

(VI-6) 既設アーチリブを再利用した鉄筋コンクリートアーチ橋の拡幅設計に関する報告及び考察

富士技研センター株式会社 正会員 ○岸 修
富士技研センター株式会社 正会員 古屋 美伸
富士技研センター株式会社 フェロー 西山 文男

1. はじめに

大湯新橋は国道103号、秋田県鹿角市十和田大湯地先において、昭和31年に架橋された橋長26.4m、有効幅員7.5mのコンクリートアーチ橋である。供用開始以来すでに34年経過した本橋は、経年変化に伴うコンクリート劣化および観光ルートにおける重交通量の増加により部材損傷が著しいほか、橋梁機能の低下が懸念されていた。

このような状況を背景に、本橋は名橋保存を基本計画として、更に橋梁機能向上を目的に図2に示すよう車道部1m拡幅及び両側2m歩道新設という大幅な拡幅も同時に行う拡幅補強計画を実施したものである。

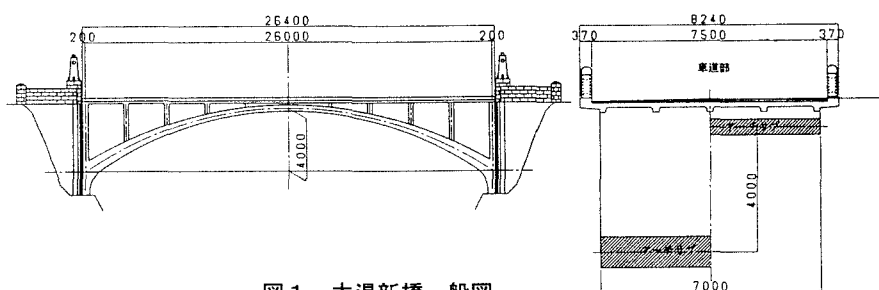


図1 大湯新橋一般図

2. 設計概要及び手法

既設橋のコンクリート劣化は、中性化試験及びコンクリート強度試験等の現況非破壊調査試験結果よりコンクリートかぶり厚の薄い支柱及び床版に著しく見られた。

それと比較してかぶり厚が十分に確保されていたアーチリブは、中性化の進行も殆ど見られず、部材強度においても比較的健全度を保っていた。

このため、拡幅設計計画においては、既設アーチリブを再利用することにより、名橋保存と平行し進めることとした。

大幅な幅員拡幅により死荷重・活荷重の増加は、即断面力増加につながり、既設アーチリブの頂部における応力発生値は、設計荷重時において現況調査結果により得られたコンクリート強度及び設計当初道路橋示方書（昭和14年）を考慮して設定したコンクリート圧縮強度の許容値である $\sigma_{ca}=65\text{kg/cm}^2$ を大きく超過する $\sigma_c=80\text{kg/cm}^2$ という試算結果となった。

このアーチリブに発生する応力を如何に低減させ、アーチリブを再利用した拡幅設計施工を成し遂げるかが本設計の大きな課題であった。

既設アーチ橋は無ヒンジの両端固定アーチ橋として設計されていた。このため上部の荷重はすべてアーチリブが負担する構造系となっていた。

この構造系では超過応力に対し現況断面では対応が困難と判断し、構造系を既設のアーチ構造からフィーレンディール構造へ変更することを検討した。

フィーレンディール構造とは、図3に示すようにトラス橋において斜材を取り去り、弦材と柱材とを剛結合することにより部材全体で荷重に対する構造である。

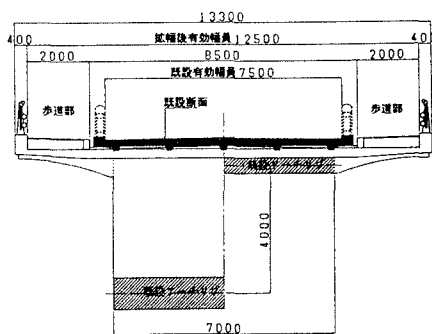


図2 拡幅断面形状

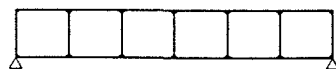


図3 フィーレンディール構造

1. コンクリートアーチ橋 2. アーチ再利用 3. 幅員拡幅 4. フィーレンディール 5. 工費縮減
〒150 東京都渋谷区東1-22-11 渋谷三信ビル6階 富士技研センター株式会社
TEL 03-3409-7058 FAX 03-3409-7105

