

4) - 2 非構造部材で構成される壁の耐震性に関する基礎研究 【安全・安心】

Fundamental Study on Seismic Design of Partition Walls

(研究開発期間 平成30～令和2年度)

建築生産研究グループ
Dept. of Production Engineering
構造研究グループ
Dept. of Structural Engineering

沖 佑典
OKI Yusuke
岩田 善裕
IWATA Yoshihiro

The purpose of this study is to obtain fundamental information for seismic design of partition walls through (1) the tests and (2) the analytical studies. (1) Static loading tests and shaking table tests for partition walls composed of light gauge steel frame and gypsum boards were carried out to obtain the maximum strength, dynamic behavior and so on. (2) Seismic forces for secondary systems such as partition walls which can be modeled as bending beams supported by two floors are investigated.

【研究開発の目的及び経過】

熊本地震等の近年の地震では非構造部材で構成される壁、特に軽量鉄骨（LGS）下地とせっこうボード等で構成される乾式間仕切壁（以下、LGS壁）の被害が見受けられている。LGS壁は建築物内部にあるため、被害の全容は把握しにくいものの、建築研究開発コンソーシアムでの研究会「軽量鉄骨下地乾式間仕切り壁の地震時損傷抑制に関する研究」で検討が行われている。りように、相応の被害が発生したことは確かであり、耐震性の確保・向上に関するニーズも比較的高いと考えられる。しかしながら、構造躯体の層間変形による強制変形と壁自体に作用する慣性力の同時作用下での挙動等、現状の耐震性とその向上を目指す上で明らかにすべき課題は多い。

そこで本課題では、実験及び解析を通して、LGS壁を中心として非構造部材で構成される壁の耐震性に関する基礎的知見を得ることを目的とする。

【研究開発の内容】

研究開発は【実験】【解析】の両面で検討を進める。

【実験】壁（特にLGS壁）を想定した試験フレームを計画し、整備した上で、1. 静的面内・面外同時加力実験や2. 振動台を用いた動的加振実験等を通して、壁の耐震性の把握に資する破壊性状、振動特性等の基礎情報を収集する。

【解析】壁の地震力について検討するための解析手法を検討する。検討した解析手法を用いて、壁の地震時挙動（断面力等）について検討し、壁の設計用地震力に関する基礎的な知見を得る。



写真1 静的面内・面外加力実験フレーム
及びLGS壁の試験体

【研究開発の結果】

【実験】-1. 静的面内・面外同時加力実験

構工法実験棟にLGS壁を対象とした高さ3m×幅5mの壁に対する静的面内・面外加力実験フレームを設置し（写真1）、a.面内層間変形（層間変形角 $\Delta/H=2.5\%$ まで）とb.慣性力（相当する面外中央荷重に対するたわみ率 $\delta/h=2.0\%$ まで）の同時作用に着目した実験を実施した。図1に壁の耐力（反力）と Δ/H の関係を、図2に慣性力を模擬した面外荷重と δ/h の関係を、それぞれ示す。試験体①はa.→b.の順（図1、2の黒線）、試験体②はb.→a.の順（図1、2の赤線）で実施した。試験体①②の結果から、LGS壁が $\Delta/H=2.5\%$ 程度（最大耐力以降）までの強制変形を受けた後でも、慣性力の骨格曲線はほとんど変わらなかったが、慣性力を受けた後のLGS壁は面内層間変形に対する余力が7割程度となり、最終的な損傷状況は異なっていた。このほか、東京工業大学との共同研究等において、ボードの仕様を主な変数とした面外載荷実験等を実施し、壁の力学的性能に関する基礎的な知見を得ている²⁾。

【実験】-2. 振動台を用いた動的加振実験

約2分の1スケールの1層鉄骨造骨組に小規模なLGS壁を設置し(写真2)、動の実験を実施し、壁の振動特性、断面力に関する基礎的なデータ等を取得した。当該骨組は最終的に梁端部の破断・座屈等を生じ、耐震設計で想定されるレベルより大きな層間変形角(～10分の1程度)となった。LGS壁に明確な損傷等は見られなかった。壁の振動特性、骨組の層間変形角に応じた応答に関する基礎的なデータ(加速度、スタッドのひずみ)等を取得し、振動性状について考察した(図3)。

【解析】³⁾⁴⁾

コンソ研究会での情報等から、壁脚の固定度は小さいと判断し、壁の上下端が面外曲げに対してピン接合とみなせる場合を対象として面外方向地震力を検討するための解析手法を検討した。構造躯体(PS)は質点系、非構造部材(SS)は一様な曲げ棒でそれぞれモデル化した。SSの上下端部は異なる床(屋根)に接続されるため異なる揺れが入力となる(いわゆる多点入力の問題)。これらの点を考慮した解析手法を用いた。

