

I-119

剛体基礎の回転振動に及ぼす上部構造系の影響

正員 建設省土木研究所 川島 一彦
 正員 建設省土木研究所 運上 茂樹
 正員 建設省土木研究所 ○向 秀毅

1. まえがき

本文は、吊橋主塔基礎からなる剛体基礎の転倒に対する動的な安定照査法を開発することを目的として、剛体基礎の回転振動に及ぼす主塔部の影響を解析的に検討した結果を報告するものである。

2. 解析手法の概要

主塔部を有する剛体基礎の地震応答解析を行うために主塔部及び基礎を図-1に示すようにモデル化した。剛体基礎は底面及び側面において、それぞれ、法線方向の抵抗ばね及びこれに直行する方向のせん断ばねによりモデル化された地盤によって支持され、ここに地震動加速度が作用するものとした。

基礎底面及び側面における法線方向の地盤ばねは、圧縮力に対しては抵抗し、引張力に対しては剥離するものとし、基礎底面では地盤ばねによる復元力と同時に、剥離を伴う回転振動による基礎と地盤との衝突による速度低下を考慮した。基礎底面及び側面におけるせん断方向の地盤ばねは、摩擦型のばねとし、バイリニア型のばねでモデル化した。上部構造部分は、線形骨組構造としてモデル化し、上部構造系の減衰を振動モードごとに減衰定数として与えた。

剛体基礎部分及び上部構造部分の運動方程式を連立させて解くことによって、時刻歴応答を求めた。

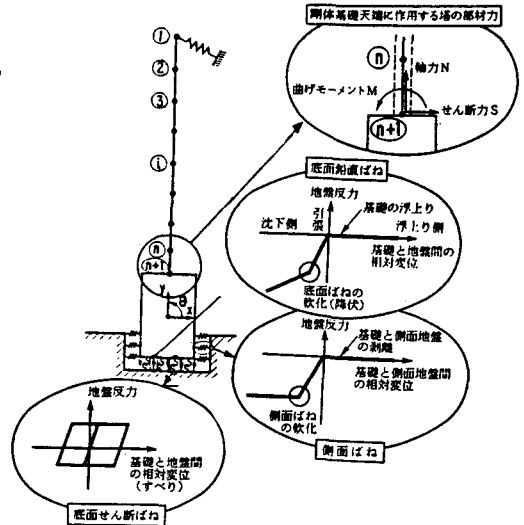


図-1 解析対象とした剛体基礎及び上部構造とそのモデル化

3. 解析対象主塔基礎と解析ケース

主塔部の変形と振動が剛体基礎の回転振動に及ぼす影響を検討するために、図-2に示す主塔基礎の橋軸方向を対象にして回転振動の解析を行った。解析のポイントは、主塔部が存在することにより、剛体基礎が地震動を受けた場合に生じる応答値等にどのような影響が生じるかを検討することである。解析ケースは以下に示す3ケースとした。

- ① ケース1：剛体基礎単独（基礎の施工が完了し、主塔の架設前の状態に相当）
- ② ケース2：主塔基礎単独系（主塔の施工が完了し、ケーブル及び補剛桁の架設前の状態に相当）
- ③ ケース3：主塔基礎完成系（橋梁全体が完成した状態に相当）

入力地震動は、図-3に示す地震動とし、最大加速度は 269cm/s^2 である。なお、上記の解析ケースにおいて主塔部の減衰定数として全ての振動モードに対して2%を与えた。

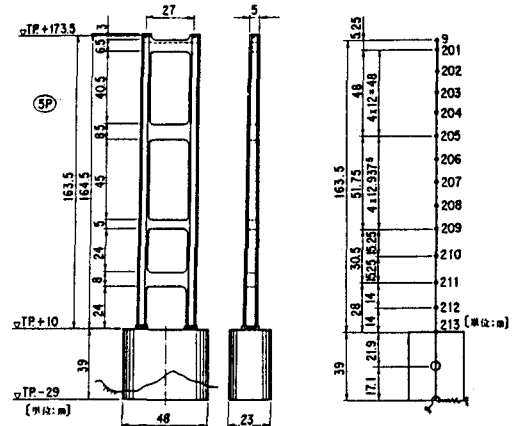


図-2 解析対象とした剛体基礎及び上部構造とそのモデル化

4. 剛体基礎の回転振動に及ぼす上部構造系の影響

図-4及び図-5は、それぞれ、基礎重心点の回転角、主塔頂部の水平変位の時刻歴波形を示したものである。基礎重心点の最大回転角は、ケース1（基礎単独）場合には、 $0.222 \times 10^{-3}\text{rad}$ となる。主塔部が存在するケース2（主塔基礎単独系）及びケース3（主塔基礎完成系）の場合には、ケース1に比較して、

