

地震に強い地域をつくる

40 面材真壁耐力壁の仕上げが構造性能に与える影響を調べる

前項で示した仕上げを施した面材真壁耐力壁に対して、静的水平載荷実験を行い、仕上げ材が構造性能へ及ぼす影響を調べる。

a) 耐力変形性状および破壊性状

Type5c および Type5d 全試験体の骨格曲線(正加力側)の比較を図1に、実験結果の一覧を表1に示す。表中には、図1の骨格曲線から文献2)に準じて評価した壁倍率も示している。

■Type5c (ラスボード+漆喰仕上げ)

Type5cは加力初期から仕上げ材が軸組と接触していることで、Type5aに比べて初期剛性は2.7倍程度高く、最大耐力は1.6倍程度大きい27.7~30.0kNとなった。ただし、最大耐力時の変形レベル(1/100~1/75rad)はType5aよりも小さく、最大耐力到達後にラスボードが面外座屈およびパンチングによって破壊(写真1)し、著しい耐力低下が生じた。それ以降の耐力は、Type5aよりも1.2~1.4倍程度高い値で推移している。さらに加力を進めると面材釘よりもラス釘の破断が先行して生じ、やがてラス釘の抜けや面材釘の破断に進展した。

■Type5d (防火構造:軽量モルタル+漆喰仕上げ)

Type5cと同様に軽量モルタルなどの仕上げ材が軸組と密着していることで、Type5aに比べて初期剛性は3.1~4.0倍高い。加力初期の変形レベルでは、まず仕上げ材の隅角部にひび割れが生じ始め、繰返し加力を進めると、軽量モルタルの壁板は剛体回転するように変形しながら軸組にめり込み(写真2)、さらに合板から離れて徐々に面外方向へ出てきた。最大耐力は、3

体ともに1/75radの時点で35.6~40.5kNとなり、Type5aと比べると軽量モルタルによって約2.2倍も上昇することがわかった。最大耐力以降は、徐々にモルタル壁板の面外への剥がれが進行し(写真3)、比較的緩やかに耐力が低下していった。なお、最大耐力時点で柱ほぞの亀裂が確認できた。実験では柱頭柱脚の仕口部をホールダウン金物で緊結していたために、最後まで柱が抜け出すようなことは無

かった。しかし、通常の構造設計で構造耐力として考慮しない防火のための軽量モルタルが、耐力・変形性能などの構造性能に及ぼす影響が明らかになり、構造設計を行う際に注意を要する知見を得た。

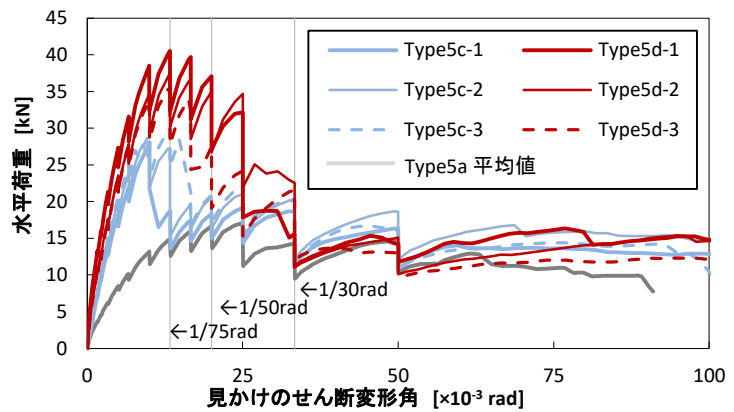


図1 包絡曲線(正加力側)

表1 実験結果一覧

供試体名称	P_{max} [kN]	K [kN/10 ⁻³ rad]	δv [$\times 10^{-3}$ rad]	δu [$\times 10^{-3}$ rad]	P_y [kN]	2/3P _{max} [kN]	0.2Pu/Ds [kN]	P ₁₂₀ [kN]	各試験体の壁倍率 ^{*2}
Type5c-1	28.09	3.91	6.18	10.02	14.64	18.73	7.23	25.06	2.0
Type5c-1	27.69	4.50	5.55	13.37	15.15	18.46	9.75	26.66	2.7
Type5c-1	30.03	4.34	6.73	15.95	16.86	20.02	11.29	27.14	3.1
Type5d-1	40.54	6.18	6.04	20.01	21.93	27.03	17.72	34.70	5.0
Type5d-2	37.52	4.93	7.05	25.03	20.08	25.01	17.18	31.12	4.8
Type5d-3	35.56	4.89	6.77	16.67	20.05	23.71	13.12	30.60	3.7

