

# 摩擦係数の速度・面圧依存性に着目した シングル球面すべり支承に対する振動台実験の 再現解析

高橋 健太郎<sup>1</sup>・藤倉 修一<sup>2</sup>・大藪 宏文<sup>3</sup>・Nguyen Minh Hai<sup>4</sup>

<sup>1</sup>正会員 大日本コンサルタント(株), 関東支社 構造保全計画室(〒330-6011 さいたま市中央区新都 11-2)  
(元 宇都宮大学大学院 地域創成科学研究科)

E-mail: takahashi\_kentaro@ne-con.co.jp (Corresponding Author)

<sup>2</sup>正会員 宇都宮大学, 地域デザイン科学部 社会基盤デザイン学科(〒321-8585 宇都宮市陽東 7-1-2)

E-mail: shuichi.fujikura@cc.utsunomiya-u.ac.jp

<sup>3</sup>正会員 宇都宮大学大学院, 工学研究科 博士後期課程(〒321-8585 宇都宮市陽東 7-1-2)

E-mail: h.oyabu@civitec.co.jp

<sup>4</sup>非会員 Da Nang University of Science and Technology Faculty of Road and Bridge Engineering

(54 Nguyen Luong Bang, Da Nang City, Viet Nam)

E-mail: nmhai@dut.udn.vn

現在, わが国で用いられているすべり系支承は, 復元力を有していないため, ゴム部材との組み合わせにより, 機能分離支承の一部として用いられている. 本研究の対象である球面すべり支承は, 復元力を有しており, ゴム部材を用いずに単体で橋梁を支持することが可能であるが, その摩擦特性について明らかにする必要がある. 球面すべり支承の摩擦係数は, 面圧・速度・温度依存性を有していることが知られている. これらを考慮することにより, 動的解析において球面すべり支承の動的特性の適切なモデル化が可能になる. そこで, 本研究では, シングル球面すべり支承を用いた振動台実験に対して, 摩擦係数の面圧・速度依存性を考慮したモデルでの再現解析を行った. 結果として, 摩擦係数の面圧・速度依存性の影響を考慮することにより, 実験結果に対して精度の高い再現解析を行うことができた.

**Key Words:** spherical sliding bearing, shaking table test, nonlinear dynamic analysis, friction coefficient, velocity and pressure dependency

## 1. はじめに

わが国の橋梁において, 摩擦力を利用するすべり系支承は可動支承として, 機能分離型支承<sup>1)</sup>の一部として用いられている. すべり系支承の摩擦による減衰機能や地震力遮断機能について着目した研究が行われ, すべり系支承による免震化の手法について様々な知見が得られてきた<sup>2,3)</sup>. しかし, これまでに用いられてきたすべり系支承は, それだけでは復元力を持たないため, 地震時には残留変位が発生する可能性があることから, ゴムバッファなどの復元力を発生する機構と組み合わせて用いられている<sup>4)</sup>.

すべり系支承において, すべり面の摩擦係数は,

構造物の振動応答に影響を与える重要なパラメータである. すべり系支承では, そのすべり材として用いられるPTFE (polytetrafluoroethylene) の動的特性により, 摩擦係数が種々の条件により変化するという現象が確認されている. 特に, すべり面のせん断速度による影響 (速度依存性), すべり面の面圧による影響 (面圧依存性) およびすべり面の温度による影響 (温度依存性) などが知られている. これらの摩擦係数の各種依存性の取り扱いについて, これまでに高度な解析手法が提案されてきた. 姫野ら<sup>2)</sup>は, トライボロジー理論から, すべり系支承に用いられるPTFEの摩擦特性に関する評価式を提案した. 高橋ら<sup>3)</sup>は, PTFEの材料特性から, 摩擦係数を評価

