

IXその他

IX-1 鋼材ダンパーを用いた既存建築物の耐震補強に関する研究

Study on Seismic Retrofit of Building Structures using Hysteretic Dampers

(研究期間 平成 17~18 年度)

国際地震工学センター
International Institute of Seismology and Earthquake Engineering

長谷川隆
Takashi Hasegawa

In this study, an effectiveness of seismic retrofit of building structures using hysteretic dampers is investigated comparing with using ordinary braces. As the results of earthquake response analysis, following results were obtained. Seismic retrofit using hysteretic dampers was most effective for 6 and 9 story frames. Seismic retrofit using ordinary tension-compression braces was more effective than using ordinary tension brace.

〔研究目的及び経過〕

1980 年以前の旧基準で設計されている建物の耐震補強として、履歴型ダンパーを用いている例は、ブレース補強の場合に比べれば、極めて少ないと考えられる。これは、履歴型ダンパーによる補強は、現状の耐震改修促進法の I_s で直接計算できないことが原因の 1 つとして考えられる。一方、履歴型ダンパーで補強した建物とブレースで補強した建物の応答性状の違いや有効性も、必ずしも明らかではない。

本報告では、地震応答解析によって、旧基準で設計された骨組を履歴型ダンパーで補強した場合とブレースで補強した場合の応答性状を比較し、履歴型ダンパーによる耐震補強の有効性を検討した結果を述べる。

〔研究内容及び結果〕

(1) 解析骨組の設定

ここでは、3、6、9 層の 3 種類の層数の解析骨組を設定する。旧基準の建物は「水平震度」により設計されていることから、本報告の旧基準の建物のモデル化では、ベースシヤール係数を 0.25 とし、地震層せん断力係数分布を全層 1.0 の耐力分布とする。ブレースの剛性、耐力は、補強後の各層の降伏耐力が、1/300 の変形で、ベースシヤール係数が 0.3 で、 A_i 分布の降伏耐力分布を有するものとする。図 1(a)に、例として、ブレース補強の場合の 3 層骨組の第 1 層の荷重-変形関係を示す。(b)はダンパー補強の場合である。ダンパーの降伏層間変形角は 1/500 とし、補強後の骨組全体の保有水平耐力分布が、ベースシヤール係数 0.27~0.3 で、 A_i 分布になるように設定している。図 2 は、このような方針で設定した元の骨組、ブレース補強骨組、ダンパー補強骨組の各層の保有水平耐力の分布である。各層の階高は 4m、各層質量は 20 トンとする。

(2) 応答解析の方法

地震応答解析は、質点系の解析モデルとする。復元力特性は、元の骨組は 2 次勾配 2% のバイリニア型、ダンパーは完全弾塑性型とする。ブレースは、引張ブレースと引張・圧縮ブレースの 2 種類について検討を行うものとし、引張ブレースはスリップ型、引張・圧縮ブレースは、図 3 に示すような完全弾塑性要素とスリップ要素を組み合わせたモデルとし、その耐力分担は 2:3 とする^{1), 2)}。

応答解析に用いた地震波は、EL Centro NS、Hachinohe EW、JMA Kobe NS の 3 波であり、各解析で計算される損傷に寄与するエネルギーが、告示の 2 種地盤で規定される値³⁾になるように最大加速度の大きさを設定する。減衰はレーリー型で 2% とする。

(3) 応答解析結果

図 4 は、地震応答解析の結果得られた各骨組の最大層間変形角である。ブレース補強 1 は、引張ブレースによる補強、ブレース補強 2 は、引張・圧縮ブレースによる補強である。無補強の骨組は、 A_i 分布の耐力分布でないため、明らかに上層階での変形が非常に大きくなっている。ダンパー補強は、3 層 JMA Kobe 以外の応答で、変形が小さくなっている。また、引張・圧縮ブレースによる補強は、引張ブレースよりも、応答変形が小さくなる。

図 5 は元の骨組の各層の平均累積塑性変形倍率³⁾ ($\bar{\eta}$) である。ダンパー補強と引張・圧縮ブレース補強の効果は、あまり変わらないが、6 層、9 層の骨組では、ダンパーによる補強の方がやや有効であり、元の骨組をほぼ無損傷にできる。一方、3 層骨組では、ダンパー補強よりも引張・圧縮ブレース補の方が、元の骨組の損傷が小さくなる場合がある。

ブレース及びダンパーの損傷 ($\bar{\eta}$) に関しては、ダンパーの損傷は最大でも 50 以下であり、一般的にはまだ余裕があると考えられる。ブレースに関しては、文献 2) より、保有性能としての引張ブレースの $\bar{\eta}$ の値を 3.5、完全弾塑性要素部分の $\bar{\eta}$ を 25 程度とすると、本解析では、応答値は概ね保有値を満足した。

【まとめ】

本研究における解析から、旧基準で設計されている建物の耐震補強として、履歴型ダンパーで補強した場合とブレースで補強した場合の応答性状を明らかにした。6、9 層骨組ではダンパー補強が最も有効に働く可能性がある。引張・圧縮ブレースによる補強は、引張ブレースよりも、応答変形や損傷を小さくできる。なお、本研究の研究成果の詳細は、文献 4) で発表している。

