

筑後川橋梁詳細設計「景観性と構造性の最適解」(その1 鋼アーチ橋編)

熊本大学 星野裕司 九州地方整備局福岡国道事務所 千年康秀
 (株)オリエンタルコンサルタンツ 石倉昇 (株)オリエンタルコンサルタンツ 大波修二
 (株)オリエンタルコンサルタンツ 大森貴行 (株)オリエンタルコンサルタンツ 正会員○金野拓朗

1. はじめに

筑後川橋梁は、地域高規格道路“有明海沿岸道路”のうち、九州最大の河川“筑後川”を跨ぐ橋梁である。

架橋地周辺には多数の歴史遺産(デ・レイケ導流堤(土木学会選奨土木遺産,延長約6km),昇開橋(国指定重要文化財,機械遺産),三重津海軍所跡(世界遺産暫定リストに登録))が存在し、また過去に実績のない橋梁形式を採用していることなどから、有識者で構成された設計検討委員会(以下委員会)を設立し、景観性、構造性の両面から技術的な検討を加えて詳細設計を行っている。

本論では、種々の議論の中で景観性と構造性がトレードオフの関係となり、双方が技術的検討を加えながら決着に至るまでの過程を報告するものである。

2. デ・レイケ導流堤と橋脚位置

デ・レイケ導流堤は、船舶の航路確保(がた土堆積防止)を目的として、1890(明治23)年に内務省技術顧問のオランダ人、ヨハネス・デ・レイケから技術指導を受け、内務省技師石黒五十二の設計により築かれた導流堤である。筑後川は有明海特有の大きな干満差により土砂が堆積しやすく、航路が塞がれることもあったが、竣工後現在に至るまで、建設当時の目的である航路確保の機能を有する現役の土木構造物である。

委員会では、この航路確保という機能保全が重要との認識に立ち、導流堤の改変を最小限に抑制しつつ、導流堤位置に橋脚を設置する案を採用した。

詳細については、土木学会平成25年度全国大会土木遺産に絡む「筑後川橋梁の橋梁計画」と「地域との合意形成」を参照。



図1 デ・レイケ導流堤と筑後川橋梁

3. 鉛直材に関わる景観性と構造性

3-1. 鉛直材に関わる景観的な問題

筑後川橋梁は2連の中路アーチという特徴的な形態であるため、アーチの連続性を強調し、河川を軽やかに跨ぐデザインを目指した。その際、鉛直方向の部材(下図、以下鉛直材)がアーチの連続性を阻害する要素となり、また橋梁が導流堤へ与える圧迫感が増すことから、景観的な観点からは鉛直材がなくす方がよいと判断した。

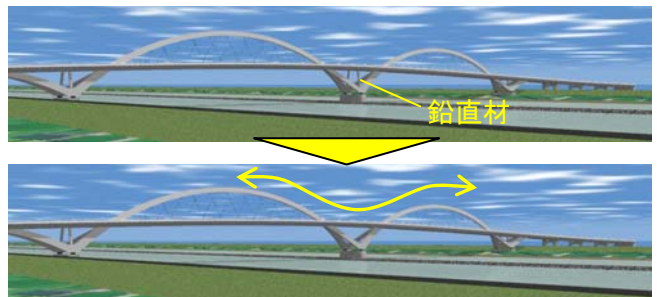


図2 軽快感の創出

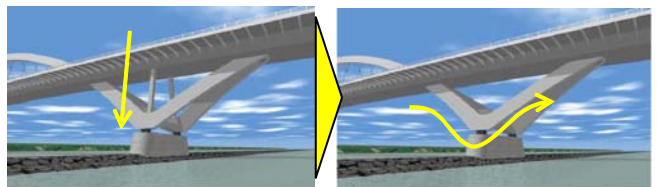


図3 導流堤への圧迫感の軽減

3-2. 鉛直材に関わる構造的な問題

本橋(新形式・鋼4径間連続(2連)単弦中路アーチ橋)の類似橋である新北九州連絡橋(鋼モノコード式バランスドアーチ橋)は、全体剛性を高めるために鉛直材を設けているが、既往成果から鉛直材の必要性等についての検討成果は確認できないため、本橋の鉛直材の要不要について明確に言及することが出来なかった。



図4 新北九州連絡橋(鉛直材あり)

キーワード 構造景観, 土木遺産, デ・レイケ導流堤, 筑後川橋梁

連絡先 〒812-0011 福岡市博多区博多駅前3-2-8 住友生命博多ビル12F (株)オリエンタルコンサルタンツ TEL 092-433-6206

4. 鉛直材の役割（構造検討）

鉛直材の有無を判断するため、3次元立体解析による常時（死荷重時・活荷重時）、地震時（L1・L2）のそれぞれについて性能検証を実施した。

4-1. 常時における鉛直材の役割

検討結果から、鉛直材の有無で、活荷重片載時にアーチリブと補剛桁との隅角部下側（アーチリブ側）に発生する断面力（モーメント）が2倍程度異なることが明らかとなった（図5参照）。

