

4 鋼構造研究・教育助成事業

4) - 1 大規模な間仕切り壁を構成する構造 2 次部材の設計のあり方に関する研究

Study on way of the design of sub structural members supporting large-scale partition walls

(研究期間 平成 24~25 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

石原直

Tadashi Ishihara

長谷川隆

Takashi Hasegawa

In the Great East Japan Earthquake, large-scale partition walls supported by intermediate sub beams were damaged or collapsed. In this study, seismic design force for those walls and way of the design of sub structural members are examined. Strong motion observation was carried out for a warehouse repaired after the earthquake. Based on the observation data including aftershocks, it is clarified that out-of-plane vibrations of those conventional walls are much larger than in-plane ones. Referring to the observed warehouse and its partition walls, we conduct the shaking table tests using nearly full scale specimens. From the experimental data, out-of-plane behavior of walls and torsional response of sub beams under earthquakes are revealed. As a result, we proposed the practical way of the design of sub structural members.

【研究目的及び経過】

東日本大震災では階高・スパンが大きく、ALC パネルを 2 段積みとする大規模な間仕切り壁で脱落等の被害が見られた。本研究ではこのような被害を踏まえ、設計用地震力や壁を構成する構造 2 次部材の設計のあり方について検討することを目的とする。

平成 24 年度はまず被害情報の収集等を行った。また間仕切り壁に被害のあった建築物を対象として地震観測を行い、振動特性等を把握した。

平成 25 年度は間仕切り壁の振動台実験等を行い、地震時の面外挙動等を明らかにした。なお、実験等は戸田建設、ALC 協会との共同研究として実施した。

【研究内容】

建築研究開発コンソーシアムに設けられた研究会にて、被害情報や部材・接合部の剛性・強度等の情報を収集するとともに、2 次部材の設計のあり方等について実務者を交えて検討した。地震力は ALC パネルから金物等を介して中間梁等流れ、構造躯体へと伝達されていくが、設計・施工の分担等で曖昧な部分があり(図 1)、情報共有も十分なされていない現状を整理した。また東日本大震災で間仕切り壁の脱落被害を生じた 1 件の建築物において強震観測を行い(写真 1)、大規模な間仕切り壁での応答増幅の程度を把握するとともに、モード形の評価等により特に面外方向の増幅が大きくなることを確かめた(図 2)。強震観測は平成 25 年度末まで継続した。

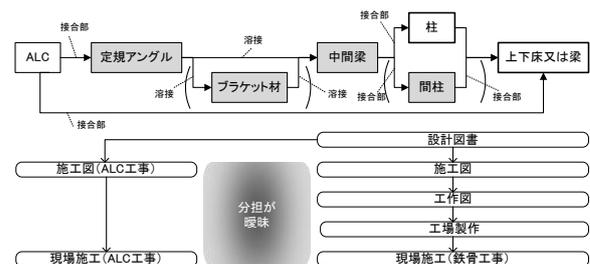


図 1 地震力の流れ(上段)と設計・施工の範囲



写真 1 地震計の設置状況

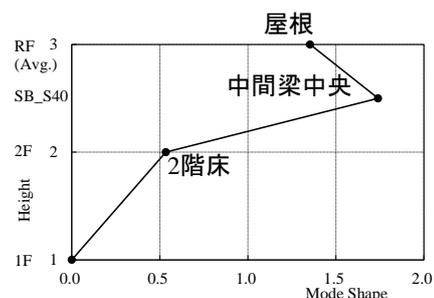


図 2 2 階の間仕切り壁中央での振幅が大きいモード

観測を踏まえ、被災した間仕切り壁を参考として、実大に近い間仕切壁の試験体等を計画した。試験用フレームとして高さ幅が約 6m の門形フレームを製作し、2 段積み ALC 間仕切壁を模擬した (図 3)。パラメータは構造 2 次部材である中間梁の向きと端部の接合方法、パネルの埋設アンカーの種類とした (表 1)。東日本大震災等における建築物の応答波を使用した振動台実験を行い、地震時の面外挙動の特性や動的な破壊状況等を把握した (表 2、写真 2)。中間梁を横使いとした場合に応答加速度や変形が小さく、最も大きな加振に耐えた。中間梁の端部を剛接合とすることの効果は大きくはなかった。また、振動台実験に用いたパネルの強度確認試験や、理論解又は FEM モデルを用いた間仕切り壁の振動特性に関する検討等も実施した。

