

郷土の橋 ―新技術の先駆け（その2）― ―ニールセンローゼ橋―

NEXCO 西日本コンサルタンツ株式会社

正会員 ○吉富 知佳

フェロー会員 坂手 道明

1. はじめに

広島県は、昭和30年代の太田川河川改修工事により改築を迫られた木造の吊橋に代わる、「美しい橋」を架けようと考えた¹⁾。広島市東区と安佐南区をつなぐ道路橋、「美しい橋」として誕生したのが、我が国初のワイヤロープ(ロックドコイルロープ)を使用したニールセンローゼ橋、安芸大橋である。

安芸大橋は、アーチ形状の、美しさと景観に溶け込みやすいという長所を持つ。同時に、傾斜したワイヤロープを吊材としたニールセン型であるため、鉛直吊材のアーチ橋と比較して開放感があり、構造的に優位な点が多い^{2) 3)}。一方で、高次の不静定構造となり計算手順が複雑となる³⁾。しかし、この時代、電子計算機の発達でニールセンローゼ橋、安芸大橋の建設が可能となった。今回は、新技術の先駆けとしてこの安芸大橋を紹介する。



写真1. 安芸大橋（太田川上流より撮影；著者, 2023年）

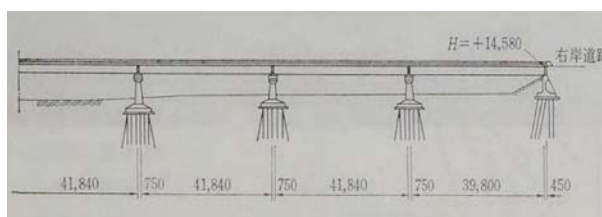
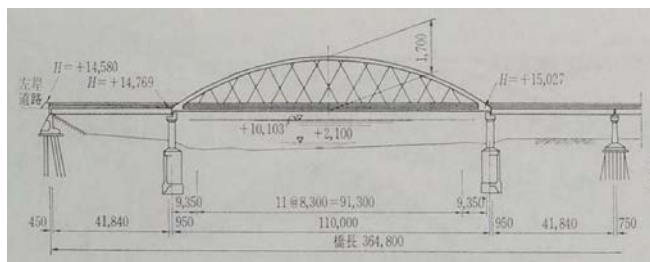
2. 「美しい橋」安芸大橋

安芸大橋は、1968年（昭和43年）に完成した、橋長364.8m、7径間の橋梁である¹⁾。側径間は、活荷重合成単純桁で、主径間は、ニールセン型ローゼ桁で構成されている（図1）。安芸大橋の橋梁形式に採用されたニールセンローゼ橋は、1922年（大正11年）、スウェーデンのニールセン（O.F.Nielsen）により提案された橋梁形式で、アーチ橋の腹材に、ロッドあるいはケーブルによる斜材を用いる。世界的に有名なのは、1962年（昭和37年）に完成した西ドイツのフェーマルンズンド橋（Fehmarnsund Brücke）⁴⁾である。

ニールセンローゼ橋の特徴は、次のようなものがある^{4) 5) 6)}。

- 1) 傾斜した吊材は、引張り力のみを受けるようにすることができるため、吊材にケーブルの使用が可能。
- 2) 吊材を斜めに配置したことにより、荷重が分散されて上弦材に伝達され、上弦材に曲げモーメントの集中が起こらず、また、全体的に曲げモーメントが著しく減少する。
- 3) 剛性が大きく、ランガー桁、ローゼ桁と比較してたわみが小さい。
- 4) 動的特性に対して非常に有利で振動が少ない。
- 5) 弦材の位置による応力差が僅少であるため、断面構成が簡単。

