

# 高速ビジョン技術を活用したハイブリッド制振に関する検討

|           |      |       |         |        |      |
|-----------|------|-------|---------|--------|------|
| 広島大学      | 学生会員 | ○廣瀬貴士 | 東電設計    | フェロー会員 | 中村秀治 |
| 広島大学大学院   | 学生会員 | 鍵村俊哉  | 広島大学大学院 | 学生会員   | 池頭 賢 |
| 産業技術総合研究所 |      | 辻徳生   |         |        |      |

## 1. 背景と目的

センサー、コンピュータ、アクチュエータの進歩により、アクティブ制振が発展した。アクティブ制振には、制振効果はパッシブ制振構造よりも高いが、常時動力を必要とし、非経済的な面がある。その問題点を解決する新たな制振方法として、異種の制振方法を組み合わせたハイブリッド制振が開発され、高層ビルや建設用クレーンなどに採用されている。そこで、本研究では、スロッシングダンパーとAMD（Active Mass Damper）方式のアクティブ制振システムを併用した制振構造の解析、実験を行い、ハイブリッド制振の効果を検討する。

## 2. 検討内容

運動方程式を直接積分することで、現時刻における変位観測値と地震加速度から制御力を算出するアクティブ制振の解析に加え、スロッシングダンパーの液面が線形に振動すると仮定し、定速度型ダイナミックダンパとみなすことでマスダンパーとして解析する。その2つを同時に行うことでハイブリッド制振の解析を行う。

さらに、2層骨組構造の供試体の上部に水槽とスライダを設置し、スロッシングダンパーとスライダによる制御力を同時に作用させることで、ハイブリッド制振実験を行う。Fig.1に模型試験体（左）、スライダ（右上）と水槽（右下）を示す。スロッシングダンパーのスロッシング周波数は式(1)で表され、本実験における模型試験体の固有振動数2.27Hzと、水槽幅L=14.7cm、水深H=9.5cmの条件

で一致する。

$$f = \sqrt{\frac{g}{4\pi L} \tanh\left(\frac{\pi H}{L}\right)} \quad [\text{Hz}] \quad (1)$$

g：重力加速度[m/s<sup>2</sup>]，L：水槽幅[m]，H：水深[m]

実験に用いた地震波は、Fig.2のような阪神淡路大震災時に神戸海洋気象台で観測されたNS波の振動台上再現波である。変位の計測点は、模型試験体の上段部であり、スライダによる制御力の作用位置は上段中央部である。

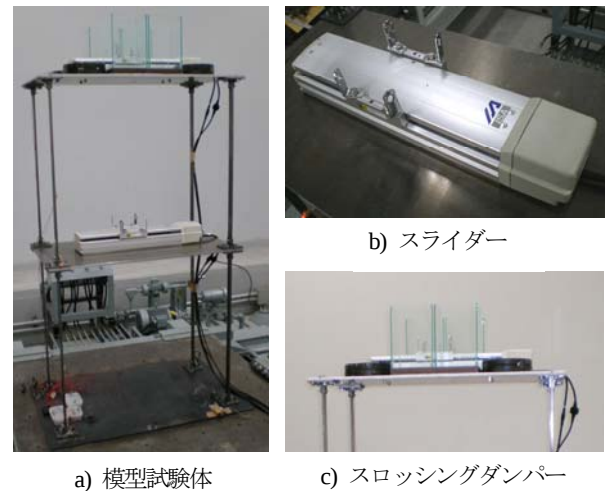


Fig.1 供試体

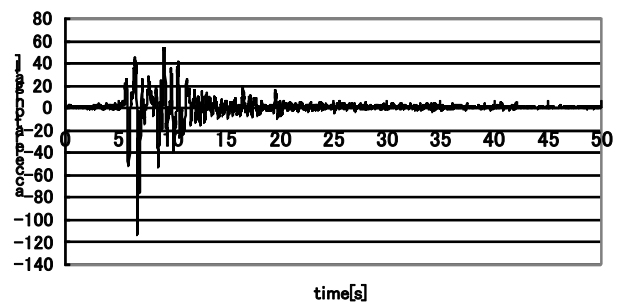


Fig.2 実験に用いた振動波形

### 3. 振動台実験結果

Fig.3 に振動台実験における模型試験体上部の時刻歴応答波形を, Fig.4 に実験結果と解析結果の応答変位の比較を, Fig.5 にアクティブ制振のみの場合とハイブリッド制振を行った場合の制御力の比較を示す.

