

ワンサイドボルトを用いた薄鋼板構造性能実験
その 2 薄板 BH 鋼梁の実験結果

Experiments on the Performance of Thin Steel Plate Structures Using One-side Bolt
Part2. Test Results of BH shaped steel Beam

○津田達也¹, 藤井克紀², 渡辺邦夫³, 揚原茂雄³, 姿健一郎⁴, 中西三和⁵, 安達洋⁵

*Tatsuya Tsuda¹, Katsunori Fujii², Kunio Watanabe³, Shigeo Agehara³, Kenichiro Sugata⁴, Mitsukazu Nakanishi⁵, Hiromi Adachi⁵

In this paper, the test results of BH steel beams are compared as the final failure pattern, load-displacement curves and maximum load.

1. はじめに

本報は、前報（その 1）に述べた各試験体の実験結果から破壊状況、荷重-変形曲線、最大耐力について比較検討したものである。

2. 実験結果

2.1 最終破壊状況

各試験体の実験結果一覧を Table1 に示す。また、Fig.1 及び Photo1 に、試験体 A1~A3 の座屈部位と座屈状況を示す。また、Photo2 に、上下に薄板パネルを配した 6 体の試験体と薄板パネルの座屈状況を示す。各試験体の最終破壊状況は以下のとおりである。

A1：フランジとウェブを全溶接した試験体である。上下フランジの圧縮および引張降伏後、横座屈止めを装置した曲げモーメント一定区間で、梁がそりを伴う横座屈が起こり最終破壊に至った。

A2, A3：断続溶接の長さ、間隔が異なる 2 体の試験体である。溶接形状の違いにかかわらず、いずれの試験体とも、曲げモーメント一定区間の断続溶接間で圧縮フランジが局部座屈(Fig.1・Photo1b), c)した。

A2-B, W：試験体 A2 に対して、上下フランジ部の左右に 1.6mm と 3.2mm のパネルをワンサイドボルトと部分溶接によって接合した 4 体の試験体である。板厚にかかわらず最終破壊は、試験体 A2 と同様に曲げモーメント一定区間の圧縮フランジの局部座屈 (Photo2a), b), c), d)であるが、同区間におけるパネルの座屈を伴う。また、板厚の違いにより座屈の大きさが変わる。

A2-B'：試験体 A2-B において、左右パネルを接合するために配置した直交梁が通し部材になり単純支持された梁部材が、直交梁を介して接合された試験体である。

最終破壊は試験体 A2-B と同様である。

2.2 全溶接と部分溶接の応力度分布

Fig.2 に試験体 A1~A3 の弾性域とみなせる荷重 40kN 時のせん断スパン内に貼付したロゼットゲージ測定値

Table1 Experimental Results

試験体	最大耐力時	
	荷重[kN]	中央変位[mm]
A1	106.6	25.63
A2	82.1	16.34
A3	82.7	16.42
A2-B3.2	160.0	35.68
A2-B1.6	105.8	12.17
A2-W3.2	180.8	13.07
A2-W1.6	126.8	10.98
A2-B'3.2	116.5	57.85
A2-B'1.6	93.4	82.18

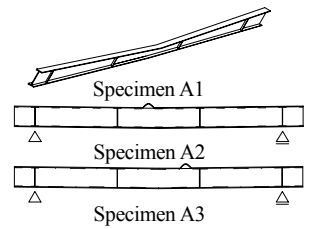


Fig.1 Buckling section

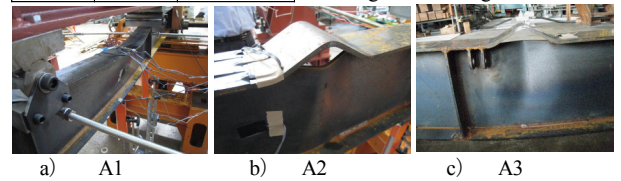


Photo1 Specimen A1~A3 Buckling states

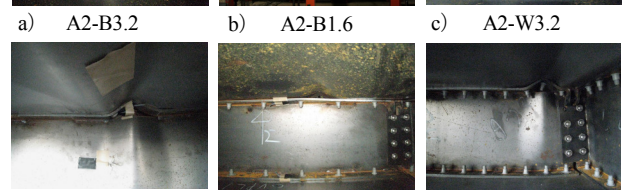


Photo2 Rib and thin steel panel buckling states



Photo2 Rib and thin steel panel buckling states

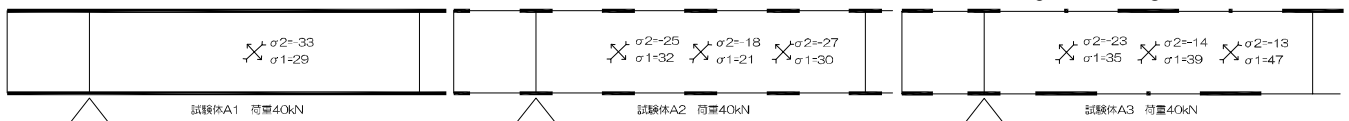


Fig.2 Stress intensity of elastic region distribution

1：株式会社小山工作所 Oyamakousakusyo Co. Ltd.
 2：株式会社ロブテックスファスニングシステム Lobtex Fastening System Ltd.
 3：構造設計集団 (SDG) STRUCTURAL DESIGN GROUP
 4：日大理工・院・海洋 Graduate Student, Graduate School of Science & Technology, Nihon Univ.
 5：日本理工・教員・海建 Prof. Dept. of Oceanic Architecture & Engineering College of Science & Technology, Nihon Univ. Dr. Eng

