

合成アーチ橋の耐震性に関する一考察（その２）

○（株）錢高組 土木本部技術部
九州大学 大学院 工学研究院
（株）錢高組 土木本部技術部

正会員 山花 豊
フェロー 大塚 久哲
正会員 谷野 洋一

１．はじめに

（その１）¹⁾においてレベル１地震動に対して、鋼管アーチが有効であることを述べた．ここではレベル２地震動に対してどの程度影響を及ぼすか、アーチリブ部材で鉄筋のみ考慮するケースと、鋼管アーチ部材も併せて考慮するケースについての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 β 法 ($\beta=0.25$) 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２次元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）を用いた．

アーチ部材は軸力変動が大きく、最小軸力時に耐力低下することから、予備解析を行い軸力最小時の $M - \phi$ ス

ケルトンにより比較検討をおこなった．

検討ケースは、ケース１：鋼管部材を全く考慮せず主筋 D32@150 のみを引張材とする場合、ケース２：ケース１に単純に鋼管部材の一部を考慮して主筋 D32@150+鋼管フランジを引張材とする場合、ケース３：ケース２の鉄筋量を減らし主筋 D25@150+鋼管フランジを引張材とする場合、の３ケースとした．

復元力特性は、鋼管アーチを含む部材についても剛性低下トリリニア型の武田モデルを採用した．すなわち、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．

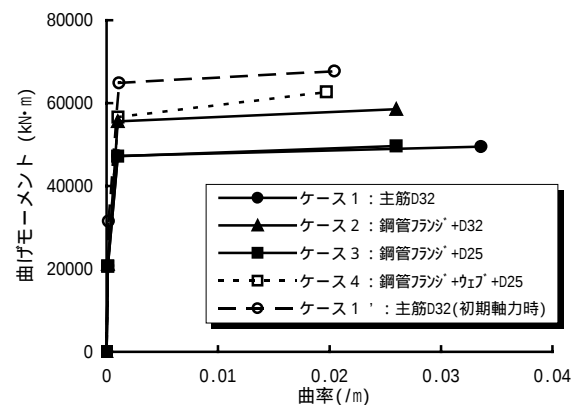


図 - 2 M - ϕ スケルトン

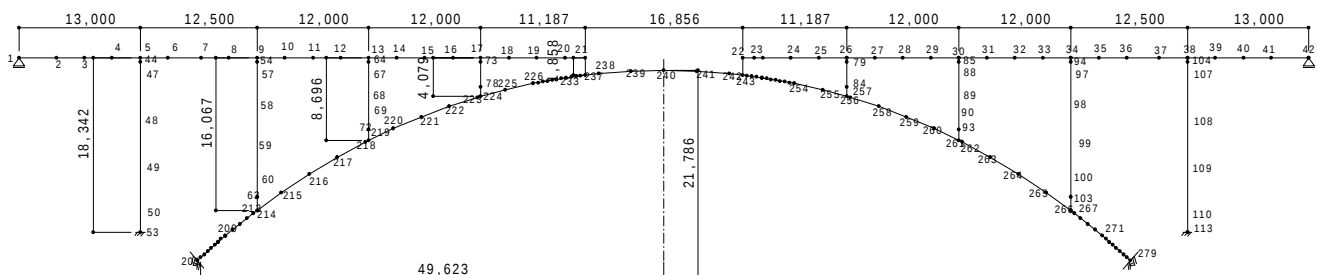


図 - 1 モデル図

キーワード：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 新宿パルク 11F tel.03-5323-5761 fax.03-5323-5768

図 - 2 には、上記 3 ケースに加え、ケース 1 の初期軸力時のもの（ケース 1'）と、ケース 3 での鋼管ウェブ材も考慮したもの（ケース 4）でのスプリング部の M - ϕ スケルトンを示している。なお、アーチリブスプリング部の軸力は、初期軸力 $N=31499\text{kN}$ に対して応答最小軸力は $N=13077\text{kN}$ となる。

3. 解析結果

1) 固有値解析結果

表 - 1 にケース 1 での固有値解析結果を示す。

表 - 1 固有値解析結果

次数	固有周期 (sec)	累積有効質量比(%)	
		橋軸方向	橋軸直角方向
1	0.772	31	0
2	0.413	31	3
3	0.301	31	3
4	0.309	31	4
5	0.243	31	18
6	0.241	36	18
7	0.239	38	18
8	0.231	38	43
9	0.194	56	43
10	0.192	56	45

