

鋼製下地を用いた壁の強度・剛性に関する実験的研究

(その1) 閉鎖型断面を持つ壁下地材の高荷重時の特性

正会員 ○相原正史*1

正会員 小林俊夫*2

正会員 下氏亮介*1

正会員 荒井智一*3

キーワード：壁 LGS たわみ 曲げ剛性 倉庫

1. はじめに

近年、インターネットの普及により通信販売事業が急速に拡大し、個人を対象とした販売業務件数が大幅に増加している。これを受けて、物流の効率化やサービスの向上を目的に大都市圏を中心に物流事業が積極展開している。

また、物流の効率化、競争力の強化を図るべく平成14年に改正施行された倉庫業法により、物流倉庫に関する施設・設備の基準が倉庫の種類毎に定められた。

本稿では、倉庫業法施行規則第3条の4第2項第2号に定める、「軸組み、外壁又は荷ずりは、2500N/m²以上の荷重に耐えられる強度を有していなければならない」という基準に対し、閉鎖型断面鋼製下地材を用いた壁組の強度確認試験を行った結果を報告する。

2. 実験概要

試験体を構築するための支持架台として剛な鉄骨架台を設置した。架台の短辺2側面を壁組の支持部として、ランナーを固定し、その間にスタッドを差し込み、面材をビス打ちにより張付け、鋼製下地壁を水平な状態に設置した。使用する面材は、JISA6517の壁下地材の強度試験にならない、載荷上面を合板5.5mm、載荷下面をせっこうボード12.5mmとした。

試験は、等分布荷重載荷試験と中央集中荷重加力試験の2種類の加力方法にて実施した。

等分布荷重載荷試験は、倉庫業法基準2500N/m²以上を正確に再現するために壁面上部に錘を載せ、重力により下方向に加力する。自重を含む載荷荷重が2500N/m²以上となるまで、段階的に錘を追加していき、段階ごとに試験体スパン中央部に設置した変位計にてたわみ量を計測する。

錘には高比重アスファルト系面材(2.5g/cm³以上)を使用し、錘を試験体に対して一様に重ね合わせることで壁面に一様に荷重が作用することを再現する。

中央集中荷重加力試験は、等分布荷重載荷試験にて破壊まで達しない可能性があるため、耐力低下の状況を確認するために油圧シリンダーを用いて耐力低下が確認できるまで加力した。荷重は油圧シリンダーに取付けた荷重計を用いて測定し、変位の計測は等分布荷重載荷試験と同様に試験体スパン中央部に設置した変位計にて計測した。

なおNo.7は面材を張らずスタッド一本のみで加力を行った。表1に試験体諸元を、写真1~6に試験状況を示す。



写真1 試験体全景



写真2 計測位置近景



写真3 等分布荷重載荷試験
試験体No.1 2500N/m²載荷時



写真4 中央集中荷重加力試験
試験体No.4 終局時全景



写真5 中央集中荷重加力試験
試験体No.4 終局時近景



写真6 中央集中荷重加力試験
試験体No.4 終局部近景

表1 試験体諸元 (構成部材詳細)

構成材		構成材の 接続方法
鋼製下地材	面材	
<ul style="list-style-type: none"> スタッド SQ-Bar45100 寸法：45mm×100mm 板厚：1.2mm 材質：SGCC Z08 (JIS G3302) 断面二次モーメントI:440272mm⁴ 断面係数Z:8805mm³ 高耐力ランナー C-40×105×40×2.3 寸法：40mm×100mm 材質：SGHC Z12 (JIS G3302) 	<ul style="list-style-type: none"> 上面 JAS普通合板 2類2等 厚さ：5.5mm 下面 せっこうボード GB-R (JIS A6901) 厚さ：12.5mm 	<ul style="list-style-type: none"> [スタッドと合板] ビス留め 周辺部@200mm、 中央部@300mm (MBテクスワリト[®] WLR:3.5×25) [スタッドとせっこうボード] ビス留め 周辺部@200mm、 中央部@300mm (MBテクスワリト[®] WLR:3.5×25)

Experimental Study on Strength and Stiffness of Wall with Steel Furrings.
(Part1) Characteristics of Wall with Steel Furrings of Box Stud under High Load.

AIHARA Masashi, KOBAYASHI Toshio,
SHIMOUJI Yosuke and ARAI Tomokazu

表 2 試験パラメータおよび試験結果一覧

No.	壁高さ [mm]	スタッドピッチ [mm]	スタッド本数 [本]	加力方法	荷重[N]	中央部変位 [mm]	単位面積荷重換算 [N/m ²]	曲げモーメント Mmax[N・mm]	縁応力度 σ max[N/mm ²]	終局状況
1	6500	227.5	3	等分布荷重	11107.0	177.4	2503.7	3008142	341.6	塑性曲げ変形
2			5	集中荷重	9727.0	156.3	2855.7	3431102	389.7	中央部局部座屈
3	7000	227.5	3	等分布荷重	11658.9	216.5	2440.4	3400522	386.2	中央部局部座屈
4			3	集中荷重	5300.0	183.0	2448.5	3411782	387.5	中央部局部座屈
5		182	3	等分布荷重	9594.5	176.6	2510.3	2798384	317.8	塑性曲げ変形
6			3	集中荷重	5640.0	209.3	3238.5	3610115	410.0	中央部局部座屈
7			1	集中荷重	1727.0	215.5	—	3236650	367.6	中央部局部座屈
8	7500	182	3	等分布荷重	10264.7	263.8	2506.6	3207719	364.3	塑性曲げ変形
9			3	集中荷重	5247.0	240.0	2846.0	3641995	413.6	中央部局部座屈

