

せん断変形する構造物用耐震ダンパーの開発

九州共立大学 学生員○岩下 義隆・柴山 英和

正会員 荒巻 真二・烏野 清

東邦亜鉛（株） 福岡営業所 野寄 剋彦

1. はじめに

兵庫県南部地震によって、古い木造家屋が倒壊し、その後の火災によって大被害を受けた。そこで、地震時における一般住宅の揺れを低減できる、安価で信頼性の高い減衰ダンパーが開発できれば、耐震補強費を軽減させることが出来るものと思われる。本研究は、橋梁用に開発した鉛柱ダンパーの技術を基に、地震時にせん断変形する住宅等の構造物に設置する小型ダンパー開発のために、鉛および電解鉄に対する静的載荷試験を実施し、履歴特性等について検討を行ったものである。次に、木造骨組を振動台上に設置し、ダンパーの有・無による地震応答特性の違いから、その制震効果を明らかにした。

2. 概要

著者等はすでに橋梁耐振用鉛柱ダンパーを開発し、鉛柱がダンパーとしての十分な機能を有している事を確認している。一方、電解鉄は鉄塩の溶液を電気分解し、陰極に電着させて製造したもので、鉄成分 99.99%以上となっている。この電解鉄は磁性材料素材、各種合金等の鉄源として用いられているが、一般用鋼材に比べ延展性が高く、錆びにくい事が知られている。

電解鉄は製作時における焼鈍温度によって、特性が大きく変化することから、焼鈍温度無し、500℃、800℃、900℃と変化させて製作した JISZ 2201,5 号試験片に対して、引張試験を実施した。図-1 にその結果を示す。焼鈍温度無しから高くなるにつれて徐々に引張強さが低下し、伸びが大きくなっている。本試験の電解鉄ダンパーの材料は試験結果より 800℃で製作することにした。

一方、鉛ダンパーは、橋梁用に比べて小型であることから、鋳造法ではなく、押し出して製作した鉛柱部分を金型で製造した取付部と一体化する製造法（溶解法、温度管理有）で製作した。

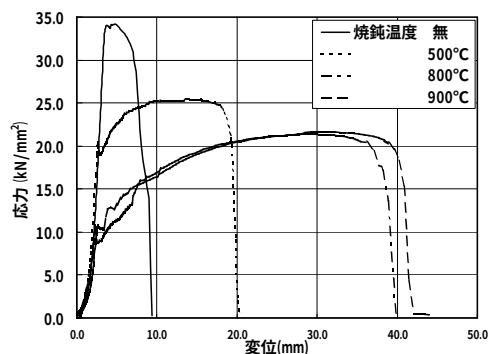


図-1 焼鈍温度による違い

3. 静的載荷試験

図-2 に静的載荷試験用の装置を示す。せん断変形しやすいように四隅をヒンジ構造とし、油圧ジャッキによる交番荷重で、ジャッキ設置位置での水平変位を 1cm 刻みで変化させた。 α はダンパーの設置角度で R は部材角を示す。

図-3 は鉛ダンパー(高さ 100cm、直径 3cm)の試験結果である。設置角度 α の違いによりダンパー頂部の水平変位が異なることから、ジャッキ設置位置の変位からダンパー頂部の変位を換算すると共に、この変位に対応する部材角(R)も併せて横軸に示している。 $\alpha=90^\circ$ の結果を見ると、鉛特有の履歴曲線を示しているが、せん断応力が小さいため履歴面積は非常に小さくなっている。また、 $\alpha=45^\circ$ の応力は $\alpha=60^\circ$ に比べ大きくなっている。 α が小さくなるほどダンパーが傾斜するため、せん断変形より軸力による伸縮が卓越してくるためと考えられる。

以上の結果から、鉛ダンパーの設置角度としては $\alpha=45^\circ$ が適当と考えられる。鉛ダンパーは最大引張力から元

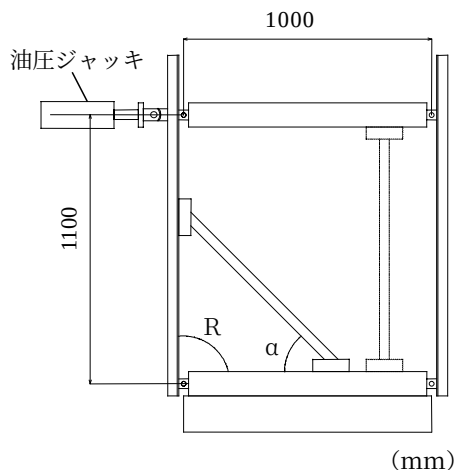


図-2 試験装置図

キーワード：耐震ダンパー，振動実験，せん断変形

連絡先：〒807-8585 北九州市八幡西区自由ヶ丘 1-8 九州共立大学 TEL093-693-3226, 093-693-3225

の位置に戻る時にも、値は小さいが履歴を描いており、互いに逆向きにダンパーを組み合わせることにより、減衰効果を高めることが可能であろう。

図-4 は電解鉄(長さ 100cm, 横幅 25mm, 厚さ 2.5mm)の試験結果である。この試験においては、長さの 1/4 点に貼付したゲージからひずみも測定した。鉛に比べて一度伸びると、その変位に到達するまでほとんど応力が発生しないことが分かる。

4. 動的試験

図-5 に示すように木造骨組を振動台に設置し、動的試験を実施した。この骨組の柱は桁および土台にほぼ構造で結合されている。現道路橋示方書における TYPE2 の第 I 種地盤用の地震波 3 種類を入力させた。振動台の性能が、最大水平変位±15cm であることから、最大加速度を 70%に低減して入力した。

