

斜めすべり支承による位置エネルギー変換システム

阪神高速道路(株) 正会員 足立幸郎 加藤祥久 正会員 岩里泰幸
 オイレス工業(株) ○正会員 竹ノ内勇 正会員 宇野裕恵 宮崎貞義 正会員 河内山修

1. 目的

現在、多くの橋梁では免震支承が採用されているが、L2 地震時の変位が大きくなるため桁間に設置する伸縮装置が大きくなっている。そこで、上下部構造間に用いるすべり支承のすべり面に勾配を設けることにより、地震時の水平動による上部構造慣性力を鉛直方向の力に変換し、水平方向の応答変位を抑制させるデバイスを検討した。検討にあたっては、常時状態の温度変化等による桁の伸縮に対して上下動させるのは好ましくないため、常時状態の移動を吸収できる水平なすべり面を設け、端支点では地震時であっても上下変位が生じさせないようゴム支承等で支持させることを基本とした。ここでは、直線勾配をパラメトリックに設定して時刻歴応答解析を行った。本支承を斜めすべり支承と言い、この耐震構造を位置エネルギー変換システムと呼ぶ。

2. 直線勾配を有する斜めすべり支承の履歴特性

直線勾配をすべろうとする物体は重力に相当する力が上向きに作用するまでは静止状態にある。その力に達するとすべり状態となり、それ以上の力に抵抗しない。すなわち、この履歴は図-1に示すような完全弾塑性の履歴形状となる。これに常時状態のレベル面を考慮すると図-2に示すような完全弾塑性の履歴特性となる。さらに、摩擦を考慮すると図-3に示すような履歴特性となる。この履歴特性では、静的な载荷を想定すると当該橋脚に伝達する上部構造慣性力は一定である。しかし、地震時のような動的挙動においては上下部構造間に位相差が生じ、それより大きい力が作用することがあるため、動的解析によりその影響を把握した。なお、このような力と変位の関係が急変する場合には衝撃が発生するが、本検討では考慮していない。

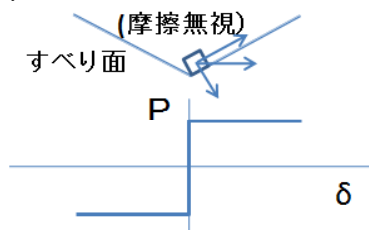


図-1 直線傾斜とその履歴

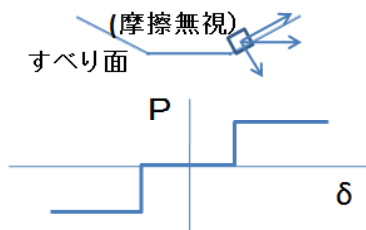


図-2 常時状態を考慮した履歴

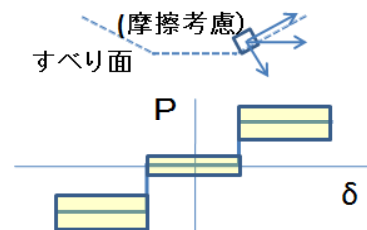


図-3 摩擦を考慮した履歴

3. 単柱モデルによる動的挙動の基本検証

動的挙動を確認するため、表-1に示すような解析条件で図-4に示す解析モデル¹⁾を用い、レベル区間を±100mmとしてすべり面の勾配aをパラメトリックに設定し、非線形時刻歴応答解析を実施した。摩擦を無視した場合と摩擦係数を0.05とした支承の応答変位および橋脚の応答塑性率をそれぞれ図-5～図-8に示す。

表-1 解析条件

上部構造	鋼5径間連続鈑桁橋
基礎構造	RC橋脚(躯体高さ10m)
基礎構造	場所打ち杭
固定時固有周期	0.5sec
摩擦係数	摩擦考慮は0.05
地盤種別	II種地盤
地震波	道示標準波形3波を用いた平均評価
上部構造重量	16,000kN/基
解析モデル	1橋脚を取り出した単柱モデル

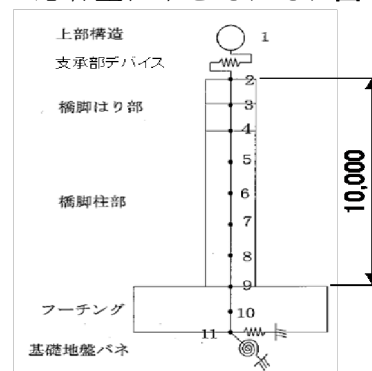


図-4 解析モデル

キーワード 位置エネルギー、すべり支承、耐震構造、地震時多点固定構造、完全弾塑性モデル

連絡先 〒604-8152 京都市中京区烏丸通小路上ル(烏丸中央ビル6F) 阪神高速道路(株) 075-223-1867

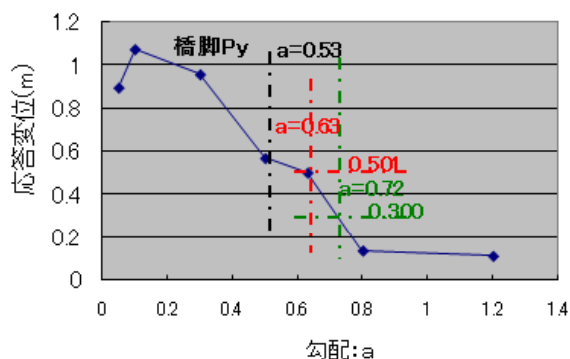


図-5 支承の応答変位(摩擦無視)

