

PC長大橋の各種構造形式における耐震性の比較

九州大学大学院 学生員 ○竹村 太佐 九州大学大学院 フェロー 大塚 久哲
九州大学大学院 正員 矢葺 亘 新構造技術㈱ 正員 若狭 忠雄

1. はじめに

近年PC橋は長大化が進み、斜張橋に加えエクストラードード橋の採用が多くなっている。地震国の我が国としては、両橋梁の耐震性を明らかにし、得失を検討しておくことは重要である。

本研究では、中央支間長150m、200m、250mの3ケースについて両橋梁の非線形動的解析を行い、耐震性を比較検討した。¹⁾

2. 橋梁概要

対象とした橋梁の全体側面図(中央支間長150mの場合)を図-1に示した。解析検討ケースは表-1のように、中央支間長150mをCase I、200mをCase II、250mをCase IIIとした。次に、対象橋梁の構造形式を表-2に示した。PC斜張橋には、主塔と主桁間に支承を設けないフローティング構造及び主塔と主桁を剛結合したラーメン構造を用い、エクストラードード橋には、主塔・橋脚と主桁間にゴム支承を設ける反力分散杓構造及び剛結合したラーメン構造を用いた。

3. 解析モデル及び方法

非線形時刻歴応答解析に用いる構造モデルは、図-2に示したような三次元骨組モデルとした。主塔・橋脚は非線形梁要素、主桁は線形梁要素、斜材ケーブルはファイバー要素を用いてモデル化した。ここで、主塔・橋脚の非線形特性は「0～ひびわれ～初降伏～終局」を結ぶトリニア型とし、復元力特性は武田型モデルとした。斜材ケーブルについては、引張りのみ線形で抵抗する特性とした。また、比較的軟弱なⅢ種地盤に位置していると仮定し地盤バネを考慮した。なお、拘束条件については図-2に付記した。

減衰については固有値解析より算出した歪エネルギー比例型減衰からレーリー減衰を定義した。入力地震動は、道路橋示方書V²⁾に規定されるタイプⅠ・タイプⅡ(共にⅢ種地盤)をそれぞれ3波ずつ用い、非線形時刻歴応答解析を行った。数値解析法としてはNewmark-β法を用い、収束性を考慮して積分時間間隔を0.002秒とした。

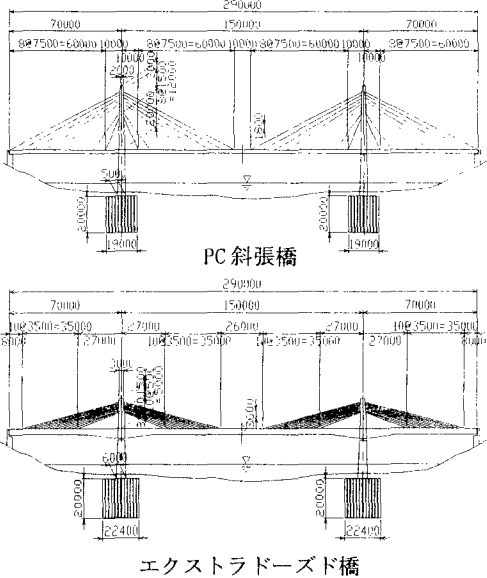


図-1 全体側面図(中央支間長150mの場合)

表-1 解析検討ケース	
	支間割
Case I	70.0m+150.0m+ 70.0m
Case II	95.0m+200.0m+ 95.0m
Case III	120.0m+250.0m+120.0m

表-2 各橋梁の構造形式	
PC斜張橋	フローティング構造
	ラーメン構造
エクストラードード橋	反力分散杓構造
	ラーメン構造

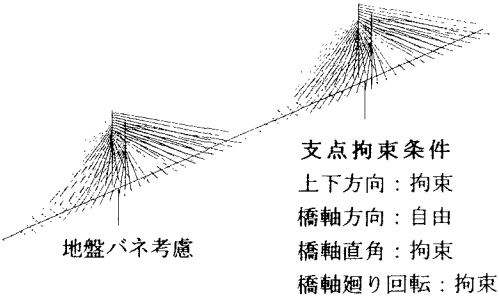
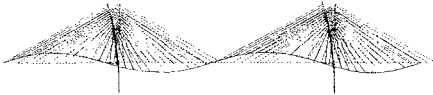


図-2 解析モデル



PC 斜張橋 (フローティング構造)



エクストラードズド橋 (反力分散査構造)

図-3 固有振動モード (1次)