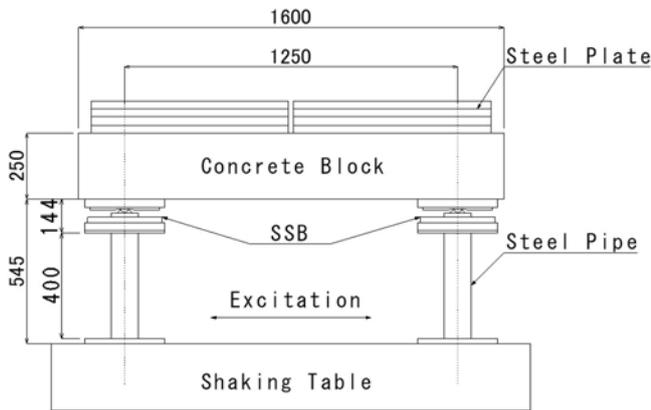


図-1 橋梁模型試験体および実験状況（側面図）

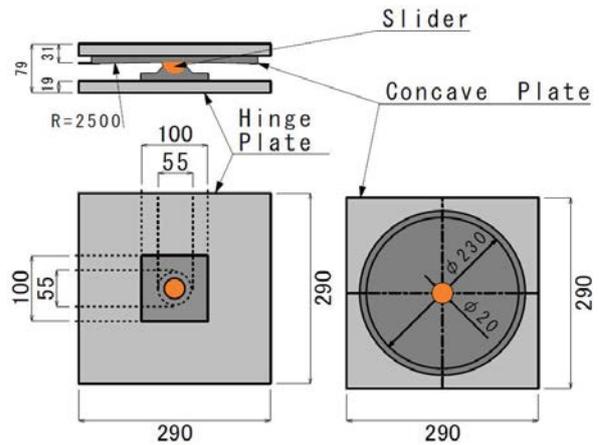


図-2 シングル球面すべり支承

する数値モデルを構築した。

一方、近年では、球面すべり支承(Spherical sliding bearing: SSBまたはFriction Pendulum System: FPS)が、建築分野で使用されている<sup>5)</sup>。球面すべり支承は、摩擦による減衰機能だけでなく、振り子運動による復元機能も有するタイプの支承である。従って、復元力を発生する機構と組み合わせずとも免震支承として使用することができると考えられる。

これまでに、球面すべり支承を橋梁の免震支承に用いることを検討した研究として、岡田、運上<sup>6)</sup>のダブル球面すべり支承を用いた実験的研究がある。また、藤倉ら<sup>7)</sup>は、ヒンジ機能のないスライダを有するダブル球面すべり支承では、活荷重作用時に、桁たわみに伴う支承部の回転に支承が追従することができず、応力集中が生じる可能性があることを示した。そこで、大藪ら<sup>8)</sup>は、ヒンジを有するシングル球面すべり支承に着目し、シングル球面すべり支承を用いた橋梁模型への振動台実験により、地震動作用時のシングル球面すべり支承の挙動を調べた。

また、解析的検討として、球面すべり支承を剛塑性型バイリニアでモデル化し、実橋に適用した場合の振動挙動についての検討も行われている<sup>9,10,11)</sup>。しかし、前述したように、球面すべり支承においても、摩擦係数の各種依存性が確認されていることから、実際にはそれを解析に考慮する必要がある。そこで、本研究では、摩擦係数の各種依存性を考慮した解析モデルを構築し、大藪ら<sup>8)</sup>が行ったシングル球面すべり支承の振動台実験に対して、橋脚—支承—上部構造による解析モデルも用いた非線形動的解析を行った。一連の解析から実験結果を再現するとともに、特に、摩擦係数の速度・面圧依存性が応答値に与える影響について検討した。

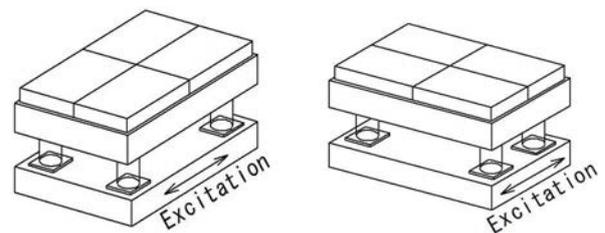


図-3 試験体の加振方向

## 2. 振動台実験概要

### (1) 試験体概要

過年度に行った振動台実験の橋梁模型試験体および実験状況を図-1に示す。上部構造模型は、 $0.90 \times 1.60 \times 0.25 \text{m}^3$ の鉄筋コンクリートブロックであり、その上に鋼板を合計16枚設置した。上部構造の総重量は17.16kNであり、支承1基あたりに平均4.29kNの軸力が作用する。この上部構造を4基のシングル球面すべり支承によって支持し、各支承の下に橋脚を想定した鋼管柱 ( $\phi = 101.6 \text{mm}$ ,  $t = 3.2 \text{mm}$ ,  $h = 400 \text{mm}$ ) を設置して、柱を振動台にボルトで固定した。

実験に使用したシングル球面すべり支承を図-2に示す。シングル球面すべり支承は、球面半径  $R = 2500 \text{mm}$  の凹型曲面を持つコンケイブプレート、凸型曲面を持つ直径20mmのスライダおよびスライダの回転に対応するヒンジプレートから構成される。スライダ表面にはPTFE織物と接着性を高めた高強度繊維の二重織物から成るすべり材が貼付されている。なお、シングル球面すべり支承では、コンケイブプレートとヒンジプレートの上下位置を入れ替えることができるが、本稿では、図-2に示すように、コンケイブプレートを上側、ヒンジプレートを下側に配置した場合の検討を示す。