【研究結果】

得られた成果は次のとおりである。

- ・大規模な間仕切り壁に関する被害情報を収集するとともに、設計・施工の現状等について整理した。
- ・被災建築物の強震観測から、1 階床に対する最大加速度の比は、間仕切り壁の面外方向では最大で 6 倍程度になることを明らかにした。またモード形の評価により特に中間梁の振幅が大きくなることを示した。
- ・振動台実験から、中間梁を横使いにすることで縦使いに比べ応答加速度は大幅に減少すること、中間梁の回転角は発生するが ALC パネルの傾きと同程度以下であること、等を示した。また実験では地震被害で見られた ALC パネルの脱落や観測された中間梁での応答の増幅等を再現・検証することができた。
- ・実験結果等から、安全性を確保するための設計としては、中間梁は横使いとして地震時の面外変形を抑えるのが現実的かつ効果的であると言える。また ALC パネルでは高荷重タイプの埋設アンカーを選択することで脱落を回避できる。

なお、研究成果のうち強震観測等については既に公表し¹⁾²⁾、振動台実験関連も公表予定³⁾である。

【参考文献】

- 1) 寺本隆幸、ほか：ALC 間仕切壁の地震被害と今後の対策、その 1～その 9、日本建築学会大会学術講演梗概集、pp.1421-1438、2013.8
- 2) 石原直、渡壁守正、長谷川隆、五十嵐規矩夫、石田琢志：大規模な間仕切壁を有する物流倉庫の地震観測、鋼構造年次論文報告集、第 21 巻、pp.725-730、2013.11
- 3) 石原直、ほか：中間梁に支持された 2 段積み ALC 間仕切壁の地震時面外挙動に関する実験、その 1～その 3、日本建築学会大会学術講演梗概集、2014.9 (投稿中)

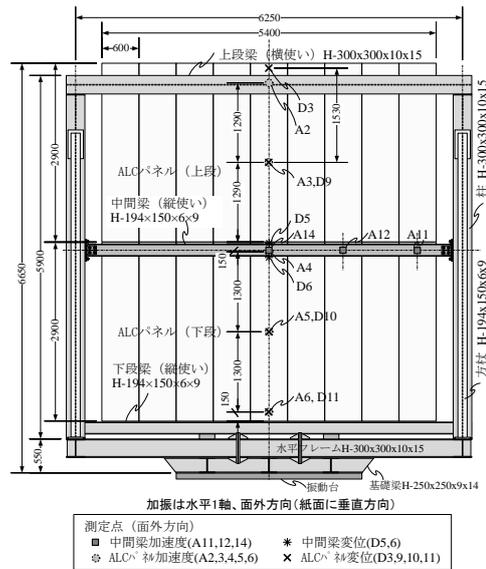


図 3 試験体図

表 1 試験体一覧

| No. | 中間梁 | | ALC パネル | | 振動数 (Hz) |
|-----|-----|----|---------|---------|----------|
| | 向き | 端部 | 埋設アンカー | 重量(N/枚) | |
| 1 | 縦 | ピン | 標準 | 1,343 | 4.3 |
| 2 | 横 | ピン | 標準 | 1,273 | 5.5 |
| 3 | 縦 | 剛 | 高荷重 | 1,277 | 4.5 |

表 2 損傷・破壊状況

| 加振ケース | | 試験体の損傷・破壊状況 | | | |
|-------|---------|-------------|---|--|--|
| 番号 | 周期 T(s) | 倍率 | No.1 | No.2 | No.3 |
| [1] | 0.4 | 40% | 異常なし A14=1371cm/s/s, D5=22.1mm | 異常なし A14=596cm/s/s, D5=5.1mm | 異常なし A14=1271cm/s/s, D5=18.0mm |
| | | 45% | 異常なし A14=1460cm/s/s, D5=24.5mm | 異常なし A14=687cm/s/s, D5=5.9mm | 異常なし A14=1248cm/s/s, D5=19.7mm |
| | | 100% | ひび・欠け (取付け部破壊なし) A14=3963cm/s/s, D5=45.5mm | 異常なし A14=2804cm/s/s, D5=24.4mm | ひび・欠け (取付け部破壊なし) A14=4567cm/s/s, D5=51.5mm |
| [5] | 0.25 | 35% | 取付け部破壊 A14=7942cm/s/s, D5=96.0mm | 異常なし ([3]の前に実施) A14=998cm/s/s, D5=8.3mm | 取付け部破壊、縦目地欠け A14=7917cm/s/s, D5=91.0mm |
| | | 50% | 脱落 (写真2) A14=8441cm/s/s | 異常なし A14=1718cm/s/s, D5=13.1mm | 上段パネル上側取付け部破壊 A14=11183cm/s/s |
| | | 75% | | | 上段パネル破壊 (中間梁付近) A14=10836cm/s/s |
| | | 100% | | パネル取付け部破壊 A14=4598cm/s/s, D5=25.9mm | |
| [8] | 0.2 | 100% | | 脱落 A14=7470cm/s/s, D5=39.6mm | |



(a)全景 (b)中間梁付近
写真 2 パネルの脱落状況