

ダブルアーチ橋の基本的構造特性

埼玉大学大学院 学生会員 ○河野 欧洋

埼玉大学大学院 フェロー会員 睦好 宏史

(株)日本構造技術研究所 フェロー会員 則武 邦具

1. はじめに

ダブルアーチ橋とは主アーチと副アーチによって上部工の反力を伝達する構造である．通常補剛桁は鉛直材により主アーチと連結されている構造となるがダブルアーチ橋は鉛直材の代わりに副アーチを使用することにより質量を軽減し更に副アーチにもアーチ効果を期待しようとする構造である．また，主アーチ同士が連続化されているため主アーチ間の断面力移行が生じることも外力を分散する効果がある．景観においては，副アーチ部材と主アーチ曲線が連続的になるため，多径間橋の場合により優美な印象を受けるデザインになっている．本報告では，ダブルアーチ橋と一般的なアーチ橋について鉛直荷重により主アーチに発生する断面力のみを比較することにより，その性能を把握すると共に副アーチ部材使用の妥当性を確認した．

2. 検討概要

橋長 126m，スパン 42m，スパンライズ比 1/5.3 とし対称 CASE1

系の 3 径間アーチ橋を想定した．今回の検討では，補剛桁と主アーチを接合している構造形式のみパラメータとして補剛桁の断面性能及び主アーチ部材その他の支持条件については全て同様の条件としている．また，主アーチとスプリング部に着目し曲げ，軸力の伝達を確認するため CASE2

CASE1：主アーチ部材は補剛桁とクラウン部のみで連結され，鉛直材は補剛桁と基礎に直接支持されている．CASE2：補剛桁を 3 本の鉛直材にて支持し主アーチスパンを均等に分けるよう主アーチ部材に結合されている．CASE3：主アーチと補剛桁を副アーチ部材で連結され(ダブルアーチ構造)，主アーチとの結合位置は CASE2 と同様の位置としてアーチスパンの中間位置としている．本検討では上記の 3CASE について，平面骨組解析にて検討を行い，今回の検討では初期

段階として副アーチの効果を把握するため，主アーチに発生する自重による曲げモーメント及び軸力を比較すると共にその質量比を算出した．また，図-1 に示す最終スパンの支間中央に所定の荷重 ($P=1000\text{KN}$) を載荷した場合に副アーチ部材を介して隣接の主アーチ部材に与える影響を確認した．

3. 検討結果

自重による主アーチスプリング部に発生する軸力を図-2 に主アーチ部材に発生する曲げモーメントを図-3 に示す．検討の結果，主アーチスプリング部材に発生する軸圧縮力は，CASE3・2・1 の順に大きくなった．これは，CASE1・2 では補剛桁荷重の約半分が鉛直材を介して直接基礎に伝達されるが副アーチ部材を使用した CASE3 では，全ての反力が主アーチ部材を介して伝達されるため軸圧縮力が大きくなっている．

キーワード：アーチ橋， 副アーチ， 連続アーチ，

(株)日本構造技術研究所 (東京都文京区千石 4-14-10 ・TEL03 (3945) 2011 ・FAX03 (3945) 2010)

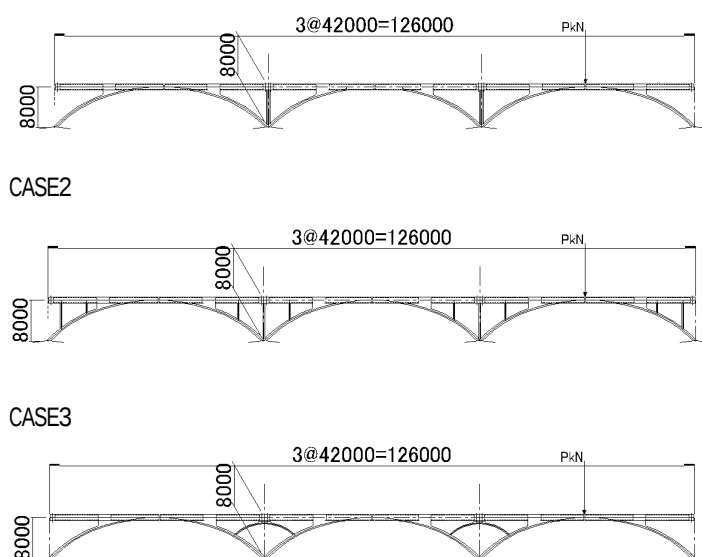


図-1 構造図

次に自重による曲げモーメントに関してはCASE1と比較してCASE2・3の主アーチスプリング部及びクラウン接合部の曲げモーメントは大きく減っていることが分かる。鉛直材は補剛桁の荷重を主アーチに伝えるための役割の他に主桁及び主アーチのスパンを短縮する効果があるが副アーチ部材を使用したCASE3についても、鉛直材を用いた構造と同様な効果があることが分かる。更にCASE3における主アーチスプリング部の曲げモーメントについては大幅に減少している。アーチ橋においてスプリング部は通常断面力が集中する箇所として最も重要な部材の一つであるため今回の検討における断面力の減少はダブルアーチ橋が1アーチ構造物としての可能性を秘めた結果となった。また、副アーチ及び鉛直材の以外を同一部材として反力を比較した結果はCASE1・2・3の順に1:1.02:0.97の比率となっており副アーチを使用した場合が最も軽量であることが分かった。最後にスパン中央に載荷した所定の荷重($P=1000\text{kN}$)が隣接の主アーチ部材に及ぼす影響を確認した。

