

すべり支承の慣性力解放効果について

パシフィック・コンサルタンツ(株) 正会員 林 亜紀夫

はじめに

橋梁上部工、および支承の震害事例の多くは、上部工慣性力が橋梁躯体に伝達される移動制限装置付近に見られる。多くの橋梁では、上下部工の間で水平反力の伝達を行う固定支承と、相対変位を許容して水平反力を解放する可動支承を交互に設けている。この両者のちがいは移動制限装置の可動間隙が前者で小さく、後者で大きいということである。移動制限装置の損傷が固定支承に多いことは想像通りであるが、まれには可動支承にさえ見られる。損傷の原因を移動制限装置の耐力が不足していることに求めるのみでなく、移動制限装置のあり方を根本的に見直す必要があると考えられる。見直す作業の第一段階は制限すべき移動量(上下部工相対変位)の全体量を知ることであると考え、計算と考察を試みた。

1. すべり支承の性質とそのモデル化

線支承、支承板支承などのすべり支承は、一般的な設計計算において水平反力を伝達しないと考えるケースと摩擦係数に相当する分を伝達すると考えるケースの両方を検討し、後者のケースでは摩擦係数を 0.1~0.2 の範囲に採ることが多い。もし摩擦係数 0.2 程度の支承によって上下部工を連結するならちょうど水平震度 $K_H = 0.2$ 以上に相当する慣性力を解放することになる。このことは、外力を正確に見積ることができると言う利点だけでなく図-1 に示すような履歴を持つ復元力特性を持つことになるので減衰の効果も持つことになる。摩擦係数は動き始めの静摩擦とすべりつつある時の動摩擦において異なると考えられているが炭素分の多い鑄鉄支承や潤滑材を埋め込んだ性状のおだやかな支承の場合にはその差が非常に小さいか。ステックスリップのようなすべりを生ずると考えると摩擦係数はほぼ一定と考えることができる。そこでこの支承を次の2項目で表現する要素にモデル化して見た。

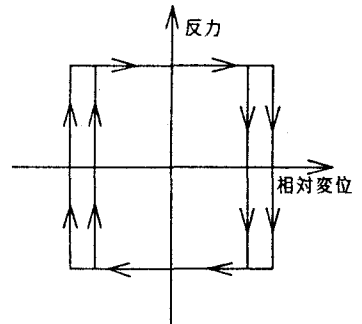


図-1 すべり支承の反力履歴

- ① 支承を通して伝達される水平反力はその上下部工の相対速度と反対方向に働く。
- ② 水平反力の絶対値は垂直反力と摩擦係数の積を越えない。

2. 橋梁のモデル化と応答計算の一例

一般的な橋梁にこのすべり支承を設定しその挙動を応答解析によって求めて見た。橋梁は先に振動実験^{*1}を行ったものを例にとり、図-2 に示すような3質点せん断バネ系モデルとした。入力地震動はM8、震央距離 100km に相当する応答スペクトル^{*2}と主要動継続時間^{*3}を推定式によって設定し、これを近似する模擬波を約41秒間にわたって調整して用いた。(図-3 a), b), c)を参照)

最も関心のある上下部工の相対変位を見ると図-4 のように最大 7.7cm に至り、最終的には 2.2cm に戻っている。

上下部工間で伝達される水平力は図-5 a), b)に支承を水平方向固定としたモデルとの比較を示したが、すべり支承では固定支承の場合の約17%に減っている。

橋梁下端のせん断力は図-6 a), b)に示すように固定の約20%となっており、摩擦係数以上の水平力を解放していることと減衰の効果が見られる。

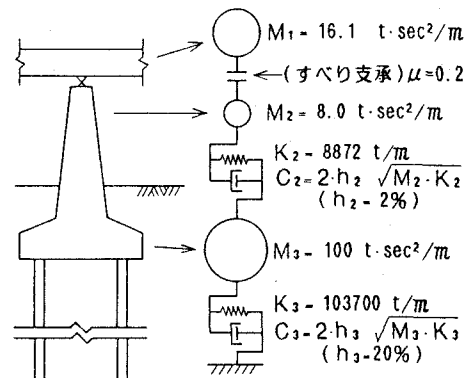
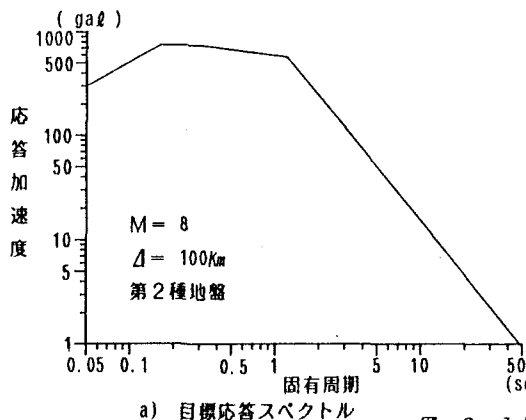


