

I-A34 曲がり部材で構成されたアーチ橋梁の挙動特性について

(株)マエダ 正 員 赤瀬哲也 大分県 正 員 萱嶋 仁
 熊本大学大学院 学生員 永田涼二 熊本大学 正 員 山尾敏孝
 アソシアート(株) 原田秀則

1. まえがき

曲がり部材を用いた立体構造物が水平力を受ける場合、真直ぐな部材を用いた構造に比べ、最大強度が上昇することが既往の研究より明らかになっている¹⁾。そこで本研究では、図1に示すような2本の曲がり部材からなるアーチ橋梁を開発し、実用化にあたって問題となる耐荷力や変形挙動等を明らかにし、さらに、実際の地震動を与えたときの地震応答特性を明らかにすることを目的とする。

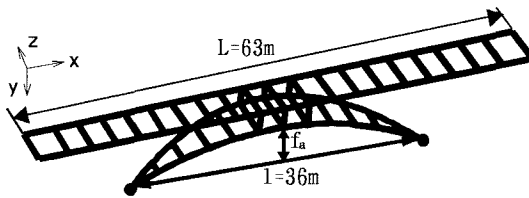


図1 解析モデル

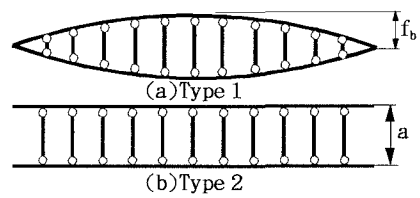


図2 アーチ平面図

2. 解析モデル

解析モデルは、図1、2に示すような、アーチ中央部が外側に膨らむ形式のアーチ橋とし、橋長 $L=63\text{m}$ 、アーチ支間 $l=36\text{m}$ の実橋を参考にしてモデル化した。なお、アーチの中央部が外側に膨らむ形式を Type1、従来の2本の平行な部材からなる形式を Type2 とした。図中の f_a はアーチライズ、 f_b は曲がりライズ、 a は基部の間隔を表し、アーチリブには放物線形上の曲

がり部材をタイで結合したものを用いた。アーチ中央部は桁の幅と等しくしたため、Type1の基部の間隔 $a=0.0$ としたときの曲がりライズ比は $f_b/l=0.072$ となり、Type2は $a=520$ 、 $f_b/l=0.0$ となった。モデルの断面形状は正方形箱形断面とし、タイの断面積はアーチリブの断面積の3割とした。表1には解析モデルの諸元を示した。境界条件は、アーチの基部はヒンジ結合で桁の両端はローラー支点とし、タイとアーチリブの連結部分はすべてピン結合としている。初期たわみは $1/1000$ をアーチリブに半波で与え、残留応力は考慮していない。

静的解析には弾塑性骨組解析を使用し、荷重は面内方向に死荷重を載荷した後、面外方向に基本荷重を全節点に漸増載荷した。なお、基本荷重は Type1 のアーチリブの基部が降伏したときの荷重とした。動的解析においては汎用プログラム TDAPⅢを使用し、対象構造物の死荷重に値する質量を要素の各節点に2等分し、集中質量として固有値解析及び弾性地震応答解析を行った。なお、入力地震動には神戸海洋気象台で観測された兵庫県南部地震の地震波を使用し、橋軸方向に E-W 成分、橋軸直角方向に N-S 成分を入力した。

3. 静的解析の結果と考察

図3(a)は面内荷重にタイする荷重-変位曲線、(b)は面外荷重に対する荷重-変位曲線である。縦軸には分布荷重 p を Type1 のアーチリブの基部が降伏したときの荷重 p_v あるいは p_u で無次元化したものを、横軸

表1 解析モデル諸元

	Type 1	Type 2
ヤング係数 E (Gpa)	206	206
降伏応力 σ_v (Mpa)	314	314
アーチリブ断面積 A (cm ²)	593	593
アーチライズ比 f_a/l	0.167	0.167
曲がりライズ比 f_b/l	0.072	0.0
基部の間隔 a (cm)	0.0	520
アーチ支間 l (cm)	3600	3600

