

## せん断型構造体の地震動に対する応答解析

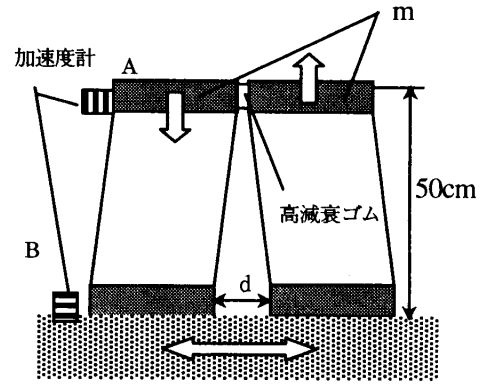
東海大学 学生会員 益子 隆  
 東海大学 正会員 島崎 洋治  
 東海大学 学生会員 坂本 憲靖

### 1. はじめに

制振は、一般には何らかのダンパー装置やアクチュエーターなどの装置を建物の下部、頂部、各階、隣棟間などに取り付けて、構造物の振動を制御、または構造物を揺れにくくする。従来の制振装置は、その性能を確実にするために複雑化し、メンテナンスや製作コストが高くなるなどの問題がある。そこで、特別な装置を取り付けず、構造物そのものを柔軟にして、振動に対する減衰を格段に大きくできる構造体を提案し自由振動に対するこの構造体の有効性について検討してきた<sup>1)</sup>。本研究では、まずこの構造体の地震外力による応答実験を行い非制振と制振の場合における構造体の応答及び入力地震加速度を計測する。次に1自由度系モデルとした構造体の運動方程式を定式化し、解析と実験とを比較することで提案する制振構造体の地震に対する有効性を検討する。

### 2. 実験方法

図-1に示すように、高減衰ゴムをはさんだ2基のラーメン構造模型を用意する。それぞれの模型は高さ50cm、幅15cm、柱長42cmで製作してある。模型はアルミニウム製である。上部は剛体でその質量は $1.28 \times 10^{-4} \text{ kgf} \cdot \text{s}^2/\text{cm}$ 、柱の断面2次モーメントは $1.33 \times 10^{-3} \text{ cm}^4$ である。制振効果を得るための柱の傾きは図-1に示す幅 $d$ によって調節できるようになっている。実験ではこの模型を振動台に設置し各種の地震動を作用させる。構造物の加速度応答は点Aに設置したセンサで計測し、地震動加速度は振動台の点Bに設置したセンサで計測する。



### 3. 運動方程式

図-1の構造体は、外力を与えられることにより横方向に運動すると同時に、縦方向にも運動する。図-2は一方の構造体の質量 $m$ についての自由物体図である。ここで $y$ は縦方向変位、また $z$ は柱に垂直な方向の変位である。図を参考にして、 $m$ に加わる力のつりあいを考えると運動方程式は次のように示すことができる。

$$-kz - cz - (k'y)\cos\theta - (c'y)\cos\theta = m(\ddot{z} + \ddot{z}_\xi) \quad (1)$$

$$\text{ここで、 } \dot{y} = \dot{z} \cdot \cos\theta \quad (2)$$

式(1)に式(2)の関係を代入すると、式(3)のように整理することができる。

$$m\ddot{z} + (c + c'\cos^2\theta)\dot{z} + (k + k'\cos^2\theta)z = -m\ddot{z}_\xi \quad (3)$$

$$\ddot{z}_\xi = \ddot{x}_\xi \sin\theta$$

ここで、  
 $m$  : 質量  
 $k$  : 構造物のばね定数  
 $c$  : 構造物の減衰係数  
 $x_\xi$  :  $x$ 方向の地震変位  
 $c'$  : 高減衰ゴムの減衰係数  
 $k'$  : 高減衰ゴムのばね定数  
 $\theta$  : 柱の角度  
 $z_\xi$  :  $z$ 方向の地震変位

