

鈴木 康芳



Abstract

Yamaha Motor Hydraulic System Co., Ltd. (YHSJ) primarily manufactures hydraulic products such as shock absorbers for two- and four-wheelers, and electro-hydraulic power tilt devices for outboard motors. YHSJ have undertaken to jointly develop and manufacture the damping devices sold by ODM Co., Ltd as a new product which can utilize our core technology. Damping devices work in a similar way to vehicle and industrial shock absorbers by damping and absorbing the shaking and vibrations from earthquakes, so YHSJ's original hydraulic damper technology has been incorporated as a basic structural component.

This report introduces the Damping Devices for Wooden Buildings (Product name: DYNACONTI) developed by YHSJ. (DYNACONTI is a registered trademark of ODM Co., Ltd.).

1 はじめに

ヤマハモーターハイドロリックシステム株式会社(以下、当社は、2輪・4輪車用ショックアブソーバや船外機用電動油圧式パワーチルト装置など、主に油圧機器を製造している。当社のコア技術を活用できる新商品として、株式会社オーディーエム(以下、ODM)が販売する制振装置の共同開発および製造を受託することになった。制振装置とは自動車や産業用の緩衝器と同様、地震からの揺れや振動を減衰・吸収によって抑える装置で、基本構造には当社の油圧式ダンパを採用している。

本稿では、開発した木造建物制振装置「商品名:ダイナコンティ」について紹介する(『ダイナコンティ』はODMの登録商標)。

2 開発の背景と狙い

阪神淡路大震災や東日本大震災以降、より地震の揺れに強い建物や住宅が求められ、耐震化構造である「耐震」「制震」「免震」各構造が世間一般的に知られるようになった。簡単に各耐震化構造について説明する(図1)。

「耐震」:建物に補強構造(耐力壁・筋かい)や補強材を取り入れ、建物自体を強くする構造

「制震」:建物に制振装置を設置し振動による揺れを吸収、軽減させる構造

「免震」:建物と基礎の間に免震装置を設置して、建物自体に揺れを伝えさせない構造



図1 耐震化構造の比較

耐震化構造は建物の種類や構成などにより効果が異なるため、建物の地震への対策要求や条件、費用などに応じて選ぶ必要がある。また、建物は「建築基準法」に基づいて設計されているが、耐震強度の基準は年々強化されており、建築された年代により耐震強度は大きく異なっている。古い「建築基準法」では大地震の揺れに対して、十分な安全確保ができていないことが学会や機関誌上などで報告され、近年では新築・増改築・補強工事の際、耐震化構造を取り入れる建物が増加傾向にあることはいうまでもない。最近、耐震化構造の中でも比較的設置が容易で安価な「制震」構造の需要が高まっており、成長商品として販売競争が激しくなっている。当社製の制振装置「ダイナコンティ」は「制震」構造として、油圧式ダンパ（オイル粘性）を採用した。ここで、「制震」構造について詳しく説明する。「制震」構造に用いられる「減振材」は以下の4つに大きく分類される。

- ① オイル粘性
- ② 樹脂・ゴム材の粘弾性
- ③ 金属弾性（低降伏点材）
- ④ 各種摩擦抵抗

①～④「減振材」は、それぞれ一長一短があり、各採用メーカーでは特色を生かし差別化を図っている。先に記述したとおり、当社がODMと共同開発、製造する木造建物用「制震」構造の制振装置（以下、ダイナコンティ）の「減振材」には、当社の油圧技術・ノウハウを最大限活用できる「オイル粘性」を採用している。以下に、ダイナコンティ開発の狙いと着眼点について述べる。当社は、先行する競合メーカーには真似のできない商品性と油圧機器専門メーカーである優位性を最大限活用できる製品造りを方針とし、以下の3項目を開発の狙いとした。

- ・小型・軽量
- ・高い制振性能

・機能と個性的なデザインの両立

さらに、開発に際しては下記4項目についても考慮した。

- 1) 建物は長期間使用される⇒経年劣化を考慮
- 2) 信頼性の確保 ⇒ オイル洩れしない
- 3) 新築、リフォームどちらも対応可能⇒施工性と利便性
- 4) ヤマハブランドに相応しい高品質な商品造り

3 製品の概要と特徴

3-1. 基本構造と機構

ダイナコンティは木造建物の柱と土台や梁（以下、横架材）に、ブラケットと台座をアームが一定の角度になるように付属の専用ビスで設置される（図2、3）。また、台座は構造材の上側、下側、左右のどちらにも設置でき、オイルダンパ部は作動中、回転方向への変化にも対応できる。



