

## 軽量コンクリートを用いた合成アーチ橋の耐震性について（その2）

（株）錢高組 土木本部技術部 正会員 谷野 洋一  
 九州大学 大学院 工学研究院 フェロー 大塚 久哲  
 （株）錢高組 土木本部技術部 正会員 山花 豊  
 （株）錢高組 技術本部技術研究所 正会員 水取 和幸

### 1. はじめに

（その1）<sup>1)</sup>において架設時設計およびレベル1地震時の耐震設計に対して、軽量コンクリートを用いた場合の有効性を述べた。ここではレベル2地震動に対して耐震性にどのような違いが見られるのか、非線形時刻歴応答解析の結果に基づく比較検討について述べる。

### 2. 解析条件及び解析手法

非線形時刻歴応答解析は Newmark の 法(  $\gamma=0.25$  )を用いて、解析積分時間間隔 0.002 秒とする直接積分法によりおこなった。解析モデルは、図 1 に示すような平面骨組みモデルとし、補剛桁は降伏剛性を用いた線形梁要素、アーチリブ、エンドポスト、鉛直材は非線形梁要素とした。各部材の減衰定数は補剛桁を 0.03、アーチ部材、鉛直材を 0.02 とし、解析は要素剛性比例減衰を用いて行った。拘束条件は、アーチリブは完全固定、補剛桁は端部でピンローラ、鉛直材の補剛桁部との接合はピン結合とした。

想定地盤を 種地盤とし、入力地震動には道路橋示方書タイプ の 種地盤用地震動（ -1-1 地震波 ）を用い、解析時間は 40 秒とした。

アーチ部材の復元力特性については、橋軸方向は軸力変動が大きいため軸力変動の影響を考慮した非対称ディグレイディングトリリニアモデル（修正型武田モデル）を、橋軸直角方向は軸力の変動を考慮しない初期断面状態での曲率関係を用いた剛性低下トリリニア型の武田モデルを採用した。なお、鋼管アーチを含む部材の復元力特性が明らかでないため、鋼管フランジはスタッド等で一体化させるものとしてフランジ材のみを考慮してスケルトンカーブを設定した。

検討は、普通コンクリートを用いたモデルをケース1、アーチリブに軽量コンクリートを用いたモデルをケース2としておこなった。

### 3. 解析結果

#### 1) 固有値解析結果

ケース1,2 での固有値解析結果を表 - 1, 2 に示す。

表-1 ケース1（普通コンクリート）固有値

次数	固有周期 (sec)	累計有効質量比 (%)		
		橋軸方向	直角方向	上下方向
1	0.815	31	0	0
2	0.696	31	62	0
3	0.452	31	62	4
4	0.288	31	62	4
5	0.288	31	62	4
6	0.288	31	62	5
7	0.247	39	62	5
8	0.236	39	62	25
9	0.226	39	62	25
10	0.226	39	62	45

表-2 ケース2（軽量コンクリート）固有値

次数	固有周期 (sec)	累計有効質量比 (%)		
		橋軸方向	直角方向	上下方向
1	1.048	32	0	0
2	0.876	32	62	0
3	0.583	32	62	3
4	0.342	32	62	3
5	0.340	39	62	3
6	0.333	39	62	3
7	0.289	41	62	3
8	0.275	41	62	42
9	0.231	41	69	42
10	0.224	70	69	42

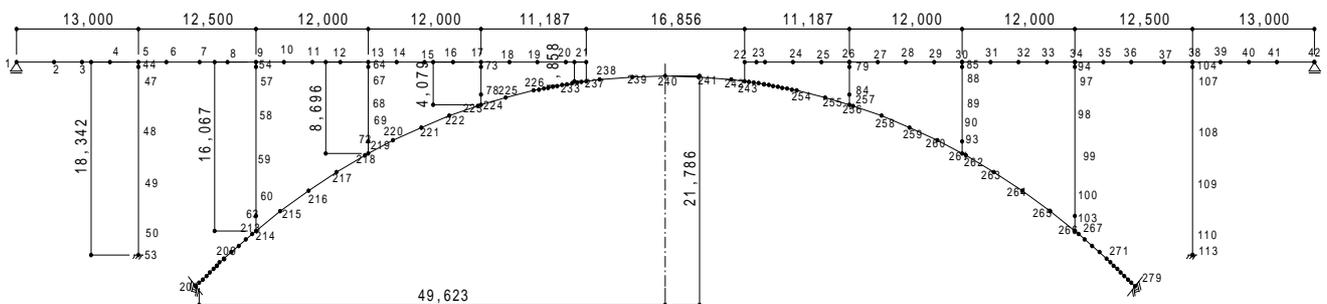


図 - 1 モデル図

キーワード：軽量コンクリート，合成構造，合成アーチ，非線形動的解析

連絡先：〒163-1011 東京都新宿区西新宿 3-7-1 新宿Ⅱ-タワー 11F tel.03-5323-5761 fax.03-5323-5768

表-1,2 より振動特性について以下のことがわかった。

- ・ 主要モードはアーチリブの剛性差のため、橋軸方向(1次モード)、橋軸直角方向(2次モード)ともにケース2の方が長周期となる。
- ・ 1次～4次モード、および7次～10次モードについてはケース1,2とも桁・リブ・橋脚の全体振動モードとなっている。
- ・ 5,6次モードについては、ケース1は補剛桁振動モード、ケース2は橋脚振動モードが現れている。
- ・ アーチリブコンクリートの重量・剛性の違いによりこれら振動特性の差が現れている。