図-6 は第 I 種-1 を入力した時の桁の相対変位を鉛ダンパー有・無で比較したものである。ダンパーを設置すると卓越振動数が高くなっていることがわかる。これらの試験の結果を表-1 にまとめて示す。兵庫県南部地震における木造住宅の最大部材角は 1/20 程度といわれており、この時の相対変位は 15cm 程度となる。ダンパー無における骨組の桁における相対変位はこれの 7~8 割程度となっている。

入力地震波で低減率は異なるものの、平均的にみて、桁の最大相対変位が鉛ダンパーでは約 40%、電解鉄では 65%程度となっており、木造住宅用耐震ダンパーとして十分機能していることを示している。木造住宅では窓・扉など開口部があることから、各階当り 4~6 組のダンパーを設置すれば、鉛ダンパーで低減率 0.5~0.6 程度は期待できるものと考えられる。

5. まとめ

本研究では木造住宅を対象として耐震ダンパー試験を実施したが、一般に、他のせん断変形する構造物系に対しても、柱剛性の大きさに対応する断面のダンパーを用いれば、同様に応用できるものと考えられる。

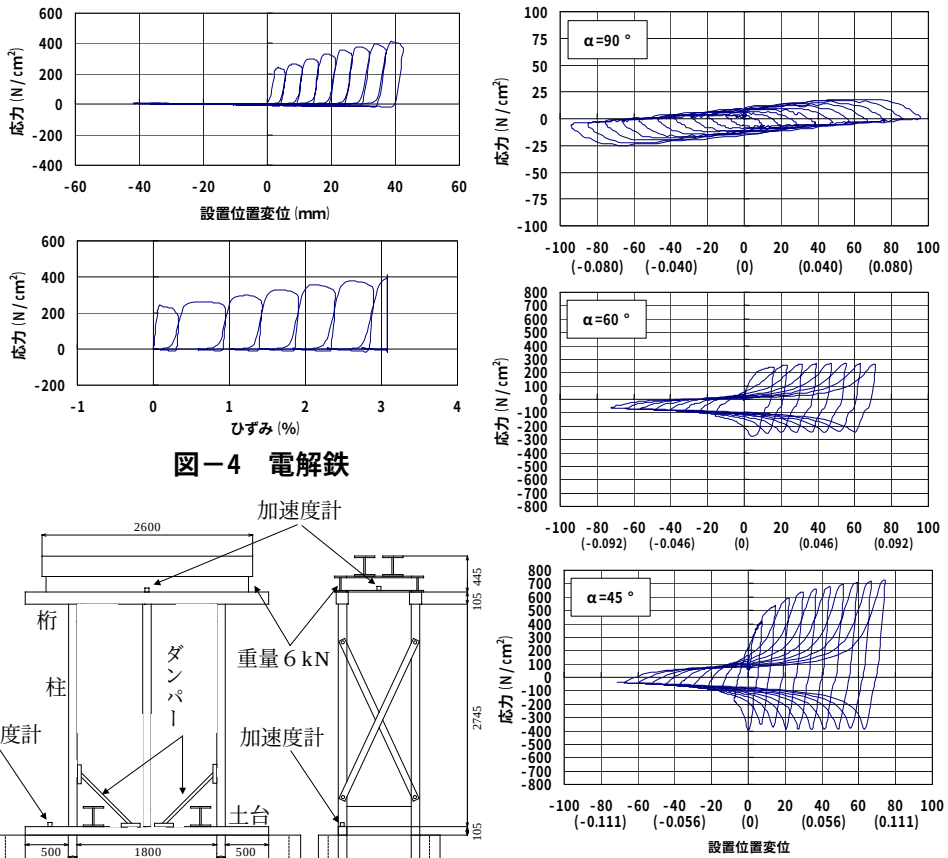


図-4 電解鉄

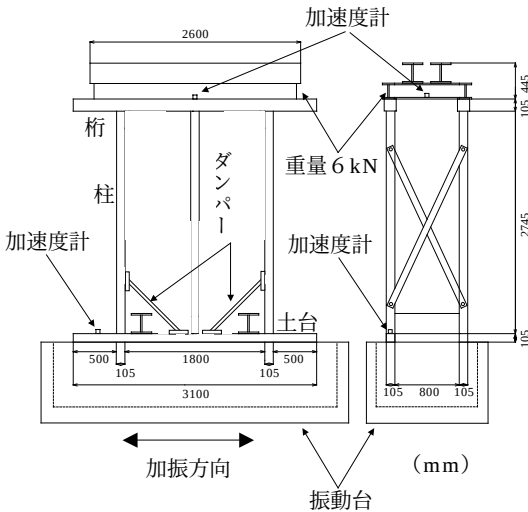


図-5 木造骨組

()内は部材角 R の値

図-3 鉛

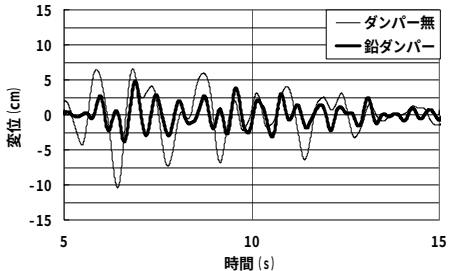


図-6 相対変位の比較

表-1 最大相対変位と制震効果

入力地震波	ダンパー無		鉛			電解鉄		
	変位	部材角	変位	部材角	低減率	変位	部材角	低減率
第 I 種-1	104	0.035	48	0.016	0.46	66	0.022	0.63
第 I 種-2	118	0.039	38	0.013	0.32	88	0.029	0.75
第 I 種-3	115	0.038	43	0.014	0.37	69	0.223	0.60

変位(mm)