

I - B 472 アクチュエータの周波数特性を考慮した FRP ドーム構造物の振動制御

日本技術開発 正会員 西嶋 邦彦
 長岡技術科学大学 建設系 正会員 鳥居 邦夫
 同上 建設系 正会員 宮木 康幸
 同上 機械系 正会員 川谷 亮治
 太陽工業 正会員 田波 徹行

1. はじめに

ドーム構造物は屋内空間が大きくとれる利点があるが、構造上長大なスパンを有すること、そして多数の弾性部材から構成されることなどにより、風などの外乱によって振動が発生しやすい。そこで、本研究ではドーム構造物に対してアクティブ制御を行うことで、この振動を低減することを目的とした。本研究では実際のドーム構造物の一例として Fig. 1 に示す FRP ドーム構造物を取り上げ振動制御を行った。

また、本研究では制御方式として、速度フィードバック制御を採用した。これは制御対象の FRP ドームが、多くの材質の違う部材より構成されていることや、ドームを構成している各パイプ部材をワイヤ張力により連結していることなど、構造が複雑であり現代制御理論等の適用が困難であるためである。

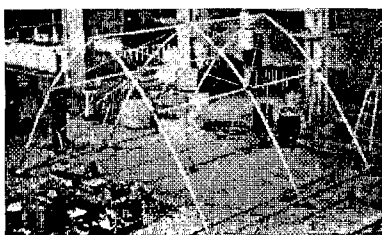


Fig.1 制御対象

2. 制御実験

本研究では、アクチュエータに小型加振器を用いた (Fig.2 参照)。制御力は、加振器に取り付けた重りを加振することにより得られる反力を利用している。

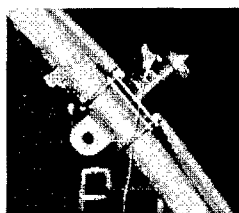


Fig.2 アクチュエータ

次に実験概要を Fig.5 に示す。実験は FRP ドームにホワイトノイズを与えランダムに振動させ、そのときの応答を加速度センサにより計測する。そして、積分器が内蔵された加速度アンプ内で加速度信号を速度信号に変換し、パソコン内のコントローラで比例倍して操作量としてアクチュエータに与えた。

このような操作を行うことにより振動制御を試みた。

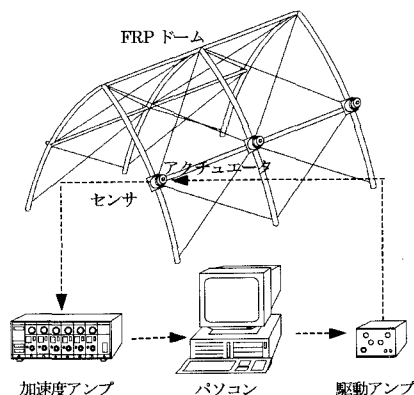


Fig.3 実験概要図

3. 実験結果

実験結果を Fig.4 に示す。制御時および非制御時の周波数応答を計測したものである。図より 10Hz までの低周波数域では、制振効果が得られていることがわかる。しかし、30Hz 付近の応答を見てみると非制御時に比べ制御時の応答が大きくなり励起がしている。振動を低減するための操作量を与えているにも関わらず制御時、逆に応答が大きくなってしまっている。

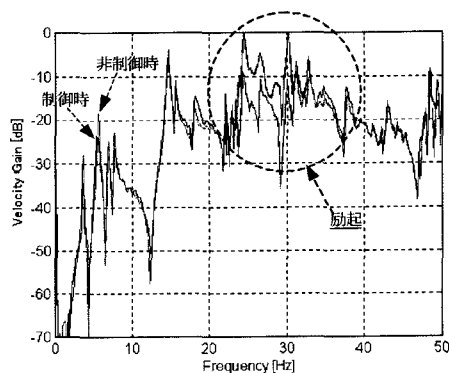


Fig.4 実験結果

4. 制御時の励起の原因

制御時に励起する原因を追及するため、様々な実験を行った結果、アクチュエータのおもりの変更により、制

Keyword : FRP ドーム 速度フィードバック制御 逆システム コロケーション アクチュエータ
 連絡先 : 〒571-0021 大阪府門真市舟田町 31-12 TEL.0720-82-2949

御時に励起する周波数も変わることがわかった。このことにより、制御時の励起の原因は、アクチュエータの周波数特性にあると考えた。Fig.5 はその特性を示したものである。ゲイン線図より、アクチュエータの固有振動数が 25Hz 付近にあることがわかる。また、位相線図より 25Hz 付近を境に位相が急激に変化することがわかる。

