

I-B 305

斜角を有するけた橋の水平地震動による回転挙動

大日本コンサルタント	正会員	川神 雅秀
建設省土木研究所	正会員	大塚 久哲
建設省土木研究所	正会員	神田 昌幸
東北大学 工学部	正会員	鈴木 基行

1. まえがき

斜角を有するけた橋は、橋台などで変位拘束を受ける場合、水平地震動により鉛直軸回りに回転振動が発生し、落橋にいたることが指摘されている。1995年兵庫県南部地震では、斜橋が回転変位に起因する沓座コンクリートからのけた逸脱によって落橋した例がある。本文では、斜角を有するけた橋の回転メカニズムの検討と、支承部破損後のけたの回転を対象としたシミュレーション解析結果の概要報告を行う。

2. 落橋発生過程とシミュレーション解析手法

(1) 落橋発生過程

図-1(a), (b)に示すように水平地震動によって、移動拘束機能を受け持つ支承のサイドブロックがけたとの衝突で破断すると、けたは沓座コンクリート上に移動する。ここで、橋台や隣接けたにより一方の水平変位が拘束されると、けた端部鈍角側を中心に鉛直軸回りの回転振動が発生する（同図(c)~(e)）。この回転変位が大きい場合は鋭角側のけたから順次、沓座上を逸脱し、けたの支持状態が不安定に至った時点で落橋すると考えられる。

(2) 幾何学的に回転可能な形状

斜角を有するけた橋の回転挙動が制限されない形状の条件および、支承線に垂直な慣性力がけた端に作用して斜橋が回転する幾何学的条件を求めると、同一の式となり、式(1)で表される。

$$L \geq \frac{2b}{\sin 2\theta} \quad (1)$$

ここに、けた長さを L 、幅員を b 、斜角を θ とする。

式(1)の条件を満たす範囲を図-2に表す。

$b/L \leq 0.5 \sin 2\theta$ となる放物線内斜線部が回転可能な平面形状を示し、これによって回転発生の可能性が判定できる。

(3) シミュレーション解析手法の概要

解析は図-3のモデル図で示すように、けた橋の各支点部に、図-4の非線形摩擦履歴特性を持つ2方向バネを挿入し、非線形時刻歴動的応答解析によって実施した。

ここで支承線直角方向バネの復元力特性は、圧縮方向は移動拘束とし、引張り方向は摩擦移動をモデル化する剛塑性型

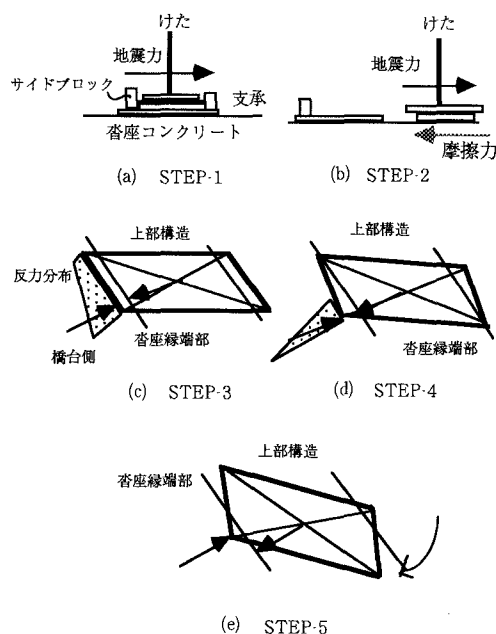


図-1 落橋に至る概念図(推定)

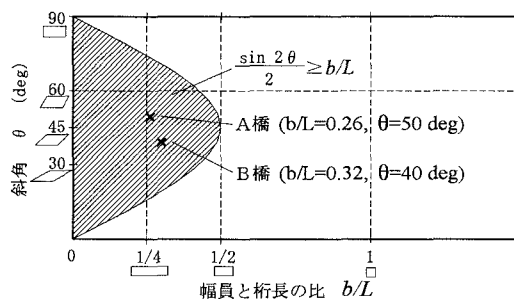
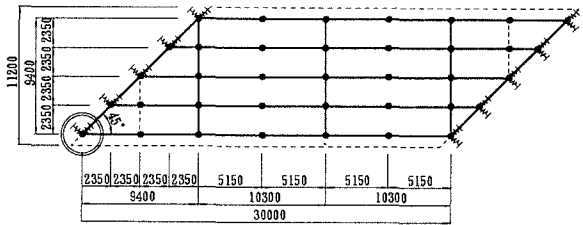