また、この解析手法を用いて、図4に示す3層鉄骨造のPSにSSが取りつく場合を考え、高さ方向中央部の曲げと上端部のせん断力に着目した検討を行い、SSの応答は1次が支配的であること、高次モードの寄与はせん断に比べて曲げの方が小さくなること等を明らかにした。また、静的な等分布載荷で地震時応力を再現するための設計用水平震度は、床応答スペクトルの平均値を用いて大まかに評価できることを示した。

さらに、上記のような壁上下端がピン接合の場合の解析方法を発展させて、躯体との接合条件が両端剛又は片側ピン・片側剛としたときの壁の応答についても検討を行った。解析例(図5)から、壁の断面力の最大値はSSの慣性力(Dyn.)と強制変形(Sta.)のいずれかに起因する最大値とは異なる値となる場合があること(両者を独立に検討した時の設計用応力が安全側とは言い切れないこと)等を確認した。

【参考文献】

- 1) CONSO ニュース: 研究会「軽量鉄骨下地乾式間仕切り壁の地震時損傷抑制に関する研究」参加者募集
<https://www.conso.jp/news/dtl.php?newsSEQ=648> (2021.3閲覧)
- 2) 櫻田頌吾、吉敷祥一、巽信彦、新田 互、宮田英憲、岩田善裕: ボード仕様を主な変数とした軽量鉄骨下地乾式間仕切り壁の面外載荷実験、日本建築学会関東支部研究報告集、No.90、pp.141-144、2020.3
- 3) 石原直、沖佑典、吉敷祥一、元結正次郎、岩田善裕: 上下端ピン支持の曲げ棒でモデル化された非構造部材の地震力に関するモード解析、構造工学論文集 Vol.66B、pp.339-344、2020.3
- 4) 石原直、元結正次郎、吉敷祥一、沖佑典: 固定端を有する曲げ棒でモデル化された非構造部材の地震時慣性力と強制変形に関する一考察、日本建築学会大会学術講演梗概集、構造II、pp.393-394、2020.9

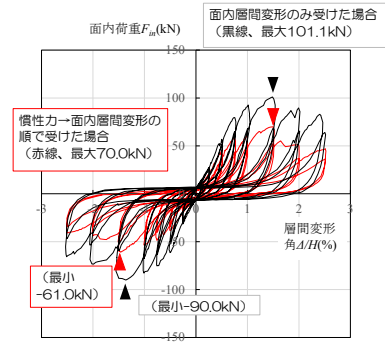


図1 面内荷重 F_{in} -層間変形角 Δ/H 関係

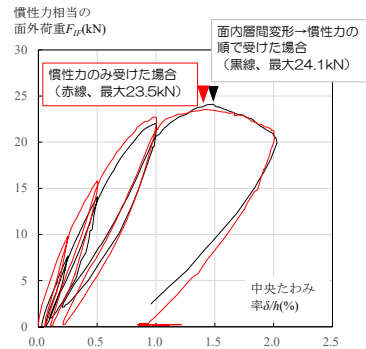


図2 面外荷重 F_{FF} -たわみ率 δ/h 関係

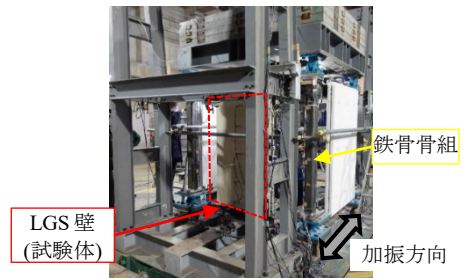


写真2 鉄骨骨組に設置したLGS壁等

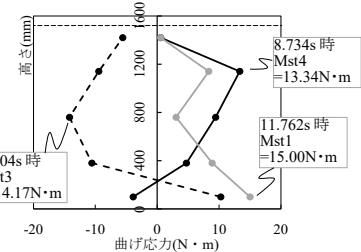


図3 スタッドの曲げ応力分布の例

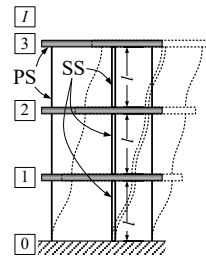


図4 3層鉄骨造モデル (PS:構造躯体、SS:非構造部材等)

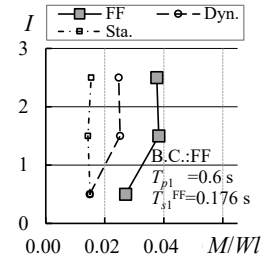


図5 両端固定の壁の曲げモーメントの最大値(FF)、動的成分(Dyn.)と静的成分(Sta.)それぞれの最大値との比較