

反重力すべり支承の開発 ②-1 (要素実験によるすべり特性確認)

オイレス工業(株) 正会員 ○河内山修 正会員 長田修一
 阪神高速技術(株) 正会員 足立幸郎
 京都大学工学研究科 正会員 五十嵐晃
 JIP テクノサイエンス(株) 正会員 佐藤知明

1. はじめに

擬似多点固定システムに着目して提案された新しいすべり支承“反重力すべり支承(UPSS : Uplifting Sliding Shoe)”の装置開発を行う。このUPSSは、常時ではすべり支承を設けて平坦面をすべらせるアイソレーション機構を具備することで、橋脚に摩擦力以外の不静定力を生じさせず、地震時には地震時慣性力に対して速やかに抵抗させ、多点固定構造を擬似的に構築する機構となっている。つまり、常時の平面すべりと地震時の斜面すべりの2つのモードを有しており、これまでにない機構である。そこで、まず要素実験を行い、その2つのモードの切替わり機構の有効性および斜面衝突時の挙動とすべり特性を明らかにする。

2. 実験概要

図-1に要素試験体の概略を示す。UPSSの基本構成は平面すべり部と斜面すべり部からなる。斜面ブロック(下)の頂部と両斜面にすべり材を設置し、斜面ブロック(上)の平面部と両斜面には相手材を設置する。まず平面すべり部では通常のすべり特性を示し、斜面すべり部では斜面ブロック(下)の水平移動に伴いおもりが斜面上を押し上げられ、下降時は斜面に沿っておもりが降下する。この挙動における理論的な履歴特性を図-2に示す。図中の破線は摩擦力がない状態でのおもりによる水平ベクトル成分: Fh_c を表し、平面部では Fh_c に摩擦抵抗力: Fh_f を付加した履歴になり、斜面部では Fh_c に摩擦抵抗力: Fh_s を付加した履歴となる。斜面摺動時の水平荷重は次式で示される。

$$Fh = Fh_c \pm Fh_s = W \cdot \tan \theta \pm Fh_s$$

<記号> θ : 斜め勾配, W : おもり重量, Dh : 水平変位, Fh : 水平荷重,

Fh_s : 摩擦抵抗力(斜面すべり部), Fh_f : 摩擦抵抗力(平面すべり部)

3. 実験装置

実験装置の概要を図-1に示す。両側面をローラーにより拘束した重量約18kNのおもりを設置し、そのおもりを載せているプレート下面中央部に平面すべり部を、その両端に斜面ブロック(上)を取付けてある。すべり材を取付けた斜面ブロック(下)をアクチュエータで加振することにより平面すべり部と斜面すべり部を摺動させる機構となっている。また、すべり材の摺動抵抗力および斜面衝突時の水平力は、装置上部のロードセルにより計測する。斜め勾配は30°および15°の2タイプとし、滑り材にはPTFE板(水平面: □100mm, 斜面: 50mm×200mm)、相手材にはステンレス板を用いた。

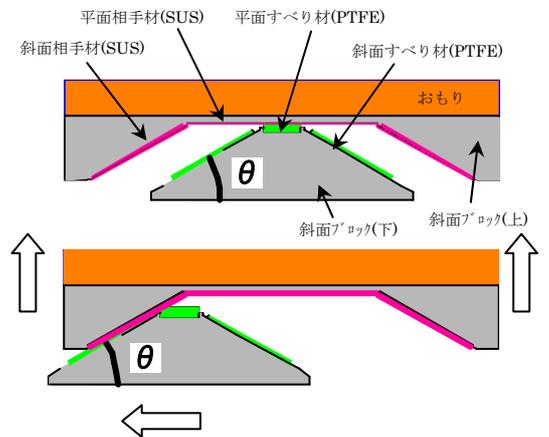


図-1 構成と概略

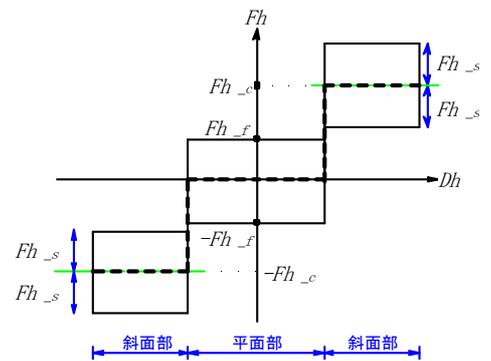


図-2 履歴特性

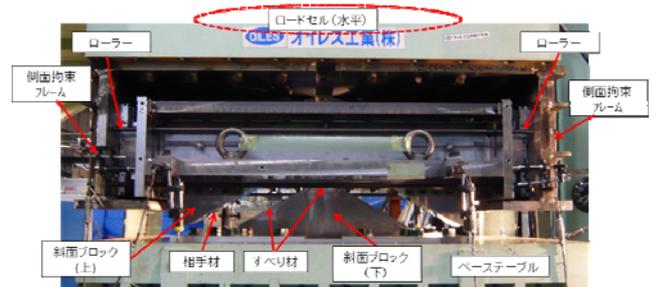


図-3 要素試験装置概略

キーワード 反重力すべり支承, すべり支承, 衝撃力, 衝突速度, 衝突角度

連絡先 〒326-0327 栃木県足利市羽刈町1000番地 オイレス工業株式会社 0284-70-1820

4. 実験条件

- ・加振振幅 : 30° 斜面の場合 : ±250mm (1 サイクル)
: 15° 斜面の場合 : -250mm (1/2 サイクル)
- ・遊間 : ±180mm (: 平面すべり範囲) ※ 衝突後の水平移動距離は 70mm とする
- ・加振速度 : 1.6~200kine (正弦波で加振のため衝突時の速度は : 1~120kine となる)
※段階的に増加させる