図2 設置状態

ダイナコンティの制振メカニズムは以下の通りである。

- ・柱と横架材に設置されたダイナコンティは、地震の揺れによる柱の傾きをブラケットとアームを介して横架材の台座に固定されたオイルダンパ部を作用させる（図4）。
- ・柱の傾きに相応した動き（スピードとストローク）で横置

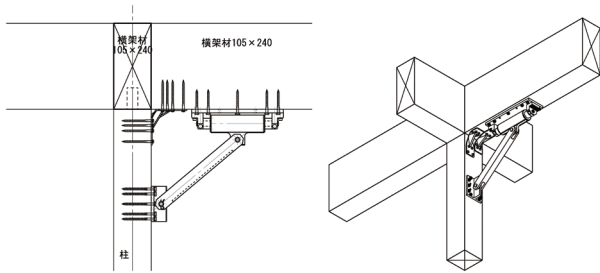


図3 取付形態図

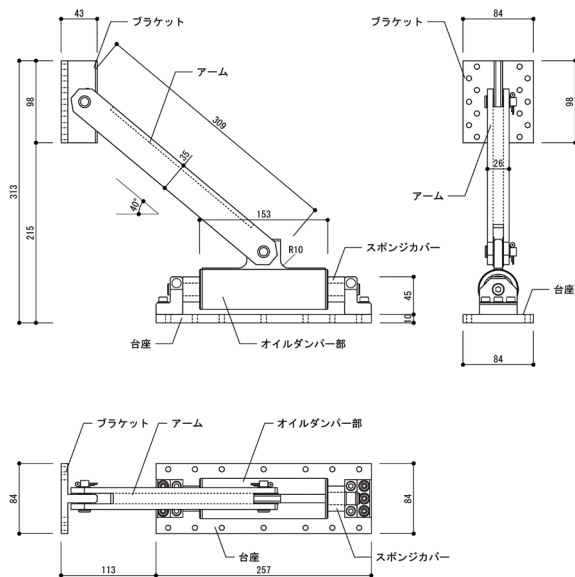
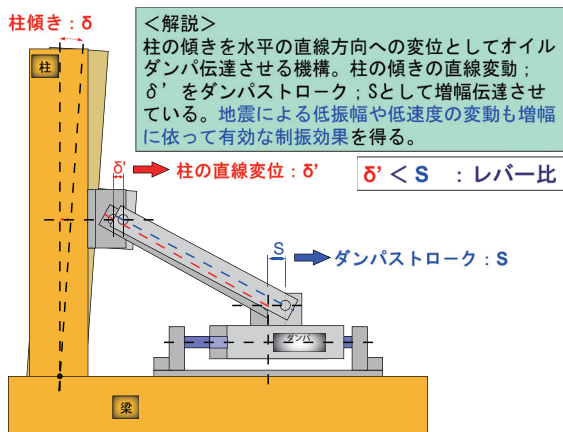


図4 ユニット外観図



ダイナコンティ 機構

図5 柱の傾きとダンパストロークの機構

きに設置されたオイルダンパ部の作用が増幅し、効率的に往復作動して制振する（図5）。

- ・ダンパは柱から伝達された動きを、内部のオイル流路より、オイル粘性による抵抗力（減衰力）で減衰させる（図6）。
- ・オイルの粘性で発生した抵抗力は熱エネルギーに変換・放熱され、安定した減衰効果を生む（図7）。
- ・減衰効果で地震による揺れを低減させ、建物の変形や損傷を最小限に抑えられる（図8）。

