

## 制震ダンパーを用いた系の地震動の違いによる応答差の基礎的検討

オイレス工業(株) 正会員 ○二木 太郎  
 オイレス工業(株) 正会員 横川 英彰  
 オイレス工業(株) 正会員 宇野 裕恵  
 オイレス工業(株) 正会員 竹ノ内 勇

### 1. 目的

免震橋梁は一般的な設計方法が確立されている．しかしながら，耐震補強で免震化が適していない橋梁が多く存在している．そこで，制震ダンパーを用いることにより，支承の交換を行わず，また橋脚の補強も行わないで耐震補強を行えることが知られている．すなわち，耐震補強に制震ダンパーの利点を利用すれば，効率よく耐震補強が行えるが，制震橋梁の設計方法は確立されていないのが現状である．

ここでは，基礎的な検討として，抵抗力が速度の累乗に比例する（ $F = C \times V^\alpha$ ， $F$ ：ダンパー抵抗力， $V$ ：速度， $C$ ：減衰係数， $\alpha$ ：べき数）制震ダンパーを対象とした 1 自由度系の応答解析結果から，地震波の違いによる応答特性の比較を行い，その適用性について検討を行う．

### 2. 応答解析

応答解析には図-1 に示すような 1 自由度系モデルを用いる．構造減衰として 5%，ダンパーの減衰係数は速度が 1cm/sec のときに，力が 1kgf となるように設定した．なお，質量（重量）に対するダンパーの抵抗力の比はほぼ 0.1 となる．この値は，通常制震ダンパーとして使われる範囲内である．また，入力する地震動は，表-1 に示すような近年観測された強震観測結果を用いる．なお，時間積分には，衝撃加速度法による陽解法で応答を計算した．

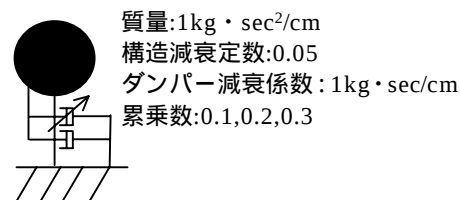


図-1 解析モデル

表-1 使用した地震動

| 地震動                      |
|--------------------------|
| K-NET 2003年十勝沖地震・苫小牧NS記録 |
| K-NET 新潟県中越地震・小千谷NS記録    |

### 3. 解析結果

図-2 と図-3 に変位応答の結果を，図-4 と図-5 に加速度応答スペクトルの結果を示す．

図-2 と図-3 から，長周期成分が卓越する 2003 年十勝沖地震苫小牧記録では，長周期領域でべき数による大きな応答の差が出ている．一方，短周期成分が卓越する 2004 年新潟県中越地震小千谷記録では，全ての周期帯に対してべき数による応答の差が大きくあらわれていない．

