

低層鉄骨造住宅の耐震要素に関する実験的研究

(その4) 耐震デバイス付き耐震要素をもつラーメン構造の地震応答

正会員 ○ 池口義治*1
 小山雅人*2
 花井 勉*3
 高田啓一*4
 北濱雅司*5

動的解析 耐震デバイス エネルギー吸収 制振ダンパー ラーメン構造

1. 序

本報では(その3)で報告した耐震デバイス付き耐震要素を小振幅域より忠実にモデル化を行い、住宅用低層鉄骨ラーメンフレームに制振ダンパーとして組み込んだ場合の中小地震から大地震に至る動的応答効果について検討する。

2. 解析モデル

建物構造モデルは比較的柔らかく地震被害の受けやすい3階建て鉄骨ラーメン構造とし、図1の様にフレーム内部にパネルを組み込む形態とする。但し、組み込みによるフレーム、ダンパーの剛性、耐力に変化はないものとする。

フレーム性能は、許容応力度設計時(C0=0.2)に1階の層間変形角が $\Delta=1/240, 120, 60$ (固有周期に換算すると $T_1=0.65, 0.92, 1.30$ secに相当)となる様に設定し、各階の重量、剛性比は表1の値とする。解析モデルは1階は降伏耐力比を $\alpha f = Q_yf / \sum W_i$ (Q_yf : フレーム降伏荷重)とした完全弾塑性バイリニアモデル、2,3階については線形モデルとし、各層剛性に対し2%の粘性減衰を与える。

ダンパー性能は、(その3)の構面実験よりフレームによるラーメン効果を取り除いた履歴特性を参考に図2の様な小振幅での減衰効果を考慮できる累乗曲線モデルを用いる。ダンパーのみの降伏耐力を αd で定義し、各階には下式 n_i 枚の本耐震要素を考慮する。

$$Q_{ydi} = \alpha d \times \sum W_i \quad (Q_{ydi}: \text{各階ダンパー降伏荷重})$$

$$n_i = Q_{ydi} / Q_{yd0}$$

(便宜的に1枚当りダンパー降伏荷重: $Q_{yd0}=2.2t$)

図3に全体系としての復元力関係例を示す。

3. 動的解析

解析は3質点せん断型モデルとし、入力波はEl centro 1940NS, Taft 1952EW, Hachinohe 1968EWの3波にて、現設計法に倣い以下の2つのレベルに規準化したもので応答解析を行う。

1) 許容応力度設計時 C0=0.2相当 $V_{max} = 10$ kine

2) 保有耐力設計時 C0=1.0相当 $V_{max} = 50$ kine

図4に許容応力度設計時1階層間変形を示す。表示は応答の大きい $\Delta=1/240, 120$ 時Elcentro波、 $\Delta=1/60$ 時Hachinohe波による結果である。外壁等2次部材の変位追随弾性限界を $1/120$ とすると、少しでもダンパーが入ればフレームのみでぎりぎりの剛性 $\Delta=1/120$ 及び極端に剛性を下げた場合 $\Delta=1/60$ でも