3. 実験結果

表 2 に試験体パラメータおよび終局状況の試験結果を、図 1~4 に壁高さ・スタッドピッチ毎に表示した縁応力度-変位曲線を、図 5 にスタッドの材料強度試験の応力度-変位曲線を示す。中央部変位については 3 点の計測値の平均値とする。

(1) 等分布荷重載荷試験

No.1, 5, 8 については 2500N/m²以上の荷重に対し、耐力低下は生じなかったが、No. 3 では 2440N/m²相当を載荷した直後に試験体中央部の合板およびスタッドが局部座屈をおこし、終局となった。

(2) 中央集中荷重加力試験

No. 7 以外の各試験においては中央部の縁応力度がおおよそ 400N/mm²に至ったところで加力部近傍の合板およびスタッドが局部座屈をおこし耐力が低下した。(写真 4・5) スタッドの局部座屈の状況を見ると、圧縮側のフランジ部が隆起し、圧縮側のウェブ部が陥没するものと、圧縮側フランジ部が陥没し、圧縮側ウェブ部が隆起するものがあり、同一試験体でもスタッドにより異なる変形性状を示すことがあることを確認した。(写真 6)

4. 結果の解析

本試験では等分布荷重および中央集中荷重の単純梁モデルとして解析をおこない、スタッドの断面性能から算出したたわみ量を理論値としてグラフ上に長破線にて示す。

理論値と比較すると No. 7 以外のいずれの試験においては縁応力度 250N/mm² 付近までよく合っている。しかし、スタッド単体の No. 7 では、150N/mm² 付近から理論値より低下していった。加えて別途実施した材料強度確認引張試験では、破断時の応力度が 340N/mm² 程度となっているのに対し、局部座屈時の縁応力度は 400N/mm² 程度となっており、材料強度以上の性能を示している。上記より面材を貼付けることにより剛性および強度の向上に影響を与えていると考えることができる。

また、等分布荷重載荷試験で局部座屈に至った No. 3 の終局時の縁応力度は、386.2N/mm² となっており、対応する No. 4 の終局時の縁応力度 387.5N/mm² とほぼ同じ値となっている。このことから加力方法が異なる試験においても、

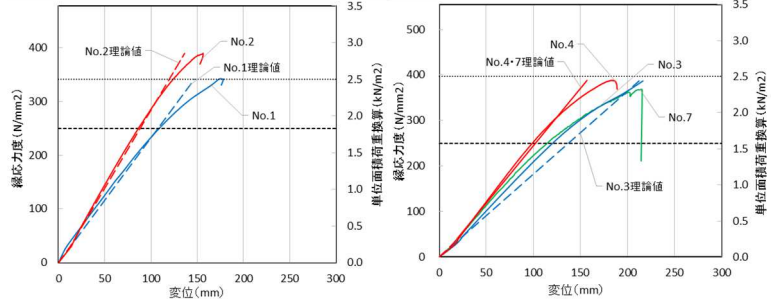


図 1 縁応力度-変位曲線 (1・2)

図 2 縁応力度-変位曲線 (3・4・7)

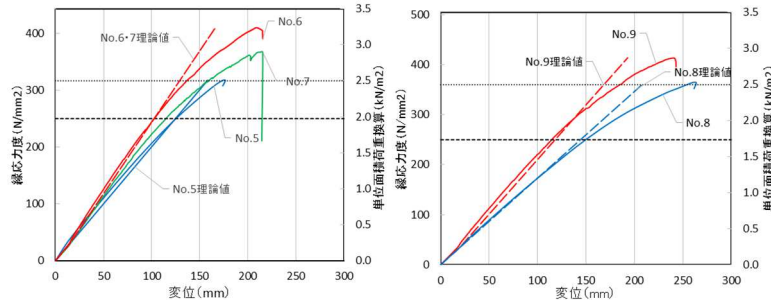


図 3 縁応力度-変位曲線 (5・6・7)

図 4 縁応力度-変位曲線 (8・9)

終局部の応力状態が同等になると局部座屈が生じることが分かる。従って、中央集中荷重加力における局部座屈の発生状況から等分布荷重での終局状況を推定することができる。単位面積荷重換算の値を用いて No. 1, 5, 8 の 2500N/m² から耐力低下までの余裕度を求めると以下ようになる。

- No. 1 : 2855.7 / 2500 = 1.142
- No. 5 : 3238.5 / 2500 = 1.295
- No. 8 : 2846.0 / 2500 = 1.138

5. まとめ

閉鎖型断面鋼製下地材を用いた壁組において倉庫業法で定める 2500N/m² 以上の荷重に対し、基準を超える性能を確認し、各高さ・スタッドピッチ毎の余裕度を推定した。

【参考文献】

相原正史他、鋼製下地を用いた壁の曲げ剛性に関する基礎的研究、日本建築学会大会学術講演梗概集、pp.1551-1552、2009.8

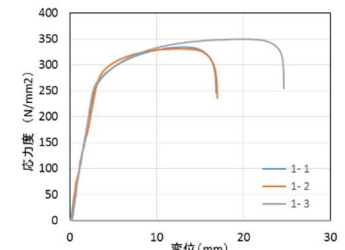


図 5 応力度-変位曲線(材料強度)

*1 桐井製作所
*2 桐井製作所 工学博士
*3 桐井製作所 修士(工学)

Kirii Construction Materials Co., Ltd.
Kirii Construction Materials Co., Ltd, Dr.Eng.
Kirii Construction Materials Co., Ltd, M Eng..