【参考文献】

- 1) 鋼構造限界状態設計指針・同解説、日本建築学会、2002.9
- 2) kentiku 耐震設計における保有耐力と変形性能 (1990)、日本建築学会、1990.10
- 3) xenerugi-no 釣合いに基づく耐震計算法の技術基準解説及び計算例と解説、(財)日本建築センター、2005.10
- 4) 長谷川隆：履歴型ダンパーを用いた既存建築物の耐震補強に関する研究、日本建築学会大会学術講演梗概集 C-1、pp.685～686、2006.9

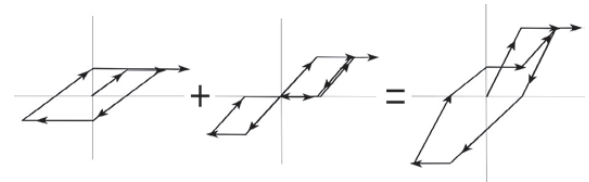


図 3 引張・圧縮ブレースの復元力特性

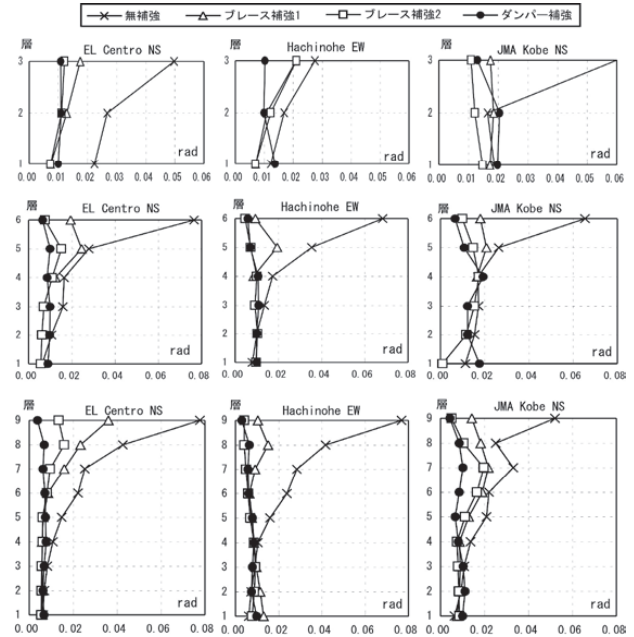


図 4 各層の最大層間変形角分布

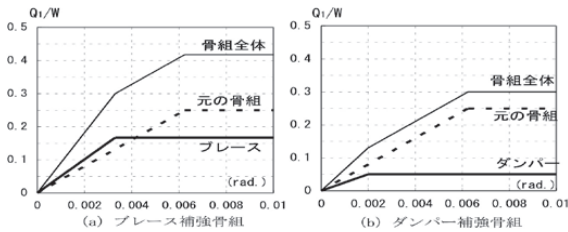


図 1 解析骨組の荷重-変形関係 (3 層骨組の第 1 層)

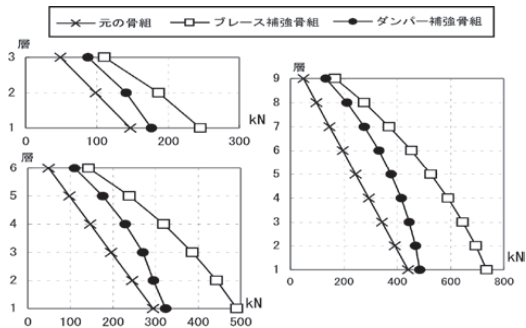


図 2 解析骨組各層の保有水平耐力分布

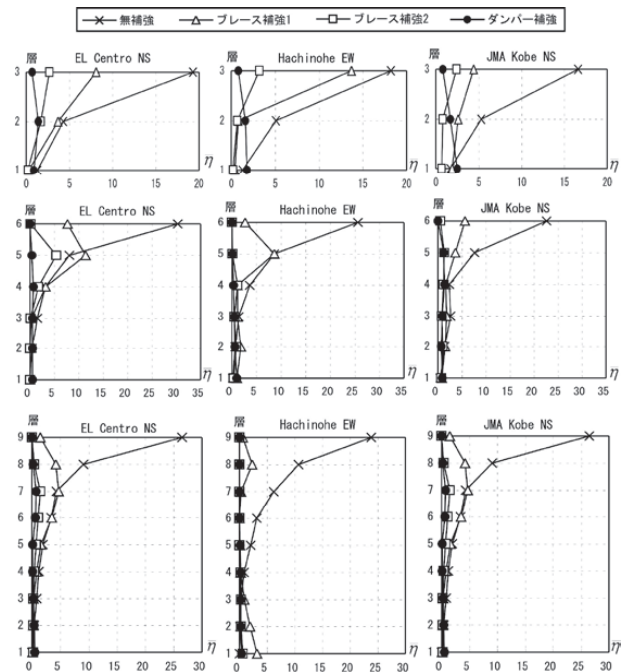


図 5 元の骨組の各層の損傷分布