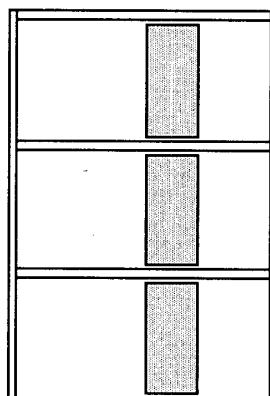


図1 フレーム組込図

階	Wi	ΣWi	kf
3	0.75w	0.75w	0.57k1
2	w	1.75w	0.89k1
1	w	2.75w	k1

表1 質点諸定値

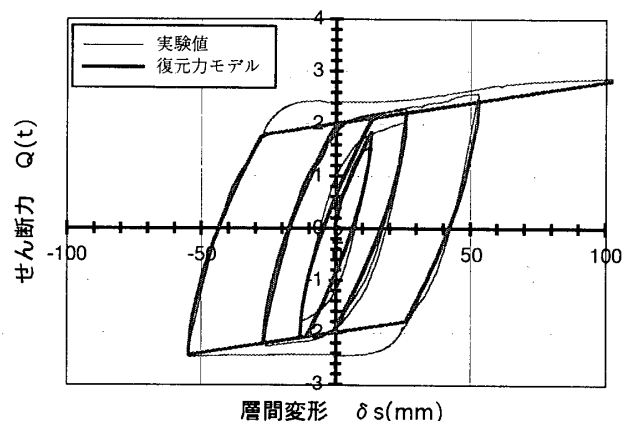


図2 ダンパー復元力特性モデル

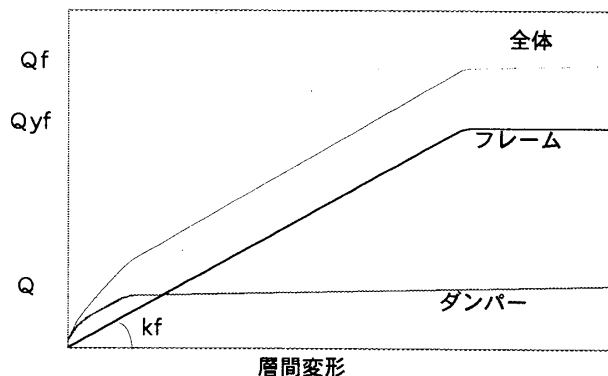


図3 復元力特性例

中小地震に対し変形を小さく抑えることが出来ることが分かる。

図5, 6に保有耐力設計時1階層間変形及び1階フレーム累積塑性変形倍率を示す。 $\Delta=1/60$ での応答の低下は固有周期ののびによる入力エネルギーの低下によるものである。フレーム保有耐力として $\alpha f=0.5$ で応答値をみると、ダンパー無しで $\Delta=1/240$ 時 $\eta f=9$ 文献1)の構造ランクI, $\Delta=1/120$ 時 $\eta f=3$ 構造ランクIIIの塑性変形能力が必要であるが、ダンパーを組込むと著しく改善されフレームに塑性変形能力を要求しない設計も可能となる。また、極端に剛性が低い場合はさらに効果が大きくフレーム耐力が低くても変形を小さく

抑えるダンパーの組み合わせを示唆している。

また、制震ダンパーの性能については、(その2)で試みた寿命予測手法によって累積損傷値を計算した一例を示すと、 $D=0.049$ (≤ 1.0) ($\Delta=1/60$, Hachinohe, $\alpha f=0.2$, $\alpha d=0.2$) となり十分な寿命を残していることがわかる。フレームを塑性化させないで数回の地震入力でダンパーのみ取り替える設計も可能である。

4.まとめ

低層鉄骨ラーメン構造に低降伏点鋼を用いた耐震デバイス付き耐震要素を組込むことで、中小地震から大地震にかけて十分変形制御の効果が有り、フレームを塑性化させない設計、及び通常よりさらに小径の断面を用いたラーメン構造+制震ダンパーの組み合わせによる設計が可能である事がわかった。

参考文献

- 1) (財) 日本建築学会著「建築耐震設計における保有耐力と変形性能」1990版
- 2) 小山、小山、中尾「低層鉄骨造住宅の耐震要素に関する実験的研究(その1,2)」日本建築学会学術講演梗概集1996

