

速度依存型ダンパーの解析モデルの差が地震時応答に及ぼす影響

オイレス工業株式会社 正会員 ○横川 英彰
 オイレス工業株式会社 正会員 藤生 重雄 正会員 田中 剛
 オイレス工業株式会社 正会員 長田 修一 正会員 竹ノ内 勇

1. 目的

近年、ダンパーが橋梁の耐震設計に用いられる例が多くなってきた。設計に用いられているダンパーの解析モデルは、現状、完全弾塑性モデル（バイリニアモデル）を用いられることが多い。しかし、ダンパーには速度依存性があり、ダンパーの抵抗力の評価は、バイリニアモデルと実物では異なると考えられる。

ここでは、抵抗力の評価を実物に則った形にするための解析モデルを新たに提案する。最初に実験結果と提案する解析モデルの比較を行ない、この解析モデルの妥当性に関して検討を行なう。次に、提案する解析モデルと、バイリニアモデルのそれぞれで、1質点系構造で計算しモデル化の差が地震応答に及ぼす影響に関して検討する。

2. 提案モデルと試験結果との比較

ここでは、図-1に示すような、抵抗力が速度の0.1乗の特性を持つダンパーを対象とする。解析モデルとして、図-2に示すような、新たに提案する修正速度の累乗モデル（以下、提案モデルとする）を用いて解析を行なっている。ここでは、抵抗1000kNのダンパーを正弦波で加振した試験結果と提案モデルによる解析結果を比較する。その一例として、図-3-aに低速度域(0.03m/sec)の結果を、図-3-bに高速度域(0.5m/sec)の結果を示す。なお、提案モデルに用いた減衰係数Cは0.5m/secの試験結果から同定した値を代入している。



図-1 ダンパー

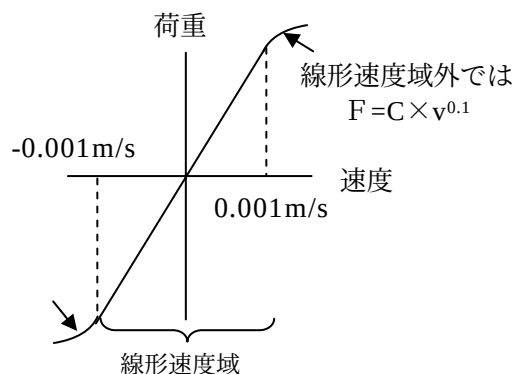


図-2 解析モデル（修正速度の累乗モデル）

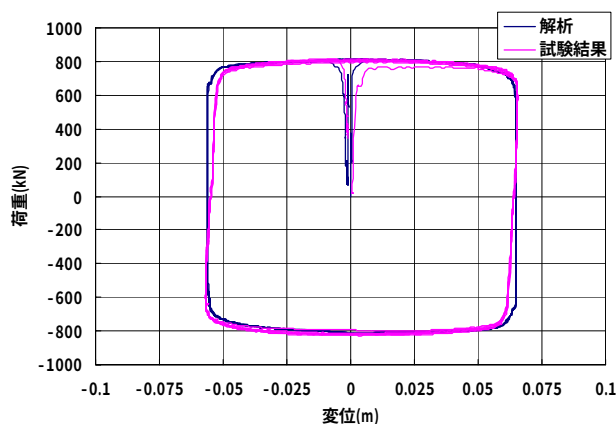


図-3-a 低速度域(0.03m/sec)

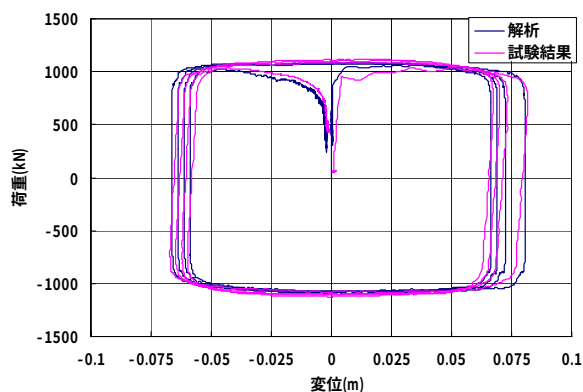


図-3-b 高速度域(0.5m/sec)

図-3 試験結果と提案モデルによる解析結果の比較

キーワード ダンパー, 修正速度の累乗モデル, 速度依存性

連絡先 〒108-0075 東京都港区港南 1-6-34 東京日産港ビル 6F オイレス工業株式会社 TEL 03-5781-0316

図-3-a,図-3-b から、解析結果と実験結果ともに履歴性状はほぼ同じであり、提案モデルと試験結果が整合していることがわかる。ここから、低速域から高速域まで提案モデルがダンパーの履歴性状を精度良く模擬していることがわかる。

