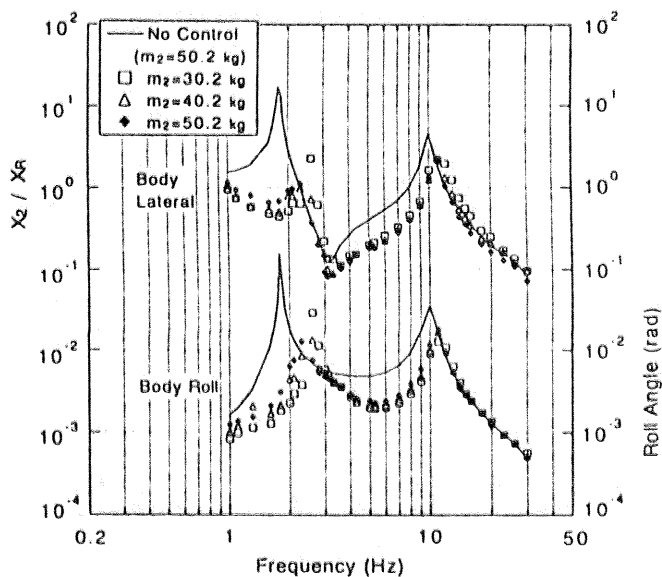


(a) H^∞ Controller



(b) LQG Controller

Fig.3 Effect of Sprung Mass Variation

また、Kalmanフィルタの設計において、プラントノイズは輪軸への外乱入力のみ分散であり、センサノイズのみ分散行列 Θ は次式とした。

$$\Theta = \text{diag} [10^{-1} \ 10^{-1} \ 10^{-1}]$$

なお、サンプリングタイムは、良好な制振効果が得られる 1ms とした。

3.3 実験結果 図3に設計時の半車体質量が50.2 kgのコントローラを、実験時の半車体質量が50.2kg, 40.2 kg, 30.2kgの制御対象へ適用したものを周波数応答図により示す。ここで、非制御の応答は設計に用いた半車体質量が50.2kgのものであり、(a), (b)はそれぞれ、 H^∞ コントローラ、LQGコントローラを用いたものである。まず、単純に制振効果という点から、設計時と実験時の半車体質量が等しい場合(図中の●印)で H^∞ コントローラとLQGコントローラを比較すると、後者は前者に比べ、全体的に大きな制振効果が得られているのが分かる。特に、中間周波数領域(約3~10Hz)において前者はほとんど制振効果が見られない。この原因として、設計で用いた重み関数の低周波数領域を重視した特性によるものや、サンプリングタイムが大きいことによる、中間から高周波数領域にお

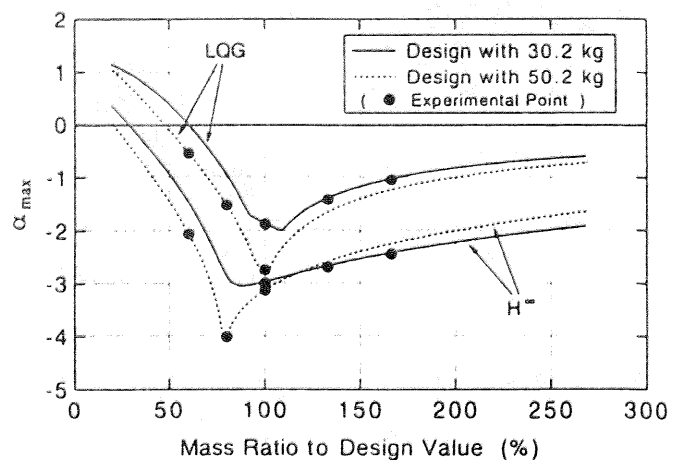


Fig.4 Relation between Mass Ratio to Design Value and α_{max}

けるコントローラの追従性の低下などが考えられる。

次に、半車体質量の変動に対する H^∞ コントローラとLQGコントローラの制振性能を比較する。前者は、実験時の半車体質量の減少に従い、2.8Hz付近で多少の制振効果の劣化が認められる。一方、後者は半車体質量の減少に従い、2.6~2.8Hz付近において目立った振動増大が生じている。なお、設計時より実験時の半車体質量が増加する場合においては図示していないが、両者共に制振効果の劣化は、ほとんど示されなかった。

図4は、図3の実験に用いたそれぞれのコントローラについて、設計時に対する実際の制御対象の半車体質量の比率で示した車体質量変動と、それぞれの制御の閉ループ系の極の実部の最大値 α_{max} で示した安定性との関係を示したものである。なお、図中の●印は実験により調査を行った条件に相当する。この図において、今回の実験で用いた H^∞ コントローラとLQGコントローラを比較すると、前者の方が車体質量変動に対するコントローラの安定性は維持されているといえる。また、車体質量の比率が前者は80%付近、後者は100%付近で安定性が最大であり、両者共にその比率より減少すると、不安定方向へ急激に変化する。

以上の結果から、車体質量変動に伴う制振効果および安定性の劣化を抑制するために、どちらの制御則においても空車時の車体質量でコントローラの設計を行うほうが望ましいと考えられる。

4. まとめ

鉄道車両用アクティブサスペンション系の左右動とロールの連成振動を対象とした半車両縮小模型に対して H^∞ 制御とLQG制御を適用し、その実験的な比較を行い、以下の結果を得た。

(1) H^∞ コントローラは、中間以上の周波数領域における制振効果はほとんど認められなかったが、LQGコントローラは中間周波数領域における制振効果が示された。

(2) 車体質量変動に対して、 H^∞ コントローラにおける制振効果の劣化は少ない。

(3) 車体質量が設計時より減少する場合、両コントローラともに制振効果の劣化の度合いが大きく、また、安定性においても著しい低下が懸念される。従って、コントローラの設計においては両コントローラともに、空車時の車体質量を用いるほうが望ましい。

文 献

- (1) 檜垣・吉江 ほか4名, 機講論, No. 930-81(1993), 71.
- (2) 平田・高橋, 計自論, 30-7, (1994), 776.
- (3) 島宗・谷藤・坂上, 機講論, No. 940-57(1994), 311.