

実物大の鋼棒入り鉛柱ダンパーの模型実験

九州共立大学工学部 学生会員○小倉 基典 九州共立大学工学部 正会員 荒巻 真二
九州共立大学工学部 正会員 鳥野 清 東邦亜鉛(株) 野寄 剋彦

1. はじめに

建築の分野ではゴム支承を用いた免震建屋が建設されており、その減衰ダンパーの一つとして中央部が細くなった鉛柱ダンパーが使用されている。一方、土木分野では平成7年1月に起きた兵庫県南部地震での被害を踏まえて、同年11月に新しく改訂された道路橋示方書において、地盤の良好な地点では免震支承を用いた連続橋が、耐震性および走行性から最適であることが示されている。また、既設橋梁の耐震補強が行われているが、免震支承が高価なことから、安価で信頼性の高い減衰ダンパーが開発されれば、その補修費を軽減することができる。

本研究室では落橋防止としての水平拘束力を有すると共に、付加減衰の大きい鉛と鋼棒を用いた簡単な構造のダンパーの開発を試み、これまで小型模型による実験から、その限界性能や履歴特性を明らかにしてきた。本研究は、橋梁に設置する実物大のダンパーによる水平載荷実験を行い、履歴特性の寸法効果について検討を行ったものである。

2. 試験概要

図-1に試験装置を示す。油圧ジャッキにより変位振幅±150mm、最大荷重 15.3tf で水平方向に載荷すると共に、鉛直方向には最大荷重 30tf を載荷し、供試体が中立位置に戻った時にダンパーが常に浮き上がらないようにして実験を行った。

図-2に示すように供試体は直径 120mm、高さ 340mm、擦り付け半径 $R=50\text{mm}$ 、重量 262kgf の鉛柱ダンパーと、この鉛柱ダンパーの中央部に径 19mm の鋼棒を挿入したダンパーの2種類である。これらのダンパーは、別々に製作した鉛柱と取付部を一体化する製作法(溶融法 温度管理有)で製作したものである。

加振は正弦波とし、1サイクルごとに振幅を増加させ供試体の荷重と変位を測定した。水平荷重の載荷速度は静的載荷試験で 0.01Hz、動的載荷試験で 1.0Hz である。

3. 試験結果

(1) 鉛のみ

図-3に同じ供試体に対して連続2回実施した静的試験の履歴曲線を示す。水平変位が大きくなるにつれ多少荷重が大きくなるが、大変形しても両者の荷

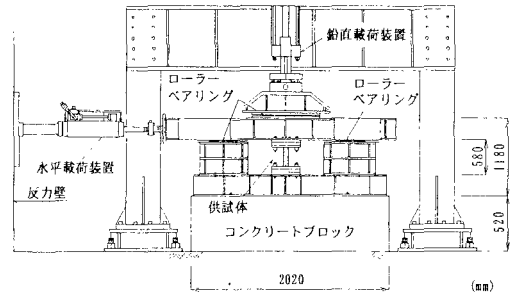


図-1 試験装置

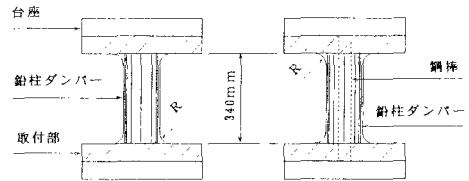


図-2 供試体

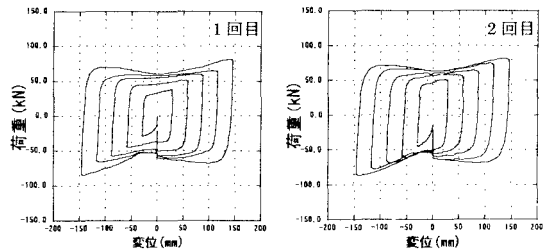


図-3 静的載荷試験(鉛のみ)

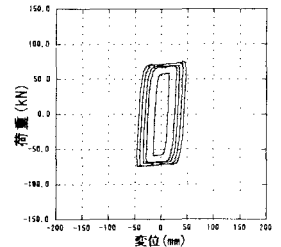


図-4 動的載荷試験(鉛のみ)

重・変位履歴曲線はほぼ同じ矩形形状となっており、再現性が見られる。図 - 4 に動的载荷試験結果を示す。水平油圧ジャッキの性能により最大変位は±50mm 程度であったが、この間の履歴曲線は図 - 3 の静的試験結果と同じ形状になっている。

