

時刻歴応答解析の為の復元力特性の整備

その1 壁実験と増分解析

正会員 ○津田 千尋* 正会員 藤野 栄一**
正会員 正会員 宮澤 健二***

耐力壁 制振壁 繰り返し変形
増分解析 復元力特性

1. 概要

ここ 10 年ぐらいで、木造建築物の時刻歴応答解析に対応できる履歴特性を備えた解析ソフトが流通している。様々な利用者がその解析ソフトにより時刻歴応答解析を行えるようになってきたが、未だに、その特性値は実験を実施するなどして各々で取得することが多い。また、得られた特性値の妥当性が、簡単に判断できるほど詳細な情報は公開されておらず、設計等の利用には、未だに困難が伴う状況であると考えている。そこで、時刻歴応答解析の為の一般的な耐力壁の特性値の蓄積を念頭に、一般的な耐力壁の履歴取得のための実験と履歴再現解析を実施し、その結果を報告する。

2. 実験の概要

履歴取得を目的に、骨格曲線以外に除荷剛性やスリップやピンチングの大きさを取得するために、図1に示すような変位履歴を与えた耐力壁の面内せん断試験を行った。壁は木造住宅に用いられる一般的な合板耐力壁と筋かい耐力壁（壁長さ 910mm）を採用し、加えて、少々特殊な低降伏点鋼制振壁を2タイプ（壁長さ 910mm と 600mm）用意した。それぞれの耐力壁は在来軸組工法仕様であり、軸組横架材間内法高さは 2700mm（W600 制震壁のみ 2550mm）、断面と高さ及び接合部は表1と表2に示す仕様とした。

表1 構成部材の諸特性値

部材	断面寸法	材種
柱	105mm×105mm	スギ
梁	105mm×240mm	ベイマツ
土台	105mm×105mm	スギ
間柱	45mm ×105mm	スギ
筋かい	45mm ×90mm	ベイツガ

表2 耐力壁仕様

合板耐力壁	N50@150、@250 壁倍率 2.5 倍相当 9mm 針葉樹合板特類 2 級片面貼り
筋かい耐力壁	たすき掛け 2 つ割り 壁倍率 4 倍相当 ジャスティーガセットライト接合金物
制震壁 W910	オメガ型低降伏点鋼 壁倍率 3.5 倍
制震壁 W600	オメガ型低降伏点鋼 壁倍率 4.4 倍

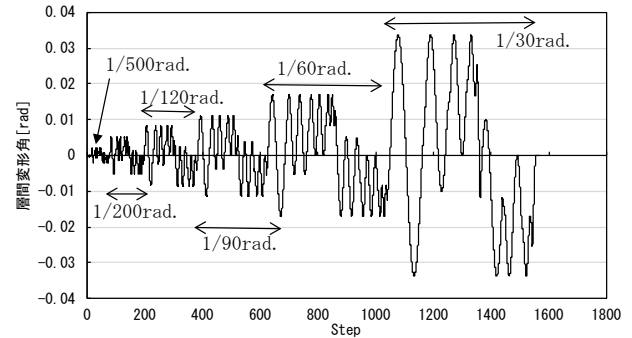
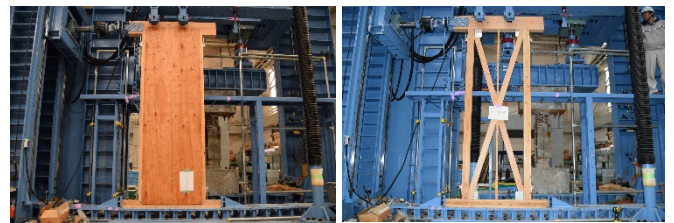
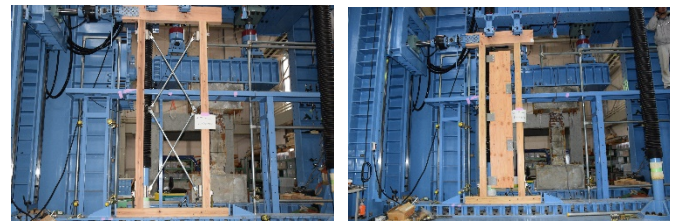


