

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。

2、試験概要

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。

電解鉄と一般用鋼材の特性を検討するため、長さ 250mm、径 19mm の一般に用いられている丸鋼と電解鉄で製成した丸棒に対して実施した。図-1 に応力-ひずみ曲線を示す。表-1 に試験結果を示す。電解鉄は鋼材に比べ引張強さが 1/2、降伏点応力が 1/5 程度と小さく、じん性が高いといえる。

また、電解鉄は製作時による焼鈍温度によって、特性が大きく変化するといわれていることから、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-2 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。電解鉄を焼鈍温度 500℃と 800℃で製作した材料は、市販されている弾塑性履歴型ダンパー用鋼材(新日鉄 BT-LYP225, BT-LYP100)とそれぞれほぼ同じ特性を有していた。

本試験によれば 800℃と 900℃では特性に大きな違いが見られないことから、電解鉄ダンパーの材料は 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。

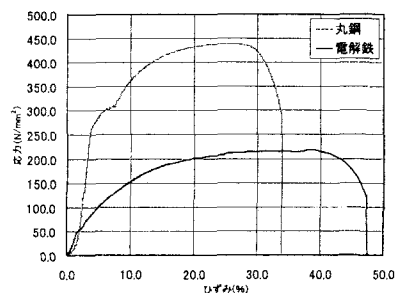


図-1 引張試験

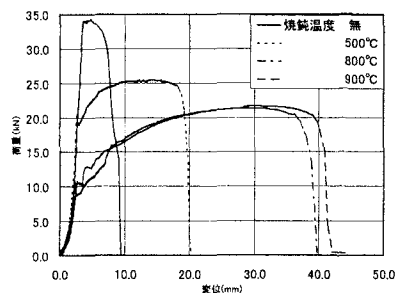


図-2 焼鈍温度による違い

表-1 引張試験結果

	鋼材	電解鉄
引張強さ(N/mm ²)	440	219
降伏点応力(N/mm ²)	302	64.8
絞り (%)	44.2	63.1

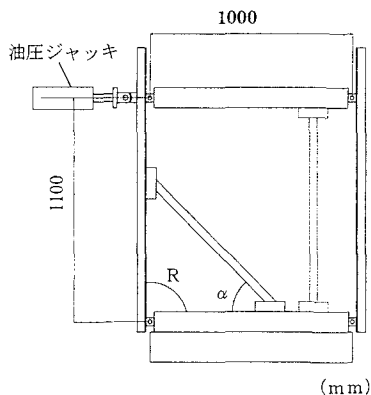


図-3 試験装置図

3、静的載荷試験

図-3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-4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 は 45° 、 60° 、 90° (鉛直)の3通りとした。 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、ジャッキ設置位置変位から換算すると共に、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、せん断応力が小さくなるため履歴面積は非常に小さくなっている。

この理由としては、橋梁用ダンパーでは支承部に設置することから、ダンパーの高さは常に一定であるため、水平変位が大きくなるにつれて軸力が作用し、大きな応力が発生する。一方、住宅では、水平変位と共にダンパー高さも低下することから、せん断変形の度合いも小さくなるためと思われる。 $\alpha=45^\circ$ の応力は $\alpha=60^\circ$ に比べ大きくになっているが、 α が小さくなるほどダンパーが傾くため、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、減衰効果が高めることが可能であろう。

高さ50cm、直径3cmの鉛柱ダンパーに対しても静的載荷試験を実施したが、図-4とほぼ同じ結果が得られた。

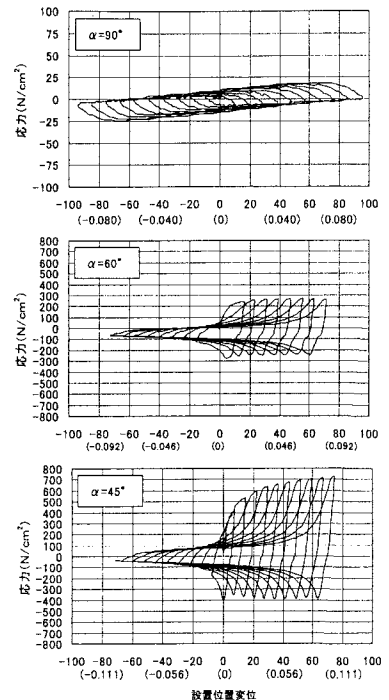
図-5は電解鉄(長さ100cm、横幅25mm、厚さ25mm)の試験結果である。この場合で長さの1/4点に貼付したゲージからひずみも測定した。鉛に比べて一度伸びると、その変位までほと

んど応力が発生しないことが分かる。しかし、小さな変形の時から履歴エネルギーが発生しており、ダンパーとして十分使用できるものとする。

電解鉄と比較するため、一般鋼材(長さ50cm、横幅50mm、厚さ2mm)の試験を実施した。図-6にその結果を示す。電解鉄に比べて応力は大きくなるが変形が小さい。また、ダンパー設置位置変位20mmまでは残留ひずみがほとんどゼロであり、電解鉄と特性が異なっている。

4. まとめ

兵庫県南部地震における木造住宅の最大部材角は1/20程度といわれている。今後、本試験結果と住宅の柱剛性の関係から断面を決定し、このダンパーを設置した木造模型に対する振動試験により耐震性能を明らかにしたい。



()内は部材角Rの値

図-4 鉛

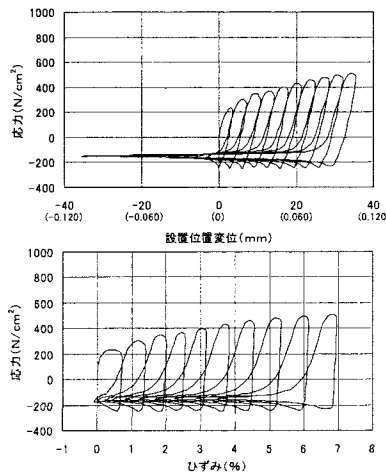


図-5 電解鉄

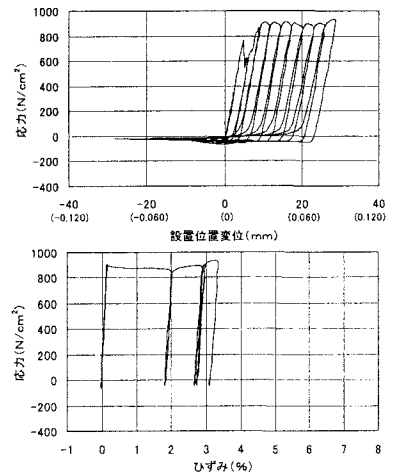


図-6 一般鋼材