

I - 854

PC斜張橋の弾塑性地震応答特性

— 橋脚・橋台と主桁間に弾塑性のせん断ばね支持した場合 —

銭高組 ○正 水取 和幸
 同 正 鳥海 寿美男
 同 正 山花 豊
 建設省土木研究所 正 大塚 久哲

1. はじめに

既往の研究において、PC斜張橋のコンクリート部材の非線形特性を考慮した弾塑性地震応答特性を明らかにした。ここでは、コンクリート部材の非線形特性を考慮するとともに橋脚・橋台と主桁間に弾塑性の復元力特性を有するせん断ばね支持機構を設定し、地震時における応答性状について検討した。

2. 解析モデル

図-1に示す3径間連続PC斜張橋を対象とした。本モデルでは橋脚と主桁および桁両端と橋台の間にバイリニアの復元力特性を有するせん断ばねを設置している。また、橋梁のコンクリート部材はDegrading Tri-Linear型の復元力特性を有するもので、スケルトンは道路橋示方書耐震設計編に準じて算定したもので、応答時の変動はないものとした。境界条件および設置せん断ばね位置の模式図を図-2に、非線形特性を図-3に示す。解析検討は表-1に示す4モデルとし、それぞれ弾性応答および弾塑性応答解析を行った。

3. 解析条件

地震応答解析は直接積分法（ニューマークβ法）を用い積分間隔 $\Delta t=0.01$ 秒で12秒間とし、減衰定数はレーリー型で5%を設定した。入力地震動は1980年NS波と八戸NS波を最大加速度500galとし橋軸水平方向に作用させた。

4. 解析結果と考察

(1) 応答最大モーメント

構造部材の最大応答値はモデル1よりモデル4の場合の方が大きく、また、弾性モデルの方が弾塑性モデルより約20%大きな応答値を示した（図-4）。弾性解析においては、せん断ばね支持した場合の方が大きな応答応力を出す部分もあるが、弾塑性解析では地震開始直後（約1.2秒後）からせん断ばねは弾性限界を越え塑性域に至るため、全体的に構造部材の応答は小さくなり特に橋脚の応答値は小さい。せん断ばね部材の応答断面力波形（モデル2,3,4）を図-5に示す。

(2) 応答最大変位

図-6にモデル1と4の結果を示している。弾性解析の応答最大変位は全てのモデルで弾塑性解析の場合より約30%大きかった。弾性解析においては、せん断ばね支持をしないモデル1の応答変位が最も大きい。弾塑性解析では塔、主桁の変位ともせん断ばね支持されたモデル4の応答値が最も小さい。なお、主桁の上下変位はモデル3の場合が最も小さかった。

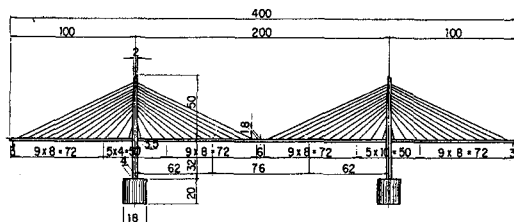


図-1 構造図

表-1 ばね支持モデル

モデル	位	置	固有周期 (秒)
1			4.484
2			2.785
3			2.483
4			2.584

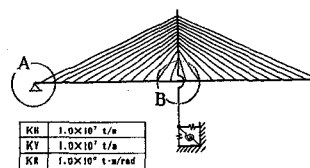


図-2 境界条件と位置

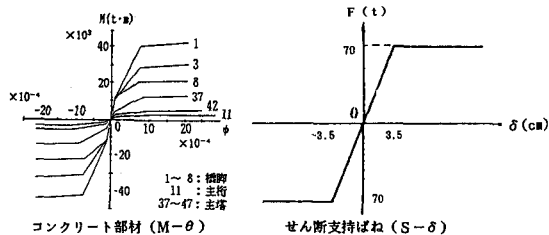


図-3 スケルトン

(3)部材のひび割れ, 降伏状況

図-7にモデル1と4における部材のひび割れ発生状況および降伏状況を示している。この図は八戸波による結果であるが、非線形せん断ばね支持の効果が示されている。

ひび割れ発生順序は同一入力波形において、全モデルとも殆ど同じ傾向を示す。しかし、入力波形の違いによってその発生順序・場所は異なり八戸波による場合の方が多くの部材でひび割れ限界を越えている。

