

振動台実験に基づく直接基礎の浮き上がりによる 橋脚の断面力低減効果の検討

徳島大学 学生会員 ○谷掛洋平 徳島大学 正会員 井上貴文
徳島大学 フェロー 成行義文

1. はじめに

現在、橋梁構造物の耐震性能の向上のための研究が成されている。既往の研究¹⁾においては一般的な直接基礎を有する道路橋について解析的な検討を行い、直接基礎のロッキング振動に伴う基礎の浮き上がりが橋脚の塑性応答に対して一種の免震効果として機能することが示されている。しかし、基礎の浮き上がり挙動については未だ十分に解明されておらず、不明な点が多い。特に地震時における基礎の浮き上がりによる橋脚の断面力低減効果については、実験的にほとんど検証がなされていない。

そこで本研究では、基礎の浮き上がりによる橋脚の断面力低減効果について振動台実験に基づき検討を行った。

2. 検討方法

一基の橋脚を模した供試体(図 - 1, 表 - 1)を用い、正弦波を入力地震動として振動台実験を行い、供試体基部の基礎周辺のひずみを測定し、断面力を求め、基礎を固定した場合と浮き上がりが生じる場合で比較を行う。また、供試体天端の相対変位、絶対加速度、基礎の回転角も同時に調べることにした。

入力地震動を、供試体を基礎固定した場合の固有振動数に近いもの 2.5(Hz)とそれより長周期側である 2.0(Hz)で 2 種類作成した。この時、入力地震動の最大加速度を 100(gal)とした。作成した入力地震動を用いて基礎を固定する場合と、仮想地盤であるゴムシート(表 - 2)の上でロッキング振動させる場合について振動台実験を行い、供試体基部における動ひずみ、供試体天端の基礎の変位に対する相対変位、加速度、基礎の回転角を測定した。加振時間は 5.0(s)とした。



図 - 1 供試体図

表 - 1 供試体のパラメータ

	材料	質量(kg)	ヤング率(GPa)	ポアソン比	回転慣性(kg・m ²)
上部構造	鋼	2.094	205	0.3	3.95E-0.3
橋脚部	アルミニウム	0.09434	70.6	0.34	7.08E-0.3
基礎部	鋼	1.036	205	0.3	1.95E-0.3

表 - 2 ゴムシートの物性値

試験項目/試験条件	単位	規格値	試験値
比重 SG	—	—	1.46
硬さ(タイプA)	—	65±5	A65
引張強さ T _B	Mpa	最小 7	8.2
切断時伸び E _B	%	最小 250	330
引裂強さ TR	N/mm	—	21

3. 実験結果

入力地震動が 2.5(Hz)における供試体の地震応答の結果を図 - 2～4 に示す。そして 2.0(Hz)での応答の結果を図 - 5～7 に示す。また、得られた天端の加速度に対して高速フーリエ変換²⁾を行い、その周波数成分をフーリエスペクトルとして導出したものを図 - 8, 9 に示す。図 - 2～7 に示すように、基礎固定時と比較して、基礎が浮き上がる場合はシステムが長周期化していることがわかる。また、図 - 8, 9 に示すように、基礎固定時に比べ浮き上がりありの場合では高周波数成分がより大きくなっている。基礎固定の場合では、この加振振動数が固有振動数 2.5(Hz)に近いと共振によって応答値が大きくなっているが、逆に長周期側である 2.0(Hz)での天端の相対変位は浮き上がりありの方が共振し増幅しているような波形を描いている。加振振動数が 2.5(Hz)の時、ロッキングさせた場合の方が供試体天端の相対変位が約 43%減少し、基礎付近の曲げモーメントが約 67%軽減されている。また天端の加速度の最大値も約 64%軽減されている。

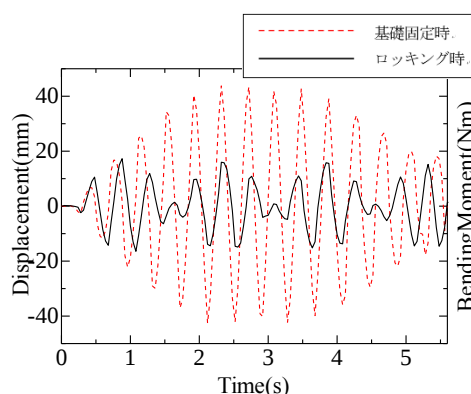


図 - 2 天端の相対変位(2.5Hz)

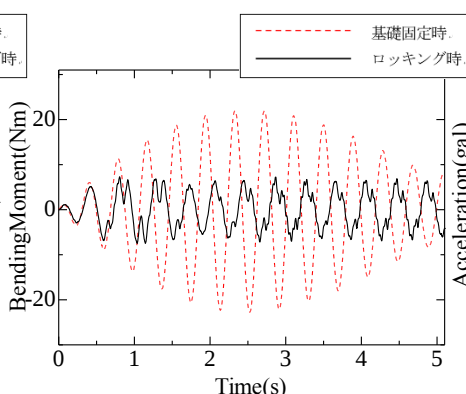


図 - 3 曲げモーメント(2.5Hz)

