

I - B140

中路式RCアーチ橋の弾塑性地震応答解析

錢高組技術研究所 正 水取和幸 首藤政徳
 生産システム部 山花豊
 三重県宮川村建設課 野呂芳生
 錢高組土木部 杉田守治

1. はじめに

中路式RCアーチ橋の大地震時における耐震性を検討するために、道路橋示方書(V耐震設計編)に示されている標準加速度応答スペクトル(地震時保有水平耐力レベル:タイプII, 地盤種別I種)を対象に、模擬地震波(位相:神戸海洋気象台波形)を作成し弾塑性地震応答解析を行った。構造部材のうち、アーチ部材は常時軸力を基に算定した非線形(M- Φ 関係)特性を有するもので、主桁は線形部材とした。また、入力地震動は橋軸方向および橋軸直角方向に作用させ、応答結果を比較検討した。

2. 非線形部材の特性

本検討では、アーチ部材のみ非線形部材とし、他は線形部材とした。アーチ部材の断面および初期軸力は下部から上部に至るにつれて小さいことを考慮し、自重解析により求めた軸力分布を基にアーチ部材の非線形(M- Φ 関係)特性を算定した。算定結果のうち、代表的な4部材のスケルトンを図-1に示す。また、復元力特性は武田モデルを用いた。

3. 解析条件

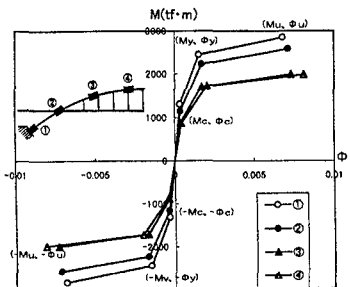
構造モデルおよび境界条件は、既報告¹⁾と同様の設定とした。入力地震動は観測波(神戸海洋気象台)の位相を用いて、地震時保有水平耐力レベルに相当する模擬地震波(図-2)を作成したもので、最大加速度 $A_{max}=809\text{cm/s}^2$ 、最大速度 $V_{max}=117\text{cm/s}$ 、継続時間を $T=20.0$ 秒($\Delta t=0.01$ 秒)とした。地震動の作用方向は橋軸方向と橋軸直角方向の2方向とし、アーチ部材の非線形特性はそれぞれの方向成分毎に設定した。

4. 弾塑性時刻歴応答の結果

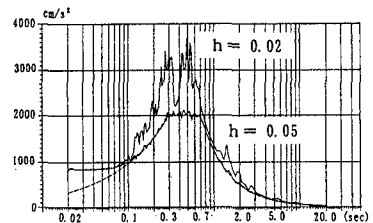
入力地震動の橋軸方向と橋軸直角方向に作用した場合における変位・曲げモーメント・軸力の最大応答分布を図-3に示す。また、図-4、図-5に示す位置の最大応答変位と最大応答断面力を表-1と表-2にまとめて示している。

(1) 最大応答変位の比較

橋軸方向入力の場合、変形は橋軸方向と上下方向に大きく、主桁の橋軸方向変位は全域に約32cmでアーチリブはA2点で約8cm、上下方向変位は主桁のG2点とアーチリブのA2点で約14cm生じている。一方、橋軸直角方向入力の場合、橋軸直角方向変位は



	M_c	M_y	M_u	$-M_c$	$-M_y$	$-M_u$
	Φ_c	Φ_y	Φ_u	$-\Phi_c$	$-\Phi_y$	$-\Phi_u$
①	1312.0	2454.1	2859.4	2017.6	4239.5	4854.1
	0.0003	0.0015	0.0068	-0.0003	-0.0015	-0.0068
②	1155.9	2227.3	2586.2	1996.2	3935.8	4454.7
	0.0004	0.0017	0.0072	-0.0004	-0.0017	-0.0072
③	886.3	1711.8	1993.0	1780.3	3420.7	3981.1
	0.0004	0.0017	0.0073	-0.0004	-0.0017	-0.0073
④	864.3	1718.0	1978.3	1921.4	3783.7	4361.8
	0.0004	0.0020	0.0081	-0.0004	-0.0020	-0.0081

図-1 スケルトン (M- Φ)

加速度応答スペクトル

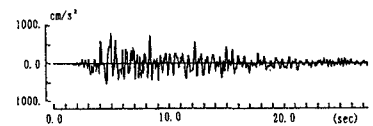
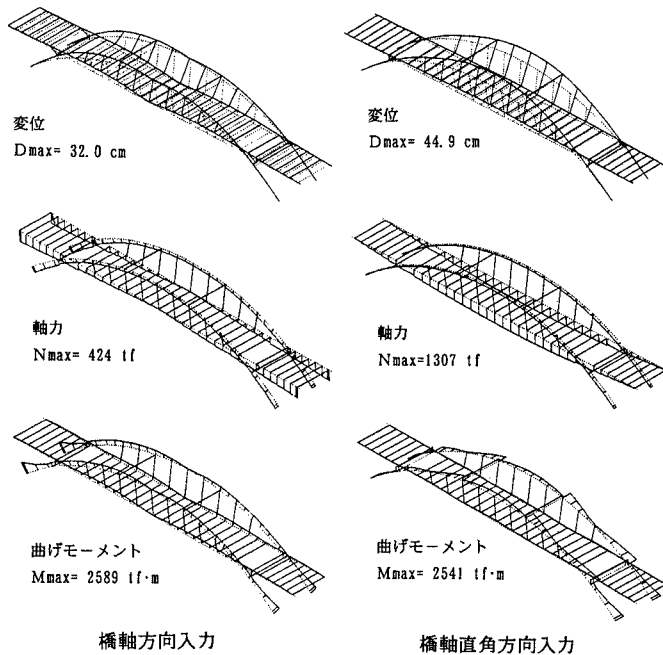


