

I - B136

中路式RCアーチ橋の耐震性向上に関する研究

九州大学 学生員 浜崎大輔
九州大学 フェロー 大塚久哲
株銭高組 正員 水取和幸

1. はじめに

中路式RCアーチ道路橋は、我が国では現在架設中の橋梁が一橋あるのみである。しかし、このようなタイプの橋梁においても免震化による耐震性の向上は設計上有効であると考えられる。そこで、本研究では中路式RCアーチ橋の下横梁・主桁間および主桁端部・橋台間に弾塑性せん断バネを設置したモデルを用いた3次元弾塑性時刻歴応答解析を行うことにより、せん断バネの諸元および設置位置が応答に及ぼす影響について考察した。

2. 解析手法

動的解析には、3次元立体骨組モデルを使用した。主桁は床版の剛性を考慮した線形梁要素、アーチリブは各断面ごとに算出された非線形梁要素、吊りケーブルは線形棒要素で要素分割したものである。なお、各部材の減衰定数は補剛桁を0.03、アーチ部材およびPC鋼材を0.05とし、卓越する固有モード（1次）に対しRayleigh減衰を与えた。

アーチリブ部の非線形特性値は、自重解析により求めた軸力分布と断面形状を基に2軸回りについて算定し、骨格曲線はトリリニア型、復元力特性は武田モデルとした。弾塑性せん断バネは、図-3に示すバイリニアの復元力特性を有するものとした。初期剛性は1000tf/mおよび2000tf/mとし、両者ともに25tf以上の水平力が作用すると塑性化により初期剛性の1/10に剛性低下するものとした。本解析では、アーチリブと主桁の衝突を避けるため、橋軸方向のみにせん断バネを作用させ、他の方向はアンカーバーを模擬した線形梁要素によって拘束した。

解析ケースは表-1に示すようにせん断バネの有無、設置位置および剛性によって5種類の構造モデルを用い、以下の項目について検討した。なお、橋軸直角方向、鉛直方向は、表-2に示す境界条件を全モデルに対して与えた。

(a) 下横梁・主桁間の支承条件が応答に及ぼす影響

(b) せん断バネの位置が応答に及ぼす影響

入力地震動には、兵庫県南部地震により神戸海洋気象台で観測された記録を用い、EW成分を橋軸方向、NS成分を橋軸直角方向、UD成分を鉛直方向に作用させた3成分同時入力による解析を行った。

3. 解析結果

3.1 下横梁・主桁間の支承条件が応答に及ぼす影響（ケース1）

アーチリブの最大曲げモーメント分布を図-4に示す、Y軸回りの最大曲げモーメント M_y は、アーチリブ下端部、下横梁接合部および横繫ぎ部において大きな分布を示し、3つのモデルでほぼ同様な形状となっている。また、降伏に至る部材も、これらの箇所である。曲げモーメントの差はわずかであるが、降伏に至った部材では最大曲率の

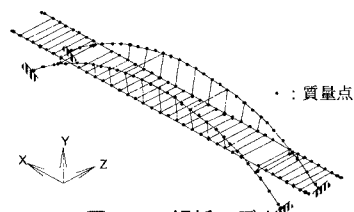


図-1 解析モデル

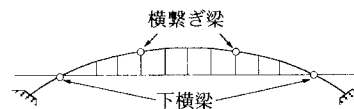


図-2 横梁設置位置

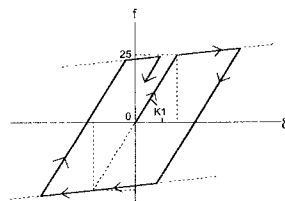


図-3 せん断バネの復元力特性

表-1 解析ケース1

解析ケース	橋軸方向		固有周期 (sec)
	下横梁・主桁間	主桁端部・橋台間	
a-1	Beam ($K_{ij}=2.58 \times 10^4 \text{tf/m}$)	Free	0.7563
a-2	E-P Shear Spring ($K_1=1000 \text{tf/m}$)		1.3772
a-3	E-P Shear Spring ($K_1=2000 \text{tf/m}$)		1.0803
b-1 (a-3)	E-P Shear Spring ($K_1=2000 \text{tf/m}$)	Free	1.0803
b-2	Free	E-P Shear Spring ($K_1=2000 \text{tf/m}$)	1.0269
b-3	E-P Shear Spring ($K_1=2000 \text{tf/m}$)	E-P Shear Spring ($K_1=2000 \text{tf/m}$)	0.8040

表-2 境界条件

	下横梁・主桁間	主桁端部・橋台間
橋軸直角方向	$K_{ij}=2.58 \times 10^4 \text{tf/m}$	Fix
鉛直方向	$K_v=9.78 \times 10^6 \text{tf/m}$	鉛直変位多点拘束

キーワード：中路式RCアーチ橋、時刻歴応答解析、弾塑性せん断バネ、下横梁・主桁間、主桁端部・橋台間
連絡先：〒812-0053 福岡県福岡市東区箱崎6-10-1 TEL:(092)642-3266 FAX:(092)642-3266