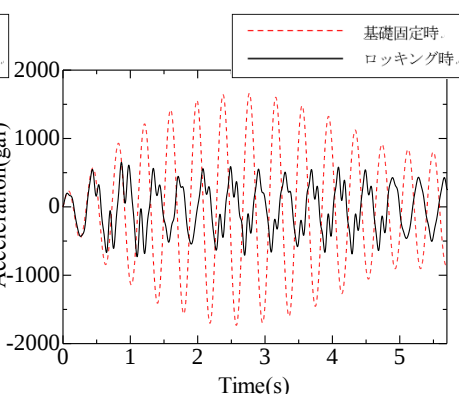


図 - 4 天端の加速度(2.5Hz)

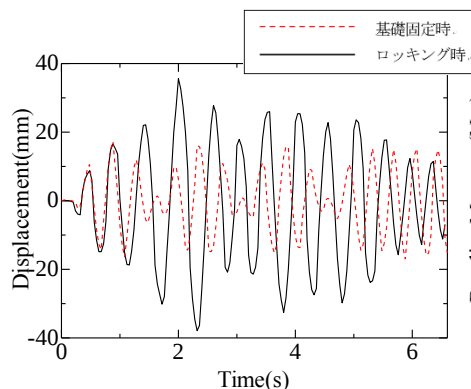


図 - 5 天端の相対変位(2.0Hz)

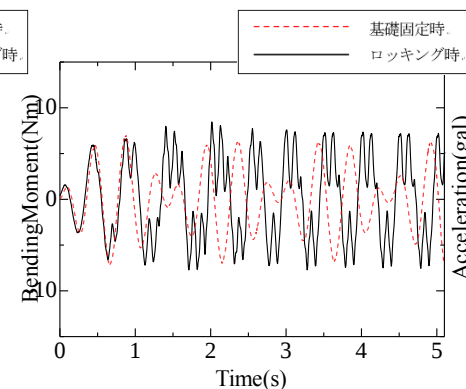


図 - 6 曲げモーメント(2.0Hz)

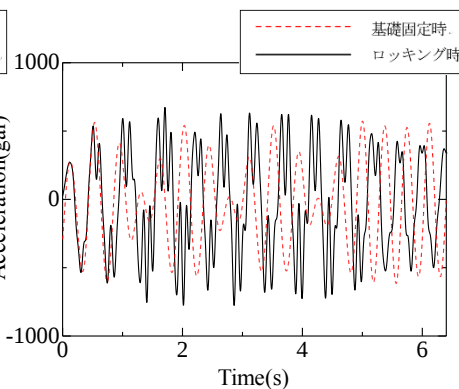


図 - 7 天端の加速度(2.0Hz)

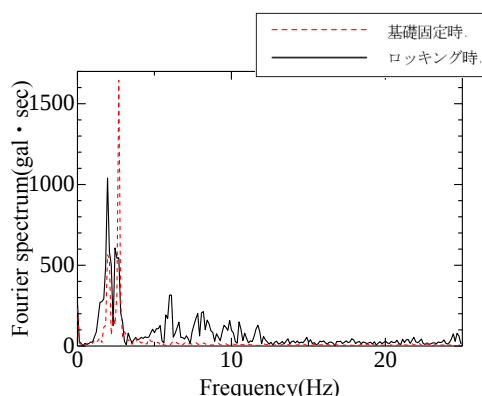


図 - 8 加速度フーリエスペクトル(2.0Hz)

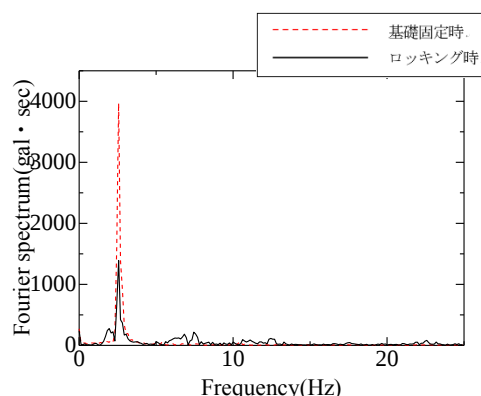


図 - 9 加速度フーリエスペクトル(2.5Hz)

4. おわりに

以上のことから、基礎の浮き上がりによる橋脚の断面力低減効果を確認することができたと言える。逆に、基礎固定時の固有周期より長周期側の 2.0(Hz)で加振した場合は、浮き上がり有りの方が曲げモーメントの最大値は約 17%大きくなった。これは以上で述べた基礎の浮き上がりによるシステムの長周期化によるものであると考えられる。

今後の課題としては、今回は仮想地盤であるゴムシートを用いて基礎の浮き上がりに対する検討を行ったが、実際の土質材料を用い、地盤の材料非線形性などを考慮した検討が必要であると考えられる。さらに、入力地震動に実地震動を用いた検討が必要であると考えられる。

- 1) 川島一彦, 細入圭介: 直接基礎のロッキング振動が橋脚の非線形地震応答に及ぼす影響, 土木学会論文集, No.703, I-59, pp.97-111, 2002.
- 2) 大崎順彦: 新・地震動のスペクトル解析入門, 鹿島出版会, 1994