

1. はじめに

阪神淡路大震災で被災したピルツ式橋脚に代表されるような鉄筋コンクリートT型橋脚は、大都市部で採用される事が多い。この種の橋脚での柱頭部ロッキング振動の影響は、設計では考慮されていない。

そこで鉄筋コンクリートT型橋脚を対象に、弾性スペクトル応答解析と非線型動的解析を行い、柱頭部ロッキング振動が及ぼす影響と、それらに対する今後の耐震設計上の留意点に触れる。

2. 解析方法

対象とした橋脚と解析モデルを図-1に示す。橋脚上部の横梁を有するモデル(以下、T型モデル)と有しないモデル(以下、I型モデル)の2種類とした。橋脚上部工はコンクリート桁(W=13,653kN)と鋼製桁(W=10,120kN)の2ケースを考えた。T型モデルでは桁位置に上部荷重を等分割して与え、I型モデルでは中央に集中させている。

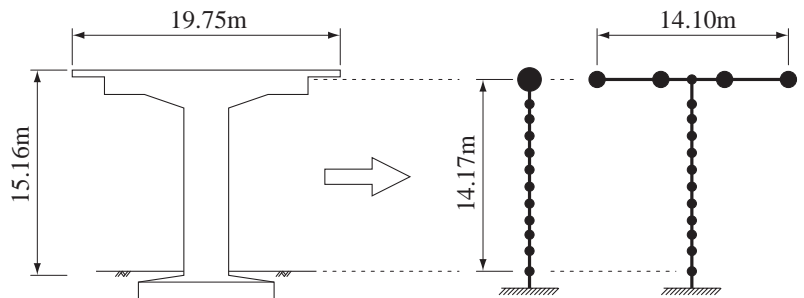


図 - 1 対象橋脚と解析モデル

橋脚質量は約1.25m間隔で与えた。非線型動的解析では、橋脚自重質量位置にモーメント-曲率計算から求めた非線型M-パネを配した。なお橋脚質量間の部材は充分剛とみなせる曲げ剛性を与えている。このパネの復元力タイプはTRI-LINEAR武田型を用いた。また減衰定数は5%(質量比例型)とした。

スペクトル応答解析時の橋脚曲げ剛性には、全断面有効として曲げ剛性を与えている。

用いた地震波の加速度応答スペクトルを図-2に示す(減衰定数5%)。解析には、この原波だけでなく、各々の地震波を道路橋示方書に規定されているタイプの種地盤のスペクトルにフィッティングした地震波(以下、フィット波)も用いた。

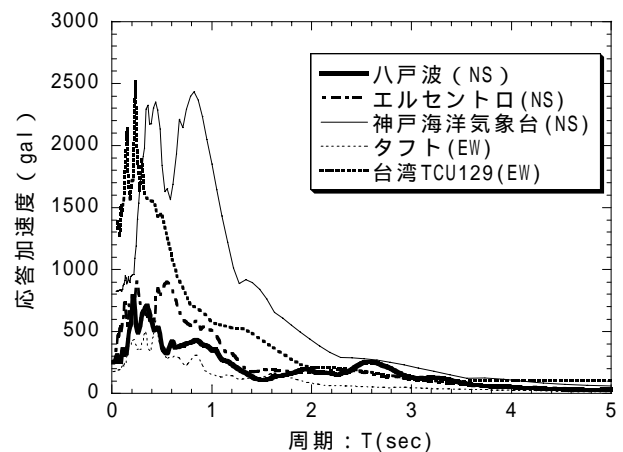


図 - 2 加速度応答スペクトル

3. 解析結果

表-1に3次までの固有周期を、また図-3にT型モデルでのモード図を示す。1次は橋脚の曲げモード、2次は梁のロッキングモードである。またスペクトル応答解析での曲げモーメント分布を図-4に示す。図中には1次のみと2次までの結果を示している。

