

VI-2 木造建物の構造要素試験

Structural Element Tests of the Timber Houses

			(研究期間 平成 15~18 年度)
構造研究グループ Dept. of Structural Engineering	岡田 恒 Hisashi Okada	河合直人 Naohito Kawai	五十田博 Hiroshi Isoda
材料研究グループ Dept. of Building Materials and Components	中川貴文 Takafumi Nakagawa		

In this study we carried out some structural element tests of the wooden frame walls in order to estimate these structural performances at the earthquake and to figure out the effect of the seismic retrofitting. In the tests of the wooden frame walls with the damping material, we suggested the assessment method of these walls and examine the suitability of the method by the testing results. In the element tests of the walls in the wooden houses used at the shaking table tests, we compared the load displacement curves of the element test with the result of shaking table tests.

〔研究目的及び経過〕

本研究では、木造の構造要素（柱梁壁から構成される構面）の荷重変形関係を破壊に至るまでの強度性能を把握し、さらに構面に補強を施した場合の効果を明らかにすることを目的として、各種構面の静的加力試験を実施した。

〔研究内容〕

(1) 制震材料を用いた耐震補強構法の評価

近年、粘性、あるいは粘弾性系の特性を持つ制震材料を用いた壁（以下、ダンパー壁）を木造住宅の耐震補強に用いる例が多く見られる。この壁は筋かいや構造用合板といった既存の耐力壁と変形性能や履歴特性が異なり、これまでの設計法を踏襲する壁倍率という指標によって評価するには検討が必要である。そこで、履歴エネルギーを等価な耐力の上昇とみなす評価法を提案し、その評価法の妥当性を壁の高速繰り返し実験と箱型試験体に対する振動台実験を通じて検証した。

(2) 2階建て建物の抽出構面の要素実験

平成 14 年度および平成 15 年度に大都市大震災軽減化特別プロジェクト（以下、大大特）で実施した「振動台を用いた実大建物の倒壊実験」における木造軸組構法 2 階建試験体の構面を抽出し静加力実験を行い、構面の構造性能を把握した。加算則によって算出した構面の構造性能と実大建物の構造性能との比較を行った。また接合部の実験を実施し、データを蓄積した。

(3) 既存木造住宅の抽出構面の要素実験

E-ディフェンスの木造建物実験で用いられた補強・無補強試験体から構面を抽出し、静的加力試験を行い、構造性能を把握した。また要素実験で得られた結果から算

出した補強・無補強試験体の荷重変形関係と、震動台実験の結果を比較した

(4) 新築再現木造住宅の抽出構面の要素実験

昨年度に引き続き E-ディフェンス震動台実験を実施する新築再現補強・無補強試験体の抽出構面の水平加力試験を実施した。実験結果から算出した荷重変形関係を震動台実験結果、既存木造住宅の要素実験結果と比較した。

〔研究結果〕

(1) 制震材料を用いた耐震補強構法の評価

壁の実験を実施し、評価する壁の荷重変形関係を得た。次いで、(2)の評価式を用いて計算される等価壁倍率を揃えた試験体に対し、振動台実験を実施し、その応答変形を得た。結果は、等価壁倍率による評価によって、中地震に対して危険側になるものの、現行の耐震診断法が大地震時を対象にしていることに鑑みるに、大地震に対しては安全側の評価となっており、評価法として妥当との結果が得られた。

$$Pu \times 0.2 / Ds / d$$

$$Ds = D_h / \sqrt{2\mu - 1}$$

$$D_h = 1.5 / (1.5 + 10(h_{e_u} - h_o))$$

h_{e_u} : ダンパー壁の終局変形時等価減衰定数

h_o : 木造住宅の等価粘性減衰定数

Pu : ダンパーつき壁の終局耐力

$$\mu = \delta_u / \delta_o$$

δ_u : 終局変形、 δ_o : 降伏変形

(2) 2階建て建物の抽出構面の要素実験

平成14年度および平成15年度に実施した振動台実験試験体のNo.1試験体の1通り、4通り、7通りを抽出したものを、それぞれNo.1-1、No.1-4、No.1-7とし、静加力実験の試験体とした(図1)。同様に、No.1試験体に木ずりをはった試験体(No.6)、No.1試験体の柱頭・柱脚の接合金物を除去した試験体(No.7)、No.7試験体に室内側から石膏ボードを張った試験体(No.8)についても、1通り、7通りの構面を抽出した。振動台実験における各試験体の応答変位を、静加力実験の入力変位とした。