図1 载荷履歴



合板耐力壁

筋かい耐力壁



低降伏点鋼制振壁 W910

降伏点鋼制振壁 W600

写真1 耐力壁

3. 増分解析の概要

解析における汎用性を踏まえ、設計に用いられているフレーム弾塑性解析ソフト SNAP.Ver.6（株式会社構造システム社）を用いて、図2の力学モデルの図1に示す変位履歴の増分解析を実施した。筋かいと合板耐力壁には Wayne-Stewart モデルを修正した木造用強度低下 4 折線モデル WS4、低降伏点鋼制振壁は簡便性を考慮して修正 Ramberg-Osgood モデル RO3 を用いて、それぞれの耐力と剛性及び復元力特性のパラメータを表3の通りに調整した。



図2 力学モデル

表 3 復元力特性の耐力・剛性と各パラメータ [N, cm]

	筋かい	合板	制振 W910	制振 W600
Model	WS4	WS4	R03	R03
TX(剛性)	5143	4143	4693	3714
Fc	7200	5800	6570	5200
Fy	13000	9800	9340	8100
α	0.350	0.30	0.180	0.240
β	0.130	0.06	0.120	0.090
p1	2.000	2.000	0.000	0.000
P2	-0.150	-0.100	5.900	3.900
P3	0.060	0.170	0.000	0.000
P4	1.250	1.250	-	-
P5	0.850	0.950	-	-

4. 増分解析と実験結果の考察とまとめ

解析と壁実験の荷重 - 変位曲線を図 3 に示した。小変形時から大変形時の履歴は十分に捉えられたと判断できた。1/30rad 付近の正負繰り返しの正負耐力低下の違いについては、本報の解析ソフトに装備する復元力モデルでは再現できないために実験と解析に差が生じた。また、図 3 の各壁の右図に示した経験変位領域の正負変形の異なる部分は十分に捉えられた。図 4 に示す累積塑性エネルギーと表 4 に示す等価粘性減衰定数においても、解析と実験の結果に大きな差はないと判断できる。総合して、表 3 の値の復元力特性を用いて建物規模の応答解析を行うことにより、十分に応答を再現できると判断できる。また、実大振動実験との検証は今後、報告する。

