

## 仕上げ材高さの異なるLGS壁の面外方向における耐震補強効果の検証実験

軽量鉄骨下地  
静的載荷実験  
非構造部材

間仕切り壁  
水平震度

正会員 ○関 慎太朗<sup>\*1</sup> 同 石原 直<sup>\*2</sup> 同 菊池 映見佳<sup>\*3</sup>  
同 荒井 智一<sup>\*4</sup> 同 小林 俊夫<sup>\*4</sup> 同 劉 虹<sup>\*1</sup>  
同 永野 正行<sup>\*1</sup>

### 1. はじめに

2011年東北地方太平洋沖地震や2016年熊本地震では、壁や天井の脱落などの非構造部材の被害が確認され<sup>1)2)</sup>、近年ではLGS壁の耐震性能に関する研究が精力的に実施されている。実際に施工されているLGS壁については、天井裏の配管や工費の関係で、仕上げ材（石膏ボード）を全面ではなく、途中の天井高さで切断し張り上げたものが多い。この場合、全面に張り上げたLGS壁に比べ、耐震性能が低下することが既往の研究<sup>3)</sup>で示されている。

本報では、仕上げ材を天井高さまで張り上げたLGS壁を基本ケースとして、仕上げ材高さの違いを含めた補強の有無、および補強方法を変数とした静的載荷実験を実施し、面外方向に対し有効かつ簡易な耐震補強方法を検証した。さらに、実験で得られた最大耐力を水平震度に換算することで、補強されたLGS壁の耐震性を検討した。

### 2. 実験概要

#### 2.1 試験体計画と構造詳細

試験体の仕上げ材の寸法及び該当する試験体名を図1、スタッドとランナー間のビス留めの補強位置を図2(a)、加力部に追加したスペーサーを図2(b)にそれぞれ示す。試験体は天井高さを2700mmと想定した実スケールの7体とする。実験パラメータは仕上げ材高さ $h_f$ （石膏ボード全面張り4000mm、天井高張り2700mm、仕上げ材追加有3000mm）およびその他の補強方法（スタッドとランナー間のビス留め、スペーサーの追加）である。全ての試験体で、スタッドは65形、仕上げ材を厚さ12.5mmの石膏ボードの両面張り、スタッドと上部ランナーのクリアラ

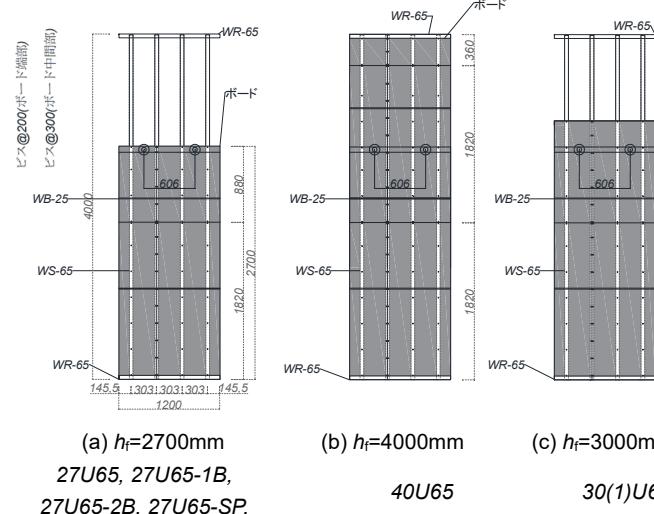


図1 試験体 (単位: mm)

ンスを10mmとする。試験体27U65を標準試験体とする。

### 2.2 加力システム

図3に試験体と載荷装置を示す。試験体を水平方向に寝かせ、天井施工位置を想定した高さ2700mmの位置にジャッキを2本設置した。両ジャッキの鉛直変位の平均値で変位制御する。加力は単調載荷とする。

### 2.3 実験結果の概要

仕上げ材高さが異なる試験体4体の荷重一変位関係を図4(a)に、スタッドの固定とスペーサー追加を考慮した試験体4体の荷重一変位関係を図4(b)に示す。同図では局部座屈による耐力低下の始まりを○、スタッドの回転による耐力低下の始まりを△で併せて表示する。また、本研究では、初めて耐力劣化が確認されたときの極大値を最大耐力と呼ぶ。