3. モデル化の差が地震応答に及ぼす影響の検討

前項で示した提案モデルとバイリニアモデルとのモデル化の差が、地震時応答に及ぼす影響に関して検討を行なう。ここでは、基礎的な検討と位置づけ、減衰定数 5%の 1 質点系構造に提案モデルを付加したときの速度応答と変位応答、ダンパーの累積吸収エネルギー量で評価する。提案モデルのパラメータは前項で用いた値（抵抗力 1000kN）を利用し、ダンパー抵抗力と質量の比率 Q/W は一般的に橋梁で用いられている 0.2 とした。入力地震波形は、道路橋示方書に基づく L 2 タイプ II 地震動のすべての地盤種を対象とし、入力波形の低減がダンパーの速度応答に大きく寄与すると考えられることから、各地域区分(A 区分: $C_z=1.0$, B 区分: $C_z=0.85$, C 区分: $C_z=0.7$)で入力地震波形を低減させ応答解析を行なった。

4. 解析結果と考察

代表的例として III 種地盤の結果を示す。提案モデルを用いた結果を図-4-a から図-4-c に、バイリニアモデルによる結果を図-5-a から図-5-c に示す。提案モデルの結果とバイリニアモデルの結果を比較すると、概ね類似した傾向にあることがわかる。しかし、速度応答に着目すると、短周期側(0.5 秒から 1 秒)とし、地域区分による低減を行なった場合、提案モデルを用いたほうが、バイリニアモデルと比較してやや大きな結果となる。また、長周期側(1.5 秒から 2 秒)に着目すると、提案モデルを用いたほうが、速度応答、変位応答共に小さくなる傾向ある。累積吸収エネルギーでも同様な傾向となることが分かる。2. で提案モデルが試験結果を精緻に表現していることを鑑みると、提案モデルを用いて解析したほうが、応答解析の結果もより精緻な応答となると考えられる。

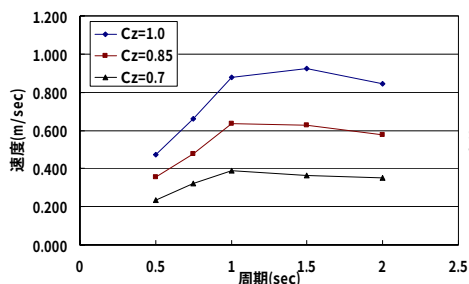


図-4-a 速度応答

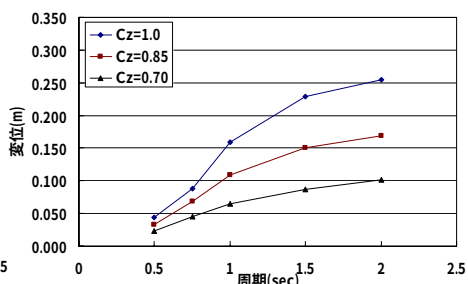


図-4-b 変位応答

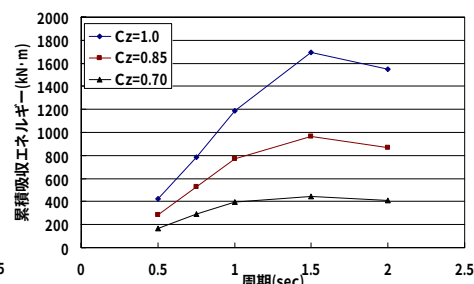


図-4-c 累積吸収エネルギー応答

図-4 提案モデルでの結果

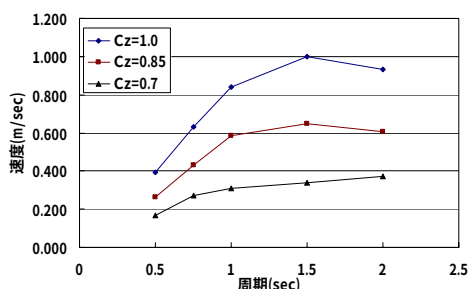


図-5-a 速度応答

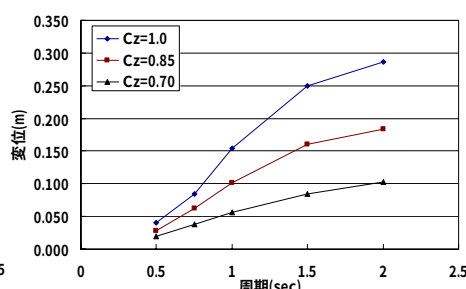


図-5-b 変位応答

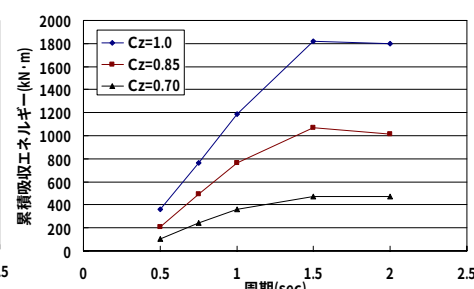


図-5-c 累積吸収エネルギー応答

図-5 バイリニアモデルでの結果

5. まとめ

ダンパーの試験結果と提案モデル（修正速度の累乗モデル）による解析結果との比較を行ない、両者が概ね一致することを示した。提案モデルとバイリニアモデルで動的解析を行ない、応答を比較した。その結果、両者共に傾向は一致するが、応答に若干の差があることを示した。速度依存性を考慮して、より精緻な解析を行なうには、提案モデル（修正速度の累乗モデル）を用いて行なった方が良いと考えられる。