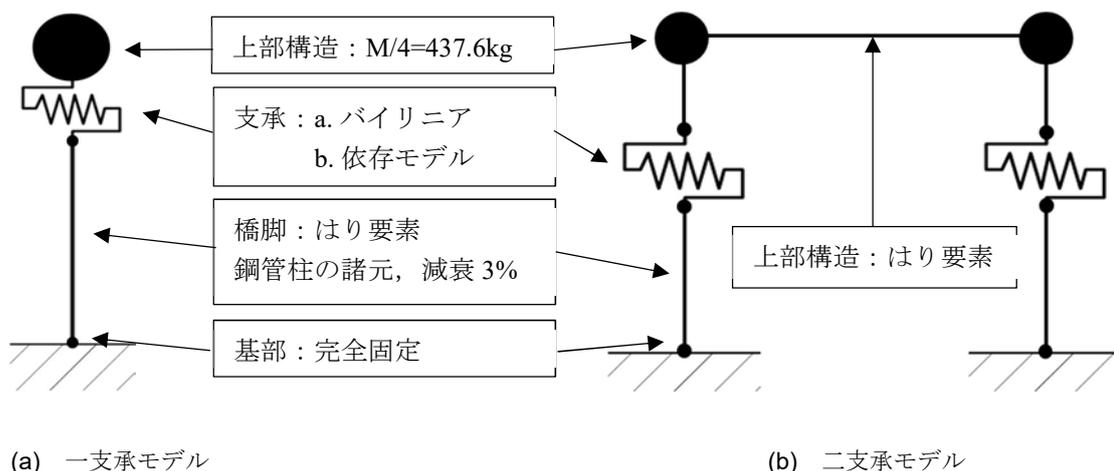


図-4 解析モデル概要

表-1 地震波形

地震波 (方向成分)	地震名 (発生年)	振幅倍率 (PGA)
JMA 西原村小森 (EW)	熊本地震 (2016年)	40% (3.1m/s <sup>2</sup> )

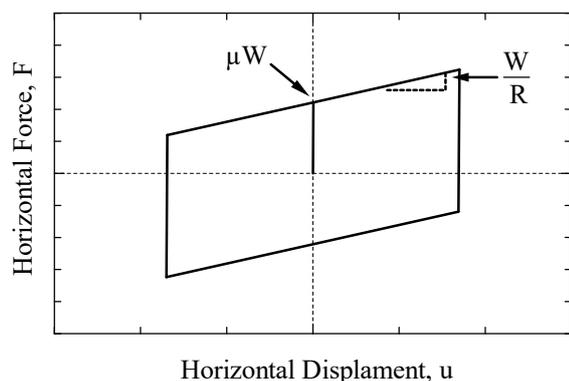


図-5 摩擦係数が変化しない場合の球面すべり支承の履歴曲線

## (2) 振動台実験方法

主な測定項目は、上部構造の加速度、変位および振動台の加速度、変位である。図-3に示すように、振動の加振方向は試験体の長手方向である橋軸方向および短手方向である橋軸直角方向とし、一方向に加振した。入力波は、正弦波および地震波とした。正弦波は、周波数0.8Hz、加速度振幅1.5m/s<sup>2</sup>とした。地震波は、レベル2のタイプ2地震として、表-1に示す地震波を用いた。なお、地震波の振幅倍率は、振動台の能力の制限により、調整してある。

## 3. 解析概要

### (1) 解析モデル

本稿では2つの解析モデルを用いる。1つ目は、図

4(a)に示すような、1組の橋脚—支承—上部構造からなるモデルを用いた。これを一支承モデルと呼び、1つの球面すべり支承の摩擦係数の速度依存性や面圧依存性の検証に用いた。2つ目は、図-4(b)に示すような、2組の橋脚—支承—上部構造からなるモデルであり、これを二支承モデルと呼び、加振方向前後の橋脚の軸力変動による面圧依存性の検証に用いた。橋脚は線形はり要素を用いて鋼管柱の諸元を設定し、減衰定数を3%とした。鋼管柱の基部は、ボルトで固定したため、剛結とした。上部構造には、上部構造全体質量の1/4として、集中質量437.6kgを用いた。二支承モデルの質点をつなぐ要素ははり要素とし、コンクリートブロックの剛性を設定した。支承部には、鉛直方向に線形ばね要素、水平方向に非線形ばね要素を用いた。

### (2) 球面すべり支承のモデル化

図-5に摩擦係数が変化しない場合の球面すべり支承の履歴曲線を示す。すべり系支承の摩擦係数への各種依存性を考慮せず、摩擦係数が変化しない場合の履歴曲線は、剛塑性型となる。そのため、すべり系支承の非線形特性は剛塑性型のバイリニアでモデル化されることが多い。球面すべり支承の場合も同様であるが、図-5に示すように、振り子運動による2次剛性を持つために、平行四辺形型のバイリニアとなる<sup>12)</sup>。しかし、すべり系支承において、摩擦係数の速度依存性を考慮すると、履歴曲線が丸みを帯びたり、摩擦係数の面圧依存性を考慮すると、台形型になるように、摩擦係数の各種依存性により、履歴曲線の形状が変化する<sup>3)</sup>。そこで、本研究では、摩擦係数が、支承部の相対速度や支承部の鉛直反力により変化する材料非線形モデルを用いる。実験に用いた支承の滑り材およびコンクリートプレートは中村ら<sup>4)</sup>の実験に用いられたものと同様であるため、