つまり、安芸大橋は、アーチ橋の優れた外観をもって「美しい橋」と考えただけでなく、力学的に「美しい橋」を目指した橋ではないかと考えられる。

図1. 安芸大橋 側面図⁵⁾

キーワード 安芸大橋、ニールセンローゼ橋、鋼橋、ロックドコイルロープ

連絡先 〒732-0057 広島市東区二葉の里三丁目5番7号 GRANODE 広島5階 NEXCO 西日本コンサルタンツ(株) TEL082-207-1670

3. ニールセン型ローゼ桁の架設

架設地点の河川の状態は、水路が一定の流水幅をもち、水路外は日常陸地であった。左岸側には、橋げた材を現場搬入するのに都合のよい県道が通っており、橋台・橋脚の工事が左岸側より行われていたことなどから、基本的に、左岸側から右岸側へ架設が行われた。側径間（活荷重合成単純桁）は、すべて張り渡したケーブルで橋げた材を支持しながら架設する、ケーブルエレクション工法で架設を行った⁴⁾⁵⁾。

主径間の工法は、以下の方法が考えられた。

- 1) 下弦材を架設し、従来の吊材の代用としてペコサポートを設け、上弦材を架設し、吊材を取付ける。
- 2) 上弦材、下弦材ともにケーブルで吊り、吊材を取付ける。
- 3) 上弦材閉合後、下弦材は吊材を利用しながら取付ける。

の3案であるが、吊材の張力を比較的簡単に調整できる3)の工法（カンチレバーエレクション工法）で架設を行った⁴⁾。架設に先立って綿密に計算された張力となるよう、各架設段階で、ワイヤロープに導入する張力の調整を常に行った⁷⁾。ニールセン型ローゼ桁は、不静定次数が非常に高い構造物であるうえ、吊材にワイヤロープのような非抗圧縮部材を用いているため、計画どおりの張力が導入されているかで、構造物の強度に大きく影響するためである。

また、安芸大橋は、我が国で初の本格的なニールセン型ローゼ桁であるため、竣工後、静的載荷実験、自動車走行中の振動状態の調査、加振機による固有振動数・対数減数率の計測を行っている⁷⁾。実験・調査により、安芸大橋の吊材は、死荷重による常時張力による応力を十分小さくとれば、クリープ現象による悪影響はないことや、吊材にワイヤロープ（非抗圧部材）を使用しても、ニールセン型ローゼ桁は、十分な剛性、減衰性をもつことなど確認している。

4. おわりに

日本道路公団が、昭和36年（1961年）に広島県で架橋した音戸大橋（現在は、広島県が管理）は、垂直吊材を使用したランガー形式¹⁾を採用した。しかし、電子計算機の発達がもう少し早ければ、音戸大橋も、あるいは、ニールセンローゼ橋になっていたかもしれない。なぜならば、音戸大橋建設の数十年後、広島県が建設した第二音戸大橋は、ニールセンローゼ橋を採用している¹⁾⁹⁾。

電子計算機の発達などの技術の進歩により実現した、道路橋として国内最初のニールセンローゼ橋である安芸大橋は、新技術の先駆けとなった。

参考文献：

- 1) 広島県：安芸大橋、音戸大橋、第二音戸大橋、最終閲覧日 2023.3.31
- 2) Jean-Paul Lebet, Manfred A.Hirt 著，山田 健太郎訳：鋼橋 鋼橋および合成橋の概念と設計，p.379 - p.402，2016.6.20
- 3) 田辺 末信，山本 弘夫：安芸大橋（ニールセン型式）の上部工について，橋梁と基礎，p.12 - p.16，1967.2
- 4) 福崎 浩，竹元干多留，能見 祥司，山本 弘夫，隠岐 幸雄，喜多村 宏：安芸大橋（ニールセン橋）上部工の施工，土木施工9巻1号，p.50 - p.58，1968.1
- 5) 高木 澄清，山本 弘夫，玉川 正，清水 経夫：安芸大橋の架設，道路，p.42 - p.49，1968.1
- 6) 喜田村 宏，是松 雅雄：安芸大橋，三菱重工技報 vol.7 No.7，p.172 - p.178
- 7) 高木 澄清，玉川 正，益田 正雄，永井 晋也，是松 雅雄：安芸大橋（ニールセン型ローゼ桁橋）の実験報告，土木学会論文報告集 第177号，1970.5
- 8) 檜垣 忠良，井上 徳宣：広島県の橋 - 渡海橋 -，橋梁と基礎，p.59 - p.62，1987.8
- 9) 広島県：音戸の瀬戸を跨ぐ第2のアーチ橋，2010.12