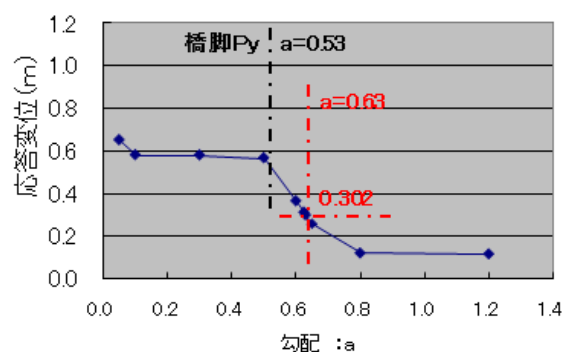


図-6 支承の応答変位 (f=0.05)

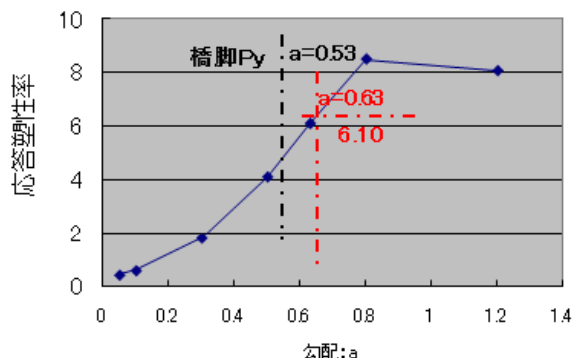


図-7 橋脚の応答塑性率(摩擦無視)

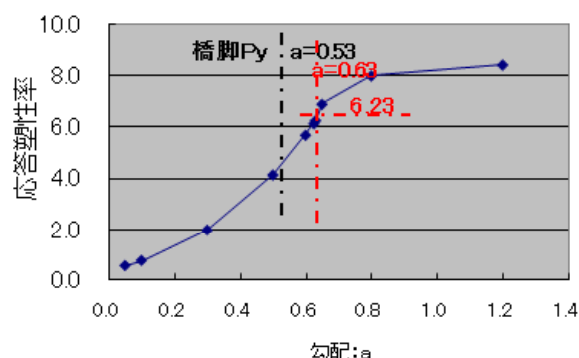


図-8 橋脚の応答塑性率 (f=0.05)

例えば支承の応答変位を 300mm 程度とする勾配は、摩擦係数を 0.05 とすると 0.63 となり、摩擦を無視すると 0.72 と大きくなる。また、勾配を大きくすると支承の応答変位は小さく、橋脚の応答塑性率は大きくなるが、大きくなりすぎると上部構造が勾配をすべらなくなるため応答は変動しなくなる。摩擦の影響は支承の応答変位には影響するが、橋脚の塑性化に対する影響は小さい。

4. 常時揺動区間の影響

水平区間を ± 100 , ± 200 , ± 300 および ± 400 mm とした支承の応答変位をそれぞれ図-9～図-12に示す。いずれの場合も、勾配が大きくなると上部構造の応答変位が小さくなり、橋脚の応答変位が大きくなる。ただし、勾配が大きくなり過ぎると抵抗力が大きくなるため上部構造は勾配をすべらなくなり、水平区間を変位するだけとなる。

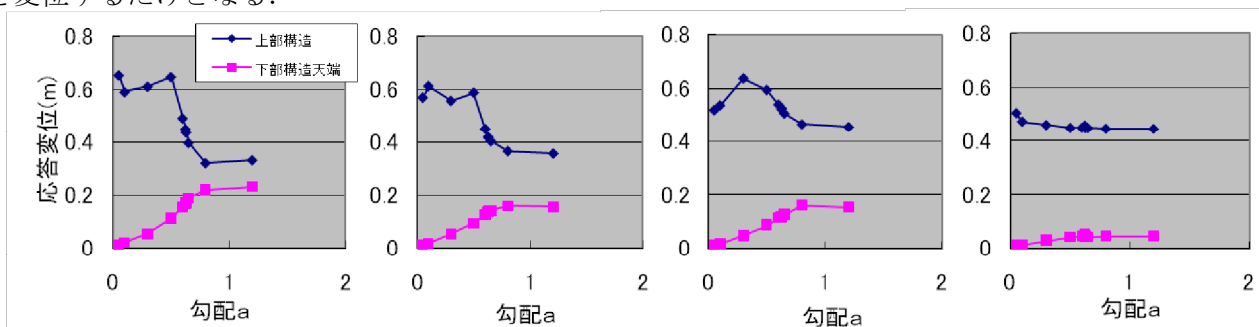


図-9 遊間量100mm

図-10 遊間量200mm

図-11 遊間量300mm

図-12 遊間量400mm

5. 評価

直線勾配とすると橋脚への作用力は勾配により一定となるので橋脚の応答は安定しやすいが、支承の応答変位は摩擦の影響により変動するので、勾配と摩擦材を適切に設定する必要がある。ただし、本システムを実用化するにあたっては衝撃の影響を適切に評価するとともに、支承部の動的挙動、上下動に対する適正な評価が必要である。

参考文献：1) 宇野, 竹ノ内, 横川, 宮崎, 河内山：応答変位を抑制する擬似多点固定構造の提案, 第 62 回土木学会年次講演論文, 2007