

パネル展示
履歴型ダンパーを用いた既存建築物の耐震改修技術
の開発
～接合部設計法と性能評価法～

構造研究グループ
主任研究員

長谷川 隆

履歴型ダンパーを用いた既存建築物の耐震改修技術の開発 ～接合部設計法と性能評価法～

構造研究グループ 主任研究員 長谷川 隆

I はじめに

1981年以前の旧基準で設計されている鉄筋コンクリート造や鉄骨造建物の耐震補強として、ブレースを用いる方法は広く一般的に普及している方法である。しかし、ブレースによる補強は強度型の補強であり、既存フレームと一体化させるため鉄骨フレーム付きで補強が行われ、そのため施工が煩雑となり、居住者も退去しなければならない。

本研究では、施工の容易性や居住者の退去の問題を解決するために、エネルギー吸収型の補強であるダンパーを建物の外側から、特別な補強無しで取り付ける補強方法について実験的検討を行なった。一方、現時点では、このようなダンパーを用いた耐震補強建物は、 I_s 値の計算方法が無いため、建物毎に時刻歴解析を行わなければならない。そこで、時刻歴解析に代わるより簡易な安全性評価法として、エネルギー法の適用性について検討するとともに、ダンパーで補強した建物の換算 I_s 値の計算方法を検討し、提案した。

本稿では、既存の RC 造建物の梁に外側からダンパーを取り付けることを想定し、既存建物とダンパー接合部の設計法を

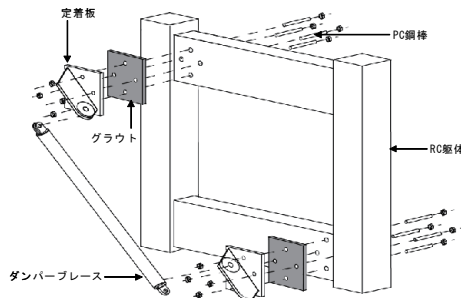


図1 外付け履歴型ダンパーによる補強方法

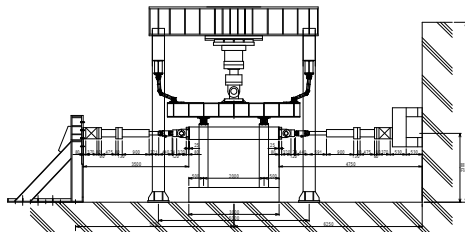


図2 ダンパー付RC架構の静的載荷実験

確立するために行なった一連の実験について、その概要を報告する。また、エネルギー法の適用性や換算 I_s の計算については、旧基準で設計されている鉄骨造事務所建物を事例として、計算した結果を示す。

II 外付け履歴型ダンパー補強の接合部の実験的検討

図1に、本研究で検討したRC造建物の梁に外側から履歴型ダンパーを取り付ける補強方法のイメージ図を示す。ダンパーはピン接合され、定着版、グラウトを介して、PC鋼棒により梁の外側に接続される。この接合方法では、既存建物の梁にダンパーが偏心して接続されているため、梁にねじれや面外曲げが生じることが問題となる。また、ピン接続されていることからガタが生じ、それらを適切に評価することが必要である。これらについて検討するために、接合部を対象とした実験¹⁾や、図2に示すような1層1スパンのRC造架構にダンパーを取り付けた静的載荷実験²⁾を行なった。

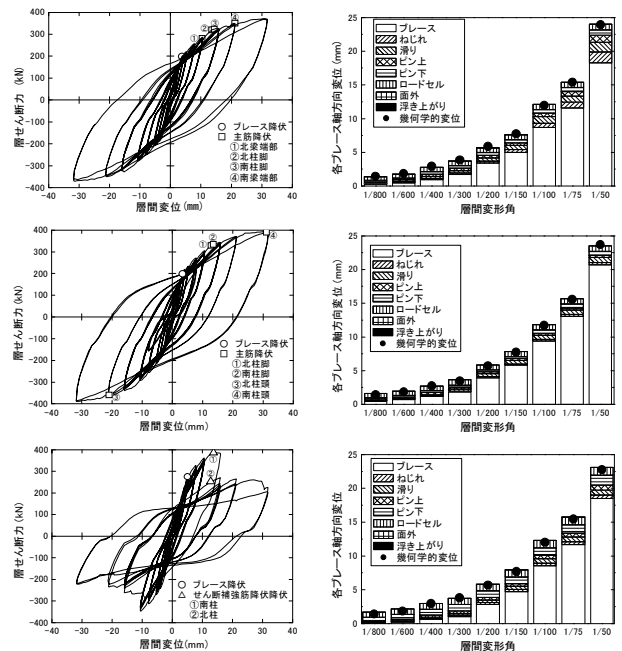


図3 各試験体の荷重-変形関係とロス変形成分

図3は、架構の実験の結果として得られた3体の試験体(上から、梁曲げ降伏型、柱曲げ降伏型、柱せん断破壊型)の荷重-変形関係と、各試験体のダンパーの変形とその他のロス変形成分の割合を示す。梁曲げ降伏型試験体では、層間変形角が1/100程度になると梁のねじれによるロスが大きくなるのがわかった。また、柱せん断破壊型試験体では、柱せん断破壊後にダンパーがフェイルセーフの役割を果たすことを確認した。これらの一連の実験結果に基づいて、「枠なし外付け履歴型ダンパー補強工法における接合部の設計施工マニュアル(案)」を作成した。