図-2 回転可能な平面形状の範囲と落橋した斜橋の例

を採用した。また支承線方向バネの復元力特性は、圧縮、引張り方向とも摩擦移動モデルの剛塑性型で解析した。なお摩擦係数についてはその数値を変化させて解析を行ったが、ここでは $\mu=0.5$ とした場合の結果を示す。

水平地震動は二方向同時入力として解析した。



◎ 時刻歴応答の着目点

図-3 骨組みモデル図（単位mm）

3. 数値解析結果

実橋の諸元を参考として、図-3および表-1の構造諸元を有するモデル橋を採用し、上部構造のみを対象に数値解析を行った。

水平地震動は兵庫県南部地震における神戸海洋気象台観測地震波の水平二方向成分を継続時間15秒使用した。

また、けたの剛性は剛体に近い数値を仮定した。

非線形時刻歴動的応答解析に使用した解析ソフトは、3次元構造物の材料、幾何学的非線形解析が取り扱えるプログラムであり、数値積分はニューマークの β 法で行った。なお数値計算の時間刻みは1/1000秒とした。

図-5は、上部構造の回転履歴図であり明確に鋭角側からの回転現象を確認することが出来る。図-6は、鋭角側支点バネの時刻歴反力を示す。摩擦力を越えた時点での変位スリップが確認できる。

図-7は、鋭角側支点変位の軌跡図である。

当該モデル橋の場合は解析継続時間15秒に対して、最大回転角1度程度、鋭角側支点変位は橋軸方向15cm、橋軸直角方向30cmであった。

表-1 構造諸元

形式	けた長	幅員	斜角
単純非合成けた橋	30m	11.2m	45度

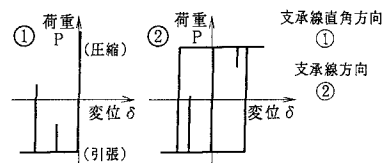


図-4 非線形摩擦履歴特性

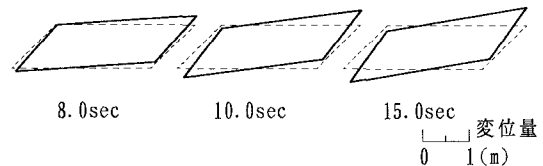


図-5 上部構造の回転履歴

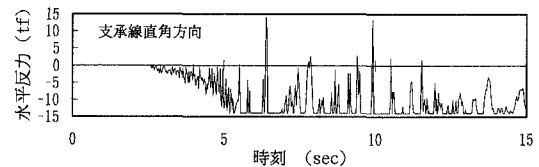


図-6 鋭角側支点バネの時刻歴反力

4. まとめ

斜角を有するけた橋の落橋過程の説明と、シミュレーション解析による回転挙動メカニズムの概要について報告した。以上の結果より斜角を有するけた橋の回転挙動は、剛体の転倒問題として、簡略化して取り扱えるものと判断される。

現在のところ、斜橋の地震時回転振動に関する研究については非常に少ないため、今後は斜角、平面形状、摩擦係数などの影響や下部構造との関係など更に研究を継続する予定である。

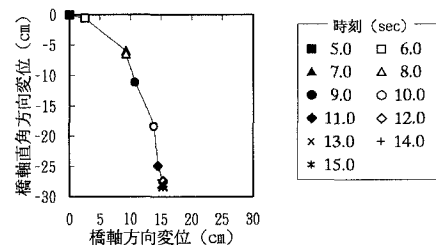


図-7 鋭角側支点変位の軌跡