柱頭に生じる曲げモーメント(以下、柱頭モーメント)はI型モデルでは生じないが、T型では基部に生じたモーメントの約1/4を占める。また1次に比べ2次では約40%増加している。

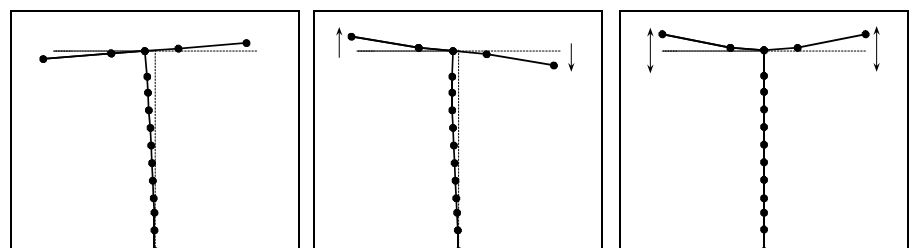


図 - 3 固有値解析結果(モード図): 左から1次, 2次, 3次。

キ - ワ - ド : 非線型動的解析, 橋脚, 断落し, ロッキング振動

連絡先 : 〒 204-8558 東京都清瀬市下清戸 4-640 TEL0424-95-0999, FAX0424-95-0903

表 - 1 固有周期

| 桁      | モデル | 固有周期(秒) |       |       |
|--------|-----|---------|-------|-------|
|        |     | 1次      | 2次    | 3次    |
| コンクリート | I型  | 0.685   | 0.064 | 0.040 |
|        | T型  | 0.775   | 0.268 | 0.229 |
| 鋼製     | I型  | 0.590   | 0.055 | 0.039 |
|        | T型  | 0.667   | 0.230 | 0.196 |

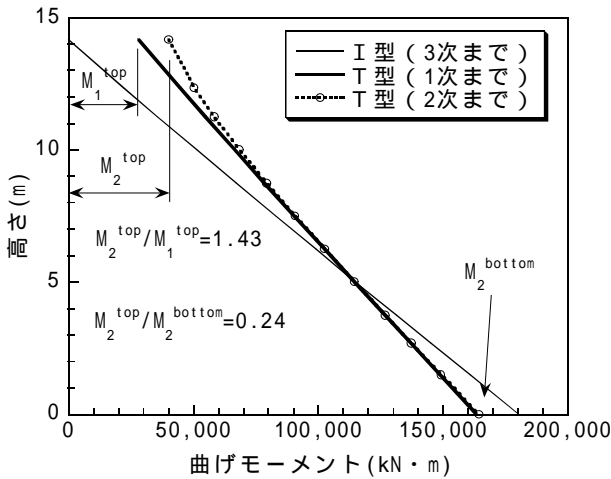


図 - 4 スペクトル応答解析結果 (M分布)

非線型動的解析より得られた柱頭の最大応答変位を図 - 5 に示す。最大応答変位は、モデルによる差異はない。基部の最大応答せん断力について、各モデルで比較したものが図 - 6 である。コンクリート桁での T 型モデルでは、I 型に比べて大きなせん断力が発生する場合があった。これは神戸海洋気象台の原波（以下、JMA 波）を用いた場合である。この時の曲げモーメント分布を図 - 7 に示す。最大応答せん断力時のモーメント分布は、ほぼ逆対象となっている。また柱頭モーメントが最大の時も併せて示しているが、この柱頭モーメントは曲げ耐力 ( $M_c=94,712\text{kN}\cdot\text{m}$ ) 近傍まで発生している。