5. 実験結果

図-4 に低速加振時の履歴特性を示す。平面および斜面滑り時それぞれにおいて、すべり材と相手材が面接触にて摺動しており、平面から斜面への切替わりも円滑な挙動を示している。また平面および斜面摺動時の摩擦係数はほぼ理論通り(図中の破線)となっている。さらに加振速度を増加させた時の履歴特性を図-5 に示す。平面摺動時のすべり特性はほぼ理論通りであるが、平面から斜面への切替わる時に衝撃力が生じている。図-6 に斜面角度 15° の場合の履歴特性を示す。30° の履歴(図-5)に比較して衝撃力が小さくなっている。斜面角度によらず平面と斜面の切替わり時の衝撃力の後に一定周期に振動しているが、これは本装置の構造上発生する固有の振動であり、ここでは衝撃力に着目する。図-7 に衝突速度と最大水平力(衝撃力)の関係を示す。これより衝突速度と最大衝突力の関係はほぼ線形であり、衝突角度を 30° から 15° に 1/2 倍にすると、斜面衝突時の最大水平力は約 30%程度にまで低下する。

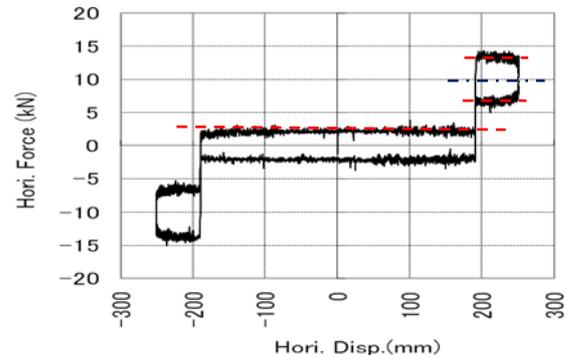


図-4 履歴特性(30° 斜面, 衝突速度 1kine)

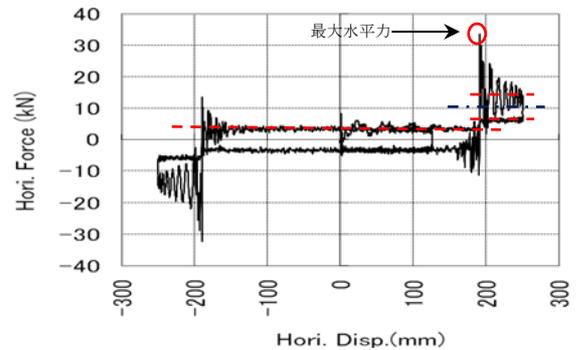


図-5 履歴特性(30° 斜面, 衝突速度 18.5kine)

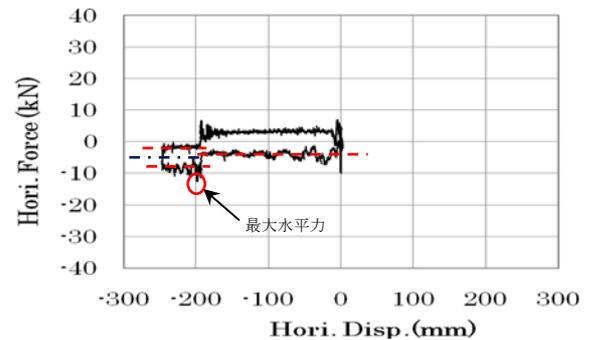


図-6 履歴特性(15° 斜面, 衝突速度 18.5kine)

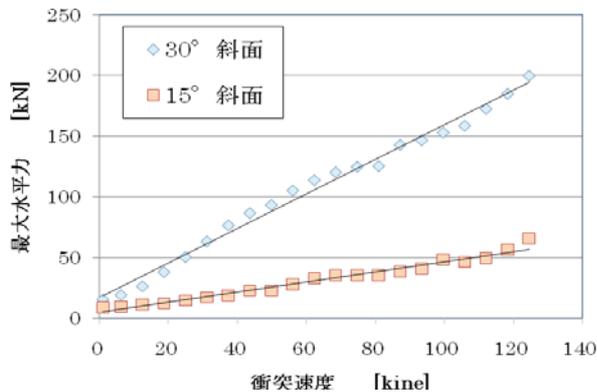


図-7 衝突速度と最大水平力

6. まとめ

要素実験の結果、以下の知見が得られた。

- ・本試験装置により UPSS の機構の有効性および斜面衝突時のすべり特性を明らかにできた。
- ・低速から高速までの加振において、衝突特性が把握できた。
- ・衝突速度と最大水平力の関係は、ほぼ線形であることがわかった。
- ・衝突角度を 30° から 15° にすると、斜面衝突時の最大水平力が約 30%程度まで低下した。

参考文献

足立幸郎ほか：UPSS の開発①(開発コンセプトと概要), 土木学会第 64 回年次学術講演会講演概要集, 2009 年 9 月