

ワンサイドボルトを用いた薄鋼板構造性能実験

その3 薄板鋼板パネルの面内せん断実験概要及び実験結果

正会員 ○姿健一郎 4\* 同 津田達也 1\*  
同 藤井克紀 2\* 同 渡辺邦夫 3\*  
同 揚原茂雄 3\* 同 中西三和 5\*  
同 安達 洋 5\*

薄鋼板 ワンサイドボルト せん断挙動  
構造性能 静的実験 座屈

1. はじめに

本報は、薄板鋼板パネルの面内応力の挙動を明らかにすることを目的として実施した実験結果(シリーズ B)の報告である。実験の主要な変動因子はパネル厚、ワンサイドボルト本数(又はピッチ)及び座屈止めの配置本数であり、面内せん断挙動に及ぼすこれら変動因子の影響を調べた。

2. 実験概要

2.1 試験体概要

表 1 に試験体概要、図 1 に試験体寸法を示す。試験体は、表 1 に示した 4 体 (B1~B4) からなり、それぞれ関連づけて設計されている。試験体寸法は薄鋼板パネルの板厚以外は共通であり、BH 梁断面寸法は前報(その 1)の試験体 A2 と同じである。試験体 B1 は、パネル厚を 3.2mm とし、試験体 B2 (パネル厚 1.6mm) とパネル取付のワンサイドボルト本数は同じとした。また、試験体 B3, B4 は試験体 B2 に対してパネルの座屈止めをパネル中央に配置したものとパネル 3 等分線の交点 4 か所に配置した試験体である。また、B4 はボルト本数を倍にしている。

表 1 試験体概要

試験体名	試験体概要	ボルト本数[本]	ボルトピッチ[mm]
B1	3.2mm薄鋼板パネルをワンサイドボルトで固定	64	95
B2	1.6mm薄鋼板パネルをワンサイドボルトで固定	64	95
B3	1.6mm薄鋼板パネルをワンサイドボルトで固定 座屈止め(4分割点1箇所)	64	95
B4	1.6mm薄鋼板パネルをワンサイドボルトで固定 座屈止め(9分割点4箇所)	128	47.5

2.2 荷装置

図 2 に荷装置概要を示す。本実験は建研式加力装置を用いて、正負交番繰り返し水平荷重試験を行った。L 型荷重用ビームは、パンタグラフ機構で平行に維持されるため試験体は逆対称の変形状態となる。試験体は、パネル 4 つの角部がピン支承を介して加力装置に取付けられている。水平荷重は反力壁に取り付けたアクチュエータ(静的: ±450kN)により荷重を行った。