(2) 鉛+鋼棒

図 - 5 に静的および動的载荷試験結果を示す。鋼棒を挿入することにより、静的試験の鉛のみの場合と比べて水平荷重が多少増加している。また、この試験において鋼棒の破断は 150mm 付近で生じ、この時のせん断ひずみは 0.44 であった。動的試験は、鉛のみと同様±50mm の範囲で静的試験と同じ傾向を示している。

以上の結果をまとめると、鋼棒+鉛柱ダンパーと、鉛のみダンパーとも静的試験と動的試験で履歴曲線の形状があまり変わらないと考えて良い。

4. 履歴特性

図 - 6 に履歴曲線からダンパーの減衰特性を示す等価減衰定数(he)の算出方法を示す。図 - 7 は今回実施した直径 120mm の鉛柱ダンパーの he を示したもので、鉛のみの he の値はせん断ひずみが大きくなるにつれて、小さくなる傾向が見られるものの、ほぼ 0.5~0.6 値となっている。

図 - 8 は昨年、実施した直径 70mm の鉛柱ダンパーの载荷試験から算出された he の値である。鉛のみの he の値は $\gamma=0.5$ 付近まで低下しているものの、全体的にみて鋼棒入りと鉛のみのダンパーの he はほぼ 0.4~0.5 の範囲にあると考えて良い。

図 - 7 と図 - 8 を比較すると、鉛柱ダンパーの直径を大きくすると等価減衰定数 he も大きくなる傾向が見られることから、鉛柱ダンパーの寸法効果が認められる。通常の橋梁減衰定数 0.02~0.05 に、実用鉛柱ダンパーを設置することにより、等価減衰定数 0.5 以上を付加できることは、地震時の橋脚損傷および落橋防止に有効と考えられる。

5. まとめ

鋼棒入り鉛柱ダンパーは落橋防止の水平拘束力を減衰力に付加するために考案したものである。しかし、実用鉛柱ダンパーでは、ダンパー本体が有するせん断抵抗力がかなり大きい為、橋脚上に設置するダンパー数によっては、鉛のみのダンパーでも十分であると思われる。

今後、鉛柱ダンパーを設置した橋梁の地震応答解析から、本ダンパーの有効性を確認する予定である。

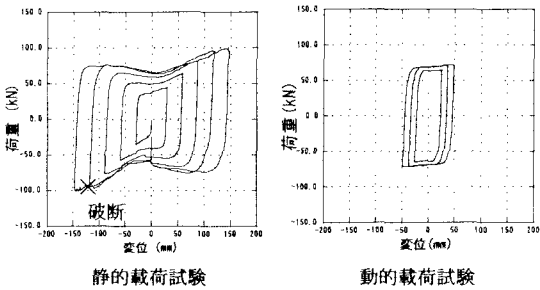
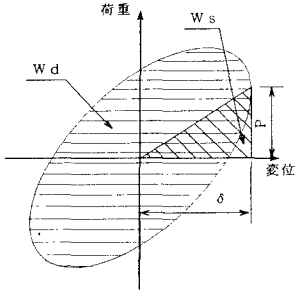


図 - 5 鋼棒入り鉛柱ダンパー



$$he = \frac{1}{4\pi} \cdot \frac{W_d}{W_s} \quad W_s = \frac{1}{2} \cdot P \cdot \delta$$

Ws : ダンパーの弾性エネルギー

Wd : ダンパーの履歴エネルギー

P : 水平拘束力(k N) δ : 水平変位(c m)

図 - 6 履歴曲線

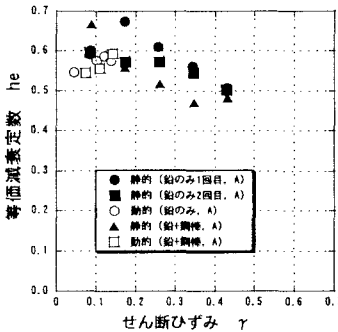


図 - 7 径 120mm 鉛柱ダンパー

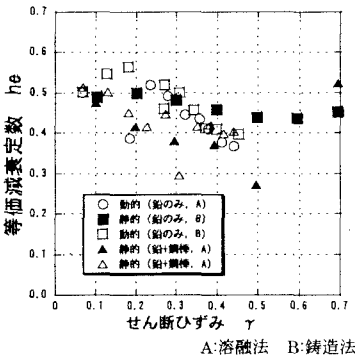


図 - 8 径 70mm 鉛柱ダンパー

<参考文献> 鳥野・野寄：鋼棒入り鉛柱ダンパーの履歴特性、土木学会第 54 回年次学術講演会（1999）

日本道路協会、「道路橋示方書・同解説Ⅴ耐震設計編」、1999、12