#### (a) 仕上げ材高さの影響

図4(a)では、仕上げ材高さの増加により試験体の最大耐力が増大する。仕上げ材を全面に張り上げた40U65の最大耐力は、標準試験体27U65の1.75倍となった。追加の仕上げ材を上部ランナー近くに張り上げる試験体30(2)U65の最大耐力は、天井裏に仕上げ材を伸ばした試験体30(1)U65と比べて増加する傾向が認められた。これは、写真1(a)と(b)に示すように、試験体30(2)U65では上部ランナー近くに張り上げた仕上げ材の捩れ拘束効果により、スタッドの回転が抑えられたためと考えられる。また、試験体30(2)U65の最大耐力は標準試験体27U65の1.54倍であり、上部ランナー近くに仕上げ材を一部張り上げることは耐震性能の向上に有効である。

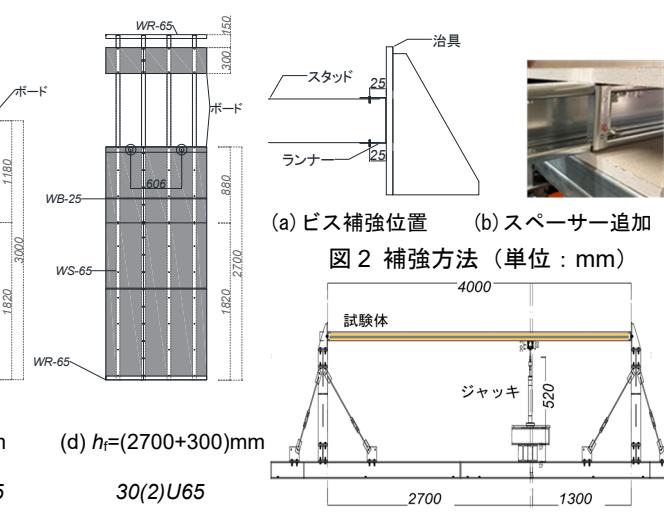


図2 補強方法 (単位: mm)

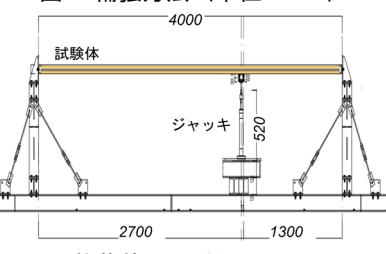
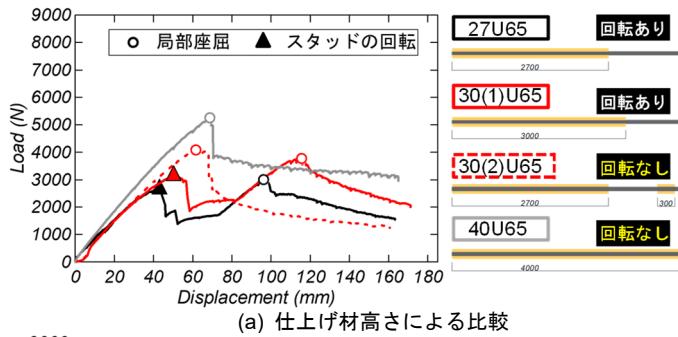
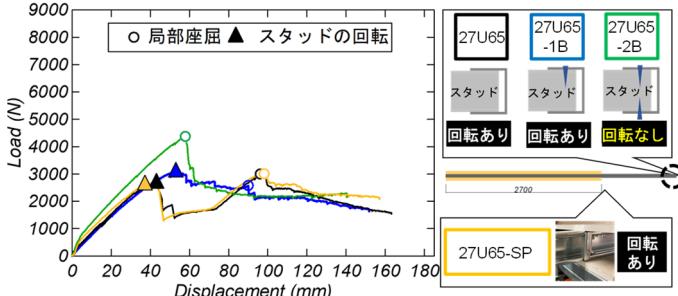


図3 載荷装置 (単位: mm)

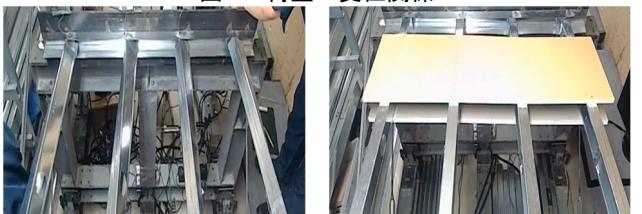


(a) 仕上げ材高さによる比較



(b) スタッドの固定とスペーサー追加の効果 ( $h=2700\text{mm}$ )

