

耐震天井の開口部に関する研究  
その 2 要素試験による鋼板効果検証

正会員 ○濱崎 源記\*1 正会員 野曽原 瑞樹\*  
正会員 小林 俊夫\*2 正会員 下氏 亮介\*1

キーワード：鋼製下地材、耐震天井、開口補強  
要素試験、静的加力試験

1. はじめに

前稿では、耐震天井のブレース構面上に開口部を有し、開口部と面材の目地部が隣接している場合において天井面へ地震力などの水平力が加わると面材の目地部が開いて天井面内の応力伝達ができなくなることを確認し、この対策として面材の目地部を跨ぐように鋼板を配置し、野縁同士を繋ぐことで鋼板を介して応力伝達が可能になることを確認した。

本稿では鋼板による面材目地部の補強効果を明らかにするため応力伝達経路として面材目地部へ注目し、ボードビスと目地部の関係および鋼板と野縁の配置による特性を要素実験によって確認することを目的とした。

2. 試験概要および結果

面材目地部の要素試験として以下の項目について検証試験を行った。なおいずれの試験体においても面材はユニットモデルに合わせて普通せっこうボード 9.5 mmを用いた。

①ボードビスせん断耐力検証、②ボードビスの本数によるせん断耐力への影響、③鋼板によって連結する野縁の本数による耐力の傾向

以下、試験内容について説明する。

① ボードビスせん断耐力検証

図 1 にある面材目地部を再現した試験体の両端を試験治具に設置し、面材目地部が開くように両端に引張力を加えてボードビスのせん断耐力を計測した。この試験体仕様としては、野縁が CW-19、ビスはドライウォールスクリー 3.5mm×22mm を面材目地部に対して 2 本ずつ留め付けした。試験内容としては、単調加力試験と正負交番加力試験を実施した。単調加力試験は 3 体実施し（表 1）、その測定値を用いて国交省告示 771 号の逐条解説に記載された許容耐力の算定方法に基づき、ビス 1 本あたりの許容耐力を算定したところ、許容耐力 65N/本となった。

図 2 と表 2 に示す通り、正負交番加力にて許容耐力の 1.5 倍の荷重においても単調加力試験から算定した剛性値を下回ることがないことを確認した。

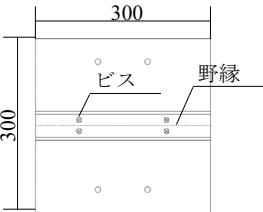


図 1 セン断耐力試験体

表 1 単調加力試験結果一覧

番号	最大荷重 N	最大荷重時変位 mm	許容耐力 N	許容耐力時変位 mm	損傷耐力 N	損傷荷重時変位 mm	損傷荷重時剛性 N/mm
①-1	351	0.78	119	0.06	179	0.10	1839
①-2	500	0.79	138	0.06	207	0.10	2064
①-3	430	0.64	139	0.08	208	0.14	1503
平均	427	0.74	132	0.06	198	0.11	1802

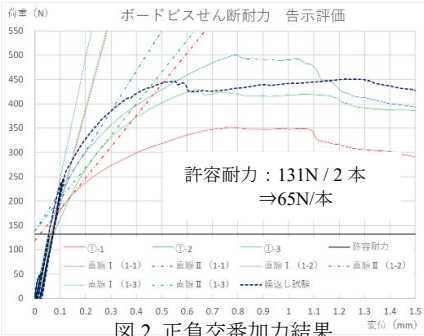


図 2 正負交番加力結果

表 2 正負交番加力結果

繰返し載荷 1.5D	荷重 N	変位 mm	剛性値 N/mm
1サイクル目	204	0.08	2432
2サイクル目	200	0.09	2134
3サイクル目	221	0.10	2164
最少値			2134