図-2 入力地震動波形

key-words : 中路式RCアーチ吊橋, 弾塑性, 地震応答, 3次元

〒163-10 東京都新宿区西新宿3-7-1 新宿パークタワー11F TEL:03-5323-3861 FAX:03-5323-3860



図－3 最大応答値の分布

アーチリブ頂部で約45cmと大きく、主桁中央部で約10cmを示し、上下方向変位も中央部で大きくアーチ頂部で約7.5cm、主桁中央部で約9cm生じている。

(2) 最大応答軸力の比較

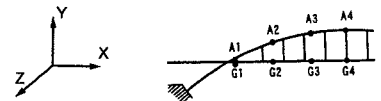
橋軸方向入力の場合、主桁両端のばね支持に伴って軸力が生じアーチリブでは下端が大きく頂部は小さい。一方、橋軸直角方向入力の場合、アーチリブは全体にほぼ均一な分布をしているが、主桁は中央部で大きく両端で小さい分布である。

(3) 最大応答モーメントの比較

橋軸方向入力の場合、アーチリブスプリング部で最も大きく上部に至るにつれて小さくなる。一方、橋軸直角方向入力の場合、アーチリブのスプリング部とクラウン部で大きな値を示す。

5. 降伏およびクラックの分布

入力地震動の橋軸方向と橋軸直角方向に作用した場合における降伏およびクラックの分布とアーチリブ下端部材の応答履歴を図－6に示す。図に示されているように、橋軸方向と橋軸直角方向での非線形に至る部材の分布は異なるが、アーチ下端部以外は降伏に至っていない。また、降伏を越えるアーチ下端部の塑性率は2.7程度と評価される。



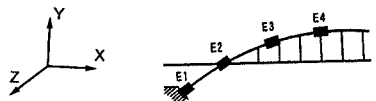
図－4 節点出力位置

表－1 応答最大変位

加震方向	橋軸方向				橋軸直角方向		
	節点	X	Y	Z	X	Y	Z
	A1	4.16	6.12	0.04	1.40	1.83	5.65
	A2	7.91	14.00	0.27	1.52	1.63	24.37
	A3	7.59	11.93	0.20	0.42	4.37	40.71
	A4	6.95	0.35	0.20	0.23	7.44	44.90
	G1	31.74	6.14	0.01	1.46	1.80	4.39
	G2	31.66	13.67	0.02	1.15	3.98	7.41
	G3	31.77	12.01	0.03	0.68	6.01	9.28
	G4	31.99	0.51	0.03	0.39	8.77	9.92

單位:cm

単位：cm

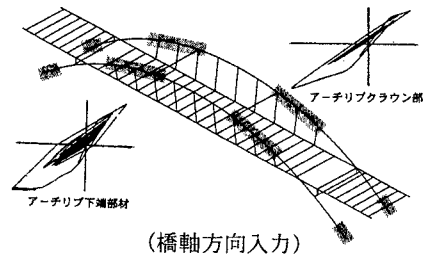


図－5 要素出力位置

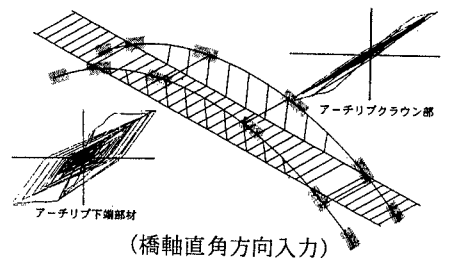
表－2 応答最大断面力

加震方向	橋軸方向		橋軸直角方向	
要素	M(tf·m)	N(tf)	M(tf·m)	N(tf)
E1	2589.2	423.8	2540.7	1307.6
E2	1074.9	336.0	822.3	1265.2
E3	1242.3	292.1	1159.8	1260.2
E4	1142.0	227.7	189.7	1179.9

注) M:モーメント、N:軸力



(橋軸方向入力)



(橋軸直角方向入力)

図－6 降伏・クラック分布

【参考文献】

- 1) 首藤，水取他：中跨式RCアーチ橋の振動特性
土木学会第52回年次学術講演会概要集，1997
- 2) 道路橋示方書・同解説(V耐震設計編)
社団法人 日本道路協会，平成8年12月
- 3) 建設省 道路橋の免震設計法マニュアル(案)
財団法人 土木研究センター，平成4年10月