摩擦係数の評価式は、中村ら<sup>4)</sup>の実験から求めた式を基に、式(1)に示すような基準摩擦係数 $\mu_0$ に対して、支承部相対速度 $v$ および支承部面圧 $\sigma$ の影響を表す補正係数を乗ずる形とした。

$$\mu(v) = \mu_0 \alpha \beta \gamma \quad (1)$$

ここに、 $\alpha$ ：速度依存係数で式(2)で求める。

$\beta$ ：温度依存係数で式(3)で求める。

$\gamma$ ：面圧依存係数で式(4)で求める。

$$\alpha = 1 - 0.55e^{-0.038v} \quad (2)$$

$$\beta = 1.258e^{-0.01} \quad (3)$$

$$\gamma = 1.781\sigma^{-0.141} \quad (4)$$

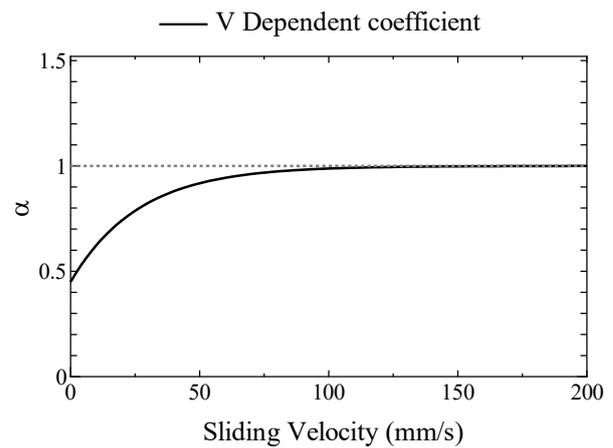
ここで、基準摩擦係数は実験結果から $\mu_0 = 0.11$ とした。式(2)~(4)を図示すると、図-6のようになる。中村ら<sup>5)</sup>の式における支承部の相対速度は、2面摺動での相対速度であるため、1つのすべり面のせん断速度は支承部の相対速度の半分である。本研究で対象とするのは1面摺動タイプのシングル球面すべり支承であるから、1面摺動に換算するために、すべり速度にかかる係数を2倍としている。面圧依存性の項については、姫野ら<sup>2)</sup>や高橋ら<sup>3)</sup>を参考に摩擦係数の面圧依存性の原理を考えて、中村ら<sup>4)</sup>の式に修正を加えたものである。なお、一支承モデルでは、支承の面圧は変化せず、 $\sigma = 13.6\text{MPa}$ である。さらに、摩擦係数の温度依存性について、実験時の平均室温である $15^\circ\text{C}$ を用いた。また、摺動による摩擦熱による影響も考えられるが、実験において摩擦熱が原因とみられる摩擦係数の低下はみられなかった。従って、本研究では、摩擦熱による摩擦係数の変化は考慮していない。

一支承モデルの解析では、摩擦係数の速度依存性を考慮したモデル（以下、依存モデルと呼ぶ）および球面すべり支承の解析で多く用いられるバイリニアモデルの2つのモデルで比較検討を行った。バイリニアモデルでは、摩擦係数 $\mu = 0.13$ で一定な値とした。これは、基準摩擦係数 $\mu_0 = 0.11$ に対して、摩擦係数の温度依存性および面圧依存性による増分を考慮したためである。

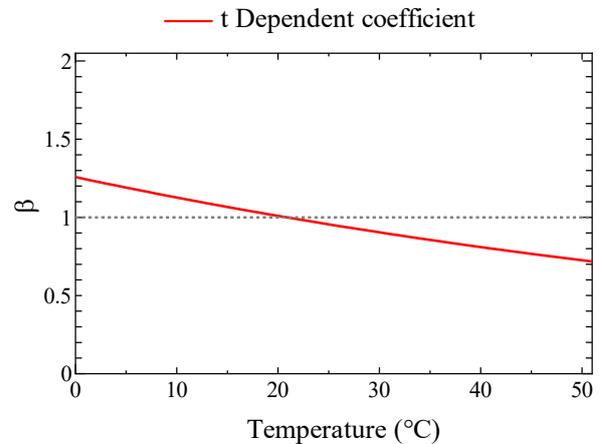
二支承モデルの解析では、摩擦係数の速度・面圧依存性を考慮したモデルを用いる。二支承モデルでは、上部構造のロッキング振動により左右で支承部の軸力が変化し、それに伴い面圧が変化する。そこで、ロッキング振動による面圧変化が応答に与える影響について確認するため、一支承モデルと二支承モデルで結果の比較を行う。

### (3) 解析方法

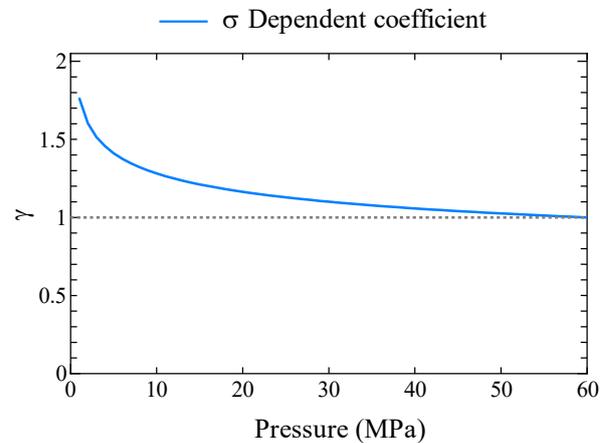
本研究の解析では、非線形時刻歴応答解析プログラムTDAP III<sup>13)</sup>を用いた。数値積分法はNewmark  $\beta$