から求めた主応力度分布図を示した。試験体 A1 では、引張及び圧縮の主応力度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これに対して並行に断続溶接した試験体 A2 と千鳥配置で断続溶接した試験体 A3 では引張の応力が大きくなる傾向があり、特に A3 では加力点に近づくほどその引張主応力が増大し圧縮主応力が小さくなる傾向が見られ、応力分布に明らかに差異があることが確認された。

2.3 荷重－変形曲線の比較

Fig.3 に各試験体の荷重－変形曲線を示した。

A1,A2,A3 の比較 : Fig.3-a)は全溶接 (A1) と断続溶接 (A2,A3) の試験体の比較である。最終破壊状況でも述べたように、試験体 A1 は上下フランジの降伏後に起こった横座屈現象により耐力を徐々に低下させたのに対し、試験体 A2,A3 は断続溶接間の圧縮フランジの局部座屈で急激に耐力低下した。しかし、断続溶接の違いによる変形性能の違いは見られなかった。

A2-B と A2-W の比較 : Fig.3-b) はワンサイドボルト接合と部分溶接の各接合とパネル厚の違いによる荷重－変形曲線の比較である。ワンサイドボルト、部分溶接とも試験体 A2 に比べ剛性、耐力ともに増大するが、パネルが厚いほどその効果は大きい。また、ワンサイドボルトに比べ部分溶接のほうが、剛性が高く耐力も上昇するといった結果が得られた。

A2-B と A2-B' の比較 : Fig.3-c) に試験体 A2 と試験体 A2-B, 試験体 A2-B' を比較して示した。荷重－変形曲線では、初期の剛性が低く、大変形になって耐力を発揮するような履歴性状を示した。

3. 最大強度に対する検討

A1 : Table2 に試験体 A1 の断面係数から算定した弾性限界耐力と塑性断面係数から算出した終局曲げ耐力を示す。実験値最大耐力は 106kN であり、Table2 に示した塑性断面係数から算出した耐力よりも約 10%高い。

A2,A3 : 試験体 A2, A3 は断続溶接間を座屈長さとして、鋼構造設計基準から座屈応力度を算出し、材料の降伏点強度と鋼材の許容応力度との比を強度上昇率とし、その積をみかけのフランジの降伏点強度とする。この降伏点強度に基づいて計算上の耐力を導いた。なお、座屈応力度の算出に当たって、材端条件は両端ピンとして算出した。求めた理論値を Table3 に示す。試験体 A2, A3 の耐力はほぼ同等であり、実験値最大耐力との比較では、計算値は約 7%低い結果であり、全溶接の試験体 A1 の場合では、約 30%低い結果となった。

A2-B,W : Fig.3-b) に示すように 4 つの試験体は、試験体 A 試験体 A2-B3.2 で 1.9 倍、試験体 A2-W1.6 で 1.5

倍、試験体 A2-B1.6 で 1.3 倍上昇した結果が得られた。**A2-B'** : Fig.3-c) から試験体 A2 の最大強度と比較すると、試験体 A2-B'3.2 が 1.4 倍、試験体 A2-B'1.6 は 1.1 倍上昇する結果が得られた。試験体 A2-B との比較では、最大強度が下がることが確認できた。

4. まとめ

薄板 BH 鋼梁の 2 点載荷実験を行い検討した結果、以下の知見が得られた。

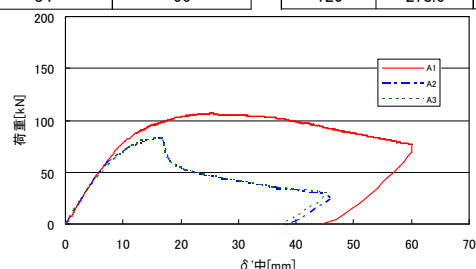
- (1)断続溶接試験体の破壊は断続溶接間の圧縮フランジの局部座屈であり、この座屈を考慮した計算値でほぼ最大耐力を推定可能であった。
- (2)薄板パネルを接合した場合、梁の耐力と剛性が上がることがわかった。また、パネルの厚さが大きいほどその効果は大きい。
- (3)ワンサイドボルトと部分溶接の接合では、いずれも耐力、剛性が上昇するが部分溶接の方が剛性、耐力がともに高い。
- (4)薄板パネルを接合した試験体の耐力はリブの圧縮フランジの局部座屈により、決まることが分かった。

【参考文献】

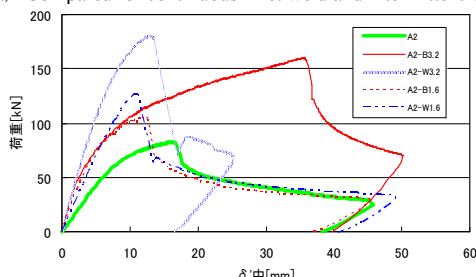
- 1) 日本建築学会：鋼構造座屈設計指針，1996.9

Table2 A1 Theoretical value Table3 A2,A3 Theoretical value

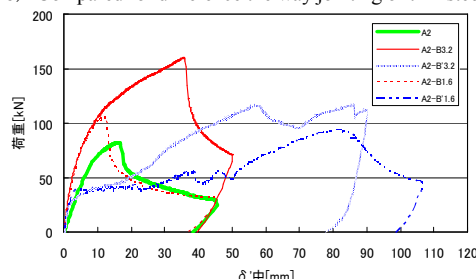
弾性曲げ耐力 [kN]	終局曲げ耐力 [kN]	座屈長さ [mm]	降伏強度 [N/mm ²]	最大耐力 [kN]
84	96	120	278.6	76.4



a) Compared for continuous fillet weld and intermittent welding



b) Compared for difference the way jointing of thin steel panel



c) Compared for difference of direction of through beam
Fig.3 load-displacement curves