

I - B 478

可変剛性型ジョイントダンパ制震システムに関する研究

大阪市 正員 一ツ町展也
 京都大学工学部 フェロー 家村 浩和
 京都大学工学部 正員 五十嵐 晃

1. はじめに

ジョイントダンパシステムは、隣接する構造物間をダンパで結合し、それぞれの構造物の振動特性の違いによる揺れの差(相対変位)を利用して振動エネルギーを吸収させ、各々の構造物の振動を同時に低減させようとするものである。

ジョイントダンパーとして粘性ダンパーを用いた場合、高い制震効果をあげられることが研究されている¹⁾が、このようなダンパーを用いた場合での制震システムでは、ダンパーで発生する復元力・減衰力の要求レベルが大きくなった場合、それを満たす性能を持つダンパーの製作が困難となることが考えられる。

そこで本研究では、比較的大きな復元力の発生が可能となる可変剛性型ダンパーを用いた制御を適用したジョイントダンパ制震システムを提案し、数値シミュレーションにより、その有効性を検証した。

2. 可変剛性型ジョイントダンパ

可変剛性型ジョイントダンパの構造として、図 1 なるものを考える。剛性切り換え装置の基本的な構造は、油封式装置であり、ピストンで分けられるシリンダーの2つの部屋をバイパスを設けることにより連結している。さらに、バイパスの途中にバルブを設け、バルブの開閉により接続状態をロック状態、あるいはアンロック状態として、ピストンの一端に連結した板バネに2種類の剛性を実現する。ここで、板バネを用いることにより、比較的大きな復元力も出力可能となる。

このダンパーに対し、図 2 に示すようなアルゴリズムで制御を与える。すなわち、ピストン変位が、

- 零変位から変形が増加を続ける間は最大剛性を設定し、変形を抑える。(state-A,C)
- 変形の増加が止まり変形が零変位に戻り始めたときに軟化剛性に切り換え、緩やかに変形を戻す。(state-B,D)

この制御法により、次の効果が期待される。

1. 構造物の固有周期の非固定化(双周期性)による共振の抑制効果
2. 可変剛性装置のエネルギー吸収による振動低減効果

この制御法はセミアクティブ制御に分類されるものである。この装置に使用されるエネルギーは、バルブの開閉に要する電力のみであり、小さな供給エネルギーでシステムを稼働することが可能である。

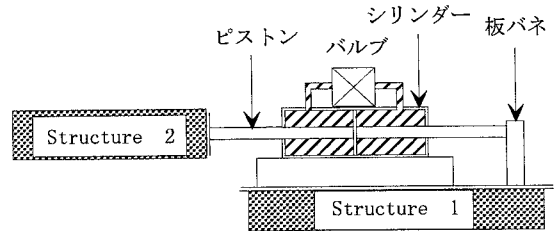


図1 可変剛性装置

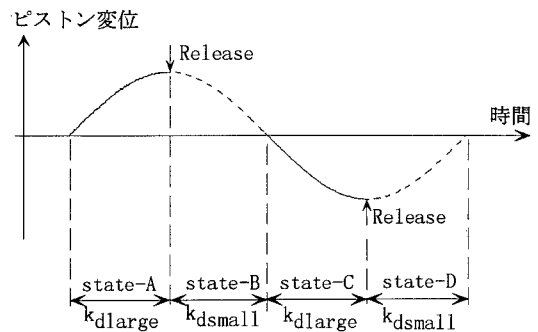


図2 制御アルゴリズム

キーワード：ジョイントダンパー、制震システム、可変剛性型ダンパ

〒606-8501 京都市左京区吉田本町 TEL 075(753)5088,5089 FAX 075(753)5926

3. 制御シミュレーション

解析モデルを図3に示す。これらモデルのパラメータとしては、京都大学防災研究所内に存する実大5層および3層試験体フレームを低次元化したものを用いる。

まず、最大加速度10gal、継続50秒のサイン波入力での構造系の周波数応答関数を図4に示す。ただし、可変剛性装置の最大負荷剛性率は1系の加速度応答のピーク値が最も小さくなる値を用いる。この値は剛性値と制御域値によりなるパラメータである。軟化剛性について

