

大規模地震時におけるPC斜張橋の弾塑性応答特性

(株) 錢高組 ○正 橋本 崇
同 正 山花 豊
同 正 水取 和幸

1. はじめに

これまでの研究において、PC斜張橋のコンクリート部材を考慮した弾塑性地震応答特性を明らかにすると共に、橋脚・橋台と主桁間に弾塑性の復元力特性を有する支点せん断バネを設置した場合の履歴減衰効果についても明らかにした。今回、さらに、大規模地震を想定してせん断バネおよび入力波形を違えて地震時応答性状について検討したのでここにその結果を報告する。

2. 解析モデル

図-1に示す3径間PC斜張橋を対象とした。橋脚・主塔・主桁は図-2に示すDegrading Tri-linearの復元力特性を有する非線形部材とし、除荷時剛性低下係数 γ は0.4、スケルトンカーブは初期に設定し応答時による変動はないものとした。せん断バネは図-3に示すバイリニアの復元力特性を有するものとし、スケルトンはそれぞれ20tf/cm、10tf/cmの初期剛性とし、70tf以上の水平力が作用すると塑性化し1tf/cmに剛性低下するものとした。

解析検討は表-1に示す3モデルとした。モデル2、3はそれぞれ支持バネ-1、2に対応する。

3. 入力地震波

入力地震波は八戸NS波と神戸海洋気象台NS波を橋軸水平方向に作用させた。入力地震動レベルを表-2に、入力地震動波形を図-4に示す。

4. 解析結果と考察

(1) 応答最大曲げモーメント

弾塑性解析より得られた2つの地震波に対する応答最大曲げモーメントを図-5に示す。なお、八戸地震波に関しては弾性解析の結果も示している。最大応答曲げモーメントは神戸地震波による応答値の方が約50%大きく、弾性解の方が弾塑性解より約20%大きな応答値を示している。また、支持バネのバネ値の小さい方が応答値が若干小さくなっている。

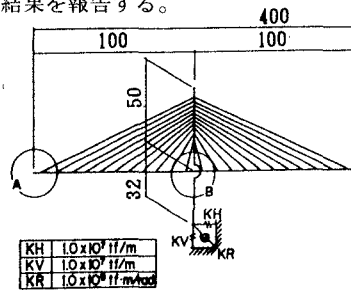


図-1 解析モデル図

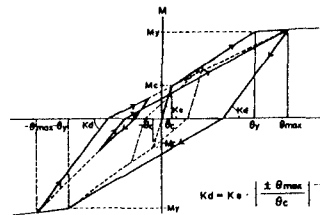


図-2 部材復元力特性

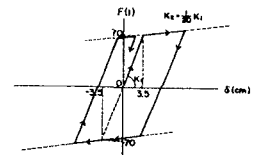
表-2 入力地震動レベル

採用地震動	最大加速度 (cm/s ²)	最大速度 (cm/s)
八戸NS	800	120
神戸NS	818	94

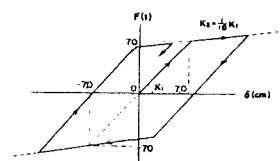
表-1 各モデル支持条件

モデル	接合位置		固有周期 (秒)
	A	B	
1	roller	free	4.484
2	bearing	bearing	2.451
3	bearing	bearing	3.042

* bearing : hysteretic-type bearing



支持ばね-1



支持ばね-2

図-3 せん断バネ復元力特性

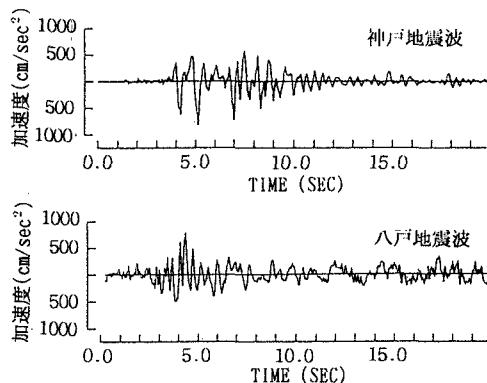


図-4 入力地震波

(2) 時刻歴応答

図-6に神戸地震波に対する弾塑性解析における主桁の鉛直方向の時刻歴応答変位を示している。図より2周期目以降は部材の非線形化に伴う減衰効果が現れ、変位振幅の減少が見られる。地震波の違いでは、八戸NS波では早期に減衰効果が現れるのに対して、神戸NS波では若干遅れて減衰効果が現れてくる。

