

第 I 部門

振動台実験による斜めすべり支承の動的挙動の検討（その2：実験結果）

京都大学工学研究科 学生員 ○森本 慎二 正会員 五十嵐 晃 学生員 樋口 匡輝
 オイレス工業(株) 正会員 宇野 裕恵 正会員 長田 修一 正会員 河内山 修
 阪神高速技術(株) 正会員 足立 幸郎
 阪神高速道路(株) 正会員 加藤 祥久 正会員 篠原 聖二

1. はじめに

多径間連続橋における、地震時水平反力分散構造と、橋桁の温度伸縮の許容と地震時水平変位の要求に対し、斜めすべり支承という装置が提案されている⁽¹⁾。斜めすべり支承の動的挙動を検討するために実施した、斜めすべり支承を含む橋梁上部工モデルを用いた振動台実験⁽²⁾の結果について述べる。

2. 斜めすべり支承と振動台実験

斜めすべり支承は図1に示すように、水平面部の両端に直線勾配部を設けた構造をしている。

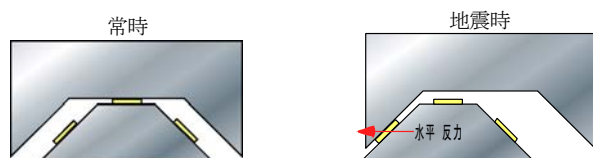


図1 斜めすべり支承概念図

斜めすべり支承の動的挙動を検討するため、斜めすべり支承、積層ゴム支承、橋桁模型を組み合わせた橋梁上部工モデルを用いた振動台実験を行った⁽²⁾。振動台実験の概略図を図2に示す。斜めすべり支承は勾配角度、水平面部長を変えた3種類を用いた。また、直線勾配部を持たない通常の平面すべり支承も用いた。表1にすべり支承の諸元を示す。振動台への入力波形は正弦波、および地震動を基に算出した橋脚天端応答加速度波形である。いずれもタイプIIに属する地震動波形である。



図2 試験体設置概略図

表1 すべり支承諸元

供試体名	支承タイプ	水平面部長さ(mm)	勾配角度(度)
平面	平面すべり支承	—	—
30度長	斜めすべり支承	42	30
30度短	斜めすべり支承	30	30
15度長	斜めすべり支承	42	15

3. 試験結果

3. 1 相対変位と支承水平荷重の関係

図3に正弦波試験における典型的な桁模型相対変位と支承水平荷重の関係の履歴図を示す。これより、支承上沓が下沓の斜面上に乗り上げる際に衝撃力が生じていることが分かる。図4に衝撃力と衝突速度の関係を示す。衝突速度とは衝撃荷重により荷重が増大する直前の速度とし、計測変位データより算出した。これより、衝撃力と衝突速度は概ね、比例関係にあることがうかがえる。また、勾配角度が15度の供試体より30度の供試体のほうが衝撃力は大きく生じることがわかる。

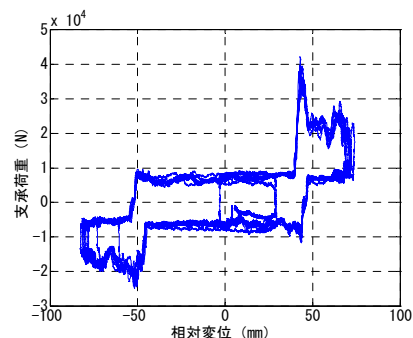


図3 変位—荷重関係

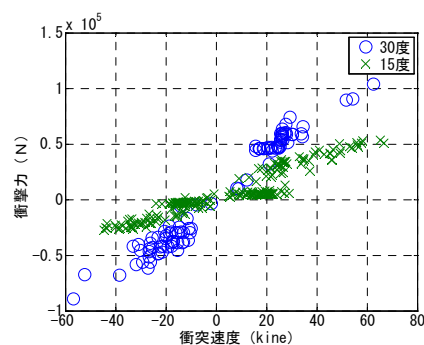


図4 衝撃力—衝突速度関係

3. 2 鉛直荷重と水平荷重の関係

支承上沓が支承下沓の斜面上にある時、支承が発揮する鉛直反力と水平反力の絶対値は、勾配面に対する垂直抗力 N 、勾配角度 θ 、摩擦係数 μ を用いてそれぞれ以下の式で表される。

$$\begin{aligned} F_h &= N \cdot \sin \theta \pm \mu \cdot N \cdot \cos \theta \\ F_v &= N \cdot \cos \theta \mp \mu \cdot N \cdot \sin \theta \end{aligned} \quad (1)$$

