

ワンサイドボルトを用いた薄鋼板構造性能実験
その5 鋼製薄板パネルによる HP シェルの鉛直载荷試験

Experiments on the Performance of Thin Steel Plate Structures Using One-side Bolt
Part.5 Vertical load test on HP shell made of thin steel plate

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

This paper shows report on vertical load test on HP(hyperbolic paraboloidal) shell made of thin steel plate. This test investigated performance of HP shell of thin steel plate structures using one-side bolt .

1. はじめに

本報は、鋼製薄板パネルによる HP シェル模型の鉛直载荷試験についての報告である。本構造システムを用いて試設計された HP シェルの 1/10 模型試験体に積雪荷重を想定した鉛直荷重時の実験結果を、シリーズ A, B で把握した部材性能を用いて行った数値解析の結果と比較検討した。

2. 実験概要

1 試験体概要

試験体は、試設計をした 32m×32m の HP シェルの 1/10 の模型試験体である。試験体の伏図を Fig.1 に、試験体の断面図を Fig.2, 3, また、部材の断面図を Fig.4 に示す。Fig.1, 2 に示す通り、見付け平面寸法は 3.2m×3.2m, 昇り方向最頂部高さは 1.72m としている。柱は鋼管 60.5×4 を使用し、床に完全固定した。なお、BH 梁断面寸法は A, B シリーズとは施工上の理由で異なり、Fig.4 に示すように、BH 梁断面寸法 (H×B×t_w×t_p) は、20×75×3.2×2.3 となっている。

2. 2 载荷装置概要

Fig.5 に载荷装置概要と Photo.1 に载荷装置を示す。実験は大型構造物試験棟のテストフロアに試験体を設置し、柱部分を除いた HP シェルの各節点に丸鋼を取り付け、反力床の穴に通し、床下面に 100kN のセンターホールジャッキを取り付け、丸鋼を引っ張ることで試験体の鉛直载荷を行った。各節点に負荷した荷重は、節点の負担面積に比例した载荷とする。従って、Fig.6 に示すように中央部分 (図中大●) に対して、端辺の荷重は 1/2 となるよう、油圧源を 2 系統とし、等圧となるよう分岐管により制御した。

2. 3 測定方法

測定は、試験体の载荷点の鉛直変位および支点位置の柱の水平変位を変位計 (Fig.5, Photo.2) で、また薄鋼板のひずみをひずみゲージで、計測した。

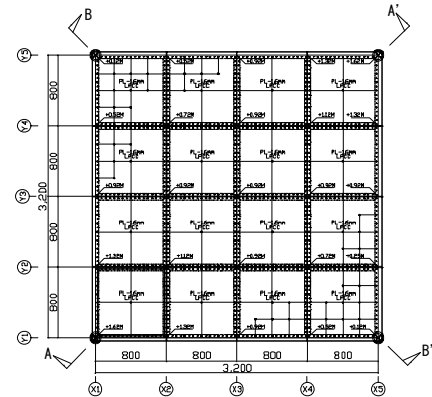


Fig.1 Specimen C Plan

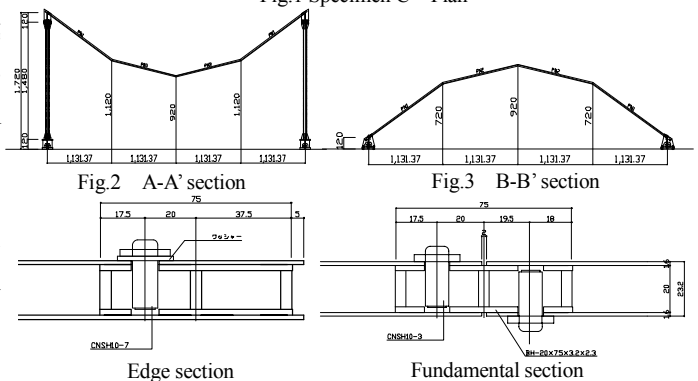
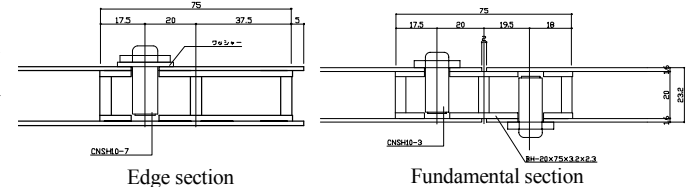