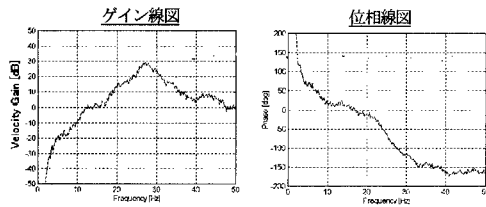


Fig.5 アクチュエータの周波数特性

5. アクチュエータの周波数特性を考慮した振動制御

制御時に励起する問題を解決するために、アクチュエータの特性を考慮した制御を行った。

アクチュエータの周波数特性を考慮した制御を行うために、まずアクチュエータの周波数特性に合うような伝達関数を求めた (Fig.6)。そして、この伝達関数とは全く逆の特性を持つ伝達関数 (逆システム) を作成した (Fig.7)。この逆システムをこれまでのコントローラに付加することにより制御実験を行った。

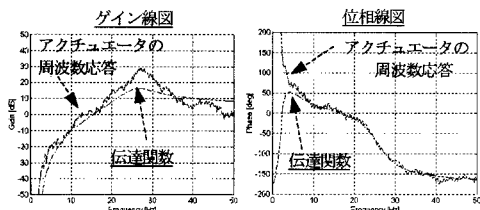


Fig.6 アクチュエータの伝達関数

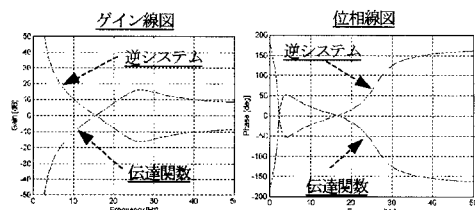


Fig.7 伝達関数および逆システム

6. 逆システムを用いた制御実験の結果

実験結果を Fig.8 に示す。制御時および非制御時の周波数応答を計測したものである。図より、制御時 30Hz 付近で励起する問題は解決されたことが分かる。

また、特性を考慮したことにより Fig.4 に示した特

性を考慮しなかったときに比べ、低周波数域での制振効果が向上したことがわかる。

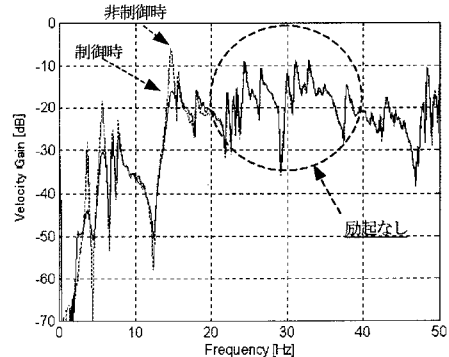


Fig.8 実験結果

Fig.9 は Fig.8 の周波数応答図の 20Hz までを拡大した図である。図を見てわかるように、最も制振効果の高いモードで約 20dB 程ピークの低減がみられる。これは振幅が 1/10 に落ちたことを意味する。

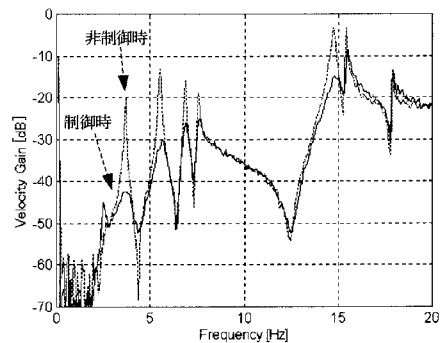


Fig.9 20Hz までの拡大図

7. 結論

- ① 本研究で用いたアクチュエータのように、おもりを振動させるタイプのものは、周波数によって大きく特性が変化する。このようなアクチュエータを用いる場合、その特性を考慮しなければ制御不可能であるが、コントローラ内で逆システムによりあらかじめ周波数特性を考慮してやれば、制御可能となることを示した。そしてこのことにより、周波数によって特性が大きく変わるアクチュエータを使用する場合、逆システムによりその特性をあらかじめ考慮してやる必要があることを示した。
- ② 本研究では、センサとアクチュエータを同位置に配置(コロケーション)し、アクチュエータの周波数特性を考慮したコントローラを用いて速度フィードバック制御を行っている。このことにより、他の構造物に対してもセンサとアクチュエータを取り付けることのみで制振できる。