② ボードビスの本数によるせん断耐力への影響

①の試験体と同様の試験体として目地部のビス本数を 2～4 本に増やし（図 3）、単調加力試験を行い、ビス本数による耐力の差を確認した。結果は、図 4 の荷重-変位曲線にある通り、本数が増えるごとに耐力の向上が確認でき、初期剛性からの剛性低下した荷重を降伏荷重として比較すると表 3 にある通り、ビス本数と約等倍の割合で降伏荷重が上昇することを確認した。

番号	ビス本数	最大荷重 N	最大荷重時変位 mm	降伏荷重 N	降伏荷重時変位 mm
②-1	2本	480	0.70	200	0.10
②-2	3本	648	0.91	280	0.11
②-3	4本	976	0.96	400	0.12

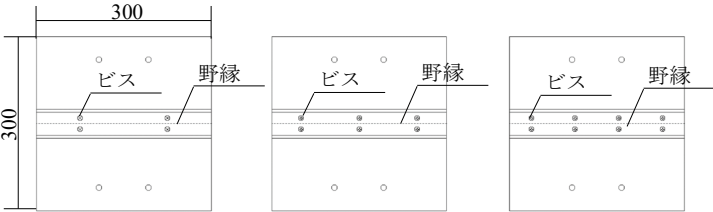


図 3 ビス本数検証試験体図

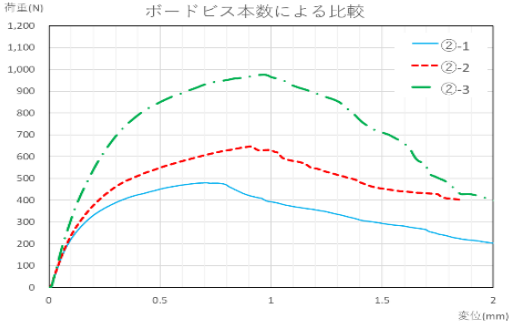


図 4 ビス本数検証 P-δ 曲線

### ③鋼板によって連結する野縁の本数による耐力の傾向

ユニット試験にて確認した目地部での鋼板による応力伝達の効果を再現するために②の試験体を基準とし、図5のように野縁本数を増やした試験体にて鉛直引張試験を行った。

結果は、鋼板で繋げた野縁本数が増えることでビスの総本数が増えることとなり、ビスが増えることで耐力が向上し、野縁1本のみを基準として各仕様の降伏荷重を比較するとビスの本数と等倍の割合で降伏荷重も増加することを確認した。

表4 野縁本数検証結果一覧

番号	野縁本数	最大荷重 N	最大荷重時変位 mm	降伏荷重 N	降伏荷重時変位 mm
③-1	1	648	0.91	280	0.10
③-2	3	1337	1.61	600	0.20
③-3	5	2886	2.55	900	0.25

