４）地域イノベーション創出総合支援事業重点地域研究開発推進プログラム（育成研究）

４）－１　構造物の耐震性能を高機能化する次世代パッシブトリガーダンパーの開発

Study on Development of Seismic Passive Damper for Structures

（研究期間　平成 21～23 年度）

材料研究グループ　山口修由
Dept. of Building Materials and Components　Nobuyoshi YAMAGUCH

Seismic passive dampers for structures were developed. The damper is composed of a rod and a cylinder, which are glued using high damping rubber. The dampers were arranged with K shape in a wood-frame of conventional Japanese wood-houses. The dampers were connected to wood-frames with a pair of joint plates. Shaking table test of the wood-frame specimens with K-shape damper showed a half response displacement compare to those of plywood sheathed wood-frame specimens. Response of wood-frame specimens with the damper was simulated by computer with a degrading tri-linear hysteresis model.

［研究目的及び経過］

木造建築物などの耐震性能を向上させる要素技術として，耐震用ダンパーの利用が着目されている。これまでのダンパーは，鋼構造や鉄筋コンクリート構造などの堅い部材に取り付けることが前提に開発されてきた [1)]。しかし，木造建築物の場合は，部材の柔らかさによって，ダンパー本来の性能が発揮できない場合が多く，多数のダンパーを取り付ける必要があった。

本研究では，木造建築物に取り付けることを前提に，主として木造建築物に適した耐震用のダンパーを開発することを目的とした。本研究においては、開発した耐震用のダンパーとその応答低減効果等について報告する [2)]。本研究は，（独）科学技術振興機構の育成研究資金によって実施された。

［研究内容］

木造建築物用のダンパーとして，高減衰ゴムを用いた写真１に示す耐震用ダンパーを開発した。このダンパーの基本構造は、金属製のロッドとシリンダー間に高減衰のゴムを圧入し，ゴムと金属の間を加硫接着したものである。このため，外観上は，オイル等を用いた流体系ダンパーと同様の形状である。ただし，流体系ダンパーではオイル等が漏れる場合があり，適切なメンテナンスを実施する必要がある。これに対しては高減衰ゴムを用いた本ダンパーでは，オイル等が漏れ出すリスクはなく，メンテナンスが容易である。流体系のダンパーでは，電気信号を用いて性能を可変とするアクティブダンパーとして使用することができるが，本ダンパーではメンテナンス性を考慮して，電気制御を使用しないパッシブダンパーとした。なお，本ダンパーでは，金属製のロッドとシリンダー間に金属製のプラグを追加することによって，性能をある程度可変にすることを可能とした。例えば，ノッチ付きのプラグを用いた場合は，途中でプラグ（ノッチ部）を折ることによって，トリガー機能を付与することができる。このように，プラグを用いることによって，耐震性能をある程度可変とすることを可能とした。

本ダンパーを木造建築物に取り付ける方法として，木造の軸組の中に，写真２に示す K 型に配置する方法を開発した。通常ダンパー等を木造軸組の内部に設置する場合，木造耐力壁の端部に設置するホールドダウンと干渉して，ダンパーの取り付けが困難である。しかし，本ダンパーではタイダウンボルト（上下階を貫通）を使用した場合においても，タイダウンボルトを挟み込むように設置する２枚の接合金物を使用することにより，ダンパーとタイダウンボルトが同一軸組内で共存できる。K 型に配置したダンパーの先端部分は，2 枚の接合金物と摩擦ボルトで接合され，接合金物は軸組の上下の柱横架材接合部と，ガタの少ないスクリュー（木ねじ）接合される。柱横架材接合部分の土台・桁側には，接合金物が木材の繊維直交方向にめり込むことを防止するために鋼板を設置している。接合金物は，タイダウンボルトの座金によって横架材と圧定されることによって，接合金物の浮き上がりを拘束している。これらの工夫によって，ダンパーの接合部剛性を向上させた。この接合法を写真３（片側の接合金物と，タイダウンボルト，座金および

めり込み防止用の鋼板）に示す。

本ダンパーの性能を調べるために，（独）防災科学技術研究所の大型振動台を使用して，本ダンパーを設置した木造軸組試験体を用いた振動台実験を実施した。この振動台実験では，1995 年阪神淡路大震災において神戸海洋気象台で観測された強震波形のＮＳ成分を使用した。本ダンパーを設置した木造軸組の応答を予測するために，地震応答計算を実施した。

［研究結果］

積載荷重を 2tonf として，神戸ＮＳ波 70%を用いた振動台実験において，合板（1P, 壁倍率 2.5）を使用した場合（C_0=0.18）と，K 型にダンパーを配置（1P）した（プラグなしの基本状態）場合の，木造軸組試験体の荷重変形曲線と応答変位を図 1 および図 2 に示す。図 2 によると，本ダンパーを設置したダンパーの応答変位は，合板を設置した場合の 1/2 以下であった。図 3 は，本ダンパーを設置した木造軸組の地震応答計算の例を示す。本ダンパーの復元力特性は，剛性低下型であり，剛性低下型トリリニアモデルを使用することによって，本ダンパーの応答を予測できることが明らかとなった。

［参考文献］

1）パッシブ制振構造設計・施工マニュアル，（社）日本免震構造協会，平成 19 年 7 月。

写真 1　プラグ付き高減衰ゴムダンパー

写真 2　ダンパを K 型に配置した振動台実験用試験体

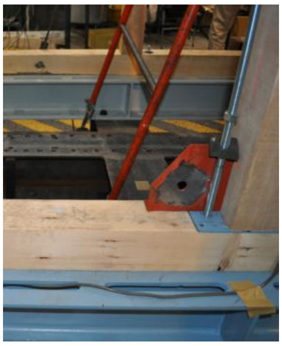

写真 3　柱横架材接合部

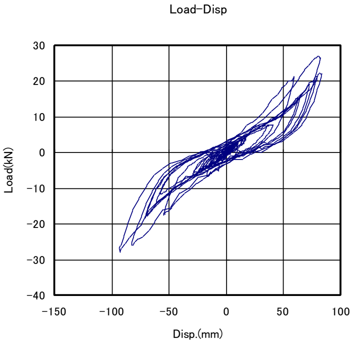

図 1　振動台実験による荷重変形曲線

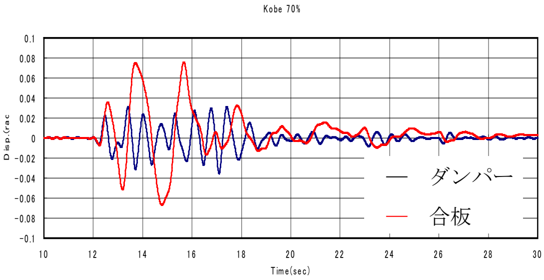

図 2　振動台実験による応答比較

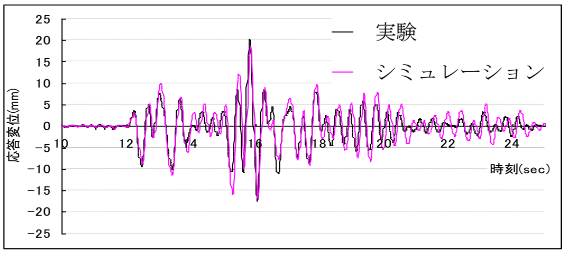

図 3　地震応答解析