設計を進めるに当たっては、既設部材と新設部材との乾燥収縮の影響及び施工段階を踏まえ、図4に示すように大きく3つの構造ステップを踏むこととした。

既設の支柱・床組を撤去したアーチ単独構造（ステップ1）においては、アーチ自重による死荷重及び架設時当初の乾燥収縮の影響を初期応力としてとらえるものとした。

次に新設する支柱及び床版の自重は、アーチ下面に支保工を設置しないため、アーチとの合成効果を期待しない状態にて評価するものとした。

新設部材が硬化し、アーチリブと一体構造が期待できるステップ3の状態においては、橋面荷重、活荷重及び新設部材の乾燥収縮の影響を負担し、この全ての段階における応力の重ね合わせにて既設アーチの照査を行った。

新設部材と既設アーチとの一体効果を期待するための剛結構造は、既設支柱主鉄筋を極力新設支柱へ定着させるとともに、新たに結合部には大きめのハンチを配置し、ハンチ筋をアーチ部材に樹脂定着させ一体効果を期待するものとした。

3. 構造系の変更に伴う既設アーチへ応力低減効果

構造系の変更に伴う既設アーチへの応力低減効果を把握するために、図5に示すよう床版上面に単位等分布荷重を載荷し、その結果を表1にまとめた。

アーチ単独構造として上部工からの荷重に対処していた元設計に対して、支柱壁・床版及びアーチリブ全体にて対処するフィーレンディール構造では、軸力・曲げモーメントともに支柱壁・床版へ分散し、その結果、アーチに発生する圧縮応力を抑制することが可能となった。

特に、拡幅後のアーチ系での試算結果において、コンクリート圧縮応力度が設定許容値を大きく超過していたアーチ頂部ではその低減効果が大きい事がわかる。つまり、橋面及び活荷重による軸力を47%・曲げモーメントにおいても88%にまで発生断面力の抑制効果が可能となった。

この構造系を変更することにより、本拡幅計画では、当初試算結果で得たアーチ頂部での発生コンクリート圧縮応力度（ $\sigma_c=80\text{kg/cm}^2$ ）を新設部材の死荷重を踏まえた全体系では最終的に $\sigma_c=52\text{kg/cm}^2$ （ $\sigma_{ca}=65\text{kg/cm}^2$ ）まで低減し、既設アーチリブを再利用した拡幅補修工事完了し現在供用中である。

本報告では、設計荷重に対する低減効果を示したが、構造系の変更により分散効果が期待できる荷重は、活荷重等の後荷重である。終局荷重としての大きな荷重想定が活荷重主体であることより、その低減効果は全体比率に対してさらに大きい結果となる。

表1 単位等分布荷重におけるアーチ構造とフィーレンディール構造の断面力及び変位の比較

	アーチ基部		アーチ頂部		
	N (t)	M(t・m)	N (t)	M(t・m)	δ (mm)
アーチ構造（元設計）	-24.77	4.12	-21.79	0.83	0.23
フィーレンディール構造	-22.88	0.79	-10.25	0.73	0.11
比 率	0.92	0.19	0.47	0.88	0.48

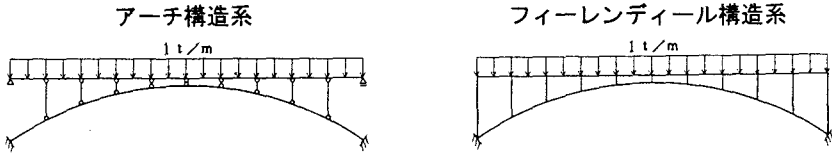


図5 荷重載荷図

4. おわりに

名橋保存及び橋の機能向上を目的とした拡幅補強計画は、構造系の変更という発想の転換によりアーチリブの再利用を可能とした。この効果は、既設部材のリサイクル及びアーチ支保工の省略からくる大幅な工費削減効果をもたらす結果となった。また、格点を剛結構造にする事により一般に耐震性の優れるアーチ橋を更に不静定次数を増すことにより耐震性の向上がはかれる結果となった。