

立命館大学理工学部

立命館大学理工学部

(株)千代田コンサルタント

学生員 ○大野 敬美

正会員 伊津野和行

正会員 花水 憲二

1. はじめに 平成 8 年の道路橋示方書耐震設計編では、橋全体系として所定のじん性を確保すべく、橋脚だけではなく、橋脚基礎に関しても地震時保有水平耐力法が導入された。ただし、橋台に関しては従来どおり震度法による設計が行われている。本研究では、現行の道路橋示方書に準拠して設計された 2×3 本杭の橋台と、さらに地震時保有水平耐力法により照査を行い杭がその規定を満足するように設計した 3×3 本杭の橋台の耐震性能を考え、支承剛性の影響をどのように受けるかを考える。

2. 解析モデル 対象とする橋梁は、地震時水平力分散支承を用いた 4 径間連続橋である。大地震時の塑性化は杭のみに発生すると仮定し、杭を非線形はり部材として剛性低下型トリリニアモデルとする。橋脚・橋台・桁は線形部材でモデル化を行った。地盤は線形バネ要素によりモデル化を行った。Case1 は 2×3 本杭の橋台であり、Case2 は 3×3 本杭の橋台である。

支承に関しては、地震時水平力分散支承を用い線形バネ要素によりモデル化した。支承のバネ値を可動支承である 0 GN/m から 120 GN/m までの 13 ケースと変化させることにより、支承剛性がどのように地震応答に影響するかを検討する。本研究に用いた地震波は 2 種類あり、日本道路協会の I 種地盤用標準地震入力例から、レベル 2 地震波の海洋型の波形と内陸直下型の波形を用いた。

3. 桁の応答変位・応答加速度 桁の最大応答変位・最大加速度について解析し、横軸は支承剛性を対数軸で、縦線は最大応答値として Case1・Case2 をそれぞれプロットした。支承が可動支承の場合の値も示した。

海洋型地震波の場合、桁の変位を小さくする必要がある時支承のバネ定数を大きくしなければならない。加速度は支承のバネ定数を変えても、余り変化はない (図 2)。

内陸直下型地震波の場合、桁の変位を小さくする必要がある場合、加速度の低減は望めない。そして免震効果を求めるなら桁の変位は大きくなる (図 3)。

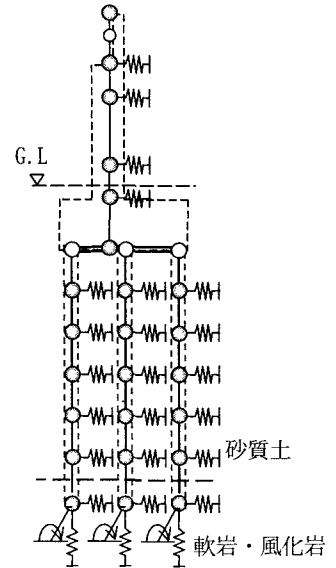


図 1 Case2 の橋台

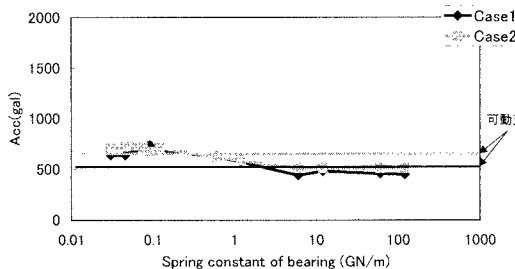


図 2 最大応答加速度 (海洋型)

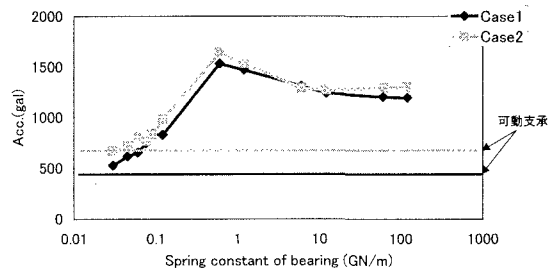


図 3 最大応答加速度 (内陸直下型)