2) 応答曲げモーメント

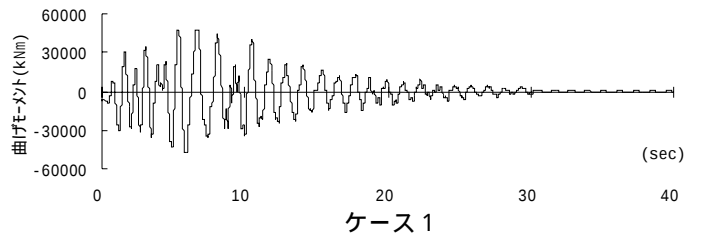
図 - 3 にケース 1, 3 の時刻歴応答曲げモーメント（スプリング部）を示す。図 - 4 にケース 2, 3（スプリング部、クラウン部）の M - ϕ 応答履歴を示す。

ケース 1 と 2 を比べると鋼管フランジを考慮することで相当曲げ耐力が向上し、スプリング部で応答値が 20% 程度増加していることが分かる。

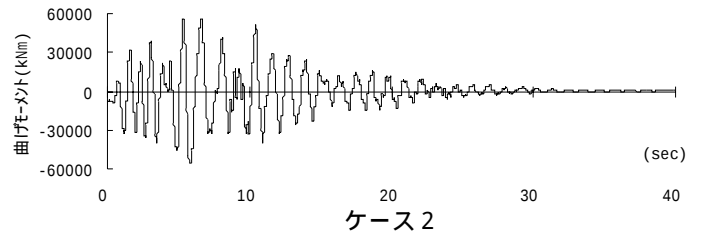
クラウン部ではどのケースも応答が小さく鉄筋量を減らすことができる。ケース 3 は鉄筋量を減らした結果、ケース 1 とほぼ同じ M - ϕ スケルトンとなり応答も同程度となっており、スプリング部での最大曲率は、 $0.00233(1/m)$ となり、許容曲率 $\phi_a=0.00966(1/m)$ に対して問題ない範囲である。

4. まとめ

鋼管アーチを剛結タイプにして鋼管フランジだけでも有効にすれば、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、主鉄筋量を（D32@150 → D25@150）と約 35% 減少させることも可能であると言える。逆に、このような構造とする場合、鋼管部材も適切に評価しないと、見込んで

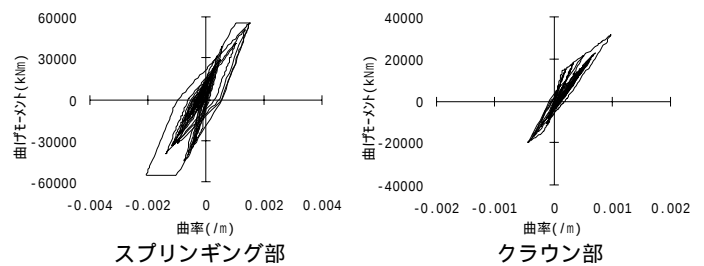


ケース 1

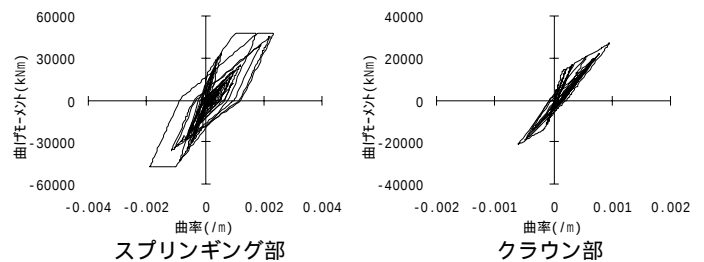


ケース 2

図 - 3 時刻歴応答曲げモーメント



ケース 2



ケース 3

図 - 4 M - ϕ 応答履歴

いた減衰効果が得られず、全体的に応答値が増加し他の部位で破壊が生じる可能性があると思われる。

また、復元力特性に武田モデルを使用した、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鋼管部材を評価した解析が可能となる。

鋼管とコンクリートの一体化の評価、経済性、施工性等の課題も念頭に置き、今後、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きたい。

< 参考文献 >

- 1) 谷野、大塚、山花：合成アーチ橋の耐震性に関する一考察（その 1）土木学会第 56 回年次学術講演会講演概要集、平成 13 年 10 月