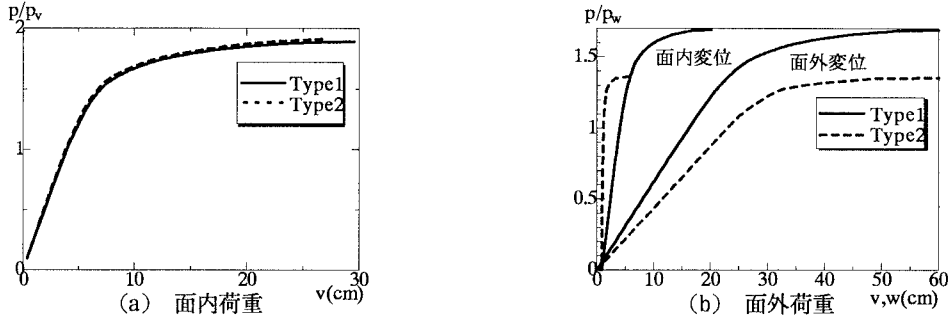


図3 荷重－変位曲線

にはアーチ中央部の鉛直変位 v あるいは面外変位 w をとった。面内荷重に対しては Type1 の強度の上昇は見られず、Type 2 とほぼ同じ挙動を示している。これは、タイに圧縮応力がかかり、曲がり部材の特性が十分に発揮されていないためと考えられる。しかし、面内荷重に対しては、Type1 の方が強度の上昇が見られ、面外変位を抑えられていることがわかる。これは、面外方向に対するアーチ効果により強度の上昇が見られたと考えられる。

4. 動的解析の結果と考察

対象構造物の振動特性を明らかにするために固有値解析を行った。1 次のモードを比較してみると、Type1, Type2 とともに面外方向に振動していることがわかる。2 次のモードは、Type1, Type2 とともに鉛直方向に振動していて、桁は1次のモードで、アーチリブは3次のモードで振動している。3 次のモードは、Type1, Type2 とともに橋軸方向に振動していることがわかった。

表1には固有振動数を示しているが、固有振動数には両 Type とともに違いは見られず、比較的短い周期の構造物であることがわかった。次に次に、神戸海洋気象台で観測された地震波の E-W 成分を橋軸方向に、N-S 成分を橋軸直角方向に入力したときの弾性地震応答特性について検討した。また、固有値解析と同じモデルを用い、減衰定数を 0.02 として行った。

表3 アーチ中央部における最大応答値

	橋軸方向		橋軸直角方向	
	神戸海洋気象台 EW 成分		神戸海洋気象台 NS 成分	
	Type1	Type2	Type1	Type2
最大変位 (cm)	0.21	0.21	2.1	5.2
最大速度 (cm/sec)	6.50	6.40	52.1	112.9
最大加速度 (cm/sec ²)	758.7	756.6	1480	3042

表2 固有振動数

次数	Type1	Type2
1	4.252	3.898
2	6.971	7.047
3	7.911	7.973

表3には、神戸海洋気象台で観測された EW 成分を橋軸方向に入力したときの橋軸方向に対するアーチ中央部の最大応答値と NS 成分を橋軸直角

方向に入力したときの橋軸直角方向に対するアーチ中央部の最大応答値を示した。橋軸方向に対しての各最大応答値の違いはほとんど見られず、時刻歴応答も同じように振動していることがわかった。一方、橋軸直角方向に対する最大応答値を比較してみると、Type1 の方が Type2 に比べて約半分に抑えられていることがわかった。これは、面外方向に対するアーチ効果により各最大応答値が抑えられると考えられる。

今回、面内荷重に対しては、支柱の影響などにより十分に曲がり部材の効果が発揮されなかったため、今後さらに検討する必要があると思われる。なお、詳細については講演当日発表予定である。

参考文献

- 1) 山尾他：タイで結合した2本の曲がり部材の座屈強度と挙動について、構造工学論文集, Vol. 41A, 1995.
- 2) 萱嶋仁：曲がり部材で構成されたアーチ橋の耐荷力と挙動について、平成9年度熊本大学卒業論文、1998.
- 3) (社)日本道路協会：道路橋示方書・同解説(V 耐震設計編)、1996.