

軽量鉄骨下地間仕切り壁の面内方向の耐震性に関する研究

その1 鉛直に設置した壁ユニットによる静的加力実験

軽量鉄骨下地 間仕切り壁 面内方向挙動
層間変位 摩擦力 静的加力

1. はじめに

近年構造躯体の耐震化や耐震補強が進むことで、建物の耐震性能が上がり、地震災害において天井や壁などの非構造部材についての被害が目立つようになり、その耐震性を問われることも多くなってきた。非構造部材のうち軽量鉄骨下地間仕切り壁についても、耐震性能について研究が進められてはいるものの、その多くは壁面外方向に関するものである。壁面内方向に関してはスタッド材の固定を行わない限り壁がランナー内を滑るというのが通説ではあるが、その挙動および耐力に関しては知見がまだ少ないので現状である。そこで本研究では、壁面内方向の耐震性能について、実験をもとに地震時の挙動や力学的特性を確認することを目的とする。

2. 試験概要

壁の面内方向に作用する力は、『①自重により壁自体に生じる慣性力』と、『②上下ランナー材を支持する構造躯体に層間変位が生じることで壁に生じる強制層間変位』の2種類が想定される。(以下、①を慣性力、②を層間変位と表す。)上記2種を再現すべく、①慣性力の試験では重心軸の高さにボードに固定した加力治具を油圧シリンダーに接続し、ボードおよびボードを介してスタッド材に変位を与えることでこれを模すこととし、変位制御による繰返し加力を実施した。なお加力治具とボードの固定は壁の回転を抑制しないような固定方法とし、スタッド上部の水平変位にて±5mm, ±10mm, ±15mm 各2サイクルを基準に挙動の傾向がつかめるまで加力を行った。



図1 試験体概要および計測位置

表1 試験体概要(慣性力)

	試験体幅	ビス位置	スタッド上部クリアランス	試験体重量 (重さ)
①-1	910	70	10	477 N
①-2	1820	70	10	931 N
①-3	2121	70	10	1139 N
①-4	1820	70	20	930 N
①-5	1820	*1	10	895 N
①-6	1820	140	10	931 N

*1: ボードがランナーに接触しない仕様

*2: ボードが保持している加力治具重量を含む



写真2 層間変位試験_試験体

表2 試験体概要(層間変位)

	試験体幅	ビス位置	スタッド上部クリアランス	壁の回転拘束
②-1	910	70	10	×
②-2	2121	70	10	×
②-3	910	70	0	△ クリアランスなし
②-4	910	70	10	○ スタッドビス止め
②-5	910	70	10	○ ボード-軸体間0mm

写真2 層間変位試験_試験体

正会員 ○中田 紗綾^{*1}
同上 小村 祐太郎^{*1}

正会員 下氏 亮介^{*1}
同上 小林 俊夫^{*2}

②層間変位の試験では、油圧シリンダーに接続した加力治具へ直接下ランナーを固定した。この時、加力治具(=ランナー受け材)は上下鉛直方向にのみ支持し、水平方向へは滑らかに動くような固定方法とした。試験は、壁高さに対する層間変位±1/400, ±1/200, ±1/100, ±1/50の変位を各2サイクルずつ与えた。試験体および計測位置はそれぞれ写真1,2、図1の通りとし、各試験体の概要を表1,2に示す。試験は壁幅をパラメータとした1-1~3、2-1,2を先行して実施し、挙動を確認した上で、実現場の挙動を再現できる試験体幅の選定を行い、その挙動に対して影響力の大きいと想定される要素をパラメータとして設定し試験を行った。なお、全ての試験体において、壁高さ2010mm、ランナー固定ピッチ450mm、スタッドピッチ303mmは共通条件とした。

3. 試験結果

①慣性力作用時

・挙動確認、試験体幅の決定

①-1~①-3の試験で計測したP-δ曲線を図2に示す。どの試験体においても滑らかな変位増加とはならないが、概ね一定の荷重でスタッド及びボードがランナー内を滑ることが確認できた。壁幅が小さいほど壁上下での変位差が大きくなる傾向が見られ、変位差の原因はスタッド上部のクリアランスによって摩擦耐力が下部よりも小さくなっていることが影響していると想定されるが①-2, ①-3試験においては変位差が1mm程度であり、全体挙動への影響は小さいと考えられる。また試験中、下ランナーの内部にスタッドとの摩擦によってランナーの表面の削れが確認でき(写真3)、繰返し載荷において徐々に荷重が増加している要因はスタッドとの接触部分でランナー部材の表面が荒らされたことによって摩擦係数が増加したことが原因であると推測される。①-1~①-3試験から、試験体幅は1820mm以上であれば概ね同様の挙動を示すと判断し、以降の試験体幅は1820mmとして試験を行った。

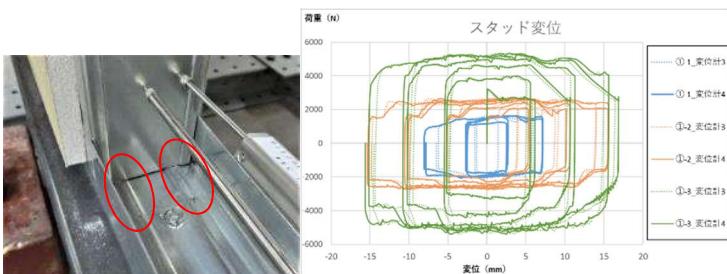


図2 慣性力試験 P-δ曲線①

・摩擦荷重について

慣性力作用時に壁がランナー内を滑り始める荷重となる摩擦耐力についてその値を決定する要因及びその影響度の検証を行った。①-1～①-3 試験の挙動および損傷状況から、摩擦力に影響すると想定されるスタッド上部クリアランス量、ボード端部のビス位置、ランナーとボードの接触の有無などをパラメータとした①-4～①-6 試験を実施し①-2 試験と比較した結果を図 3 に示す。①-4 試験より、スタッド上部のクリアランス量は摩擦力への影響力が小さいことが分かり、①-5 試験からボードとランナー間の摩擦力は壁全体の摩擦耐力への影響が大きいことが明らかとなった。また①-6 試験によって、そのボードとランナー間の摩擦耐力は、ボード端部のビス位置による影響が大きいことが分かった。