(a) 速度依存係数



(b) 温度依存係数



(c) 面圧依存係数

図-6 摩擦係数の各種依存性

法 ( $\beta=1/4$ ) を用いて、積分時間間隔は $0.0002$ 秒とした。減衰にはひずみエネルギー比例減衰を用い、橋脚の粘性減衰のみを考慮することとした。支承は履歴減衰のみを考慮し、粘性減衰は考慮していない。解析で入力した加速度は、実験時に振動台で計測した加速度とした。

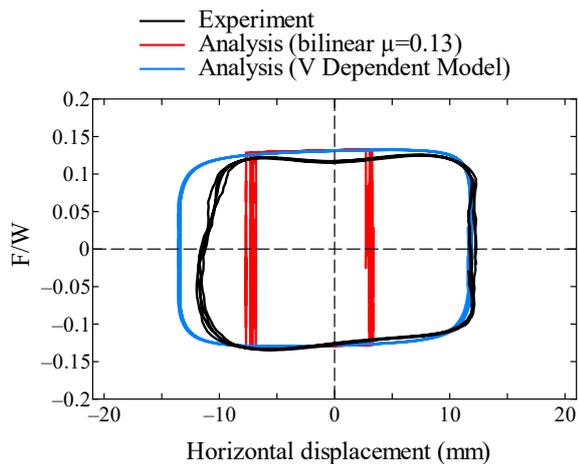


図-7 支承部の履歴曲線の結果（正弦波）

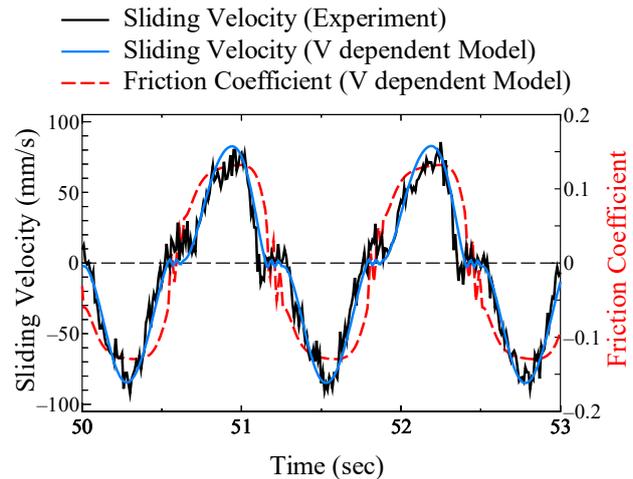


図-8 速度および摩擦係数の時刻歴応答

#### 4. 解析結果および考察

##### (1) 一支承モデルによる解析

正弦波加振での結果について、実験結果と一支承モデルの結果の比較を示す。試験体の橋軸方向、つまり長手方向に加振した時の、周波数 0.8Hz、加速度振幅  $1.5\text{m/s}^2$  の正弦波加振による履歴曲線を図-7に示す。図-7では、実験結果、バイリニアモデルおよび依存モデルによる解析結果を比較している。なお、履歴曲線の縦軸は水平荷重  $F$  で表すことが多いが、ここでは、上部構造の計測加速度から求めた水平荷重  $F$  を平均鉛直荷重  $W (=4.29\text{kN})$  で除した値として示している。摩擦係数の定義により、このグラフにおける  $y$  切片は摩擦係数の値となる。横軸は支承部の相対変位であり、支承の撓動変位を表している。また、図-7は加振してから定常状態となった後の3サイクル程度の履歴を示している。図-7より、実験結果の履歴曲線はバイリニアの剛塑性型と比較して丸みを帯びていることが確認できる。最大変位は+側で 15mm 程度であった。バイリニアモデルによる解析では、剛塑性に近い挙動を示しており、実験結果と比較すると、変位は半分程度の値であった。依存モデルでは、摩擦係数の速度依存性により、履歴曲線が丸みを帯び、実験結果に近い履歴を描く結果となった。依存式による変位結果は実験結果と同程度であった。

図-8に支承部の相対速度の時刻歴応答の実験結果および依存モデルによる解析結果の比較を左側の縦軸に示す。実験における相対速度に高周波ノイズが表れているのは、相対変位を微分して求めたためであるが、解析結果は実験結果をある程度再現できている。図-8には、速度に併せて、依存モデルによる

摩擦係数の時刻歴応答の解析結果を破線線で右側の縦軸に示す。速度が大きくなると、摩擦係数も大きくなる。これは、式(1)および図-6に示した速度依存性の影響である。また、図-8より、最大速度は  $80\text{mm/s}$  程度である。式(1)から速度  $80\text{mm/s}$  における摩擦係数を求めると、摩擦係数は約 0.13 である。これは、実験結果による摩擦係数である図-7の黒実線における  $y$  切片の値と概ね一致する。さらに、図-8より、実験におけるすべり速度は  $0\sim 80\text{mm/s}$  程度であったと推測できる。図-6(a)に示すように、速度が  $0\sim 80\text{mm/s}$  の範囲では、摩擦係数は大きく変化する。そのため、実験では、摩擦係数を一定と仮定したバイリニアモデルに比べ、依存モデルの方が、実験結果を精度良く再現できたと考えられる。

