

鋼上路アーチ橋の橋軸直角方向の耐震性能向上策

新日本技研(株) 西部支社 設計部 田 淵 智 秀
 同 東京支社 設計部 田 中 伸 英
 同 西部支社 設計部 氏 本 敦

1. はじめに

鋼上路アーチ橋のレベル2地震動に対する耐震性能の評価方法は、床版およびスラブアンカーの挙動も考慮した3次元ファイバーモデルを用いた非線形動的解析による方法が確立され、地震時の挙動も明らかになりつつある^{1) 2)}。このような評価方法で既設の鋼上路アーチ橋の耐震性評価も行われているが、橋軸直角方向の地震でアーチリブの横構や支柱が破損する結果となることが多い。そのため耐震性向上の方法として、横構や支柱のブレースやガセット部にダンパーを設置する方法が提案されている。

しかしながら、床版が剛性を保つならば横構が破損しても床版が水平力に抵抗するため全体系の安定は保たれると考える。本研究は、アーチリブの横構がなく橋軸直角方向の水平力を床版が主に負担する構造が成り立つことを動的解析により検討することによって、既設橋の耐震補強工法および新設橋の設計における新たな耐震設計の考え方の一つを提案したものである。

2. 解析条件

対象とする橋梁は図-1に示した既設の鋼上路アーチ橋とする。解析ケースはこの橋梁を基本ケースとして、さらに構造に変更を加えた2つのケースとした。

解析は、3次元ファイバーモデルの非線形動的解析により行い、道路橋示方書のレベル2・タイプ2(1種地盤、地域区分B)の標準地震波3波を橋軸直角方向に作用させた。床版およびスラブアンカーは文献1)と同様な方法で、補剛桁にバネ要素で接続された1本の梁としてモデル化した。

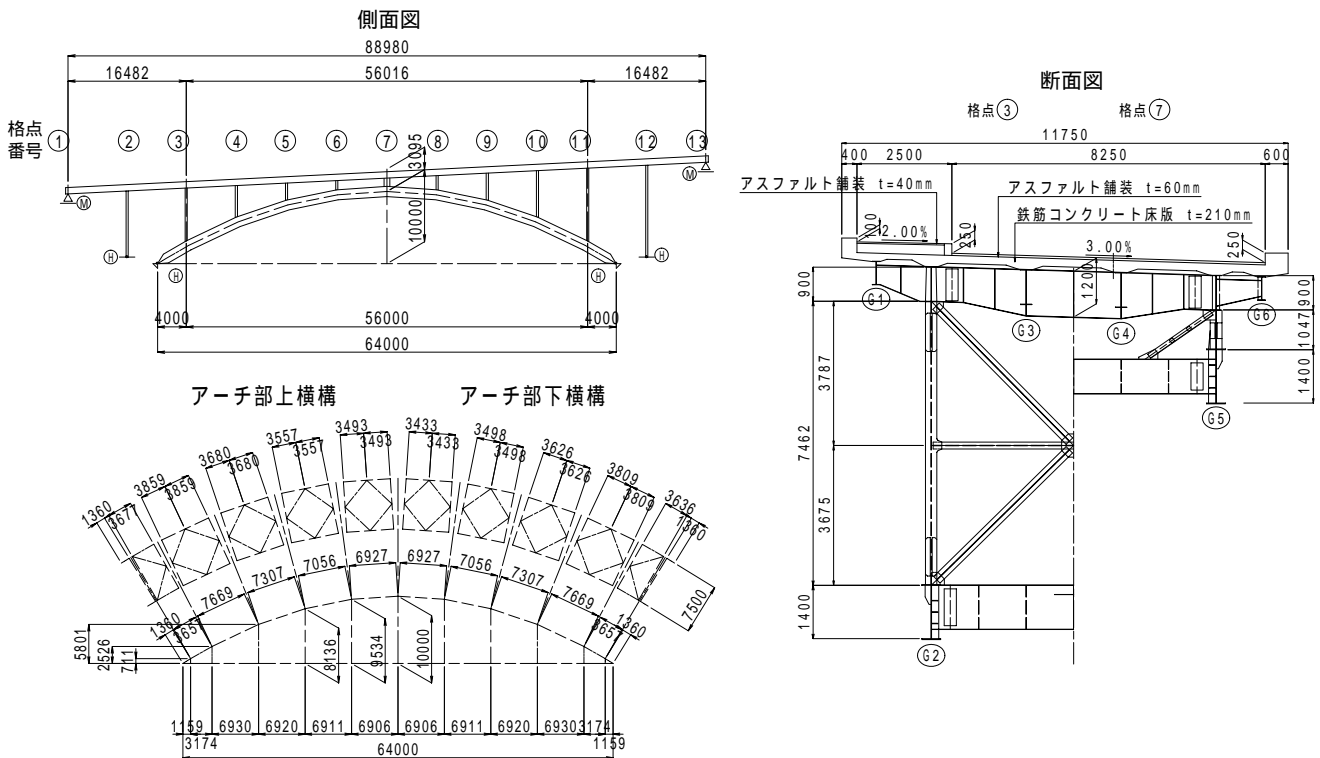


図 - 1 対象橋梁構造図

基本ケースの解析結果では図 - 2 に示す部材が降伏に達した。支柱，対傾構，横構のいずれの部材においても限界ひずみを超える箇所があった。ここで，一般的な補強や減衰装置の付加を行わなくても，床版自体が慣性力に抵抗するため耐震性能を満たしている可能性がある。そこで，基本ケースに対して構造変更を行い，床版に水平力への抵抗を期待した構造について解析を行った。