②層間変位作用時

・挙動の確認、試験体幅の決定

②-1, ②-2 の試験で計測した $P-\delta$ 曲線を図 5 に示す。試験体の挙動は図 4 に示すように、下ランナーに変位を与えると壁下の隅部を支点とし壁全体に回転が生じた。回転は支点の対角部分でスタッド上部がランナーに接触するまで一定の荷重を保ったまま進行し、接触後は荷重が増加した。接触部分で回転を抑制しようとする力が発生する為、変形や損傷を生じやすい状態となることが確認できた。スタッド上部のクリアランス量と壁の高さと幅の比率からスタッド上部が接触し始める時の水平変位量を算出することができ、壁の幅が広いと水平変位量に対する鉛直変位量がより大きくなる。②-2 試験は②-1 試験と比較し幅が大きいためスタッド上部の接触が早期に生じており、水平変位および荷重が増加するとスタッド上部でランナーの表面の削れやスタッドの局部的な変形（写真 4）が生じた。②-1, ②-2 試験では、荷重および荷重上昇のタイミングは異なるものの、その挙動に違いはない、荷重上昇の開始は試験体幅および水平変位量から算出可能である。よって、以降の試験体の幅はより簡易的に試験実施可能である 910 mm とした。

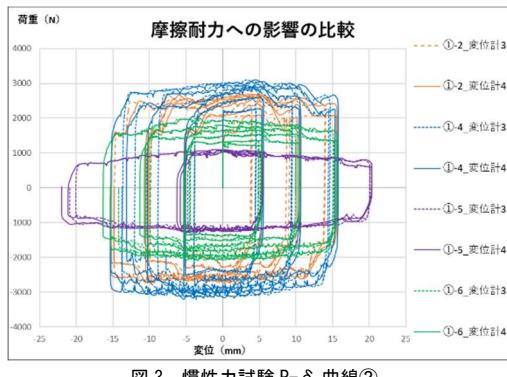


図4 層間変位試験
試験体挙動イメージ

・回転拘束された壁の挙動および損傷状況の確認

層間変位作用時に、壁が回転するという挙動が確認でき、この動きを抑制するようにはたらく部分に変形や損傷が生じやすいうことが分かった。以降の試験では、より回転拘束の強い試験体で、拘束方法による挙動と損傷状況の違いについて確認した。②-3、試験ではスタッドの鉛直方向変位を抑える為クリアランス 0 mm とし、②-4 試験ではランナーへのビス固定を行った。②-5 はボードが建物躯体と隙間なく施工され回転が抑制された場合を模した試験体とした。試験結果は図 6 に示す通りで荷重の増加傾向は概ね同様であった。各試験における損傷状況を写真 5～7 に示す。②-3 試験では②-2 試験と比較してランナー材の削れが大きくなり、②-4 試験ではランナー材に大きな変形が生じた。②-5 試験ではボード端部に割れが生じた。

4. まとめ

地震時の壁の面内方向の挙動を捉える為の実験を実施した。慣性力を想定した実験では、壁が保有する摩擦耐力以上の荷重が作用すると、壁がランナー内を滑る挙動を取ることが確認できた。このため、慣性力作用時には壁自体に損傷が生じる危険性が低いことが分かった。

一方で上下躯体による強制層間変位が作用した際には、壁はランナー内を滑らずに回転が生じ、回転を抑制するようにはたらく部分には大きな力が作用し損傷が生じる危険性があることが分かった。

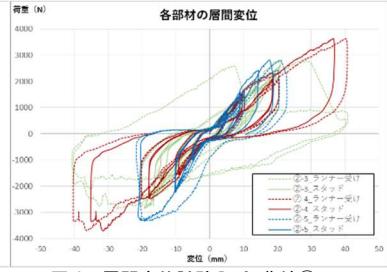
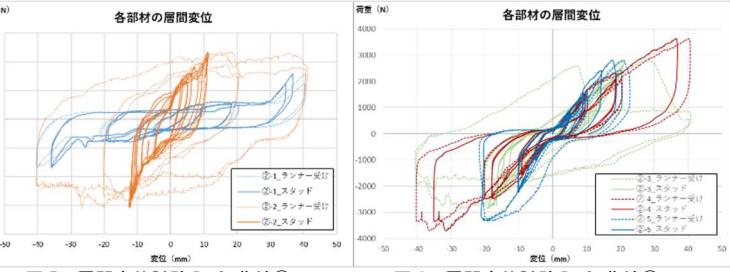


図5 層間変位試験 $P-\delta$ 曲線①

図6 層間変位試験 $P-\delta$ 曲線②



*¹ 桐井製作所

*² 桐井製作所 工学博士

*¹ Kirii Construction Materials Co., Ltd.

*² Kirii Construction Materials Co., Ltd, Dr.Eng.