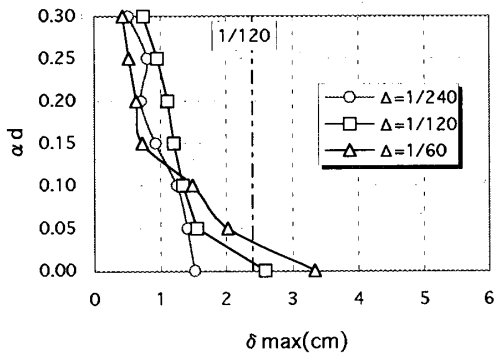


図4 許容応力度設計時最大層間変形

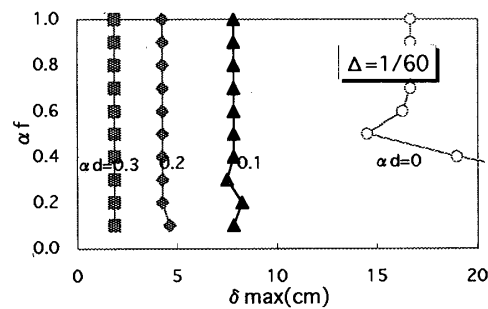
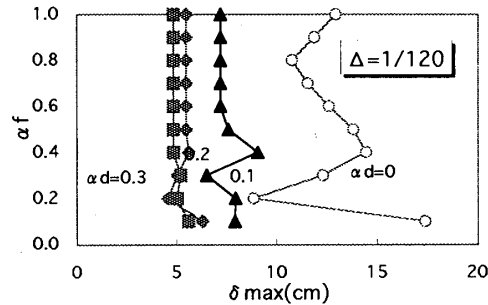
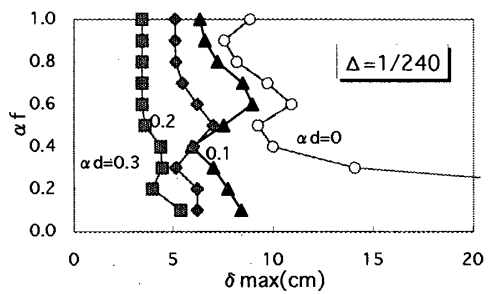


図5 1階フレーム最大層間変形

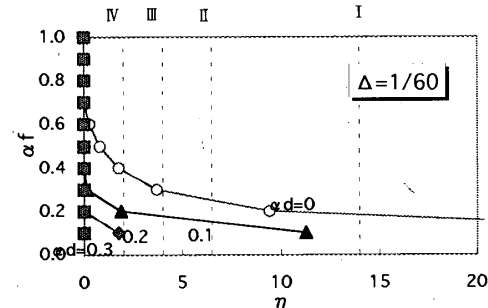
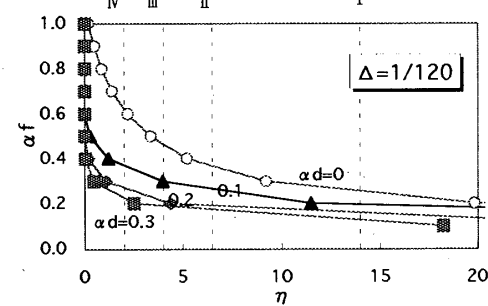
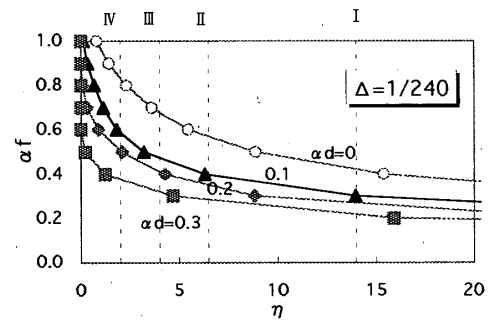


図6 1階フレーム累積塑性変形倍率

*1 旭化成工業 (株)
 *2 旭化成ホームズ (株)
 *3 (株) 日本システム設計
 *4 住友金属工業 (株) ・工博
 *5 住友金属工業 (株)

*1 Asahi Chemical Industry
 *2 Asahi Kasei Homes
 *3 Nihon System Sekkei
 *4 Sumitomo Metal Industries, Dr.Eng.
 *5 Sumitomo Metal Industries