

I - B62

鋼棒入り鉛柱ダンパーの履歴特性

九州共立大学工学部 正員○荒巻 真二
九州共立大学工学部 正員 鳥野 清
東 邦 亜 鉛（株） 野 寄 剋彦

1.はじめに

兵庫県南部地震において、昭和 46 年以前に造られた多数の橋梁に橋脚の被害や橋桁落下等の大きな被害が生じた¹⁾。このため、現在では新しく改訂された道路橋示方書²⁾で、既設橋梁の耐震補強が行われているが、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と思う。

本研究は落橋防止となる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たもので、実験により提案した鉛柱ダンパーの履歴特性の検討を行い、その有効性の確認を行ったものである。

2.試験概要

図-1 に実験装置を示す。油圧ジャッキ（変位振幅 $\pm 200\text{mm}$ 、最大荷重 7.5tf）により、ローラーベアリング上で鉛柱ダンパーを水平方向に載荷し、この時の荷重と変位をロードセルおよび変位計（変位振幅 $\pm 200\text{mm}$ ）で測定した。載荷速度は静的試験で 0.01Hz、動的試験で 1.0Hz で行った。ただし、せん断変形後のダンパーの伸びが、元の中立の位置に戻ったときにゼロとなるように鉛直方向に載荷し、ダンパーが常に浮き上がらない状態で実験を行った。この鉛直載荷荷重は 30tf 載荷試験装置を用いている。試験は図-2 に示すように、3 種類の供試体（case1： $\phi 19\text{mm}$ 、高さ 280mm のステンレス鋼棒、case2： $\phi 70\text{mm}$ 、高さ 200mm の鉛柱ダンパー、case3： $\phi 19\text{mm}$ のステンレス鋼棒を挿入した $\phi 70\text{mm}$ 、高さ 200mm の鉛柱ダンパー）で行った。

3.試験結果

図-3 に case1 の静的載荷試験結果を示す。水平変位が大きくなるにしたがって荷重が急激に増加している。破断変位は静的試験で約 80mm、動的試験で約 50mm であった。

図-4 は case2 の静的載荷試験結果である。水平変位が大きくなっても荷重は徐々にしか増加しておらず、荷重-変位履歴曲線はほぼ

矩形形状になっている。破断変位は静的試験で約 140mm、動的試験で約 90mm であった。

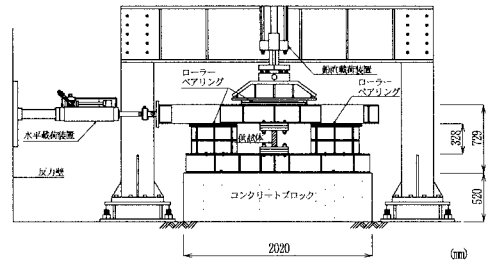


図-1 実験装置

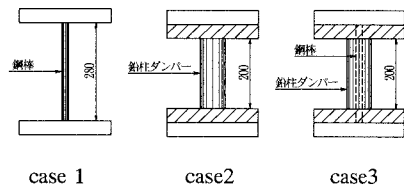


図-2 供試体

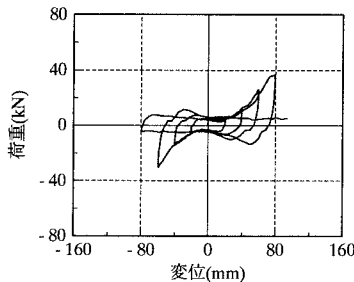


図-3 case1

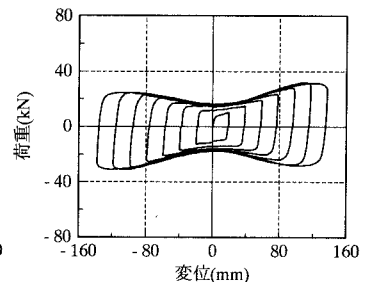
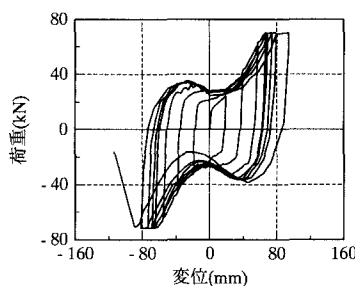