謝辞

本報告は、株式会社サトウの協力のもと実施したことに謝意いたします。

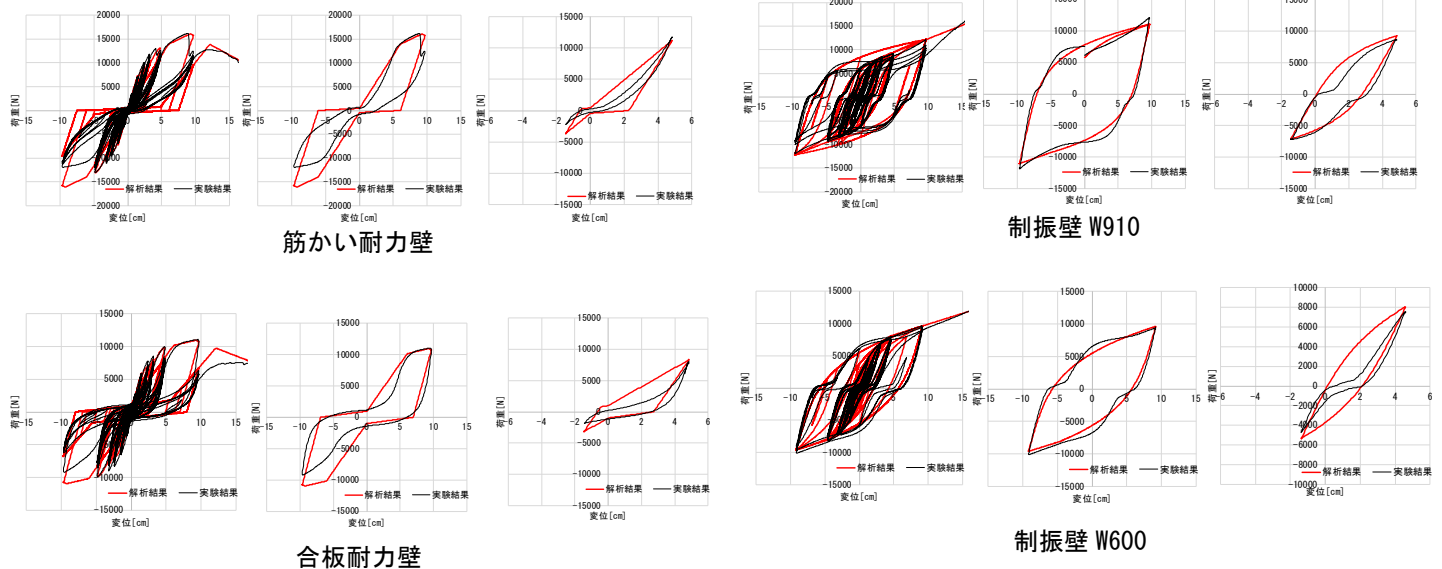


図 3 荷重 - 変位曲線

* (一財) ベターリビング 上席試験研究役・博士 (工学)
 ** 職業能力開発総合大学校能力開発院 教授・博士 (工学)
 *** 工学院大学 名誉教授・博士 (工学)

* Chief Test Researcher, Center For Better Living, Dr.Eng
 ** Prof., Faculty of Human Resources Development, Polytechnic Univ., Dr.Eng.
 *** Professor Emeritus, Kogakuin University, Dr.Eng.

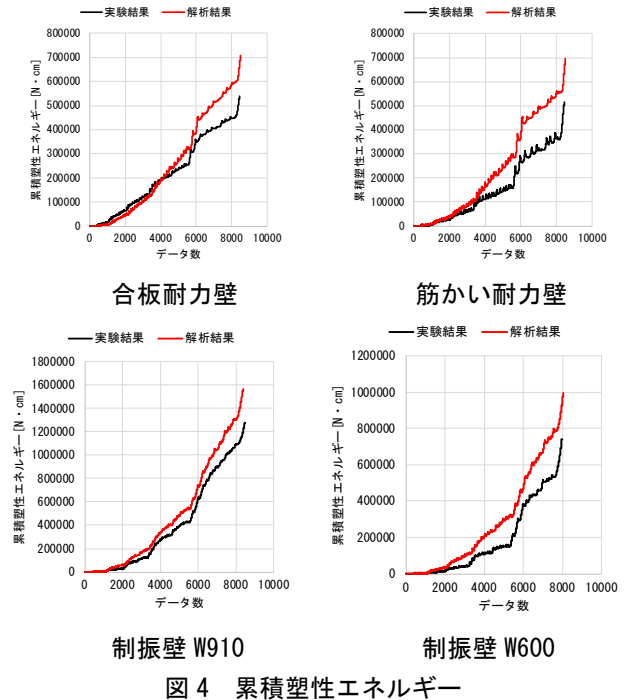


図 4 累積塑性エネルギー

表 4 等価粘性減衰定数

		1/60rad	1/30rad	1/60°rad	1/30°rad
制振W600	実験	0.18	0.30	0.03	0.17
	解析	0.20	0.27	0.12	0.24
制振W900	実験	0.28	0.31	0.18	0.29
	解析	0.25	0.32	0.20	0.30
合板	実験	0.12	0.16	0.08	0.12
	解析	0.11	0.19	0.15	0.18
筋かい	実験	0.09	0.13	0.04	0.06
	解析	0.08	0.15	0.11	0.11

*表中[°]は正負変形の異なるときの値