

既存建物における天井揺れ軽減策としての斜め材接着接合

正会員 ○小林 博一* 花井 勉** 小川 大輝***
正会員 齊藤 圭佑*** 井戸田 秀樹****

既存建築物 天井改修 非構造部材
斜め材 接着接合

1. はじめに

既存吊り天井の揺れ軽減対策として、吊り元の上部躯体床下部又は準構造のぶどう棚等と吊り先である天井下地の野縁受けを斜め材でつなぐことは有効である。斜め材の設置では溶接や孔あけ後のボルト接合は施工上難しく、ドリルねじ接合で対処することになる。しかし、図1のように野縁受けと斜め材の接合部面積は小さくドリルねじの配置可能本数は限られ、さらに既存の野縁受けは $t=1.2\text{ mm}$ の薄板軽量形鋼（以下、薄板）、ぶどう棚のリップ溝形鋼も $t=4.5\text{ mm}$ 程度の軽量鉄骨造（以下、軽鉄）であることが多く、薄板接合による耐力低減や施工のばらつきで設計が難しいのが現状である。

そこで、接着剤の併用により接合部を強化して斜め材母材を先行降伏させることで、安定した接合部性能の確保を図る。

接着剤とドリルねじの併用研究としては、花井ら¹⁾による接着面の加力方向端部にドリルねじを併用することで応力集中を緩和する研究や、岡崎ら²⁾による軽鉄同士の接着接合にドリルねじを併用する研究があるが、相乗効果は限定的とある。

本報では最近開発された高耐力の靱性型接着剤³⁾ TGA-3H を用いて、薄板どうし、薄板と軽鉄の実践的な接着剤ドリルねじ併用接合の構造性能を報告する。

2. 試験体概要

試験体は斜め材 C-38×12×1.6 と野縁受け C-38×12×1.2 薄板 (SGCC、 $f_y=210\text{ N/mm}^2$) どうしの接合である A1 (薄板接合) と、斜め材と溝形鋼のウェブを想定した板厚 4.5mm 鋼板 (SS400) との接合である B1 (軽鉄接合) とし、比較試験体として接着剤を併用しないドリルねじのみの接合である A0 と B0 も準備する。

接着剤として用いる TGA-3H はアクリル系 2 液混合接着剤で、公称せん断耐力 30 N/mm^2 より斜め材の母材が先行降伏するように接着面積を定めた。引張せん断試験の試験体を図 1 に、諸元を表 1 に示す。

A1、B1 の組立は、両部材の接合面をサンドペーパー #100 で鋼材面が出る程度に研磨し、鉄粉、埃、汚れや水滴を取り除き、混合ガンで接着剤を練り出して櫛目コテを使用して均す。接着剤の塗布後 20 分以内に接合面を貼り合わせ、ドリルドライバーにてドリルねじを止めること

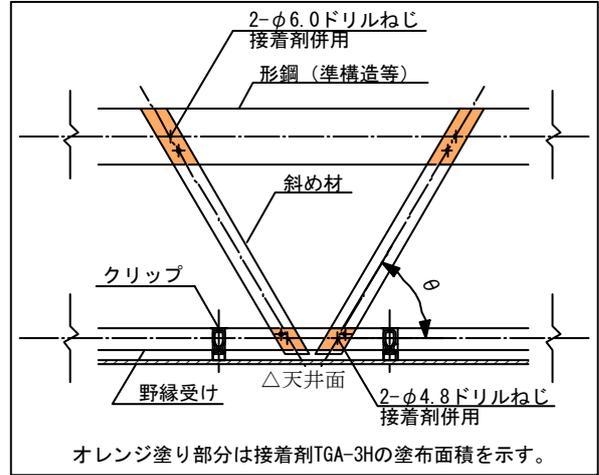


図 1 斜め材設置例

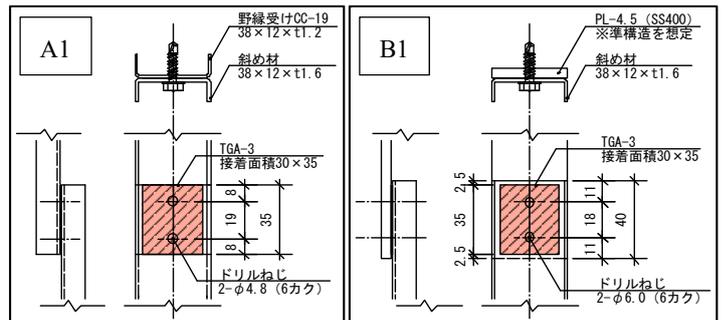


図 2 試験体接合部 (A1: 標準接合、B1: 軽鉄接合)