それぞれ、10%及び20%程度小さくなるが、その振動特性はほとんど変わらない。主塔部の応答変位を見ると、ケース2（主塔基礎単独系）では、ゆっくりとした周期で振動しており、これは主塔部が独立している時の主塔の固有周期4.6秒に相当している。一方、ケース3（主塔基礎完成系）では、主塔頂部においてケーブルにより水平方向の変形が拘束される結果、主塔部はケース2よりも短い約1.3秒の固有周期で振動している。

図-6は、上記3ケースについて基礎底面において地盤との剥離がどの範囲に生じるかを時刻歴で比較したものである。これによれば、剥離が生じる回数や最大の剥離幅は、ケース1及びケース2は、ほとんど変わらないが、完成系であるケース3は、ケース1及びケース2よりも減少している。これは、上記の回転角と同様に、主塔がケーブルによって水平方向に拘束される結果、基礎底面に生じる剥離も減少するものである。

5. 結論

本検討結果をまとめると、主塔基礎単独系及び完成系の場合に基礎に生じる応答値は、基礎単独の場合よりもわずかに小さくなる程度で、基礎の回転振動に及ぼす主塔及び補剛桁の影響は小さい。この理由は、今回の解析対象橋では、基礎の重量に比較して主塔部の重量が小さいこと、主塔部の固有周期が基礎～地盤系の固有周期に比較して大幅に長いためである。

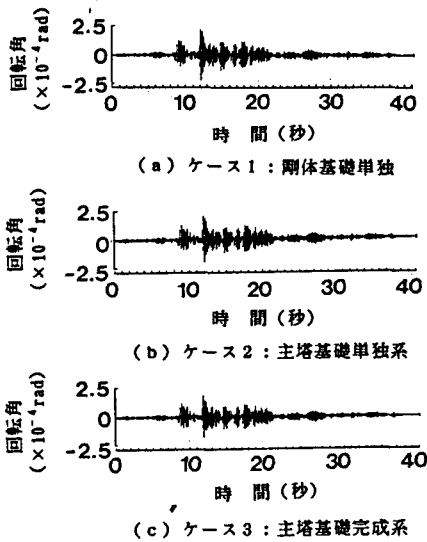


図-4 基礎重心点の回転角

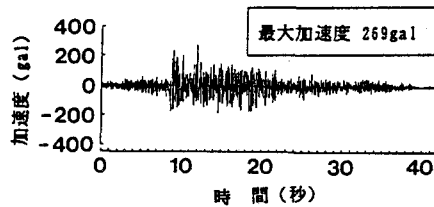


図-3 入力地震動

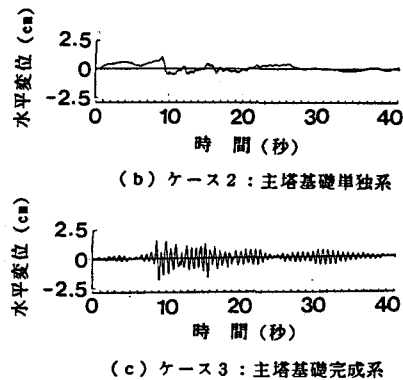


図-5 主塔頂部の水平変位

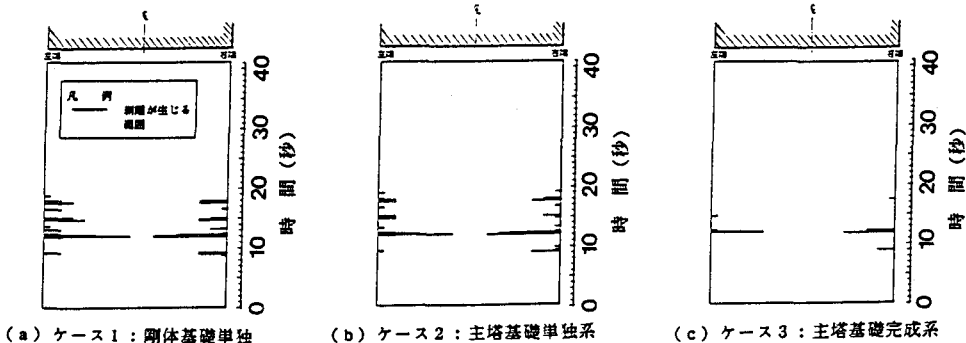


図-6 基礎の底面に剥離が生じる範囲