け方向ともに水平許容耐力が9,000Nであることを確認した。試験は写真3に示すように野縁受けが座屈して終了した。引張ブレース側の野縁受けは上向きに

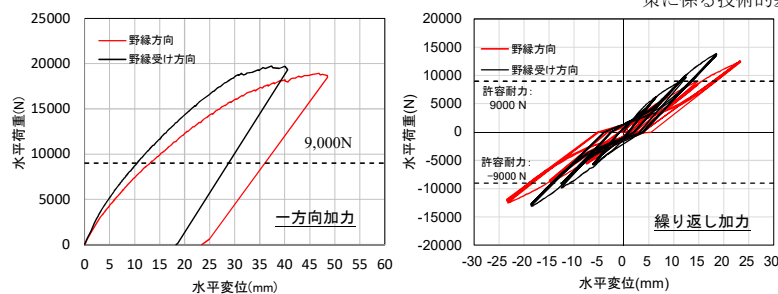


図7 逆ハ型ユニット試験結果（補強あり）

変形し、圧縮ブレース側の野縁受けは下向きの変形を生じた。吊りボルト補強間を取り除いて考えると、これまでに実施したV字型ユニット試験とほぼ同じ変形状態となる。また、吊りボルト補強間の野縁受けの変形はほとんど生じていなかった。このことから、吊りボルト補強材が耐震性能上、極めて大きい役割を果たしたことが伺える。なお、圧縮側のブレースは緩やかな曲げ変形を生じていたことを確認した。

通常、ブレースはV字型に配置することとなっているが、本試験結果は、補強材を適切に配置することによってV字型と同等の耐震性能が得られることを示した。

4. まとめ

天井の改修工事において、配管設備等が設置された状況下で、如何にしてブレースを配置すべきかという課題を採り上げた。この課題に対し、ブレース形状に変化を与えるという視点でユニット試験を実施した。その結果、得られた知見を以下に述べる。ただし、吊り長さ1.5mの場合である。

- 1) 吊りボルト間隔を900mmから1,200mmに拡大したユニット試験において、吊りボルト間隔の影響はほとんど見られず、水平許容耐力が9,000Nであることを確認した。
- 2) ブレースを1スパン移動した逆ハ型ユニット試験において、吊りボルト補強材を設置することで、これまでに実施したV字型のユニット試験と同等の耐震性能が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

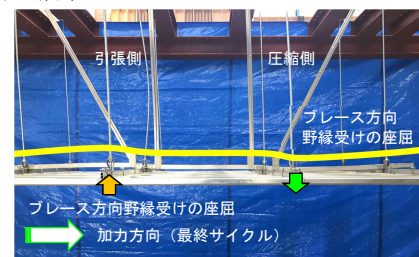


写真2 破壊状況（補強あり）