表 1 試験体一覧

| 試験体記号 | 鋼材板厚 mm | | ドリルねじ | 接着剤面積 (TGA-3H) |
|-------|---------|---------|--------|----------------------|
| | ねじ頭 | ねじ先 | | |
| A0 | 1.6 | 1.2 | 2-φ4.8 | なし |
| A1 | (SGCC) | (SGCC) | | 30×35mm ² |
| B0 | 1.6 | 4.5 | 2-φ6.0 | なし |
| B1 | (SGCC) | (SS400) | | 30×35mm ² |

で圧縮も兼ねている。A0、B0 の組立は、接合面の表面処理はせず、ドリルドライバーにてドリルねじを止める。

3. 試験概要

単調試験は試験体が破壊するまで正 (引張) 方向へ加力する。正負交番試験は荷重制御とし、荷重がドリルねじのみの長期許容耐力 (以下、長期耐力)、短期耐力、終局耐力 (短期×1.5) の順に正負 3 回ずつ加力後正方向加力限界まで引き切った。なお、載荷速度は単調で 1.0mm/min、正負交番で 2.5mm/min とし、荷重はロードセ

ルの値を、変位はストロークの値を採用する。単調の試験体数は3、正負交番の試験体数は1とする。なお、B試験体ドリルねじ接合の短期耐力は10.23kNであるが、加力限界の関係で9.2kNとした。

4. 試験結果

図3の単調試験結果から、ドリルねじのみのA0は3kN、B0は6kNあたりとドリルねじの短期耐力より手前で剛性が低下するが、接着剤併用のA1では10kN、B1は20kN位まで剛性は低下しない。その後母材の降伏荷重を超えたあたりから剛性が低下し、母材の引張破断に至る前に接着剤が破断するが、破断後もドリルねじの耐力は保持して、図5のビスの端抜け、せん断破断に至る粘り強い接合部となっている。なお、図より接着剤の正常な凝集破壊も確認できる。

最大耐力はA1で22kN、B1で33kNほどであり、3体のばらつきは小さい。接合面積は同じであることから、試験体の厚みにより接合部の耐力が決まり、A1で21N/mm²、B1で31N/mm²となっている。

図4の正負交番試験からは、A0は短期耐力から、B0は短期耐力手前からスリップ性状が始まっているが、A1、B1は加力限界の10kNまで弾性で変形している。短期耐力までの繰り返し荷重に対しても接着剤が有効に働いているのが分かる。