地震波加振での結果について、実験結果と一支承モデルによる解析結果の比較を行う。試験体の橋軸方向に加振した時の、地震波加振による履歴曲線を図-9に示す。なお、縦軸は正弦波の結果と同様に、水平荷重  $F$  を平均鉛直荷重  $W (=4.29\text{kN})$  で除した値としている。地震波加振での履歴曲線も、バイリニアモデルによる解析結果は、摩擦係数の速度依存性を考慮していないため、実験結果に比べて変位振幅が小さい。また、依存モデルによる解析結果では、実験結果よりも変位振幅が大きくなった。

図-9に示す地震波加振による支承部の相対変位の時刻歴応答を図-10に示す。実験結果とバイリニアモデルの解析結果を比較すると、バイリニアモデルでは、実験で生じた滑りによる支承部の変位挙動を再現できていない。速度依存モデルでの解析結果は、支承部の変位挙動を概ね再現しているが、図-9に示したように最大変位は実験結果よりも大きくなった。依存モデルの解析で用いた速度依存係数は中村ら<sup>5)</sup>

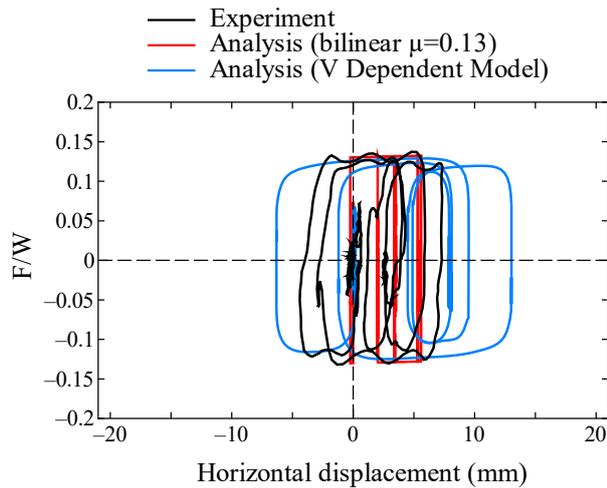


図-9 支承部の履歴曲線の結果 (地震波)

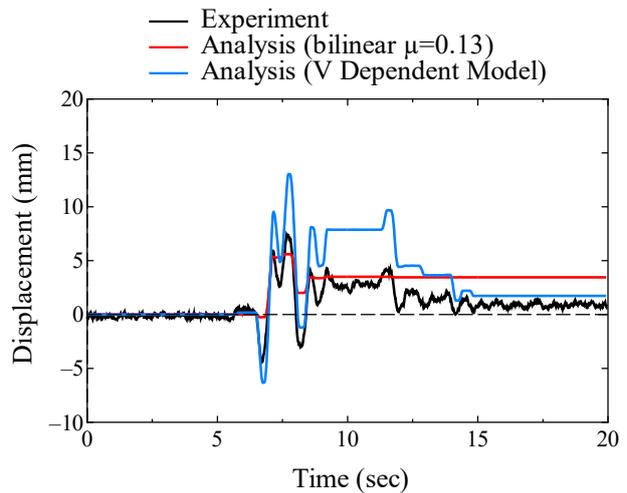


図-10 相対変位の時刻歴応答 (地震波)