III エネルギー法と換算 Is 値による耐震安全性評価

履歴型ダンパーを用いて耐震補強を行なう場合、現状では、Is 値の計算方法が無い場合、建物毎に時刻歴解析を行なって耐震安全性が確認されている。本研究では、時刻歴解析に代わる簡易な安全性評価法として、新築建物で用いられているエネルギー法が適用可能であることを試設計建物により検討した。また、履歴型ダンパーを用いた耐震補強建物の換算 Is 値の計算方法について検討し、新たに提案した。本研究で提案した換算 Is 値の計算式を(1)式に示す。式の誘導等詳細は文献3)を参照されたい。

$$I_{s,j} = \frac{2\sqrt{2}\pi}{\gamma \cdot a_{T,j} T_d \cdot g \sqrt{M}} \sqrt{E_{D,j} \frac{\sum_{j=1}^N S_j (P_i \cdot P_{ij})^{-n}}{S_j (P_i \cdot P_{ij})^{-n}}} \quad (1)$$

試設計建物による検討として、図4に示す7階建ての鉄骨造事務所建物を対象とし、その外周構面をダンパー補強して、その耐震安全性をエネルギー法で検証した⁴⁾。また、(1)式によって補強後の建物の換算 Is 値を計算した。図5は、各層の最大層間変形角及び主架構の損傷の、エネルギー法による計算と時刻歴解析の結果の比較である。エネルギー法による計算結果は、時刻歴解析と概ね対応していることがわかる。表1は、(1)式を用いた各層の換算 Is 値の計算結果である。

IV まとめ

履歴型ダンパーによる既存建物の耐震補強に関して、RC造建物に外付けでダンパー補強する方法の実験結果の概要を示した。また、性能評価法として、エネルギー法が適用可能であることを示すとともに、換算 Is 値の計算法を提示した。

【謝辞】

本研究は、建築研究所の重点的研究開発課題「耐震化率向上を目指した普及型耐震改修技術の開発(平成18~20年度)」の鋼構造分科会

(主査：東京理科大学教授 北村春幸)で、実施したものである。

【参考文献】

- 1) 箕輪田翔、他：外付け制振補強された既存RC造建物の耐震補強設計手法に関する研究 その1、その2、日本建築学会大会梗概集、構造II、pp.651-654、平成20年9月
- 2) 小林清一、他：外付け制振補強された既存RC造建物の耐震補強設計手法に関する研究 その3、その4、日本建築学会大会梗概集、構造IV、pp.89-92、平成21年9月
- 3) 位田琢磨、他：履歴型ダンパーで補強した既存建物の換算 Is 値 その1、その2、日本地震工学会大会2009梗概集、pp.70-73、平成21年11月
- 4) 長谷川隆、他：旧基準で設計されている鉄骨造建物の履歴型ダンパーによる耐震補強 その1、その2、日本建築学会大会梗概集、構造III、pp.945-948、平成19年8月

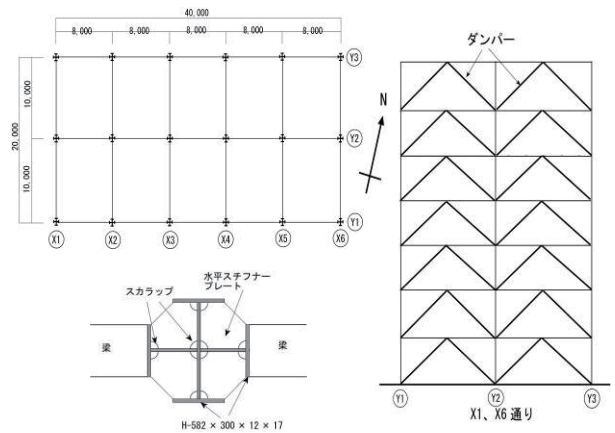


図4 検討対象建物の平面、軸組、接合部詳細図

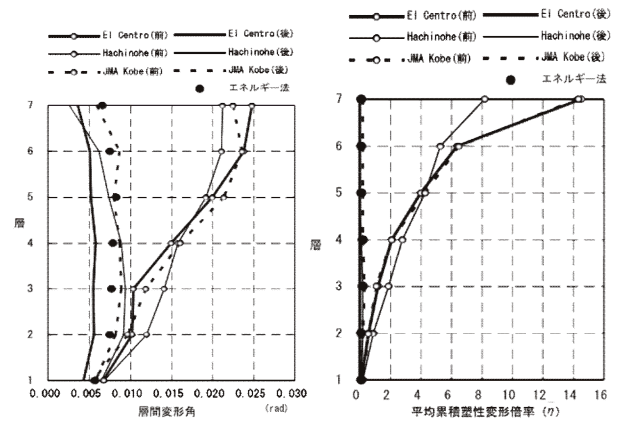


図5 エネルギー法による計算と時刻歴解析の比較

表1 換算 Is 値の計算結果

階	γ	$a_{T,i}$	ED_i [kN·m]	損傷分布則	換算 $I_{s,i}$	補強前の換算 I_s (参考値)
7	1.100	1.609	471.132	0.037	1.161	0.14
6	1.100	1.536	547.060	0.100	0.798	0.30
5	1.100	1.447	772.984	0.144	0.840	0.18
4	1.100	1.510	807.203	0.206	0.689	0.24
3	1.100	1.534	847.668	0.226	0.663	0.30
2	1.100	1.544	909.224	0.203	0.720	0.42
1	1.100	1.692	927.395	0.083	1.039	1.51