入力波形: 橋脚下端→主桁→主塔下部→主桁

八戸波: 橋脚下端→主塔下部→主桁→主塔中部

また、入力地震動レベル500galでは、降伏に至った部材はなかったので、八戸波(800gal)を用いて解析を行った。その結果は図-8に示されている様に、モデル1では主塔が降伏するのに対し、非線形せん断ばねを有するモデル4では主塔の降伏は見られない。

5. まとめ

弾性および弾塑性解析により以下の特性が得られた。

- ①弾性解析では初期の構造系で地震応答特性が決まるために、大地震を想定した耐震性を維持することはできなくなる。しかし、弾塑性解析では構造部材の非線形化を考慮することで構造系の地震応答特性の変化や減衰効果を評価し破壊状況を把握することができる。
- ②せん断支持ばねを設置した場合、弾性解析では設置しない場合の構造物の応答と大きな差はないが、弾塑性解析では構造物の応答値が小さくなり有効に作用する。
- ③せん断ばね支持は大きな応答を示す場合に、履歴減衰効果を期待でき有効である。
- ④主桁と橋脚、橋台間に設置するせん断支持ばねの剛性を適切に選択することで、橋脚および塔の応力を小さくすることができるとともに、主桁に生じる軸力も小さくすることができる。

参考文献

1. 道路橋の免震設計法(案) (財)土木研究センター
2. 免震構造設計指針 日本建築学会

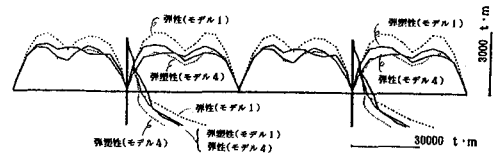


図-4 応答最大モーメント分布(八戸波)

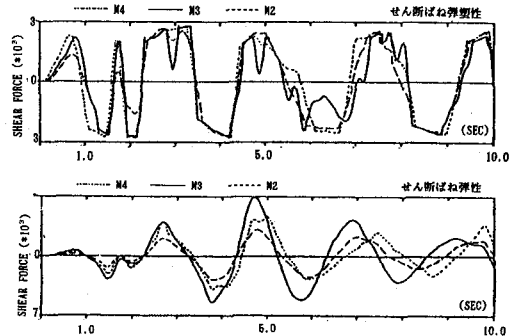


図-5 せん断ばね部材の応答波形(せん断力)

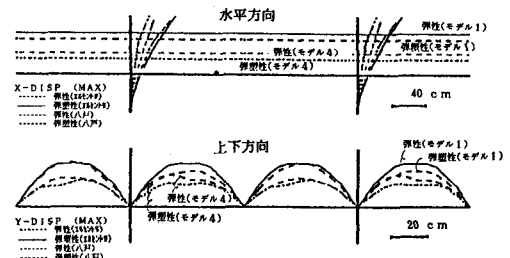


図-6 応答最大変位分布

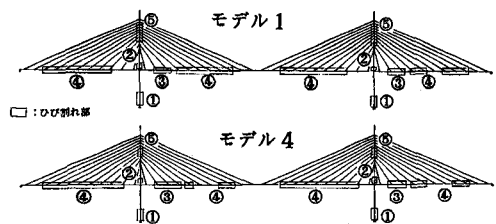


図-7 ひび割れ発生状況図

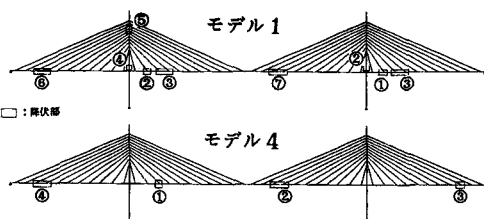


図-8 降伏発生状況図