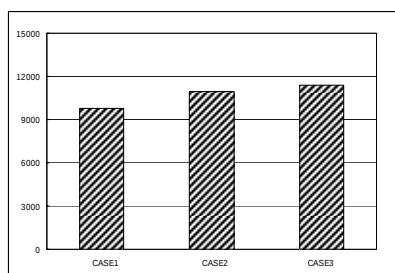
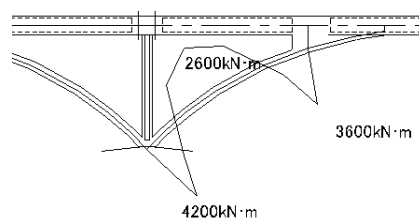
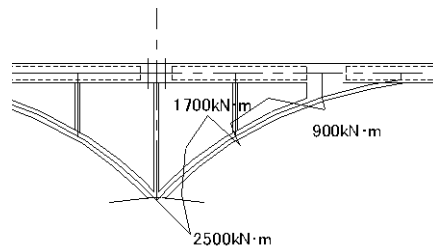


図-2 主アーチ軸力比較
(スプリング部)

CASE1



CASE2



CASE3

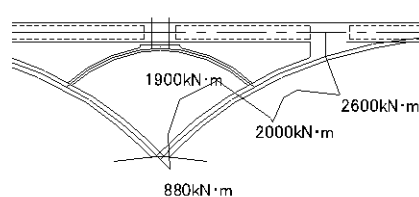


図-3 自重による主アーチ曲げ比較 1

(図-4 参照)CASE1・2については支点上に鉛直材があるため隣り合うアーチ部材はそれぞれ独立しており断面力の移行は補剛桁の微小変形から生じる程度のほぼ無視できる断面力しか認められなかったが、CASE3については副アーチと主アーチとの接合点に $400\text{kN}\cdot\text{m}$ 程度の曲げモーメントが生じた。このことから副アーチ部材にて隣接の主アーチ同士を連続化することにより断面力が移行していることが確認できた。即ち、ある外力に対して連続するアーチ部材全体で抵抗していると言える。

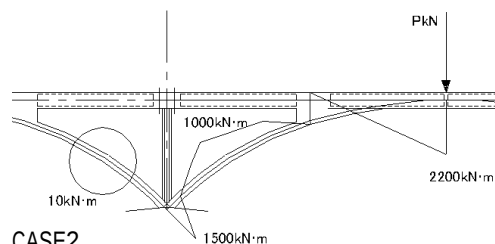
4. まとめ

補剛桁と主アーチ部材を接合する3CASEの構造形式について比較検討した結果以下の結論が得られた。1)CASE2の補鋼桁と主アーチを結合する鉛直材の代わりにCASE3の副アーチ部材を用いても主アーチに発生する曲げモーメントに顕著な差は見られず、むしろ主アーチスプリング部については曲げモーメントは軽減されていた。2)スプリング部の軸圧縮力は、副アーチ部材を使用したCASE3が最も大きくなりアーチ部材に対して有利な結果となった。3)鉛直材の代わりに副アーチを使用した場合軽量化につながった。4)主アーチ部材間を副アーチにて連続化した場合、副アーチを介して断面力が分散された。このことはある外力に対して連続するアーチ部材全体で抵抗していると言える。

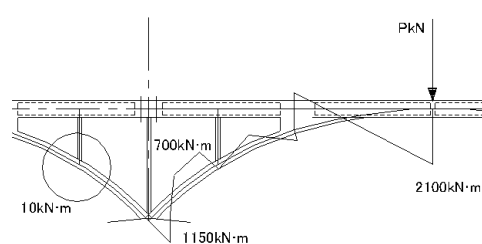
5. 今後の課題

今回は検討の初期段階として鉛直方向の荷重条件下にて主アーチ部材の比較検討を行ったが大規模地震時の副アーチ部材の効果及び主アーチ部材、補剛桁の安全性についても検討していく必要がある。また、連続化することによるスパンの長大化の有効性さらには、副アーチ部材を用いたダブルアーチ橋の景観的なメリットについても検討する予定である。

CASE1



CASE2



CASE3

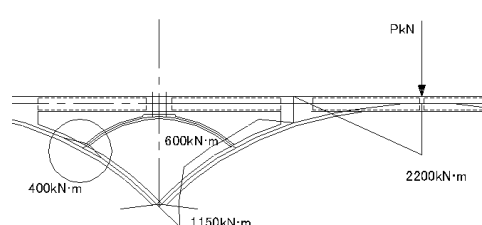


図-4 外力による主アーチ曲げ比較 2