図 4 荷重一変位関係



(a) 30(1)U65(仕上げ材 3000mm) (b) 30(2)U65(仕上げ材 2700mm+300mm)  
写真 1 試験後のスタッドの様子

### (b) スタッドの固定とスペーサー追加の影響

図 4(b)に示すスタッドとランナー間を両面ビス留めした試験体 27U65-2B では、スタッドが回転して最大耐力となる補強なしの標準試験体 27U65 と比べ耐力が 1.46 倍となる。剛性も大きくなるため有効な補強方法となる。スタッドの片面のみ固定されている 27U65-1B では、ビス留めされていない面が回転し断面が押し潰されるため、顕著な耐力増大は生じない。加力部にスペーサー追加した試験体 27U65-SP では、補強なしの標準試験体 27U65 と同様に局部座屈、スタッドの回転が発生する。最大耐力もほぼ同じであり、有効な補強方法とは言えない。以上より、スタッドとランナーを両面でビス留めする補強方法は手間がかかるが、最も有効であると考えられる。

### 3. 水平震度への換算による耐震性の検討

LGS 壁が負担する天井の奥行とその耐震性の関係を、実験で得られた最大耐力を水平震度に換算し検討する。LGS 壁が負担する天井の奥行を  $I_c(\text{m})$ 、LGS 壁と天井の幅を 1m とすると、LGS 壁が負担する天井の荷重  $W(\text{N}/\text{m})$  は式(1)で示される。ここで、天井の単位重量を  $200\text{N}/\text{m}^2$  とする<sup>3)</sup>。実験での最大耐力を壁幅 1m あたりに換算した  $P_{\max}(\text{N}/\text{m})$  を用いると、LGS 壁が負担可能な水平震度  $k$  は式(2)で示される。

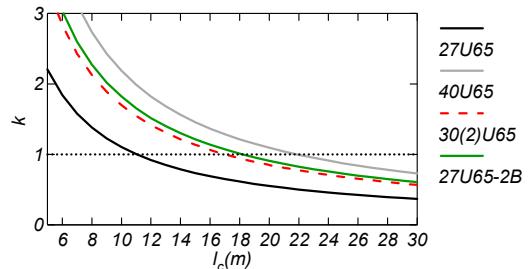


図 5 LGS 壁が負担する天井奥行  $I_c$  と水平震度  $k$  の関係

$$W=200 \cdot I_c \quad (1)$$

$$k=P_{\max}/W \quad (2)$$

実験でスタッドの回転が抑制された試験体 3 体と補強なしの標準試験体を検討対象とした。天井の奥行と実験で得られた最大耐力から求めた LGS 壁の負担水平震度の関係を図 5 に示す。水平震度は文献<sup>4)</sup>に倣い最大値を 1 とする。標準試験体 27U65 では、奥行約 12m までの天井であれば水平震度 1 以上を満たす。これは限られた規模の居室であれば、壁支持天井が採用できる可能性があると言える。仕上げ材を上部ランナー近くに張り上げる試験体 30(2)U65 やスタッドとランナーを両面ビス補強した試験体 27U65-2B では、奥行 18m 近くまでの水平荷重を負担できる。追加の仕上げ材を上部ランナー近くに張り上げる補強や両面ビス補強は、LGS 壁の耐震性を向上させるうえで有効となる。

### 4.まとめ

本報では仕上げ材の高さと補強方法を変数として静的載荷実験を実施し、仕上げ材高さの異なる LGS 壁の面外方向に対する耐震補強効果を実験的に検証した。その結果、追加の仕上げ材を上部ランナー近くに張り上げる補強方法やスタッドとランナーを両面でビス留めする補強方法は有効であると考えられる。また、実験結果から仕上げ材高さ等に応じて許容しうる天井の奥行（空間の広さ）を示した。

### 謝辞

本研究の実験は葛西試験場を利用して頂いた株式会社桐井製作所の皆様の協力のもと行われ、東京理科大学亀高拓海さんのご協力を得ました。ここに記して謝意を表します。

### 参考文献

- 日本建築学会：2011年東北地方太平洋沖地震災害調査速報、2011
- 国土交通省 国土技術政策総合研究所：平成 28 年（2016 年）熊本地震による建物等被害第十四次調査報告（速報）、2016
- 引田真規子ほか：天井に生じる慣性力を負担する壁に関する研究、その 3 垂直施工した鋼製下地壁の水平加力試験、日本建築学会大会学術講演梗概集、2015
- 建設省大臣官房官房官房監修：官庁施設の総合耐震計画基準及び同解説、平成 8 年版

\*<sup>1</sup> 東京理科大学 \*<sup>2</sup> 東京工業大学（元 国総研）  
\*<sup>3</sup> 元東京理科大学 \*<sup>4</sup> 桐井製作所

\*<sup>1</sup>Tokyo University of Science \*<sup>2</sup>Tokyo Institute of Technology (Former NILIM)  
\*<sup>3</sup> Former Tokyo University of Science \*<sup>4</sup> Kirii Construction Materials Co, Ltd