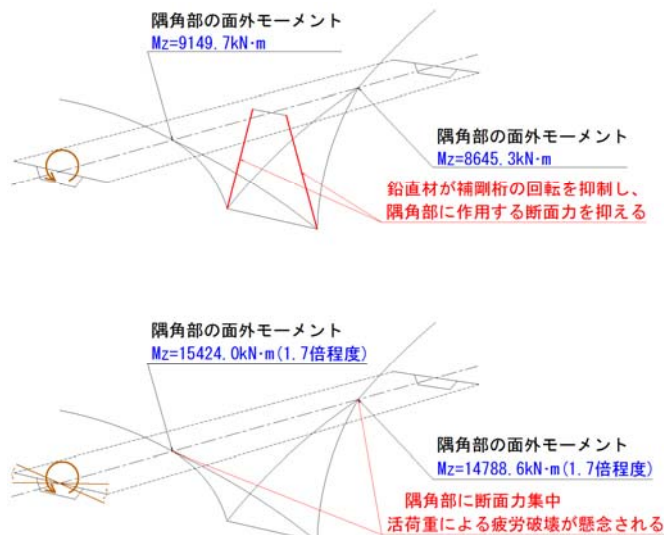


図5 常時における鉛直材の有無

鉛直材は、単弦アーチ橋の弱点である補剛桁の面外回転を抑制する役割及び隅角部に発生する、繰り返し作用による主構の疲労耐久性を向上させる役割を持つことが明らかとなった。

4-2. 地震時(L2時)における鉛直材の役割

本橋の限界状態を把握するためにプッシュオーバー解析により破壊モードを検証した。

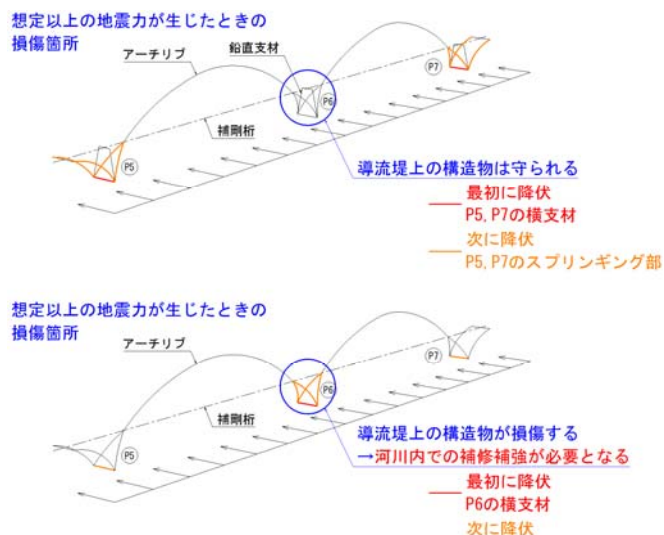


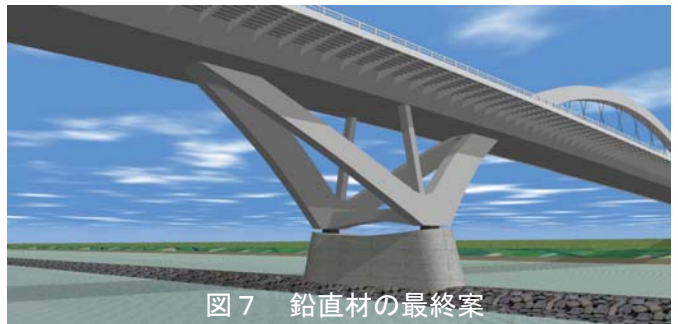
図6 L2地震時における破壊モードの違い

解析からは、図6に示す通り、鉛直材の有無で破壊モードが変わることが明らかとなった。

一方、面外方向の時刻歴応答解析（L2時）では、鉛直材がなくなることによって、隅角部下面に1.5倍程度の断面力が生じることも明らかとなった。鉛直材は、本橋の耐震性能上の破壊モードが変わる要因となる支配的な部材であると共に、隅角部の断面力低減に寄与する重要な部材であることが明らかとなった。

5. 鉛直材のデザイン（景観検討）

鉛直材が必要であるという構造検討の判断と、アーチの連続性、導流堤への圧迫感低減を両立するために、鉛直材のデザインを模索した。検討の結果、アーチの連続性をできる限り阻害しないため、鉛直材は規模を最小限としたシンプルな形状とし、製作性や維持管理性を確保できる範囲でアーチから内側に控えた配置のデザインとした。（図7）



6. 景観性と構造的性のトレードオフ

設計検討委員会では、鉛直材をなくすことによる景観的な優位性を認めつつも、100年の疲労耐久性や、100年に一度の大地震に対する修復性能（特に導流堤上の構造物を損傷させないこと）を重要と判断し、鉛直材を設置することで合意した。

今回の検討で、鉛直材は主構を守るため必要不可欠な部材であることが明らかとなった。しかし、本橋は過去に実績のない新形式であり、鉛直材の役割を代替する構造・形式については、今後検討の余地を残している。今後の検討に期待したい。

7. おわりに

景観性と構造的性はトレードオフの関係になることがあり、その都度議論を交わして最適解を導く必要がある。本業務では、部材の役割や製作性を理解した上で、景観的な配慮をすることで最適解を導くことができたと考えている。

本論文が、今後の設計（景観性と構造的性のトレードオフ）に役立てば幸いである。