ハイブリッド制振を行う際には, アクティブ制振による制御力に, 「入力された加速度が 5gal 以下の状態が 0.5 秒以上続いた場合, 制御力をゼロにする」という条件を付加する. そうすることで, アクティブ制振による過度の制御力を抑え, 微弱な振動をスロッシングダンパーにより制御することで, 効率のよい制振が行えると考えられる. その条件により, Fig.2 に示した振動波形では, 0 秒から 5 秒の間, 20 秒以後にはスライダーによる制御力は発生せず, スロッシングダンパーのみの制御となる.

### 4. 結論

スロッシングダンパーとアクティブ制振を併用したハイブリッド制振実験において, 最大変位をアクティブ制振のみの場合よりも 20%程度抑制することができた. また, アクティブ制振のみの場合よりも, ハイブリッド制振を行うことで制御力を 15%程度抑制することができた. アクティブ制振による制御力に起動の条件を付加することで, 過度の制御力をなくし, 効率的な制振を行うことができた.

スロッシングダンパーをマスダンパーとして解析することで, パッシブ制振を再現でき, アクティブ制振の解析を並行することでハイブリッド制振を再現できた. しかし, 実験結果と解析結果には大きな差があることから, 今後は, さらに整合性を高める必要がある.

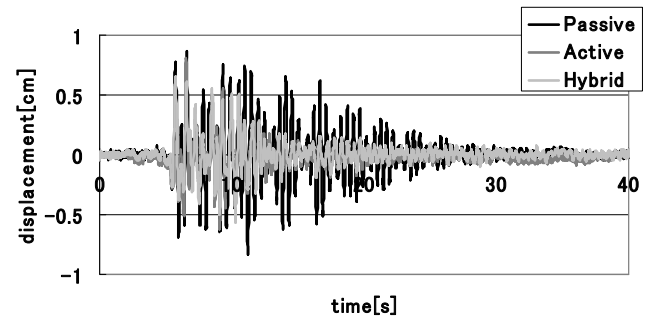


Fig.3 供試体上段部の応答変位

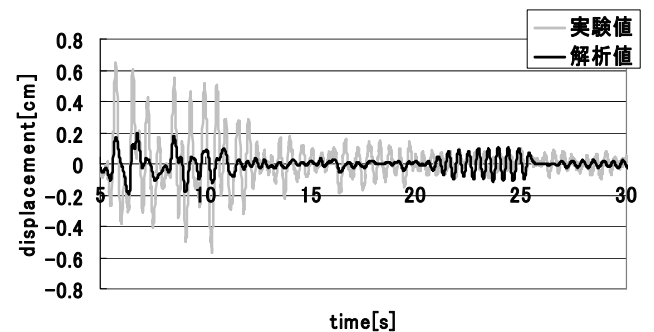


Fig.4 実験結果と解析結果の比較

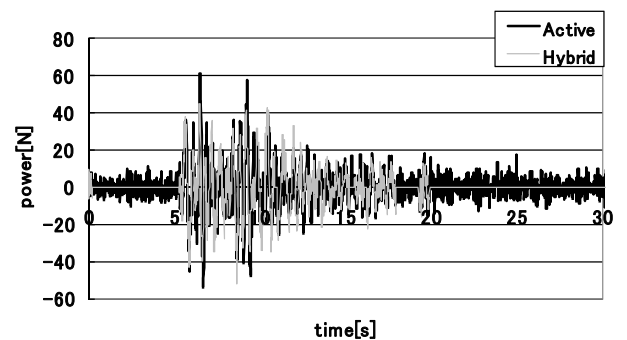


Fig.5 スライダーによる制御力比較

### 5. 参考文献

- 1) 石崎秀治 : Sloshing III. ダイナミックダンパ, 国立天文台報, 第3巻, 1996
- 2) 本山潤一郎 : スロッシングダンパーによる制震効果に関する検討, 広島大学卒業論文, 2006
- 3) 山田伸志 : 振動工学入門 (改訂版), 2001