図-4 case2

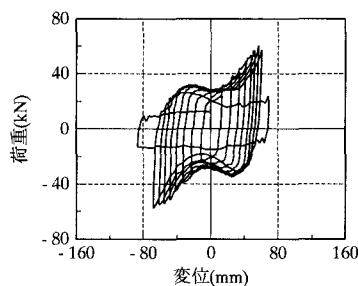
キーワード：ダンパー，鋼棒，履歴特性，等価粘性減衰係数

〒 807-0867 福岡県北九州市八幡西区自由ヶ丘 1-8，TEL(FAX) 093-693-3039

図-5 に case3 の載荷試験結果を示す。水平変位が大きくなるにしたがって、水平荷重も急激に大きくなっている。これは鉛柱本体の変形に加えて鉛柱内鋼棒の変形によるものである。静的試験は約 80mm 変形したところで鉛柱と鋼棒がほぼ同時に破断した。動的試験は約 70mm 変形したところで鋼棒が破断し、その後、鉛柱ダンパーと同様な荷重-変



(a) 静的載荷試験



(b) 動的載荷試験

図-5 case3

位の関係を示し、約 90mm で鉛柱が破断した。case3 の破断変位が case2 に比べて小さくなっているのは、大変形時に鋼棒が鉛柱内部で移動し、鉛柱内部に空洞が生じたためと考えられる。

また、図-4 に比べて履歴面積が大きくなっており、鋼棒を挿入することによるエネルギーの吸収性が大きくなっていることがわかる。

等価粘性減衰係数は一般に式(1)を用いて算出される。

$$C_r = \frac{W_d}{\pi \cdot (\gamma_p \cdot L)^2 \cdot \omega} \quad (1)$$

ここで、

C_r : ダンパーの等価粘性減衰係数 (kN/cm)

W_d : ダンパーの履歴エネルギー (kN・cm 履歴曲線の面積)

γ_p : せん断ひずみ

L : ダンパーの高さ (cm)

ω : 固有振動数 (Hz)

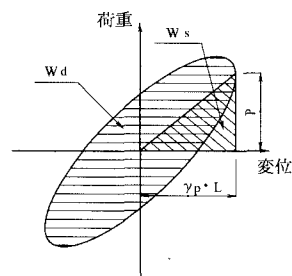


図-6 履歴特性

図-7 に case2 と case3 の試験結果より式(1)を用いて算出した等価粘性減衰係数 C_r と固有振動数 ω の積とせん断ひずみ γ_p の関係を示す。ここで、せん断ひずみ γ_p は水平変位をダンパーの高さで除したものである。case3 の $C_r \cdot \omega$ はせん断ひずみが 0.25 程度までは case2 の 1.5 倍程度の値であるが、その後、せん断ひずみの増加と共にその差は減少している。これは、大変形時に鋼棒の移動によりできた鉛柱内部の空洞によって、鋼棒の挿入効果が減少したためと考えられる。

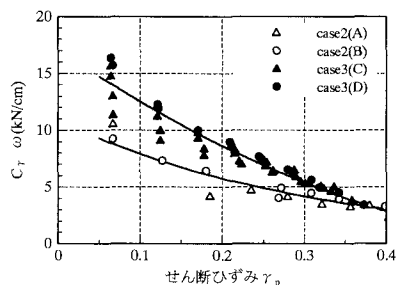


図-7 等価減粘性衰係数

以上の結果から、今回実験に用いた鋼棒入り鉛柱ダンパーは同

寸法の鉛柱ダンパーと比較して履歴エネルギーは大きくなり、せん断ひずみが 0.25 以下であれば 1.5 倍以上の等価粘性減衰係数があることが確認でき、鉛柱ダンパーに比べて小型化できることを示している。

4. おわりに

鉛柱ダンパーに鋼棒を挿入することで、同寸法の鉛柱ダンパーに比べて履歴減衰が大きく、地震時における橋脚の振動エネルギーを大きく吸収できることが明らかとなった。今後、鋼棒を挿入した鉛柱ダンパーの履歴特性の推定式を明らかにする予定である。

<参考文献>

- 1) 兵庫県南部地震道路橋震災対策委員会, 「兵庫県南部地震における道路橋の被災に関する調査」, 1995.3.30
- 2) 日本道路協会, 「道路橋示方書・同解説 V 耐震設計編」, 1996.12