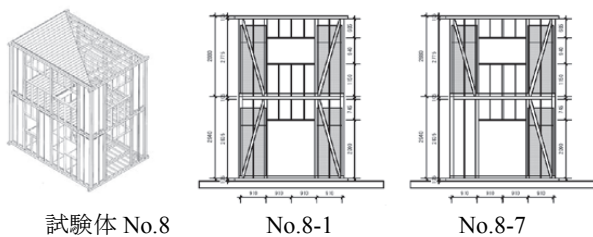


図1 試験体の概要

図2に加算則によって算出した構面の構造性能と実大建物の構造性能との比較を行った結果を示した。構面の加算則と実大建物とは、最大耐力は概ね一致するが、破壊過程に違いが生じる可能性があること、そのために両者の荷重変形関係に違いが生じる可能性があること、また柱頭・柱脚に金物を用いない場合、構面の加算則からの実大建物の構造性能の予測が難しいことが示唆された。

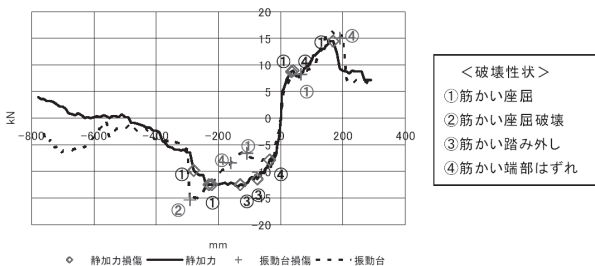


図2 加算則と実大建物の比較

(3) 既存木造住宅の抽出構面の要素実験

要素実験に用いた試験体はE-ディフェンスの振動台実験で用いられた木造軸組構法の建物2棟(A棟、B棟)のうち、構造耐力上重要な壁体8箇所を選定して再現した。部材、接合部、土塗り壁、モルタル等の細部仕様は、事前構造仕様調査、破壊後の調査によって確認し、可能な限り再現した。A棟、B棟はほぼ同じ間取りで、共通する構面の要素実験試験体は2棟の平均的な寸法で再現した。図3にA棟の概観と要素実験試験体の選定箇所を示す。

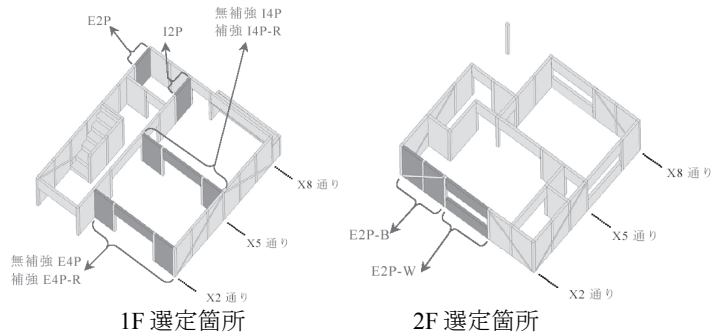


図3 補強・無補強試験体からの選定箇所

構面の耐力加算則を用いて、要素実験の結果と振動台実験の結果の比較を行った。偏心を考慮せず、同一変位時の耐力を足し合わせることで荷重変形関係を算出し、P- Δ 効果を考慮に入れた。図4に荷重変形関係の比較を示した。振動台実験結果のほうが要素実験の足し合わせよりも層せん断力が大きく上回る結果となった。

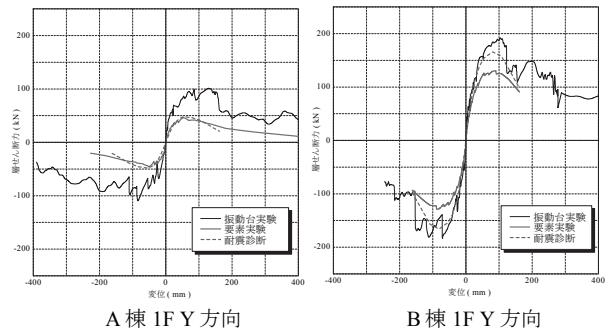


図4 加算則と振動台実験結果の比較

(4) 新築木造住宅の抽出構面の要素実験

試験体はE-ディフェンスの振動台実験で用いられた新築再現試験体2棟(C棟、D棟)から項目(3)と同一の場所から抽出した8体である。図5に荷重変形関係をC、D棟の振動台実験と比較して示した。振動台実験結果のほうが要素実験の加算よりも層せん断力が上回った。モルタルの寸法効果、粘性減衰の影響、構造物の3次元的変形による拘束の影響、等が原因として考えられ、今後の更なる検討課題として考えられる。

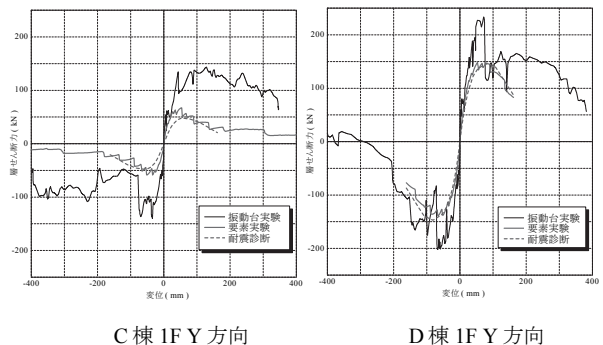


図5 加算則と振動台実験結果の比較