

在来工法天井の下地ボードと野縁のビス止め接合部のせん断試験 その3：試験結果の考察

在来工法天井 せん断試験 剛性
力学特性 下地ボード 野縁

正会員 ○戸内 彰夫^{*1} 正会員 杉山 達也^{*2}
正会員 寺山 武士^{*2} 正会員 柏崎 研也^{*3}
正会員 荒井 智一^{*4}

1. はじめに

本報では、(その3)として在来工法天井の下地ボードと野縁のビス止め接合部のせん断試験結果について考察する。また、試験結果に基づいてシングル野縁とダブル野縁のビス止め接合部の力学特性をモデル化する。

2. 試験結果の考察

(1) 部分モデル試験での各ビスの負担せん断力の評価

試験ケースB1とB2について、計測された野縁のひずみより、各ビスが負担するせん断力($Q_1 \sim Q_5$)およびせん断力負担比率($Q_{r1} \sim Q_{r5}$)を求めた。試験体B1-1を代表に結果を図1～図2に示す。負担比率は図3の方法で求めた。

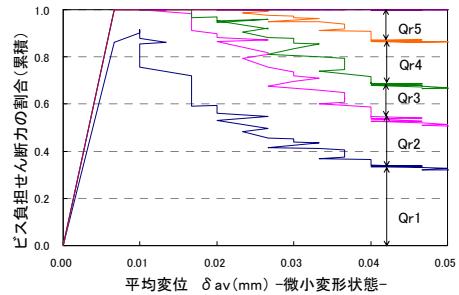


図1 群ビス試験体での各ビスの負担せん断力比率
(試験体B1-1: 加力開始時)

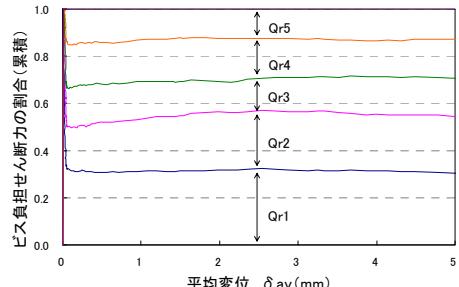


図2 群ビス試験体での各ビスの負担せん断力比率
(試験体B1-1: 変位進展時)

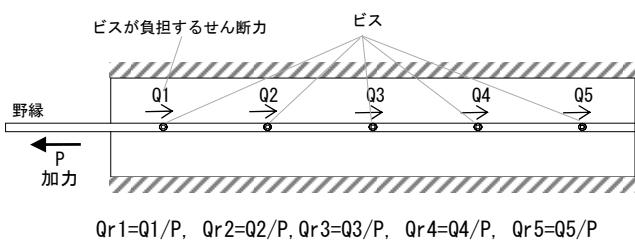


図3 せん断力負担比率(Q_r)の説明図

図1に示す加力開始時(微小変形状態)では、最前列(加力側)のビス(Q_{r1})がせん断力の大部分を負担していた。図2に示すようにその後の変位の進展とともに、後方のビスにもせん断力が伝達され、平滑化が進んでいる。しかし、変位の進展後も、加力側のビスの負担力は他に比べて大きい傾向がある。

(2) 単調載荷によるビス1本あたりの耐力評価

単調載荷試験結果から算定したビス1本あたりの耐力を表1に示す。

表1 ビス1本あたりの耐力

試験ケース	実験結果 最大耐力(N)	ビス1本あたり の平均耐力(N)
試験ケースB1(シングル野縁・ビス5本)	1,920	384
試験ケースB2(ダブル野縁・ビス10本)	3,872	387
試験ケースA1(シングル野縁・ビス1本)	306	306

部分モデル試験では、シングル野縁(試験ケースB1)とダブル野縁(試験ケースB2)のビス1本あたりの耐力はほぼ同じであり、野縁の種類のビス耐力への影響は小さい。

要素試験(試験ケースA1)のビス1本あたりの耐力は部分モデル試験よりも若干低かった。これは、要素試験がビス1本で野縁と下地ボードを固定しているため、固定度が低く、ビスの設置状況(埋め込み深さ等)が耐力に及ぼす影響が大きいためと考えられる。一方、群ビスの場合は固定度が大きく、個々のビスの挙動のバラツキが平滑化されたためと考えられる。

(3) 繰り返し載荷のビス耐力への影響

表2に部分モデル試験の単調載荷試験(試験ケースB1)と片振り試験(試験ケースB3)、両振り試験(試験ケースB4)の結果の比較を示す。

表2 試験結果の比較(試験ケースB1、B3、B4)

		実験結果 最大耐力(N)	ビス1本あたりの 平均耐力(N)
試験ケースB1	平均値	1,920 (1.00)	384 (1.00)
試験ケースB3	引張側	1,932 (1.01)	386 (1.01)
試験ケースB4	引張側	1,502 (0.78)	300 (0.78)
	圧縮側	1,505 (0.78)	301 (0.78)

※()内の数値は試験ケースB1を1.00とした場合の各試験結果の比率を表す

試験ケース B1 と試験ケース B3 の耐力は良い一致を示している。従って、片振り繰返し載荷のビス耐力への影響は小さいと考えられる。また、試験ケース B1 と比較して試験ケース B4 の耐力は 20%以上低下した。ビスの倒れが生じる際には野縁のビス留め付け部も一緒に変形しており、ビスの倒れが戻りきらないまま逆方向に加力されることが操縦されて、耐力低下につながったと考えられる。