表-3 1次固有周期

Case	PC斜張橋		エクストラードズド橋	
	フローティング構造	ラーメン構造	ゴム分散査構造	ラーメン構造
I	2.540	1.476	1.762	1.094
II	3.350	1.673	2.788	1.605
III	3.695	1.965	2.523	

単位: sec

4. 解析結果

図-3にPC斜張橋及びエクストラードズド橋の1次固有振動モードを示し、表-3に1次固有周期を示した。PC斜張橋(フローティング構造)は1次モードが卓越しており(Case IIの場合:有効質量50%)、主桁の橋軸方向の変位が主体となり、これに主塔の曲げ変形が伴ったモードである。エクストラードズド橋(反力分散査構造)も1次モードが卓越し(Case IIの場合:72%)、反力分散査部分の橋軸方向水平変位が支配的である。また両橋梁共に、支間長が長くなるに伴い長周期化する傾向が見られる。

図-4は主塔・橋脚における曲げモーメント(Case II)である。PC斜張橋では、主塔基部においてはフローティング構造の方が大きく、橋脚基部においてはラーメン構造の方が大きい。橋脚基部に生じる応答曲げモーメントはPC斜張橋の方が、エクストラードズド橋に比べ小さく、5%から30%程低減されている。これは、PC斜張橋の方が、上部工重量が軽いことが影響していると考えられる。

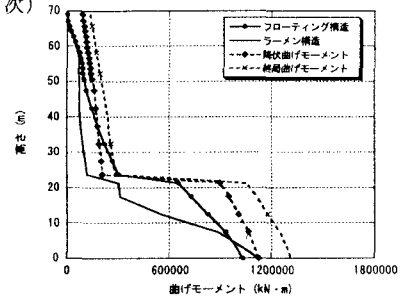
図-5は主塔・橋脚におけるせん断力(Case II)である。両橋梁のラーメン構造に生じる橋脚基部のせん断力は、フローティングや反力分散査構造に比べて2倍から2.5倍程大きく生じており、柔かい構造の優位性が顕著に表れている。地震波の違いによる比較では、PC斜張橋(フローティング構造)はタイプIの方が曲げモーメントが大きく、その他の構造はタイプIIの方が大きい。これは、フローティング構造の固有周期が長周期であるためと考えられる。また、せん断力については、すべてタイプIIの方が大きい。

5. まとめ

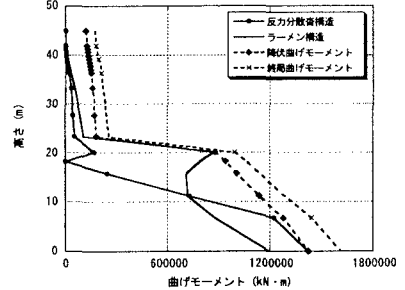
PC斜張橋の橋脚基部に生じる断面力は、エクストラードズド橋に比べ小さいことが判った。両橋梁のラーメン構造は、橋脚基部に生じるせん断力が大きい。構造形式により、地震波の影響度が異なることが判った。

参考文献

- 1) 大塚他: PC長大橋の構造形式における構造特性、耐震性および経済性について 構造工学論文集 Vol. 47A (2001年3月) 掲載予定
- 2) 日本道路協会: 道路橋示方書・同解説 V 耐震設計編, H8年12月

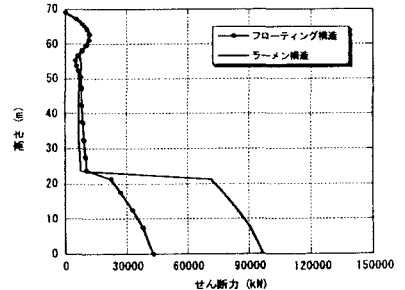


PC 斜張橋 (TYPE II)

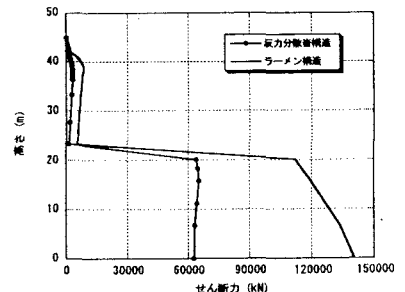


エクストラードズド橋 (TYPE II)

図-4 主塔・橋脚における曲げモーメント (Case II)



PC 斜張橋 (TYPE II)



エクストラードズド橋 (TYPE II)

図-5 主塔・橋脚におけるせん断力 (Case II)