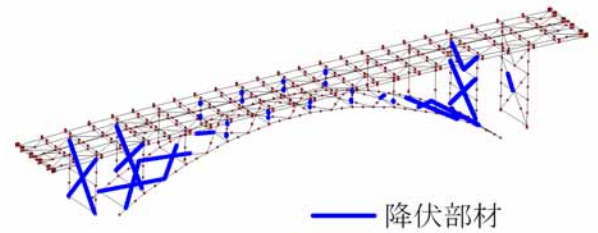


図 - 2 基本ケースの解析結果(降伏した部材)

- ・ケース 1：アーチ横構および柱脚のブレースを撤去，中間支柱に対傾構を追加したケース。
- ・ケース 2：ケース 1 に対して柱脚を RC 脚としたケース。

3. 検討結果

固有値解析の結果より各ケースの橋軸直角方向地震に対する応答に支配的なモードの固有周期を表 - 2 に示す。ケース 1 ではアーチ全体の水平方向剛性が小さくなるため，全体の剛性が小さく周期が長くなっていることがわかる。ケース 2 では柱脚が抵抗することにより基本ケースよりも固有周期が短い剛な構造となっている。

表 - 2 橋軸直角方向地震応答に支配的なモードの固有周期

	固有周期(s)	
	[基本ケースに対する比]	
基本ケース	0.453	1.00
ケース1	0.633	1.40
ケース2	0.419	0.92

動的解析結果より降伏した部材を各ケースで示したものが図 - 3，図 - 4 である。

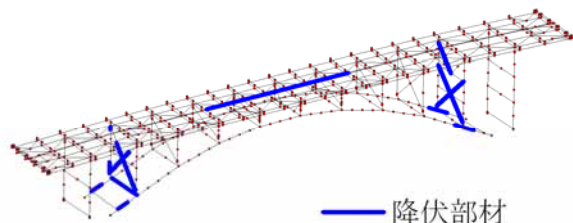


図 - 3 ケース 1 の解析結果(降伏した部材)

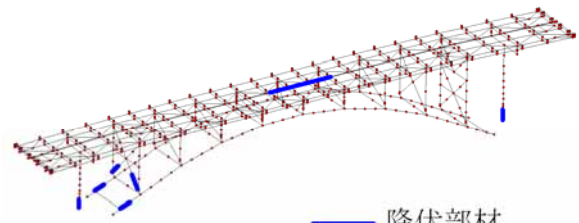


図 - 4 ケース 2 の解析結果(降伏した部材)

表 - 3 に降伏した各部材における最大塑性率(最大応答ひずみ / 降伏ひずみ)および許容塑性率を示す。鋼部材の許容塑性率は文献 3)を参考に終局ひずみを算出し，安全率 1.5 として求めた。アーチリブ，鉛直材の限界ひずみは許容塑性率を満足しており問題ない。対傾構は，ケース 1 では若干許容塑性率を超えているが，ケース 2 では許容値を満足する。床版鉄筋が降伏するが，コンクリートの圧壊には至らない。

表 - 3 部材の最大応答塑性率

	$\mu_r = r/y$		μ_a
	ケース1	ケース2	
アーチリブ	1.90	1.12	2.09
鉛直材	1.33	0.93	2.45
対傾構	2.49	1.08	1.94
床版	鉄筋	1.49	1.05
	コンクリート	0.55	0.49
RC脚基部	鉄筋	-	8.53
	コンクリート	-	0.38

r : 最大応答ひずみ, y : 降伏ひずみ
 μ_a : 許容塑性率

4. おわりに

本研究で対象とした規模の鋼上路アーチ橋では，床版と補剛桁の剛性を考慮することにより，アーチ横構が無くても橋軸直角方向の水平力に十分抵抗できる構造が成り立つことが分かった。また，柱脚がある場合はこれを RC などで剛な構造とすることによりさらに耐震性を向上させることができる。したがって既設橋の耐震性照査においては，横構や鉛直材が損傷しても，損傷後の構造を床版を含めて適切に評価することにより，横構の損傷を避けるような補強よりも補強規模を小さくすることが可能になると考える。また新設橋の設計においても同様の考え方で，より単純で，経済的な構造の実現につながると考える。

【参考文献】

- 1) 野中他，上路式アーチ橋の大地震時弾塑性挙動および耐震性向上に関する研究，土木学会論文集 No.731/I-63, pp.31-49, 2003.4
- 2) 山尾他，上路式鋼アーチ橋の耐震性能照査のための性能評価方法の一検討，土木構造・材料論文集 第 22 号, pp.31-40, 2006
- 3) 日本鋼構造協会・鋼橋の性能照査型耐震設計法検討委員会：土木鋼構造物の動的耐震性能照査法と耐震性向上策，2003.10