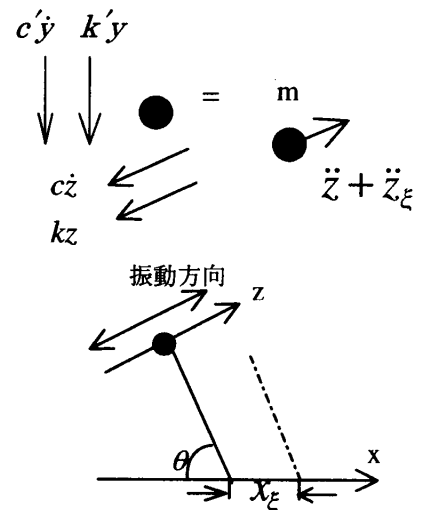


図-2 モデル化

キーワード：制振、地震、地震、せん断型構造体

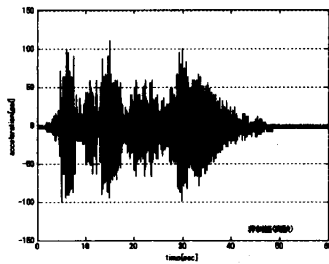
連絡先 〒259-1292 神奈川県平塚市北金目1117 東海大学土木工学科

TEL 0463 (58) 1211 FAX 0463 (50) 2045

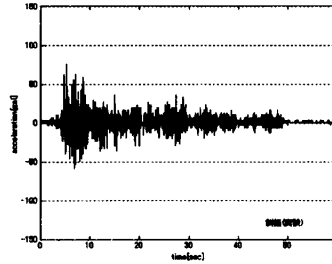
#### 4. 実験結果および解析結果

実験では図-1に示す2基の構造体の下部間隔 $d$ を10mmにしたときの応答加速度を計測した。解析では自由振動実験から高減衰ゴムのばね定数 $k'$ の値を12kgf/cm、減衰係数 $c'$ は1.8kgf.s/cmとし、4次のルンゲクッタ法(積分間隔 $\Delta t=0.06$ [sec])を使用した。また地震外力は図-1の点Bの実験で計測した加速度を入力した。図-3は得られた結果である。図中の横軸は時間、縦軸は加速度である。図をみればわかるように非制振時よりも制振時において加速度が格段に小さくなっていることがわかる。また解析は実験結果を比較的よくシミュレートできているといえる。

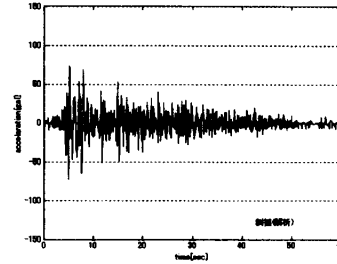
##### 1) エルセントロ地震 Max=40.30 [gal]



実験(非制振) Max=110.64[gal]

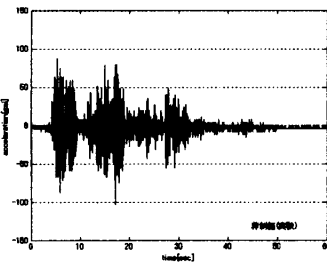


実験(制振) Max=75.71 [gal]

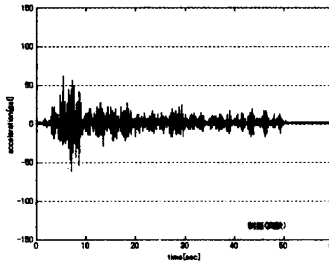


解析(制振)Max=73.59 [gal]

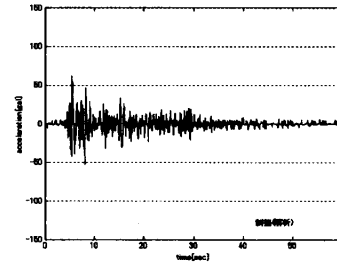
##### 2) 秋田沖地震 Max=39.49 [gal]



実験(非制振) Max= 102.70 [gal]

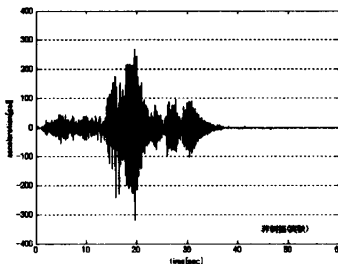


実験(制振) Max=61.74 [gal]

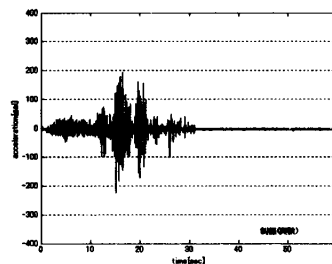


解析(制振)Max=59.71 [gal]

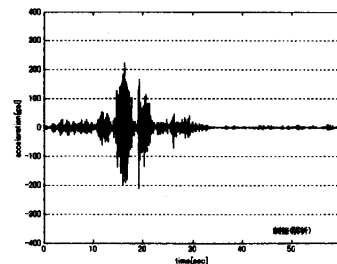
##### 3) 塩釜沖地震 Max=189.60 [gal]



実験(非制振) Max= 320.07 [gal]



実験(制振) Max= 222.60 [gal]



解析(制振)Max=223.92 [gal]

図-3 非制振及び制振時において地震動を入力した際の応答加速度

#### 5. まとめ

構造体の組み合わせ形状の違いにより、格段に大きな減衰効果を得られる構造体に対して各種地震波を入力した。この構造体は地震外力に対しても応答加速度を格段に低減させ、有効な制振効果が得られることが分かった。また解析モデルが実験結果を定性的ではあるがよくシミュレートできることを示した。

#### 参考文献

- 1) 松山俊樹他：ある制振構造体に関する一考察，土木学会第27回関東支部技術研究発表会講演概要集，2000，p32-33