これらの事から、I 型モデルでは地震時せん断力を過小評価する可能性がある事、ならびに主鉄筋を断落しする際、ロッキング振動を考慮する事が重要であるといえる。

4. まとめ

T 型鉄筋コンクリート橋脚の上部ロッキング振動の影響を調査するため、弾性スペクトル応答解析、非線型動的解析を行った結果、以下の事が言える。

- (1) 弾性スペクトル解析では、柱頭モーメントは基部モーメントの約 25% である。非線型解析ではもっとも大きな場合で曲げ耐力近傍まで発生する。
- (2) 原波ならびにフィット波を用いた非線型動的解析で、T 型モデルの方が I 型モデルに比べ大きな作用せん断力が発生する場合がある。これは柱頭モーメントが作用することに起因する。
- (3) 断落し位置の決定には、柱頭モーメントの影響を考慮するべきである。

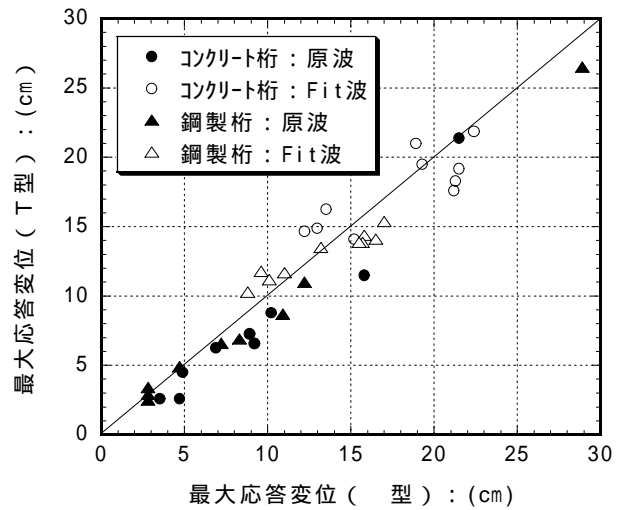


図 - 5 最大応答変位の比較

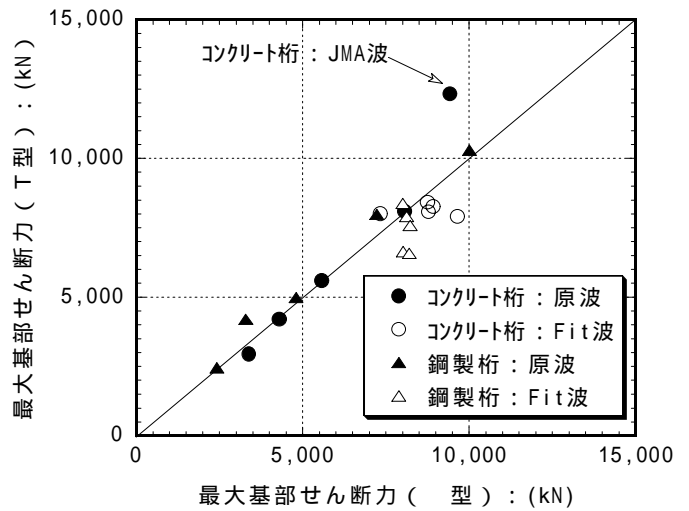


図 - 6 基部最大応答せん断力

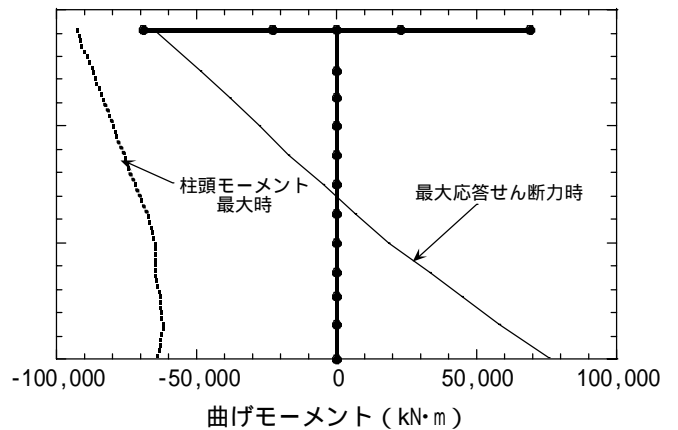


図 - 7 応答せん断力、柱頭モーメント最大時