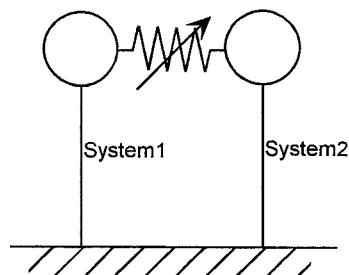


図3 モデル図

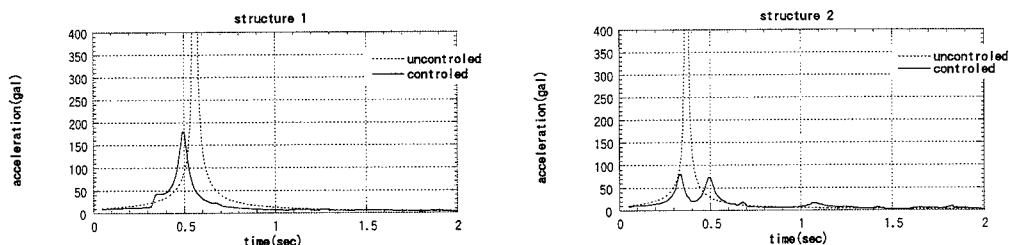


図4 周波数応答関数

は0と仮定した。1・2系のいずれの応答曲線に関しても無制御の場合と比較して、ピーク値は10%程度に低減され、有効な制御がなされていると考えられる。次に入力波として、Elcentro波を入力した場合での1系・2系の各時刻歴応答結果を図5に示す。ただし、Elcentro波は最大加速度130gal、継続時間30秒として用いる。

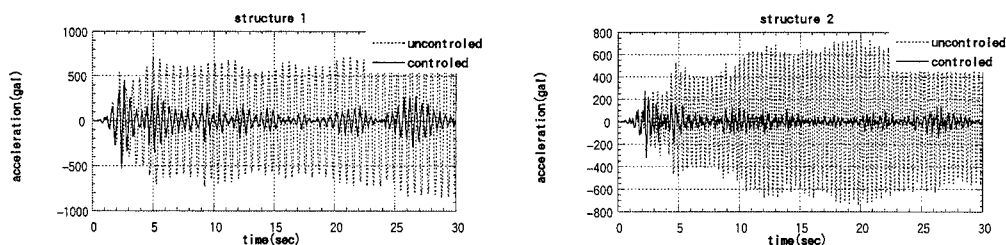


図5 El Centro地震波応答結果

また併せて可変剛性装置のエネルギー吸収性能の時刻歴を図6に示す。その結果、1系・2系の各応答ともに効率よく制震されており全般的に安定した振動抑制効果が得られており、可変剛性装置の剛性切り換えとエネルギー吸収性能の有効性が確認できる。またこの場合での最大復元力の値は1.5kNである。

参考文献

- 1) 藤原貢士良、五十嵐晃、家村浩和、ジョイントダンパーによる隣接構造物の震動制御に関する基礎的研究、卒業論文、京都大学、1997
- 2) 小堀鐸二、鎌形修一、自律型適応制御による可変剛性型・制震システム(制震構造の研究)、日本建築学会構造系論文報告集第420号、pp.121-131、1991

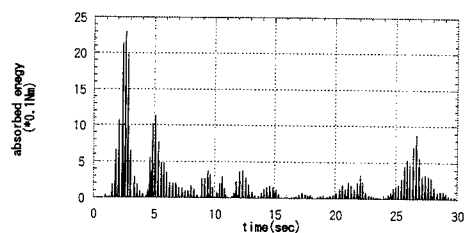


図6 可変剛性装置の吸収エネルギー