

京都大学工学研究科 フェロー 家村 浩和
 京都大学工学研究科 正会員 高橋 良和
 京都大学工学部 学生員 ○水谷 知則

1. はじめに

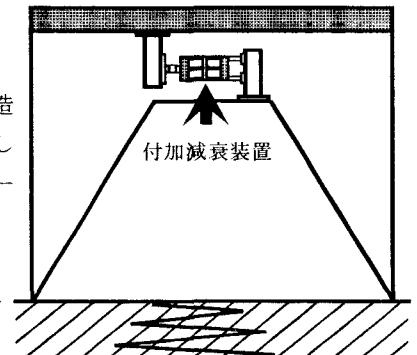
兵庫県南部地震は、多数の犠牲者を出すとともに住宅や公共の建物の倒壊や火災、道路や鉄道の橋脚部の破壊、水道・ガス・電気などの地上・地下埋設管の破壊によるライフラインの断絶、岸壁・護岸などの港湾施設の破壊など様々な構造物に甚大な被害を及ぼし、長い間都市機能を麻痺させてしまった。そこで、本研究の目的は、付加減衰装置により地震のエネルギーを積極的に吸収することで構造物の動的応答を制御し、強振動に対する構造物の性能を飛躍的に向上させることにある。このため、強震時における構造物の動的応答が大きく塑性域に及ぶことなくその機能を保てるようなダンパーの性能を数値シミュレーションにより追求した。これにより、各々のダンパーの性質を検出するとともに、それらの各種ダンパーの特徴をとらえ、特性に見合った応用法を提案した。

2. 解析モデルと手法

解析モデルとしては、簡単のために構造物を 1 自由度線型構造物と仮定する、モデル図を図(2.1)に示す。また、付加減衰装置として摩擦ダンパー、粘性ダンパーを採用する。それぞれのダンパーの履歴復元力特性は図(2.2)に示す。構造物の諸元を表(2.1)に示す。

入力地震波としては、神戸海洋気象台記録 NS 波を用いる。

また、これらをふまえ、各種ダンパーの制御力をパラメーターにとり、スペクトル図を用い、さらにダンパーの性質をつかむ。



図(2.1) モデル図

3. 評価方法

最大応答加速度：基本的な指標で、抑えることで構造物に入力される地震エネルギーを低減することができる。また、建物に居住するものにとって、揺れを抑えることは快適に生活する上で重要である。

最大応答変位：特に長周期の構造部に対して重要な指標であり、構造物の変位を抑えることが、構造物の許容変形量を考慮する際や、構造物に作用する地震力の大きさを低減することができる。構造物が分担する地震力の大きさを抑えることで、構造物が地震時に損傷するのを低減することができる。

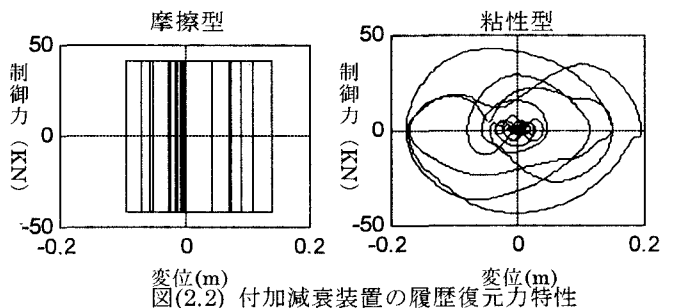
4. 解析結果

比較に際しては、各種ダンパーの制御力を一定にして比較したものと、スペクトル図を用いた。

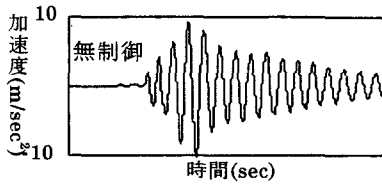
粘性ダンパーについて：図(4.2)と図(4.3)を比べると、摩擦ダンパーと比べ、速度に比例した制御力を出すため、入力地震波の弱いところでもダンパーが働き、構造物の応答加速度を低減している。また、

表(2.1)

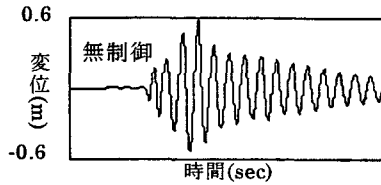
質量	20.9574ton
剛性	367.71KN/m
固有周期	1.5 秒
構造物の減衰	2%