(4) 破壊モード

全ての試験において、最終破壊は全てビスの頭が石膏ボードから抜出すモードであった。また、試験終了後もビスには残留変形が見られず、ビスは弾性状態を維持したと判断される。最大荷重時の変位量はビス本数、載荷方法に関係なく平均で約 6mm~8mm 程度であり、また、ビスの頭抜けが生じるときの変位は 11mm~12mm 程度であった。

以上より、野縁と下地ボードの接合部の最大耐力はビス本体の耐力で決まらず、相対変位量で決定される。模式図を図 4 に示す。石膏ボードの厚さが 9.5mm であり、ビスが約 45° 程度傾斜した状態で最大耐力に達している。

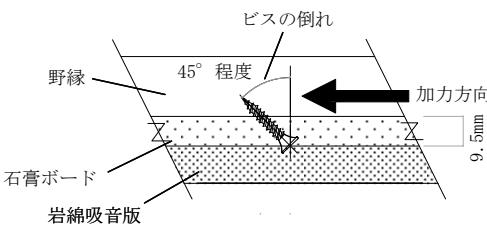


図 4 ビス挙動の模式図

3. 力学特性モデルの検討

試験ケース B1 と試験ケース B2 の試験結果をもとに、シングル野縁とダブル野縁のビス止め接合部について、力学特性のモデル化を検討した。

- ① 単調載荷の最大荷重までの荷重-変位関係をバイリニアモデル（2 折線）でモデル化した。
- ② 第一剛性 (K_1) は、最大荷重 P_{max} の $2/3$ の荷重 P_1 における割線剛性とした。 $(P_1 = P_{max} \times 2/3)$
- ③ 試験結果の最大荷重にいたるまでの履歴の囲む面積が等価になるよう 2 折線の折点を設定した。
- ④ 各試験体に対する①~③の検討で得られた最大点（変位、荷重）、第 1 剛性、第 2 剛性を平均してモデル諸元とした。折点は 2 折線の交点とした。

図 5、表 3 にシングル野縁の力学特性モデル、図 6、表 4 にダブル野縁の力学特性モデルを示す。いずれも、ビス 1 本あたり及び野縁単位長さ（1m）あたりで評価した。ビス 1 本あたりで比較すると、ダブル野縁の方が、第 1 剛性が

60%程度大きい結果となっている。原因としては、ダブル野縁では 2 列のビスで接合するため、シングル野縁に比べて固定度が高いことが影響していると思われる。

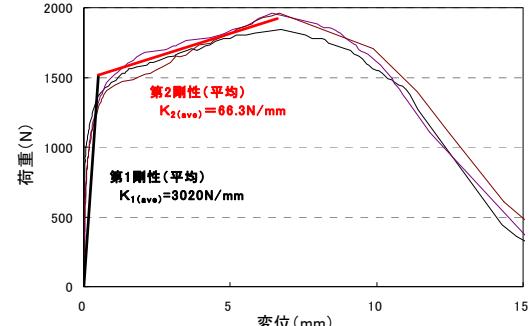


図 5 力学特性のモデル化（シングル野縁）

表 3 ビス止め接合部のモデル諸元（シングル野縁）

	ビス 5 本分	ビス 1 本あたり	野縁 1.0m あたり
第 1 剛性 K_1	3,020 N/mm	604 N/mm	2,010 N/mm
第 1 折れ点	荷重	1,520 N	303 N
	変位	0.502 mm	0.502 mm
第 2 剛性 K_2	66.3 N/mm	13.3 N/mm	44.2 N/mm
最大点	荷重	1,920 N	384 N
	変位	6.61 mm	6.61 mm

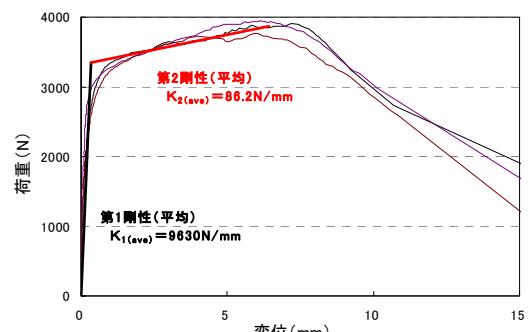


図 6 力学特性のモデル化（ダブル野縁）

表 4 ビス止め接合部のモデル諸元（ダブル野縁）

	ビス 5 本分	ビス 1 本あたり	野縁 1.0m あたり
第 1 �剛性 K_1	9,630 N/mm	963 N/mm	9,630 N/mm
第 1 折れ点	荷重	3,350 N	335 N
	変位	0.348 mm	0.348 mm
第 2 剛性 K_2	86.2 N/mm	8.62 N/mm	86.2 N/mm
最大点	荷重	3,870 N	387 N
	変位	6.43 mm	6.43 mm

4. まとめ

在来工法天井のビス 1 本あたりの耐力や群ビスにおける各ビスの負担せん断力の傾向について考察した。また、試験結果に基づき、シングル野縁とダブル野縁のビス止め接合部の力学特性をバイリニアにモデル化した。

*1 鹿島建設

*2 東京電力

*3 東電設計

*4 桐井製作所

Kajima Corporation

Tokyo Electric Power Company

Tokyo Electric Power Services Co.,Ltd.

Kirii Construction Materials Co.,Ltd.