Fig.2 A-A' section

Fig.3 B-B' section



Edge section

Fundamental section

Fig.4 Element section

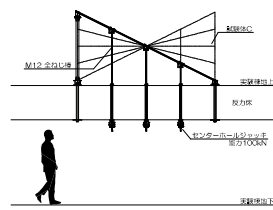


Fig.5 Loading device



Photo.1 Center hall oil jack



Photo.2 Displacement meter

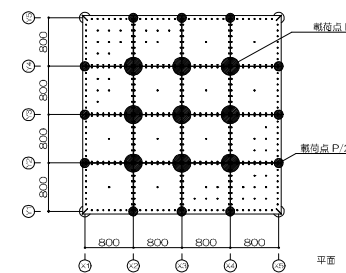


Fig.6 Loading point

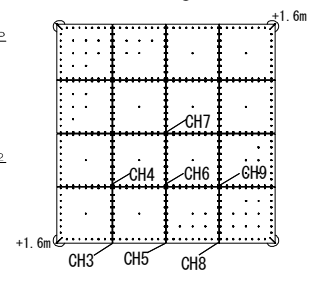


Fig.7 Measurement point

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

加力は、試設計で積雪を想定した短期荷重まで単調荷重を行い、それ以降は、試験体が降伏し、破壊に至るまで加力した。

2. 4 想定荷重

本研究では、建設地を多雪地帯(積雪量 1.2m)とし、単位荷重は、積雪量 1cm 当りに 30N/m² と仮定した。積雪量から積雪荷重は、3.6kN/m² となる。短期荷重を Table.1 に示す。短期荷重は自重と積雪荷重を組み合わせたものとする。

3. 実験結果

3. 1 最大耐力および最終破壊状況

Fig.9 の実験の荷重-変形曲線から、最大耐力は想定した積雪荷重の約 1.5 倍の耐力があることがわかった。また、最終破壊は、降伏と同時に発生し、押さえ方向の支点部分のパネルの圧縮座屈であった (Photo.3)。また、同時に梁のウェブの部分の座屈も生じていることから、溶接接合の改良を含めた検討が必要である。

3. 2 解析モデル

解析には汎用解析プログラム Midas Gen ver.730 を使用した。前報(その 4)で設定した部材の復元力特性を用いて、静的増分解析を行った。部材の断面が前報(その 4)とは異なるので、面外方向はパネルの有効幅は変えず、リブの断面で耐力と剛性を設定し直した。面内の性能は前報(その 4)の試験体 B2 のバイリニアモデルを使った。解析モデルを Fig.8 に示す。HP シェルのパネルは弾塑性解析を行うため、トラス要素に置換したモデルとした。また、柱の境界条件は固定端とし、外側を除いたおさえ方向の梁の境界条件は前報(その 1, 2)の結果、初期の段階で降伏することからピン接合とした。

3. 3 実験結果との比較

解析で得られた荷重-変形曲線を Fig.9 に示す。図中には短期荷重と長期荷重を併せて示した。実験結果と解析結果の履歴曲線を比較すると初期剛性と降伏耐力がほぼ同じであることが確認できた。このことから A, B シリーズの要素実験から得られた部材性能を用いた解析が妥当であることがわかった。また、最終破壊は、押さえ方向の支点近傍のパネルの圧縮座屈により耐力低下を起こした。解析モデルにおいても同様の部分でヒンジができたことが確認できた。