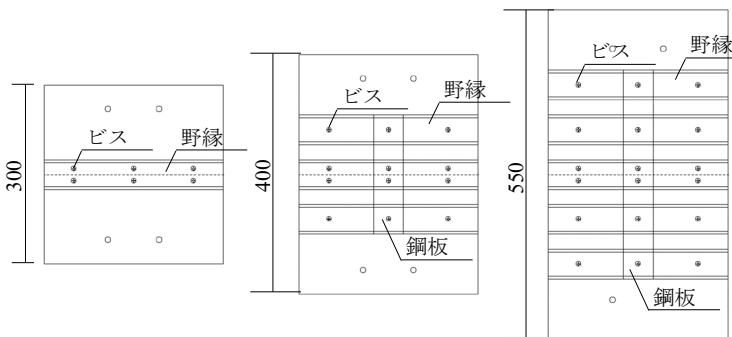


図5 野縁本数検証試験体図

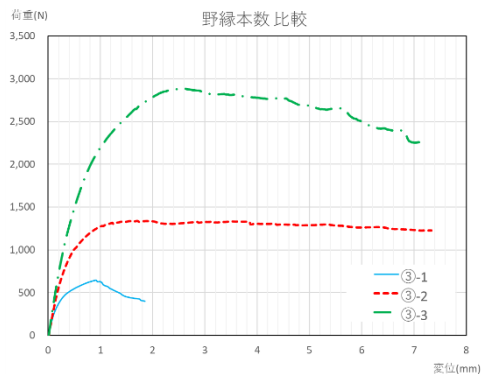


図6 野縁本数検証 P-d 曲線

### 3. ユニット試験との整合性

①～③の要素試験で確認した検証結果を前稿にて報告した鋼板補強仕様のユニット試験の結果と比較する。ユニット試験時の損傷状況としては、面材目地部の開きが支配的であり、下地材部分の損傷はほぼ確認できていなかった。ユニット試験体では、図7の●と▲の位置にボードビスを固定しており、目地を境にビス本数を数えると治具側の●が17ヵ所、ブレース側の▲が19ヵ所となっている。ビス本数が少ない治具側を基に鋼板で繋げた野縁に打たれたビスの総せん断許容耐力を計算すると  $65\text{N/本} \times 17\text{ヵ所} = 1,105\text{N}$  となる。これをユニット試験の荷重-変位曲線と

重ねると図8のようになる。明確に剛性低下する荷重が1,100N付近であることがグラフから読み取れ、ビスの許容せん断耐力の整合性が取れていると考える。

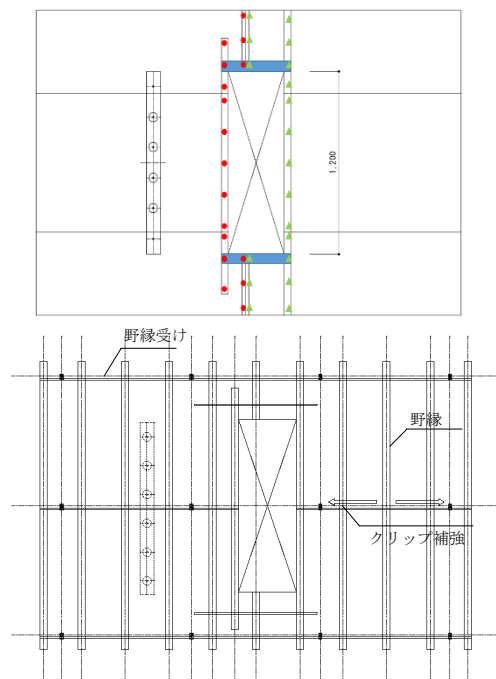


図7 鋼板補強仕様ユニット試験体図

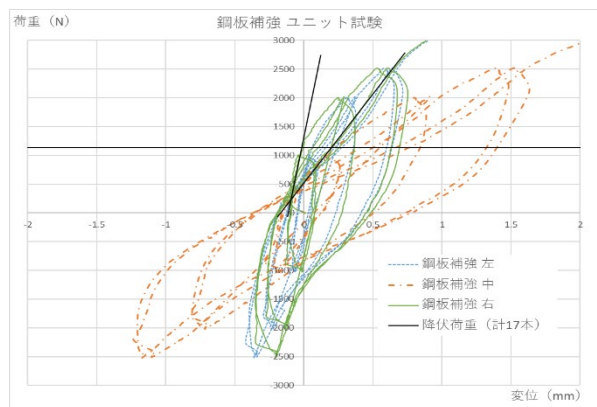


図8 鋼板補強ユニット試験と降伏荷重

### 4. まとめ

面材の目地部に関する要素試験を実施し、目地部に施工したボードビスの許容せん断耐力が CW-19 と普通せっこうボードの場合に  $65\text{N/本}$  で設計可能であることを確認した。また面材の目地部のビス本数の等倍の割合で許容耐力が向上することを確認した。

鋼板補強の特性としては鋼板で繋げた野縁に打たれたビスに比例して耐力が向上することを確認した。

以上の特性を基に面材目地部のボードビスの許容せん断耐力の算定値とユニット試験の降伏荷重が概ね一致していることが確認できた。今後は、異なる開口寸法での検証等を行い、鋼板挿入による開口部補強設計の実装を可能にすることを目指す。

\*1 桐井製作所

\*2 桐井製作所 工学博士