## 2) 応答曲げモーメント

橋軸方向のスプリング部のM- 応答履歴、M-N応答履歴、時刻歴応答曲げモーメントを図-2～4に、橋軸直角方向のスプリング部のM- 応答履歴を図-5に示す。図-2中には最大軸力時と最小軸力時のスケルトンカーブ ( $M_c$ - $M_{y0}$ - $M_u$ ) を、図-3には軸力変動時の  $M_{y0}$  を併記している。

橋軸方向については、ケース1は降伏曲率を少し超えた程度の応答であり、ケース2は降伏曲率をかなり超えた応答となっている。ケース2での最大曲率は0.00709(/m)であり、許容曲率  $a=0.01050$ (/m)以内に収まっており、耐震性は確保されている。

橋軸直角方向については、ケース1とケース2の応答最大曲げモーメントと最大曲率の違いはあまり見られなかった。直角方向のアーチリブの剛性は若干ケース1が上回るが、ケース2は軽量化されているため、応答値は同程度となったためである。直角方向については軽量化の影響は少ないといえる。

## 4. まとめ

合成アーチ橋でアーチリブに軽量コンクリートを採用してもレベル2地震動の耐震性は確保されることを確認した。今回検討したもの(アーチスパン長100mの上路式アーチ橋)と同規模のものに対しては、架設時およびレベル1地震動で部材寸法が決定され、レベル2地震動に対しても耐震性を損なわず、コンクリート数量と鋼管アーチの重量の低減が可能となる。復元力特性に武田モデルを使用したがる、普通コンクリート同様、RC部材の内部に埋め込まれた鋼管部材も含めた復元力特性が明らかになれば、比較的簡単に精度良く

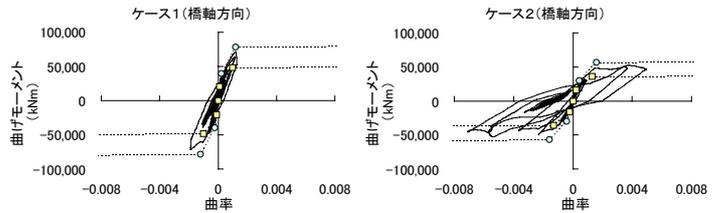


図-2 M-履歴(橋軸)

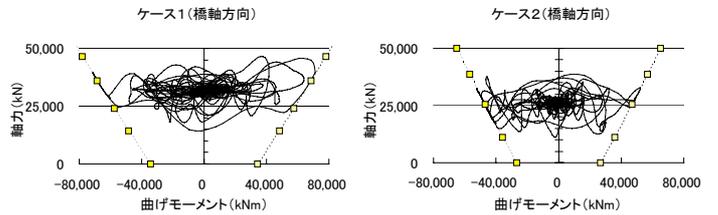


図-3 M-N履歴(橋軸)

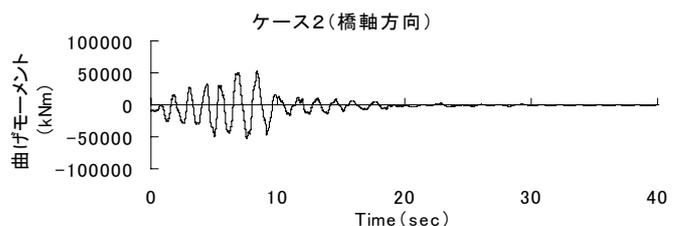
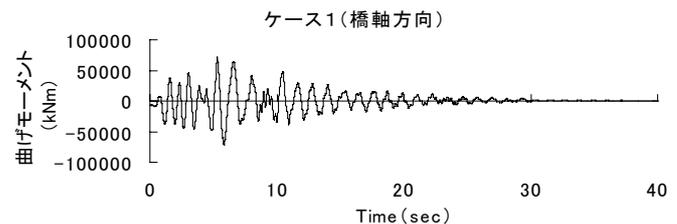


図-4 時刻歴応答曲げモーメント(橋軸)

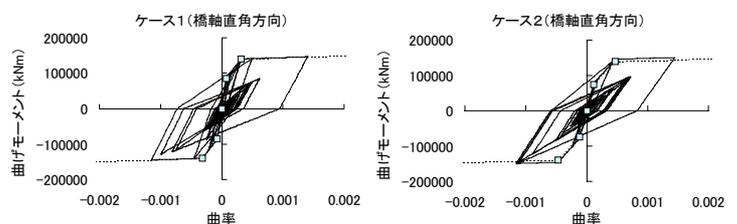


図-5 M-履歴(橋軸直角)

鋼管部材を評価した解析が可能となる。鋼管と軽量コンクリートの一体化の評価を念頭に置き、鋼管部材を考慮したファイバーモデルでの解析も含め鋼管部材の影響についてさらに詳しく検討を重ねていく必要がある。また、軽量コンクリートを用いた場合、クリープ変形、地震時の移動量の問題も無視できない。今後はこれらのことについても検討し軽量コンクリートを用いた合理的、経済的な合成アーチ橋の実現を目指したい。

## <参考文献>

- 1) 松尾, 大塚, 山花, 布下: 軽量コンクリートを用いた合成アーチ橋の耐震性について(その1), 土木学会第57回年次学術講演会講演概要集, 平成14年9月