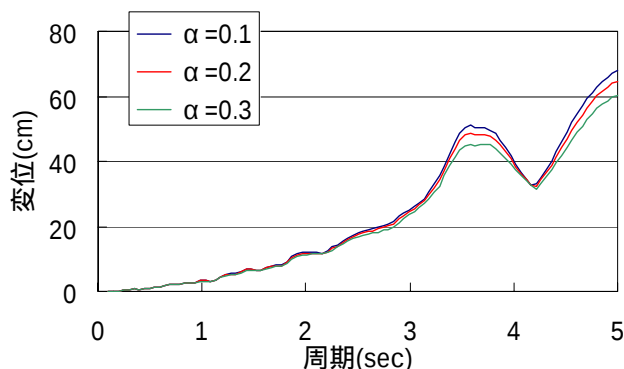


図-2 十勝沖地震の変位応答

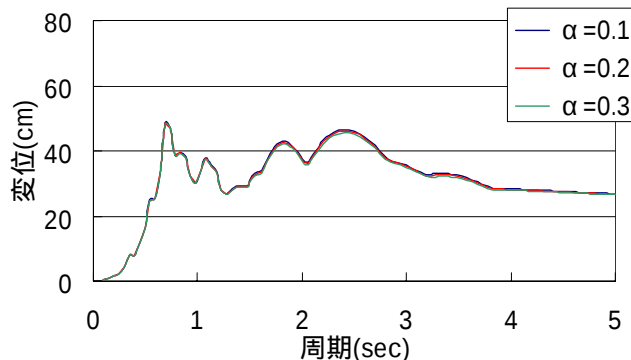


図-3 新潟県中越地震の変位応答

キーワード 強震動，制震ダンパー，速度の累乗特性，変位応答スペクトル，抵抗力

連絡先 〒105-8584 東京都港区浜松町 1-30-5 浜松町スクエア 10F オイレス工業(株) 技術部 TEL 03-3578-7930

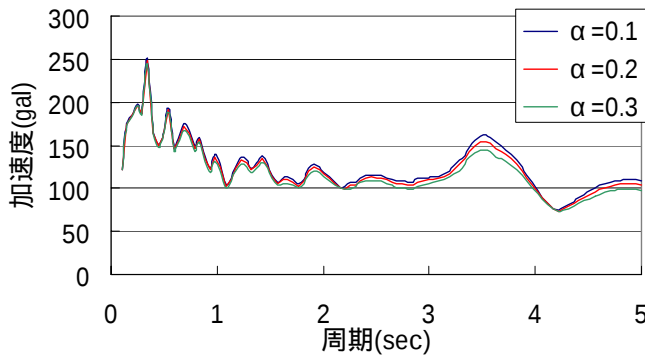


図-4 十勝沖地震の応答加速度スペクトル

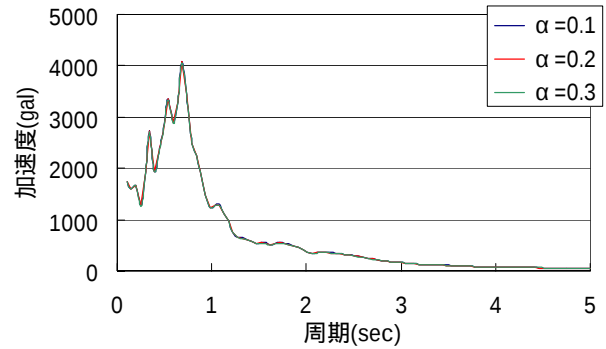


図-5 新潟県中越地震の応答加速度スペクトル

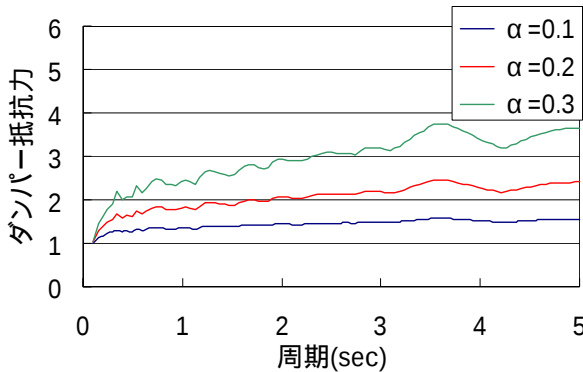


図-6 十勝沖地震のダンパー抵抗力

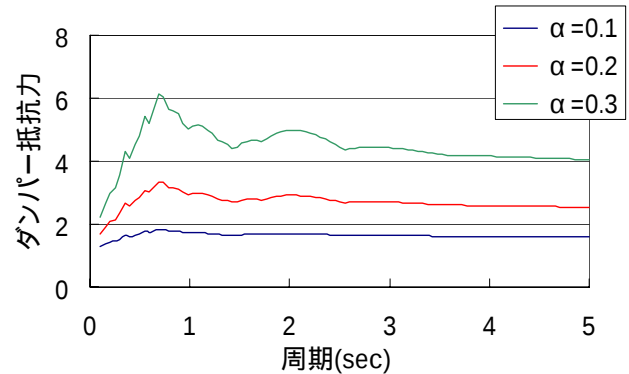


図-7 新潟県中越地震のダンパー抵抗力

また、加速度応答スペクトルに着目すると、図-4 から十勝沖地震では周期 3 秒から 4 秒までがべき数相違による応答の差が大きく、図-5 から中越地震では当然のことながら変位応答と同様に加速度応答スペクトルも一致している。

次に、図-6 と図-7 に抵抗力の応答結果を示す。速度のべき数が大きくなるほどに、制震ダンパーの抵抗力も上昇する。さらに、周期に対する抵抗力の差も大きくなることが分かる。3 者の変位がほとんど一致していた中越地震では、抵抗力は卓越振動数 0.8 秒程度で速度則 0.1 乗のダンパーと、速度則 0.3 乗のダンパーを比較すると後者は前者の約 3 倍程度の抵抗力となり、同じ変位応答であるが抵抗力の差が大きい。また、十勝沖地震に着目しても、周期 2 秒程度までは変位応答がほぼ等しいにもかかわらず抵抗力が 2 倍程度となっている。

一般的な桁橋の周期は 0.5 秒から 2.0 秒程度であり、性質が異なる 2 つの地震動を比較すると、変位応答は速度のべき数にそれほど依存しないことが分かる。また、桁橋に制震ダンパーを適用する場合、速度のべき数が小さいダンパーは水平力が小さくても変位を低下させることができるため、より減衰効率が高いデバイスであると考えられる。

#### 4. まとめ

ここでは、制震ダンパーの適用性の基礎的な検討として、減衰係数の値を固定した制震ダンパーを対象とした地震波の違いによる応答特性の比較を行い、制震ダンパーの適用性について検討を行った。その結果、周期が長くなると速度特性の累乗の違いにより、変位応答に大きく差を生じる地震動があることを示した。また、周期が比較的短い桁橋に適用した場合、変位応答は速度のべき数にあまり依存しないが、抵抗力はべき数が小さいほど低下し、効率が良い付加減衰となることが考えられる。

付記：本解析で用いた地震動は、防災科学技術研究所が運用している K-NET の情報を利用した。

参考文献：柴田明徳：最新耐震構造解析，森北出版，1997.2。