図-2 モデル



a) 目標応答スペクトル

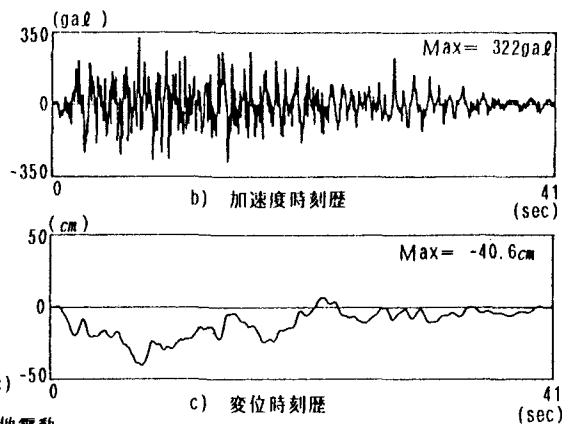


図-3 入力地震動

上下部工相対変位時刻歴の正負を反転させると入力地震動の変位に非常に良く似ていることに注目されたい。(図-3 c)と図-4を参照)

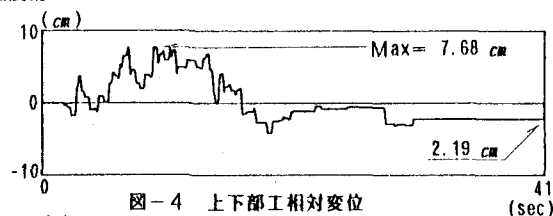
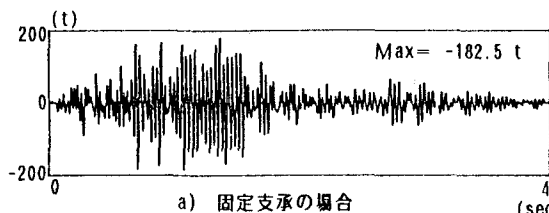


図-4 上下部工相対変位

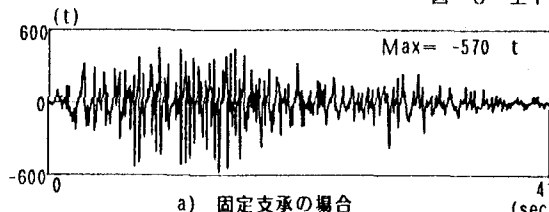


a) 固定支承の場合

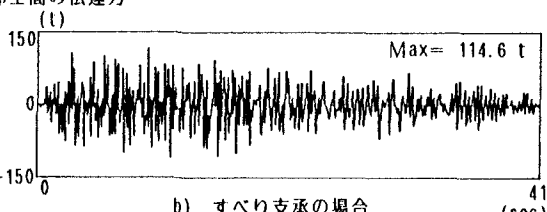


b) すべり支承の場合

図-5 上下部工間の伝達力



a) 固定支承の場合



b) すべり支承の場合

図-6 橋脚下端のせん断力

3. 考察と結論

移動制限装置のあり方を見直すために先づそれが無かった場合の水平移動量を求める試算を行った。

その最大値は 7.7cm という比較的小さな量であり、一般的な可動支承で吸収できる範囲内と考えて良い。

適当な摩擦係数を持つすべり支承は上部工慣性力の一部を解放し、減衰の効果も持つことが推察できる。

この一例だけから移動制限装置が不要と考えるのは早い、その可動巾の設定や水平反力吸収の方法を工夫することによって上記の効果を生かすことができる。 今後は残留相対変位(計算例では 2.2cm)の問題や入力波の特性との関係等についてさらに検討を進めていく予定である。

参考文献

- *1 蝦名, 渋谷, 久保, 林: 道路橋の橋脚を用いた動・静的載荷実験と簡単なモデルによる近似, 土木学会誌, 1981, 9, P.P.31~37
- *2 荒川, 川島: 動的解析用入力地震動の設定方法, 土研資料第2120号 P. 8
- *3 荒川, 川島, 田村, 相沢, 高橋: 最大地震動および地震応答スペクトルの推定法(その7) 地震動加速度の継続時間の推定法, 土研資料2118号P.P.21~25