Hiromi OHNO, Kazuyuki IZUNO, Kenji HANAMIZU

4. 杭頭モーメント 橋台にかかる負担を大きくするために、支承剛性を高めたときでさえ、杭は降伏しなかった。ある程度負荷を与えても良いと考えられる。図6及び図7に示すように杭頭モーメントが大きくなると橋脚基部モーメントは小さくなる。このことから、橋台に負荷を作用させれば橋脚を細くすることも可能である。本検討から見る限り、橋台については現行の震度法的设计(Case1)で問題はなく、さらに橋台に負荷を与えることが可能といえる。

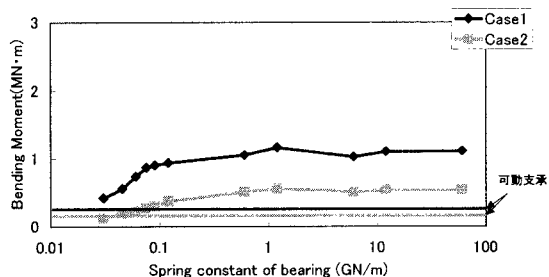


図4 最大杭頭モーメント (海洋型)

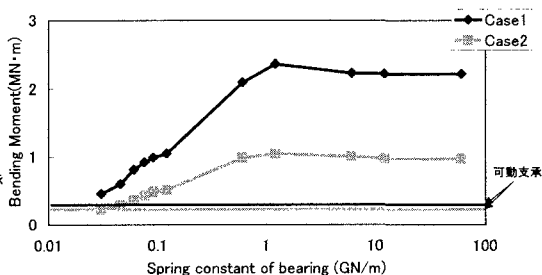


図5 最大杭頭モーメント (内陸直下型)

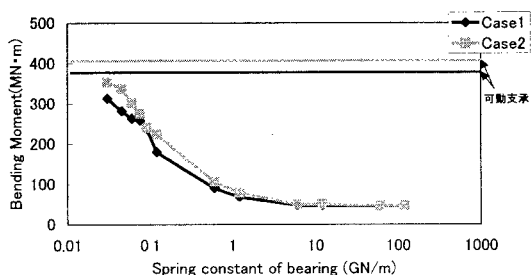


図6 橋脚基部モーメント (海洋型)

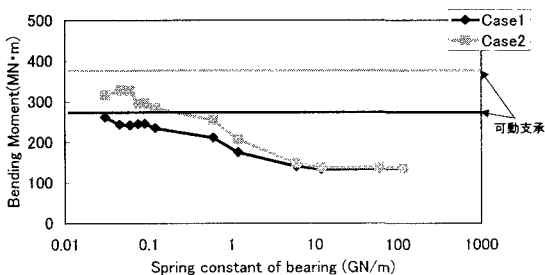


図7 橋脚基部モーメント (内陸直下型)

5. 軸力 入力地震波が海洋型・内陸直下型とも圧縮力に関しては杭に影響はない。しかし、内陸直下型の地震波の場合、引張力では0.6GN/mの時点で杭の許容引張力を越えている(図8)。この時、固有周期が0.7秒となり、加速度応答が大きくなる領域に入ることにより起こったものであると考えられる。

6. まとめ いずれのケースも橋台の杭頭モーメントは降伏していなかった。橋台に負荷を与えても、橋台の杭が曲げによる壊滅的な損傷を受けることはないと考えられる。しかし、軸力については内陸直下型の地震波で許容引張力を越えており、フーチングの接合部が損傷を受ける可能性がある。

以上のことによりCase2で支承のバネ定数が0.6GN/mでは加速度応答が大きくなり杭に何らかの影響が及ぼされるが、それ以外の場合については支承の剛性を高くしたときでさえ、橋台の杭は降伏していなかった。本研究で検討した地震応答特性からは橋台は、震度法を考慮しただけの設計でも問題はなく、地震時保有水平耐力を考慮して設計した3本杭の橋台はかなり余力がある。

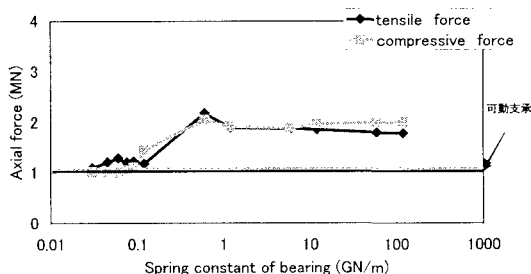


図8 前列杭頭の最大引張力・最大圧縮力