2.3 測定方法

図 3 に試験体の測定点及びひずみ計測の位置を示す。

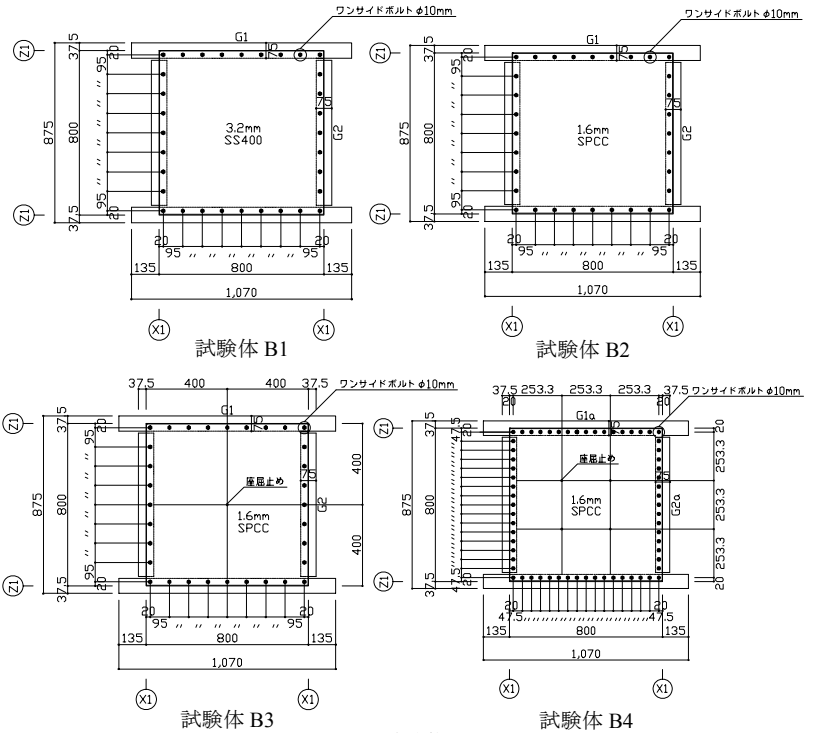


図 1 試験体寸法

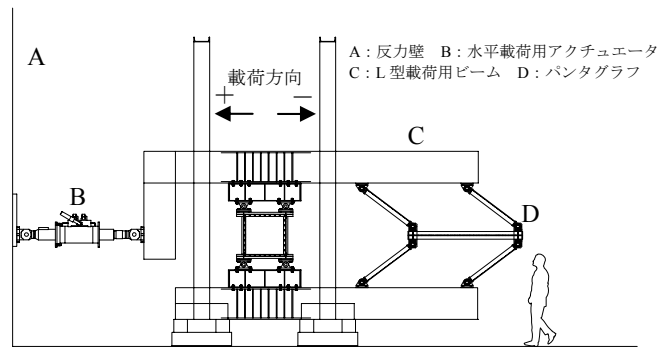


図 2 荷装置概要

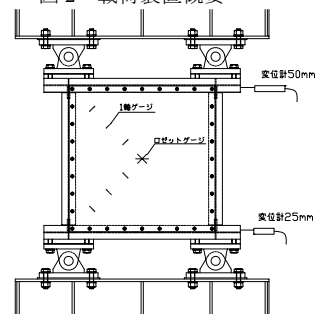


図 3 測定点およびひずみゲージ位置

試験体の水平変位は変位計を用いて測定した。パネル部のひずみゲージの測定は、薄鋼板パネル内の面内応力分布を把握することを意図したものである。

### 2.4 荷重スケジュール

加力は、ひずみゲージの測定値を参考に、ほぼ弾性域とみなせる範囲まで 10kN の増分荷重ごとに繰り返し荷重を行い、それ以降は、部材角 1/1000 (0.8mm) ずつの増分変位を与えた繰り返し荷重実験とした。

## 3. 実験結果

### 3.1 最終破壊状況

各試験体の実験結果を表 2、各試験体の座屈状況を写真 1 に示す。各試験体の最終破壊状況は以下のとおりである。

**B1:** 試験体 B1 は、3.2mm の薄鋼板パネルを用いた試験体である。写真 1 より、繰り返し荷重を行ったが、薄鋼板パネルには変化が見られなかった。しかし、パネルとリブを接合しているワンサイドボルトは試験体の角部で 1 箇所破断し、数箇所のボルトが浮いていることが確認できた。その後、耐力が低下し、ワンサイドボルトの破断により最終破壊に至った。

**B2:** 試験体 B2 は 1.6mm の薄鋼板パネルを用いた試験体である。写真 1 より、薄鋼板パネルが引張の対角線方向に凹型に大きな座屈を生じた。また、ボルト接合部分のパネル部の支圧破壊により、最終破壊に至った。

**B3:** 試験体 B3 は、薄鋼板パネルに座屈止めがあるにも拘らず、B2 と同様、パネルの引張対角線方向に凹型に座屈を生じた。試験体 B2 と比較すると、初期に起こる座屈が小さいという違いが見られるが最終破壊状況は同様であった。しかし、ボルトによるパネル接合部の支圧破壊の箇所は B2 よりも減少した。

**B4:** 薄鋼板パネルが対角線方向に座屈が生じる現象は、他の試験体と同様であるが、初期に起こる座屈が座屈防止筋の影響で小さくなり、最終的な板座屈による損傷も低減した。また、ボルトの支圧によるパネルの支圧破壊も引き裂かれることもなく軽微であった。