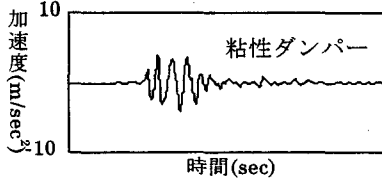
図(2.2) 付加減衰装置の履歴復元力特性



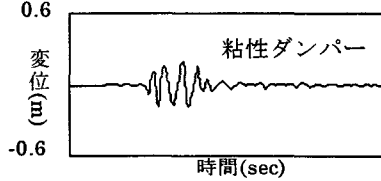
図(4.1) 応答加速度



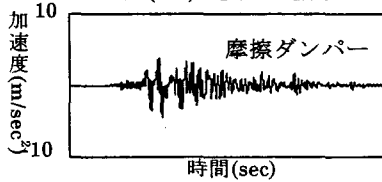
図(4.4) 応答変位



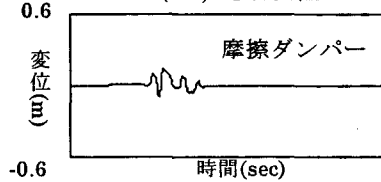
図(4.2) 応答加速度



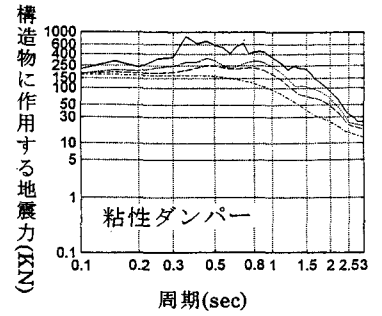
図(4.5) 応答変位



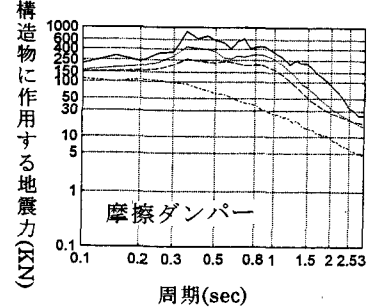
図(4.3) 応答加速度



図(4.6) 応答変位



図(4.7) 構造物に働く地震力



図(4.8) 構造物に働く地震力

図(4.5)より、構造物の変位をあまり低減しておらず、また図(4.7)より、構造物に作用する地震力をあまり低減できていない。これにより、構造物に作用する地震力をできるだけ小さく、弾性範囲にとどめようとするダンパーが大きすぎる制御力を出さなくてはならないことがわかる。

摩擦ダンパーについて: 図(4.5)と図(4.6)を比べると、粘性ダンパーと比べ、変位を抑えている。また、図(4.8)より、大きな制御力をダンパーが出すことにより、構造物が分担する地震力が低減されている。一方で、ダンパーが出す制御力を大きくすると、構造物が分担する地震力は低減されているが、ダンパーが滑りにくく制御力できず、入力地震波が小さいときは応答加速度を低減出来ていない。

5. 結論

すべてのダンパーについて共通の結論として、固有周期が短い構造物に対しては、どの種類のダンパーを用いても、構造物に作用する地震力を低減するためには大きすぎる制御力を必要とするため、制御する構造物は、固有周期が長い構造物が適している。**粘性ダンパーについて:** 兵庫県南部地震のように大きな地震に対して、構造物に作用する地震力を抑えようとする、ダンパーの性能が大きく求められるが、逆に小さい揺れには効果的である。よって、中小の地震や風に対して用いるのが、最適であると考えられる。**摩擦ダンパーについて:** ダンパーの制御力が常に一定であることや、構造物にかかる力を低減するのに適していることから、構造物にかかる地震力など、作用する地震力を低減するのを主眼においた設計をするのに適していると考えられる。ただし、あまり大きすぎる制御力は、逆に小さな地震に対してや、風に対してなど、働かないことから、対象とする地震規模を明確にする必要がある。なを、ほかに降伏型、粘性型と摩擦型を組み合わせた特性を持つ最大粘性力制御型ダンパーに対しても同様の解析を行っており、発表当日その結果を報告する。

6. 参考文献

曾田五月ら:粘弾性ダンパーの利用における建築物の耐震設計、第10回地震工学シンポジウム、pp3027-3032、1998