(*1)表中の記号を示す P_{max}:最大耐力 K:初期剛性 δv :完全弾塑性モデルの降伏点変形 δu :終局変形 P_y :降伏耐力 P_u :終局耐力 D_s :構造特性係数 P_{120} :見かけのせん断変形角が1/120rad時の耐力 (*2)壁倍率は下式より算出した。なお、ばらつきを考慮していない。
 壁倍率 = $P_a \times (1/1.96) \times (1/L) \times \alpha$
 P_a :短期許容せん断耐力(網掛け部分は採用した値)[kN/m] α :低減係数($\alpha=1$)
 1.96:倍率が1を算出する値[kN/m] L:壁長さ(一問試験体=1.82m)



写真1 ラスボードの座屈



写真2 壁板のめり込み



写真3 壁板の面外への剥がれ

b) Type5c のラス釘による負担耐力の評価

先に示したように、最大耐力以降も Type5a に比べて Type5c の耐力が大きくなることが確認できた。これは、受材まで到達しているラス釘の影響と考えられるが、実験では Type5c の受材釘やラス釘による負担耐力を計測していない。そこで、Type5a の結果からラス釘による付加耐力を推定し、最大耐力以降にも見られる Type5a と 5c の耐力差について検討する。ここで、面材釘とラス釘は、それぞれ打設する間隔が異なるが、合板にそれぞれ均等に割り付けられている。そのため、合板が回転することによる両釘のダボ変形分布は、ほぼ同様の傾向を示すと考えられる。そこで、まず Type5a の各水平変形時の耐力をその時に抵抗している釘の本数で除した基準耐力(3体の平均)を求める。Type5c の面材釘の負担耐力は、基準耐力に面材釘の本数を乗じることで求めた。一方のラス釘の負担耐力は、受材釘とラス釘の材料強度は同一と仮定し、上記の基準耐力にラス釘の本数と面材釘に対する断面積比を乗じて推定した。

Type5a および 5c のそれぞれ3体を平均した骨格曲線と、Type5c の面材釘とラス釘による負担耐力(推定値)を比較して図2に示す。概算的な推定ではあるものの、最大耐力以降の推定耐力は Type5c の実験結果と良く対応しており、最大耐力以降の Type5a との耐力差はラス釘のダボ抵抗によることが明らかとなった。

c) Type5d の軽量モルタルの負担剛性と負担耐力の評価

Type5d は軽量モルタルが軸組にめり込むことによって耐力および剛性が大きくなることが確認された。そこで、軽量モルタルの横架材へのめり込みを面材圧縮筋かい効果と捉え、モルタルの負担剛性および耐力を文献2)の面材張り真壁の圧縮筋かい効果に関する計算式を参考に推定した。ここで、めり込み幅は軽量モルタルの厚さとし、軽量モルタルと軸組との初期クリアランスは無いものとして計算した。

図3には、軽量モルタルの負担水平力とせん断変形角の関係を示し、計算値と実験値を比較している。ここで、実験値は同一変形ステップ毎に Type5d と Type5a のそれぞれ3体の平均耐力を求め、その平均耐力の差によって評価した。最大負担耐力に至るまでの負担耐力および変形性状は、実験と計算で良く対応しており、軽量モルタルの負担耐力を面材圧縮筋かい効果と捉えて、概ね評価可能であることが確認できた。

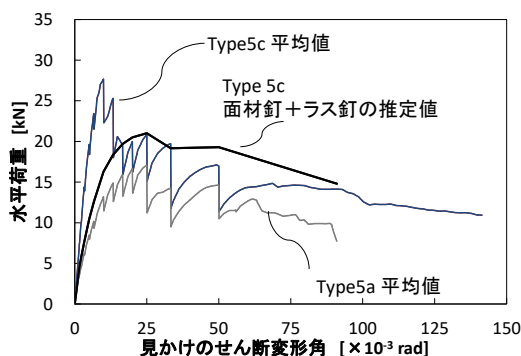


図2 ラス釘と面材釘の負担耐力の推定

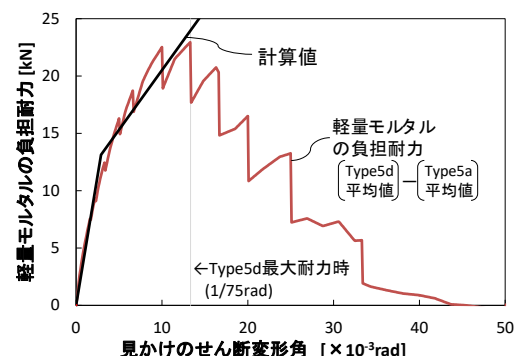


図3 軽量モルタルの負担耐力の推定

参考文献 (下線の文献は本項に関する発表論文等を示す)

- 1) 横内基,大橋好光ほか: 歴史的町並みの地震防災対策に関する研究(その9~11)、日本建築学会大会学術講演梗概集、構造Ⅲ、pp.499-504、2015年9月
- 2) 木造軸組構法住宅の許容応力度設計改訂委員会: 木造軸組構法住宅の許容応力度設計(2008年度版)、(財)日本住宅・木材技術センター、2008年12月