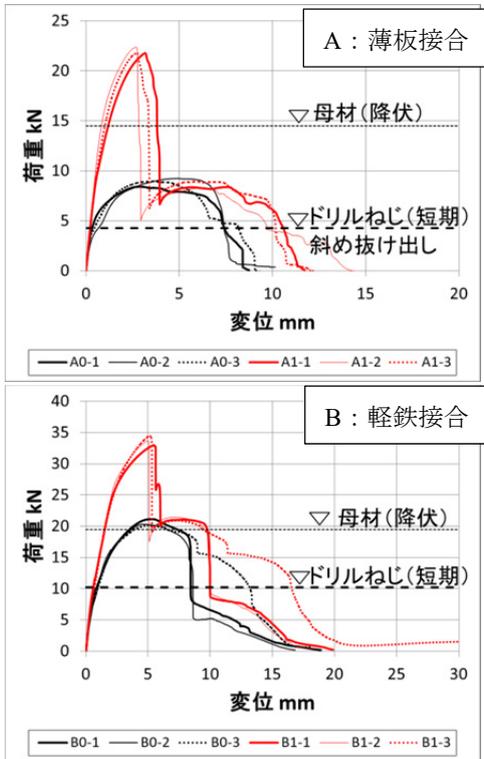


図4 単調荷重試験結果

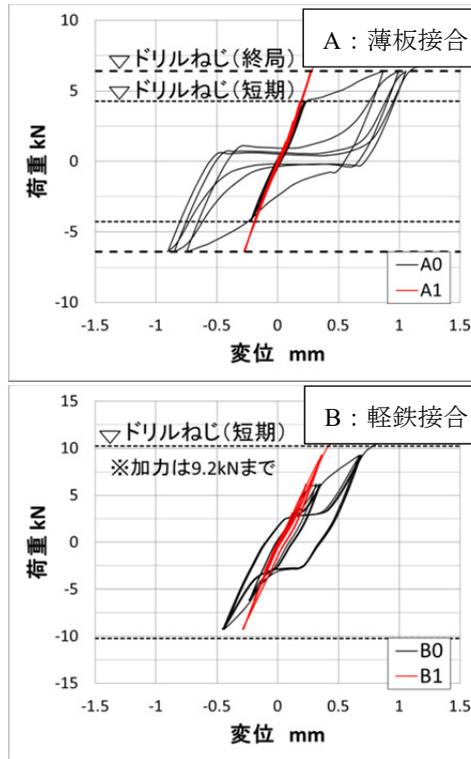


図3 正負交番試験結果

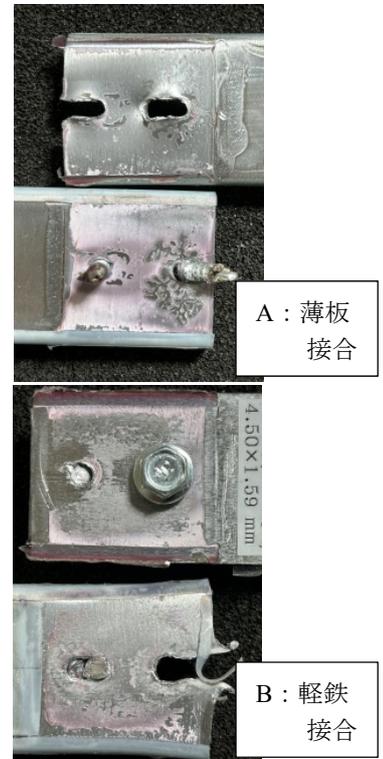


図5 最終破壊形状(単調)

5. まとめ

既存建物における天井揺れ軽減対策として、斜め材の接着材+ドリルねじ併用接合の実践的な納まりにおける構造性能が以下のように確認された。

- 接合スペースの確保が難しい既存天井の斜め材納まりにおいて、靱性型接着剤 TGA-3H の併用によって少ないドリルねじ本数でも、耐力低減なしで斜め材先行降伏型の設計が可能である
- 斜め材の降伏後接着剤が破断してもドリルねじの耐力は保持され粘り強い接合部となっている
- 接合部が剛接合に近くなり、斜め材の座屈長さも短くなって圧縮耐力の上昇も見込まれる

今後は強度型接着剤との違いや接着剤の繰り返し特性など、メカニズムの解明をしていく予定である。

【参考文献】

- 1) 大入・花井他、低層鉄骨造の損傷抑制 DIY 制震補強に関する技術開発 その11、日本建築学会大会学術講演梗概集、B-3、2016.08
- 2) 林・岡崎他、構造用接着剤とビスを併用した溶融亜鉛めっき鋼板接合部のせん断引張試験、日本建築学会大会学術講演梗概集、C-1、2020.09
- 3) 中川・井戸田他、補強に接着剤を用いた鉄骨有孔梁の研究、日本建築学会東海支部研究報告集、第62号2024.02

*株式会社えびす建築研究所
 **株式会社えびす建築研究所 博士(工学)
 ***セメダイン株式会社
 ****名古屋工業大学大学院社会工学専攻 教授・工博

* Ebisu Building Laboratory Co.
 ** Ebisu Building Laboratory Co., Dr.Eng.
 *** CEMEDINE CO., LTD.
 ****Prof., Nagoya Institute of Tecnology, Dr.Eng.