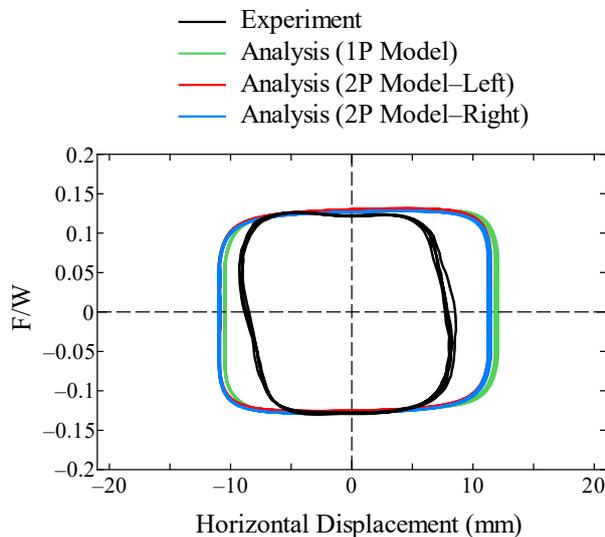


図-11 二支承モデルの履歴曲線の比較

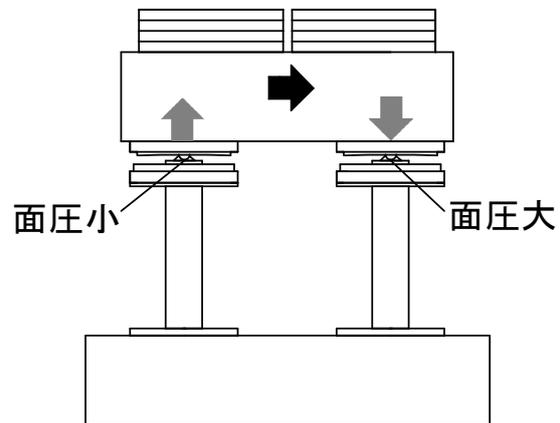


図-12 ロッキング振動による支承部の面圧の変化

の実験を基に、式(2)により算出したが、実験に用いた試験体は、摺動時の速度依存性の影響が大きくなっていったものと考えられる。

## (2) 二支承モデルによる解析

ここでは、一支承モデルと二支承モデルによる結果の比較を行い、試験体の短手方向に加振した時の結果を示す。これは、短手方向加振時の方が、上部構造のロッキング振動の影響が大きく、支承部の軸力および面圧の変化が大きくなるためである。周波数 0.8Hz、加速度振幅  $1.5\text{m/s}^2$  の正弦波加振による履歴曲線を図-11 に示す。実験結果と一支承モデルおよび二支承モデルの左右の支承で比較している。なお、いずれの解析モデルにおいても、支承部のモデルでは摩擦係数の速度・面圧依存性を考慮している。一支承モデルと二支承モデルでの解析結果は、いず

れも実験結果よりも変位振幅が大きくなった。このグラフにおいて y 切片は、摩擦係数を示すため、図-11 から、摩擦係数の面圧依存性について確認すると、一支承モデルの結果と二支承モデルで摩擦係数に大きい差はない。二支承モデルの左右の橋脚においても、摩擦係数の差はわずかであることがわかる。このわずかな差は、摩擦係数の面圧依存性による影響である。図-12 にロッキング振動による支承部に生じる面圧の変化を模式的に示す。二支承モデルでは、図-4(b)に示すモデルにおいて、加速度や変位は右向きを正としている。従って、図-12 に示すように、水平荷重が右側に作用する場合は、ロッキング振動によって、右側の支承の面圧が大きくなる。面圧が大きくなると、図-6(c)に示す摩擦係数への面圧依存性により、摩擦係数が減少する。一方で、左側の支承の面圧は小さくなるため、摩擦係数は増加する。

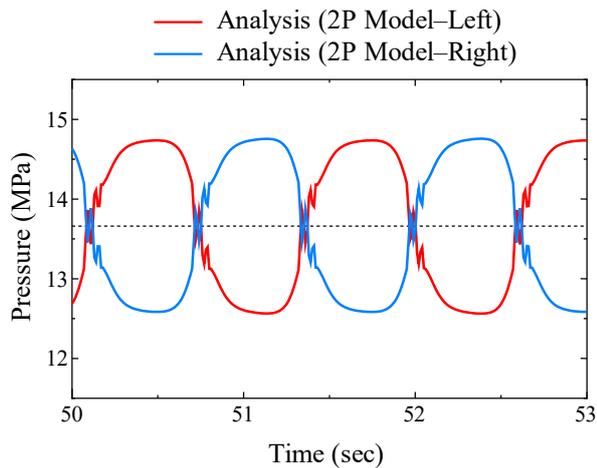


図-13 支承部面圧の時刻歴応答

ここで、二支承モデルの左右の支承に生じる面圧の解析結果を時刻歴応答で図-13 に示す。いずれの支承にも、上部構造重量のみが作用した場合は、13.6MPa の面圧が生じる。正弦波加振することにより、ロッキング振動による影響で軸力が左右で変化するが、その変動幅は±1MPa 程度である。ここで、式(1)から、面圧が 13.6MPa から 1MPa 変動するときの摩擦係数の値を求めると、0.132 から 0.130 への変化であり、その差はわずかである。ロッキング振動による摩擦係数への影響は、上部構造重量と重心位置および作用する水平加速度によって生じる、各支承の軸力変動の大きさによるが、本実験ケースでは、摩擦係数の面圧依存性による影響は小さいという結果であった。

## 5. まとめ

本研究では、シングル球面すべり支承で支持された橋梁模型試験体の一方向加振実験を再現するために、非線形動的解析を行った。特に、シングル球面すべり支承の摩擦係数の速度・面圧依存性が応答値に与える影響について検討した。以下に結論を示す。

1. 加振実験の結果と、バイリニアモデルでの解析および摩擦係数の速度依存性を考慮したモデルでの解析結果を比較すると、速度依存性を考慮したモデルの方が実験結果に近い履歴曲線が得られた。本研究で対象とした試験体のように、球面すべり支承が80mm/s程度以下の比較的低速で滑る場合には、摩擦係数の速度依存性の影響が大きい領域であるため、摩擦係数の速度依存性を考慮することで、実験結果を精度よく再現できる。
2. 摩擦係数の軸力変化および面圧依存性を考慮し