### 3.4 弾性域における応力度分布

図 4 に試験体 B1 の弾性域応力度分布図を示す。図 4 は試験体 B1 の弾性域と見なせる荷重+40 kN 時に図 2 に示す+方向に荷重したときの図である。試験体 B1 は引張及び圧縮の応力の大きさがほぼ等しいことから純せん断に近い応力状態であることがわかる。一方、試験体 B2, B3, B4 はパネル厚が薄いこと、また座屈止めの影響で複雑な応力度分布を得ているが今後、検討が必要である。

### 3.2 荷重－変形曲線の比較

図 5 に各試験体の荷重－変形曲線を比較して示した。

**B1, B2 の比較:** 図 5-a) は試験体 B1 と B2 の薄鋼板パネ

ルの板厚の違いによる比較である。試験体 B1 では、初期の剛性を維持したまま最大耐力を迎え、耐力低下したのに対して、B2 では、約 100kN で明瞭な降伏現象を示している。

**B2, B3, B4 の比較:** 図 5-b) は、試験体 B2, B3, B4 の座屈止めの効果を比較したものである。B2 と B3 は、ほぼ同じ履歴曲線を示したのに対し、B4 は降伏するまでの耐力が上がっていることから増加させたボルトの効果が表れていることが確認できた。

## 4. まとめ

本研究では、薄板鋼板パネルの面内せん断実験を行い検討した結果、以下の知見が得られた。

1) 薄鋼板パネルの板厚が大きいほど耐力、剛性が上がることが確認できた。また、3.2mm の薄鋼板では、座屈破壊がほとんど生じない。

2) 座屈止めを入れることにより座屈の損傷を減らすことから座屈止めの効果が確認された。

なお、シリーズ C については改めて報告する予定である。

#### 【謝辞】

本実験を実施にあたり、ご協力いただいた各位に感謝の意を表します

#### 【参考文献】

- 1) 日本建築学会：鋼構造座屈設計指針，1996.9

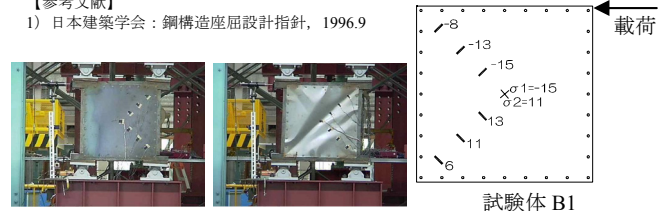


図 4 弾性域応力分布図

表 2 実験結果

試験体	最大耐力時	
	荷重[kN]	変位[mm]
B1	249.4	10.11
B2	128.1	24.5
B3	125.9	38.02
B4	155.9	23.72

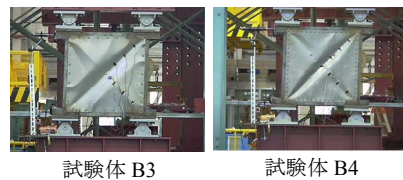
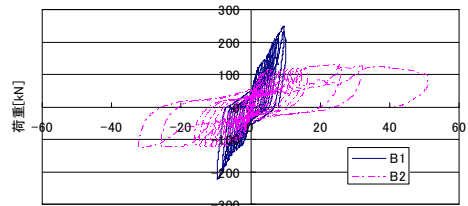
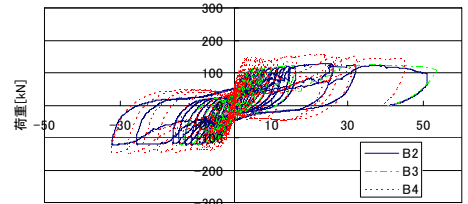


写真 1 試験体破壊状況



a) 板厚の違いによる比較



b) 座屈止めによる効果の比較

図 5 荷重－変形曲線

\*1 株式会社小山工作所

\*2 株式会社ロブテックスファスニングシステム

\*3 構造設計集団 (SDG)

\*4 日本大学院理工学科 大学院生

\*5 日本大学理工学部海洋建築工学科 教授・工博

\*1 Oyamakousakusyo Co. Ltd.

\*2 Lobtex Fastening System Ltd.

\*3 STRUCTURAL DESIGN GROUP

\*4 Graduate Student, Graduate School of Science & Technology, Nihon Univ.

\*5 Prof, Dept. of Oceanic Architecture & Engineering College of Science & Technology, Nihon Univ. Dr. Eng