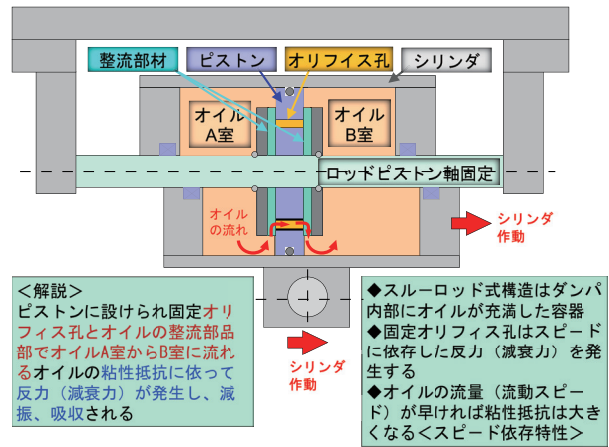


図6 減衰力発生仕組みとダンパ構造<スローロッド式>

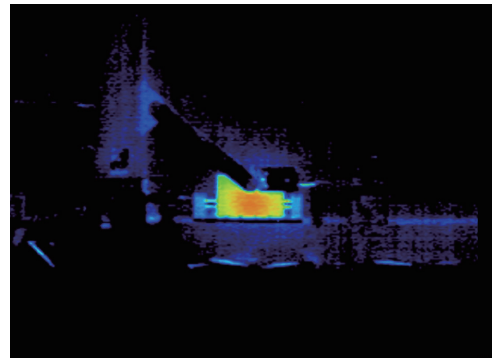


図7 作動による熱エネルギー吸収効果のサーモグラフィー画像

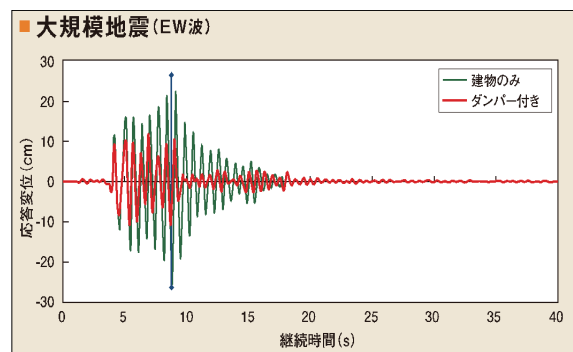


図8 制振効果 <条件による>

3-2. ダイナコンティ設置による効果と特徴

ダイナコンティの効果は、建物の変形や揺れを吸収させて住宅や家具の損傷を軽減させ、人命を守ることである。また、柱の傾斜の直線変位をオイルダンパの水平変位に増幅伝達させることで、地震による柱の低速度域や低振幅域の揺れにも有効な制振効果が得られる。

ダイナコンティの特徴を以下に紹介する。

・制振性能

オイル粘性の特性により、小さな揺れから大きな揺れまで高いレスポンスで最適な性能を発揮する。また、繰り返しや継続的な地震振動にも常に安定した性能で有効に作用する構造となっている。さらにスルーロッド式ダンパ構造(図6)を採用したことにより左右同一特性を確保し、減衰発生部のオリフィス孔と整流部品を採用したことで、高減衰力でのキャビテーションの発生も低減させた。これらによって高い制振性能を実現した。

・信頼性

長期間の使用を考慮し、経年劣化を最小限に抑える製品設計を施し、オイルや構成部品・部材の選定により、劣化防止構造と性能の安定を図った。加えてオイル漏れの発生を防止するために高い密封性構造を採用した。また、全数を性能測定し、シリアル番号によって管理することで、製品の性能保証とトレサビリティを確保した。さらに省令準耐火構造基準にも適合させた。

・施工性・利便性

小型、軽量を両立させたことで、設置場所を選ばない高い施工性を実現した。また、新築だけではなく既存木造建物の増改築や補強のための設置も可能とした。さらに断熱発泡剤の吹付施工にも対応させた。その一方で、ローコスト、メンテナンスフリーを実現させ、高い利便性も確保した。

・品質

ヤマハ発動機株式会社向けサスペンションや油圧製品技術を応用し、アルミ材を多用することで強度と軽量化の両立を実現するとともに、優れたデザイン性も確保した。また、作動時の消音構造を織り込むことで、干渉音、勘合ガタ音、スイッチ音などを低減させ、優れた静粛性も確保した。

4 おわり

これまで関連のなかった建築分野の新商品開発にあたり、課題も多く、過去に前例のない短い開発日程や評価試験など、従来の開発手順では到底達成不可能な案件であった。それらの対応には、木造建築への適用のため、大学教授や一級建築士との産学連携チームによる共同開発とともに、今まで培った知識や経験を軸に、目標達成に向けて新設計・仕様の織込みなどを積極的に推進した。客先、関連部署、取引先の協力を得ることで、計画通りに製品化ができた。

本製品で、予測されている大地震からの災害に備え、防災・減災の一助になることを願う。今後もチャレンジ精神を忘れず、油圧技術を活かした製品で期待を超える価値の提供をしていきたい。また、地域・社会に貢献するものづくりで、常に多くのお客様に喜んでいただける製品開発ができるよう努めて行く所存である。

最後に、本製品開発に関わった方々には多大なご尽力を頂き、この場を借りてお礼を申し上げます。

■著者



鈴木 康芳

Yasuyoshi Suzuki
ヤマハモーターハイドロリック
システム株式会社
第一開発室