短期荷重時までの荷重-変形曲線が線形であることから、短期荷重時までは、ほぼ弾性に近い挙動を示すことが確認できた。CH8 だけ早い段階で塑性変形をしているのは、CH8 部分の梁で局所的な座屈破壊が起きたことから、その影響がでていると考えられる。

4. まとめ

鋼製薄板パネルによる HP シェルの鉛直荷重試験を行い検討した結果以下の知見が得られた。

- 1) 鋼製薄板パネルによる HP シェルの最大耐力は想定した短期荷重の約 1.5 倍の耐力があり、短期荷重では、ほぼ弾性域であることがわかった。
- 2) 鋼製薄板パネルによる HP シェルの最終破壊は薄板パネルの圧縮座屈によって決まることがわかった。
- 3) シリーズ A, B の部材の復元力特性をもとに静的増分解析を行うことで、実験の履歴曲線をほぼ追従可能であることが確認できた。

【参考文献】

- (1) ワンサイドボルトを用いた薄鋼板構造性能実験—その 1 薄板 BH 鋼梁の実験概要—
- (2) 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—
- (3) 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
- (4) 井上一朗; 建築鋼構造—その理論と設計 鹿島出版会 2010. 2. 10
- (5) 日本建築学会; 鋼構造設計基準 丸善株式会社 2003. 4. 20

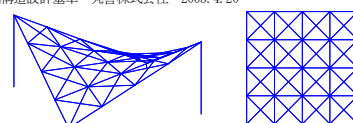


Fig.8 Analytical model

Table.1 load condctions

自重 [kN/m ²]	積雪荷重 [kN/m ²]	短期荷重 [kN/m ²]
0.36	3.6	3.96

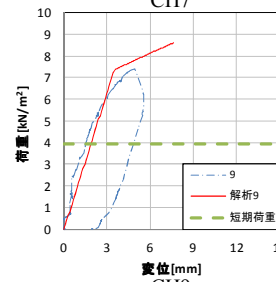
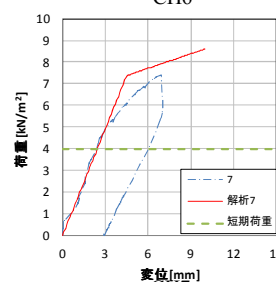
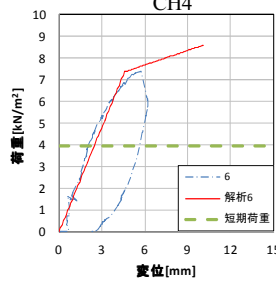
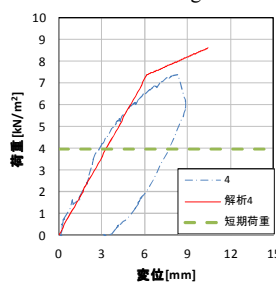


Photo.3 destruction states

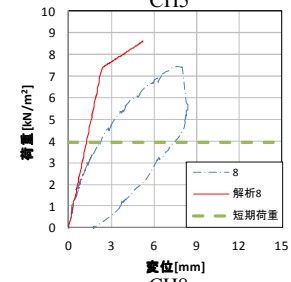
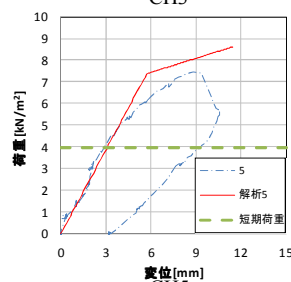
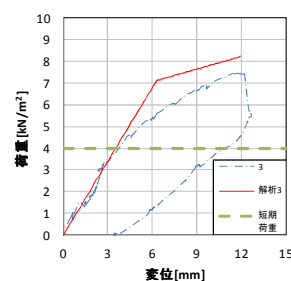


Fig.9 load-displacement curves