ここで、符号は斜面上昇もしくは下降に対応する。よって支承が発揮する鉛直反力と水平反力の比は、

$$\frac{F_h}{F_v} = \frac{\sin \theta \pm \mu \cdot \cos \theta}{\cos \theta \mp \mu \cdot \sin \theta} \quad (2)$$

となり、垂直抗力Nによらず、勾配角度 θ 、摩擦係数 μ によって定まる一定の値となると考えられる。実験により得られた、相対変位と鉛直荷重に対する水平荷重の比の関係を図5に示す。また図5中に式(2)による推定値も示す。両者は概ね一致していると考えられる。また安定した履歴が得られていることにより衝撃力が発生するような場合でも式(2)の関係は成り立つと考えられる。

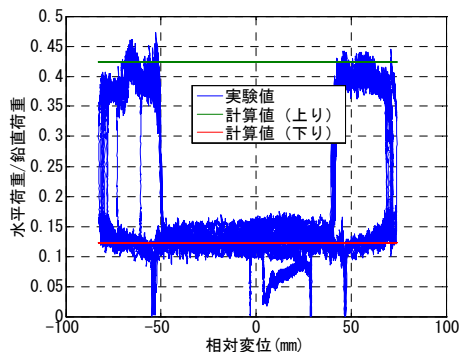


図5 変位—水平荷重/鉛直荷重

3. 3 正弦波試験における水平変位応答

正弦波試験において斜めすべり支承を用いたケースは平面すべり支承を用いたケースよりも、概ね変位を低減する傾向が見られた。図6に振動数0.8Hzにおける入力振幅と最大水平変位の関係を示す。

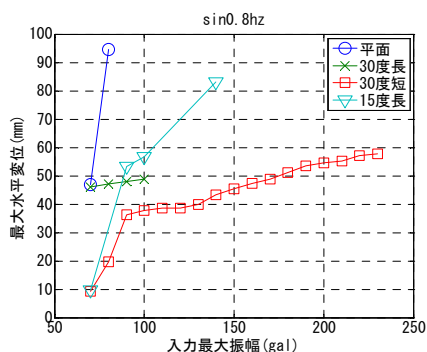


図6 入力振幅と最大水平変位の関係

3. 4 地震波試験における水平変位応答

地震波入力時の典型的な結果として図7にTYPE II-II-I（兵庫県南部地震 JR 鷹取駅構内地盤上 N-S 成分）入力における入力振幅と最大水平変位の関係

を示す。正弦波試験時と比べ、顕著な変位応答の低減の傾向は確認されなかった。ここで、図8に変位応答時刻歴を示す。なお、図中の赤線は斜面上り上げる変位を示している。タイプII地震動のパルス的な加振では、斜面に数回衝突するだけなので効果的に変位を抑えることができないと推定される。

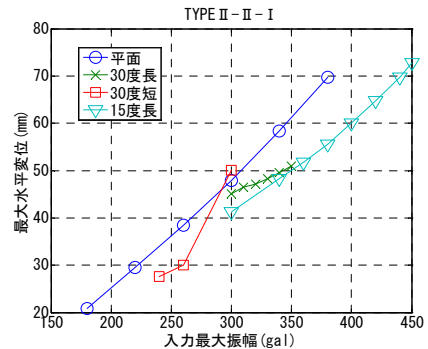


図7 入力振幅と最大水平変位の関係(TYPE II-II-I)

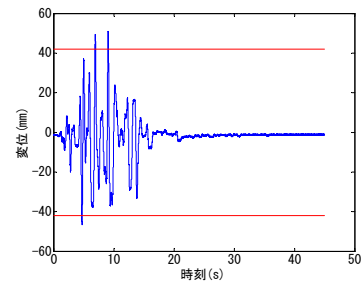


図8 変位応答時刻歴（30度長 TYPE II-II-I 350gal）

5. まとめ

- 傾斜部に乗り上げる際、衝撃力が発生した。
- 衝撃力は衝突速度と比例の関係があると考えられる。
- 鉛直荷重と水平荷重の比率は一定であることが確認された。また衝撃力が発生するような場合でも安定した履歴が得られることを確認した。
- 正弦波試験において変位低減効果が確認された。
- 一方、地震波試験において顕著な変位低減効果は確認されなかった。

参考文献

- 1) 足立幸郎ほか：斜めすべり支承による位置エネルギー変換システム、土木学会第63回年次学術講演会（平成20年9月）
- 2) 樋口匡輝ほか：振動台実験による斜めすべり支承の動的挙動の検討（その1：実験概要）、土木学会関西支部年次学術講演会（平成21年5月）