(3) 部材の降伏状況

図-7に部材の降伏状況を示す。八戸地震波のモデル2では主桁で1.07、主塔は0.90に留まっておき主塔の降伏は見られない。また、神戸地震波におけるモデル1では、主塔で20以上、橋脚で1.18に達し、主塔・橋脚が降伏するのに対し、モデル2では主塔1.16、モデル3では主塔1.03で、橋脚には降伏が見られない。このことから、せん断バネで支持された斜張橋は、主塔・橋脚は降伏しにくい構造となっていることがわかる。また、支持バネ値の違いにより構造全体の振動特性が異なり、降伏順序が変わってきている。

5. まとめ

(1) 弾性解析と弾塑性解析では、地震時応答特性が大きく異なっている。設計では弾性解析で補強等を行っているが、弾塑性解析の方が経済的な設計が可能となると思われる。斜張橋のような高次不静定構造物において、兵庫南部沖地震級の地震を想定して設計する場合、耐震性と経済性を同時に考慮して設計を行う必要があり、場合によっては弾塑性解析の評価も重要となり得ると思われる。

(2) 入力地震波の波形の違いにより、ひび割れ発生の順序・箇所・範囲および降伏状況は大きく異なってくる。設計を行うにあたっては、その入力地震波の選定が重要になってくる。

(3) 弾塑性せん断バネの違いにより、全体的な振動特性が変わりひび割れ降伏順序が異なってくる。弾塑性せん断支持バネを用いる場合、構造の振動特性に合わせたバネの選定も重要である。

【参考文献】水取、山花、大塚：橋脚・橋台と主桁間に弾塑性せん断バネを有するPC斜張橋の弾塑性地震応答特性 構造工学論文集 Vol. 41A(1995.3)

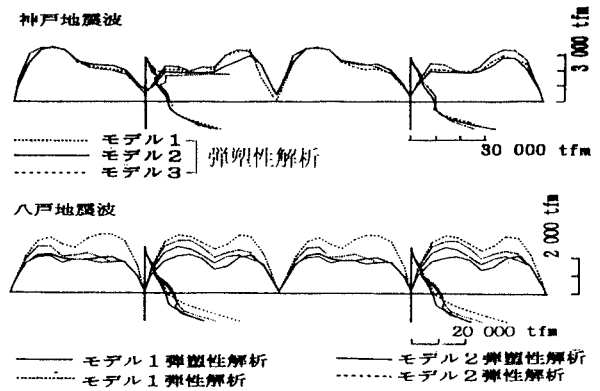


図-5 応答最大曲げモーメント

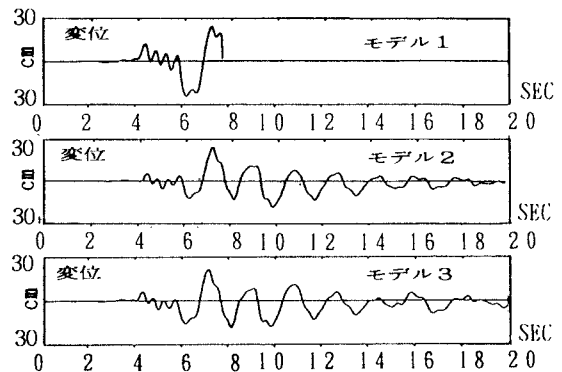


図-6 主桁鉛直方向時刻歴応答変位

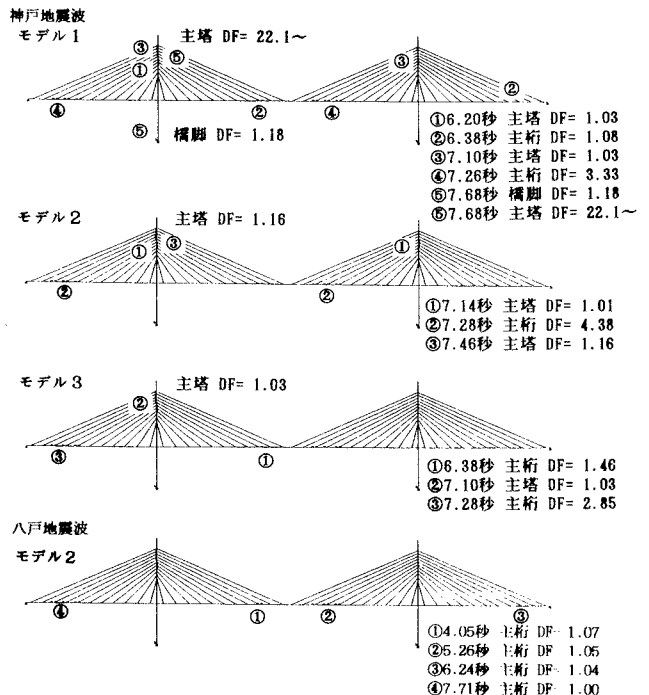


図-7 部材降伏状況図