差は大きいものとなっている。一方、Z軸回りの最大曲げモーメント M_z は、スプリング部で大きい分布を示しているが、 M_y に比べ緩やかな分布となっている。 M_z に関しては、免震化による効果も大きく、せん断バネを設置したa-2, a-3での曲げモーメントは、a-1よりも30~40%低い値を示した。また、a-1では、ほとんどの部材が非線形域に至っていたのに対し、a-2, a-3ではひび割れが発生する部材もごくわずかとなっている。ここでのアーチリブ下端部の応答値の接近は、部材の降伏による剛性低下によるものであり、図-5に示すようにa-2とa-3の最大曲率はa-1の25%にまで抑えられている。a-2, a-3を比較すると、a-2の方がわずかに曲げモーメント、最大曲率が小さくなっている。

アーチリブの橋軸方向最大変位の分布図を図-6に示す。アーチリブにおいては、a-1で10cmを越えていた変位が、せん断バネを設置することにより4cm程度の変位にとどまっている。しかし、主桁の最大変位は、a-2, a-3がa-1の2倍近い値を示した。

3.1 せん断バネの位置が応答に及ぼす影響(ケース2)

ケース2によって得られたアーチリブの最大曲げモーメント M_z 分布を図-7に示す、3つのモデルすべてにおいて、分布形状はほぼ同じである。 M_y についても同様な結果となった。

図-8にアーチリブの最大変位を示す。アーチリブの橋軸方向変位は、b-3で大きな値を示し、b-1の値が若干大きいものの、b-1, b-2ではほぼ同程度の変位を生じている。しかし、主桁の変位はb-2に比べb-1が大きく、b-1においてせん断バネがアーチリブに近い分、免震効果がアーチリブに現れることを示唆している。主桁の変位は載せていないが、どのケースにおいても、アーチリブの断面力が低下するほど主桁の橋軸方向変位が増大する傾向が見られたため、実橋においては変位と断面力のバランスを考慮する必要がある。また、ケース1, ケース2から、主桁が固定に近い条件になるほどアーチリブの断面力が大きくなるのがわかる。

4. まとめ

本研究で得られた知見を以下に述べる。

- 1) 適当な場所(下横梁・主桁間あるいは主桁端部・橋台間)に弾塑性せん断バネを設置した場合は、アンカーバー等により単に主桁の変位を拘束する場合よりもアーチリブ全域において断面力が低下した。
- 2) 橋軸方向のみの免震化を行った場合でも、橋軸方向曲げはもちろん、橋軸直角方向曲げにも効果が現れる。
- 3) 主桁端部・橋台間に設置する場合より下横梁・主桁間に設置する方が若干効果が大きい。

参考文献 水取他：中路式RCアーチ橋の地震応答と耐震性評価，構造工学論文集，Vol.44A，1998.3.

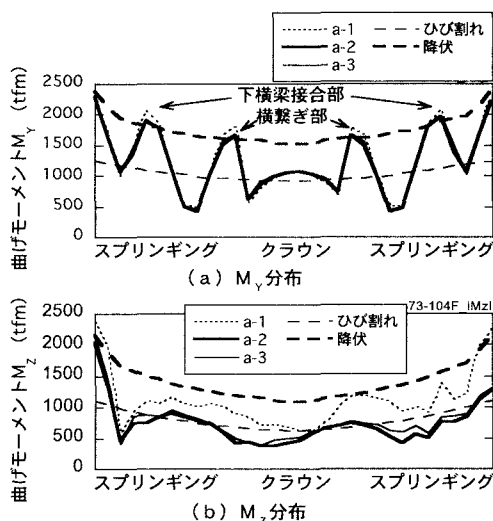


図-4 アーチリブ最大曲げモーメント分布

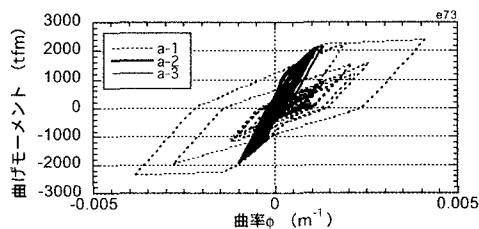


図-5 スプリングの部材による M_z - ϕ 履歴曲線

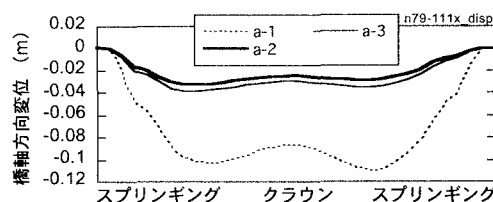


図-6 アーチリブ橋軸方向最大変位

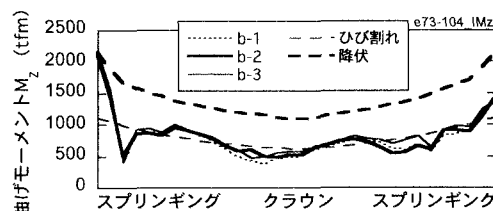


図-7 アーチリブ最大曲げモーメント M_z 分布

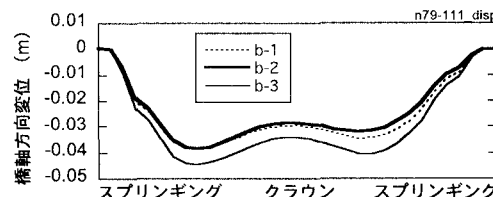


図-8 アーチリブ橋軸方向最大変位