た二支承モデルによる解析を行ったところ、軸力変動による面圧の変化が見られたものの、履歴曲線の結果にほとんど差はなかった。このことから、本研究のような水平一方向加振では、摩擦係数の面圧依存性は振動挙動に大きく影響しなかったと考えられる。

**謝辞：**本実験の実施にあたっては、(株)高速道路総合技術研究所の西谷朋晃氏、日鉄エンジニアリング(株)の山崎伸介氏からは多大なご助言、ご支援を頂いた。ARUP ロサンゼルス支社の Huseyin Darama 氏には球面すべり支承の設計に関する助言を頂いた。防災科学技術研究所の KiK-net の強震観測データを使用させていただいた。ここに記して厚くお礼を申し上げる次第である。

## 参考文献

- 1) 伊津野和行, 袴田文雄, 中村一平: 機能分離型支承装置の動特性と設計手法に関する研究, 土木学会論文集, No. 654/I-52, pp. 233-244, 2000.7.
- 2) 姫野岳彦, 運上茂樹: 支承部における摩擦特性のモデル化とその評価式に関する検討, 土木学会地震工学論文集, Vol. 27, 2003.6.
- 3) 高橋良和, 日比雅一, 家村浩和: 各種依存性を考慮したすべり型免震支承の数値モデルに関する一考察, 応用力学論文集, Vol. 8, pp. 701-708, 2005.8.
- 4) 土木研究センター: 道路橋の免震・精神設計法マニュアル(案), 2011.12.
- 5) 中村秀司, 西本晃治, 富本淳: 球面すべり支承 NS-SSB®の開発～高面圧で周期のばらつきが小さい免震支承～, 新日鉄住金エンジニアリング技報 Vol. 6, pp.28-35, 新日鉄住金エンジニアリング株式会社, 2015.
- 6) 岡田太賀雄, 運上茂樹: 球面すべり支承により支持された橋脚模型の振動台実験, 土木学会第63回年次学術講演会梗概集, I-618, pp.1235-1236, 2008.9.
- 7) 藤倉修一, Nguyen Minh Hai, 竹内小織, 中島章典: ダブル球面すべり支承で支持された橋梁桁の活荷重作用時挙動に関する基礎的研究, 構造工学論文集, Vol. 65A, pp. 178-187, 2019.3.
- 8) 大藪宏文, 藤倉修一, 高橋健太郎, Nguyen, Minh. Hai, 中島章典: 下部構造への影響に着目したシングル球面すべり支承を有する橋梁模型の振動台実験, 土木学会論文集A1(構造・地震工学), Vol. 77, I\_414-I\_423, 2021.7.
- 9) 山崎伸介, 佐伯英一郎, 西本晃治, 西村昭彦, 寺師浩二: 既設鉸桁橋の免震化解析検討, 第14回性能

に基づく橋梁等の耐震設計に関するシンポジウム講演論文集, pp.215-220, 2011.7.

- 10) Lopez Gimenez, J., Hayashikawa, T., Matsumoto, T., He, X.: Seismic damage evaluation of highway viaducts equipped with FPS bearings subjected to level II earthquake ground motions, *Journal of Structural Engineering*, Vol.61A, pp.344-355, 2015.3.
- 11) 高橋健太郎, 藤倉修一, 中島章典, Nguyen Minh Hai : ダブル球面すべり支承で支持された免震橋の地震時挙動に関する研究, *土木学会論文集 A1*, Vol. 76, No.4, I\_620-I\_632, 2020.9.
- 12) 藤倉修一, 菊池真紀, Nguyen Minh Hai, 武田龍國, 中島章典 : 静的正負交番実験によるダブル球面すべり支承の復元力特性, *構造工学論文集*, Vol. 64A, pp. 283-292, 2018.3.
- 13) アーク情報システム : TDAP III, Ver.3.09, 理論説明書, 2017.

(Received August 23, 2021)

(Accepted August 23, 2021)

## ANALYSIS FOR FRICTIONAL COEFFICIENT DEPENDENT ON VELOCITY AND PRESSURE IN SHAKING TABLE TEST WITH SINGLE SPHERICAL SLIDING BEARING

Kentaro Takahashi, Shuichi Fujikura, Hirofumi Oyabu and Minh Hai Nguyen

In Japan, laminated rubber bearings are widely used as seismic isolation bearings. However, laminated rubber bearings have been damaged in recent major earthquakes. Therefore, it is important to develop a different type of bearing from the laminated rubber bearing. We focused on a pendulum-type seismic isolation bearing called a Spherical Sliding Bearing (SSB). It is known that the analytical model of SSB differs from that of rubber bearing. SSB has a bilinear model as well as a model for the dependence of the friction coefficient on surface pressure, velocity and temperature. By properly modeling these factors, it is possible to design SSB in dynamic analysis. In this study, a shaking table experiment using a single spherical slip bearing was reproduced using a model that takes into account the surface pressure and velocity dependence of the friction coefficient. As a result, it was found that the model was able to reproduce the experimental results with high accuracy by considering the effects of the surface pressure and velocity dependence of the friction coefficient.