

高千穂のコンクリートアーチ橋を訪ねて

辻 幸和*

宮崎県高千穂町とその近辺には、アーチ橋が多く存在する。青雲橋と雲海橋などの鋼製のアーチ橋だけでなく、コンクリートのアーチ橋が多く建設されている。平成 14 年に、(社)プレストレストコンクリート技術協会の編集委員会ではその当時建設中の国見大橋、神都高千穂大橋、亀山城橋について見学したが、建設後約 10 年経過した性状を報告する。

キーワード：コンクリートアーチ橋、高千穂町、国見大橋、神都高千穂大橋、亀山城橋

1. はじめに

宮崎県高千穂町とその近辺には、アーチ橋が多く存在する。青雲橋と雲海橋などの鋼製のアーチ橋が、国道 218 号線に架設されているが、近年ではコンクリートのアーチ橋が多く建設されている。平成 14 年に、(社)プレストレストコンクリート技術協会の編集委員会ではその当時建設中の国見大橋、新高千穂大橋（神都高千穂大橋）、亀山城橋を見学し、その約 10 年後にあらためて訪問した。

本稿では、建設後約 10 年経過したコンクリートアーチ橋の国見大橋、神都高千穂大橋、亀山城橋の状況を、建設時の写真も含めて報告する。架設工法は、それぞれ合成アーチ巻立て工法、メラン併用のトラス張出し架設工法、ロアリング工法の特徴あるものであった。

2. 国見大橋

鉄筋コンクリート固定アーチ橋の国見大橋は、宮崎県西臼杵郡高千穂町板谷地区の県道土生・高千穂線と同町上野地区の国道 325 号線を結ぶ県営広域営農団地農業整備事業西臼杵地区一部として、一級河川五ヶ瀬川に架かっている（写真 - 1, 2, 3）。この地区は深さが 90 m を超える急峻な溪谷が形成されていること、町内一の「国見ヶ丘」から一望できることなどから、経済性、施工性、周辺の景観などを総合的に比較検討して、鉄筋コンクリート（RC）造の固定アーチ橋を、構造形式に選定したとのことであった。

橋格（活荷重）は第 3 種第 4 級（A 活荷重）である。橋長は 320 m、アーチ支間は 181 m、アーチライズは右岸が 27.0 m、左岸が 19.5 m、有効幅員は、車道部が 6.25 m、歩道部が 2.00 m である。

架設工法については、経済性に優れている「合成アーチ巻立て工法」を採用していた。この工法の要の鋼管アーチリブの架設には、上路アーチでもっとも一般的なケーブルエレクション工法を採用していた。合成アーチ巻立て工法は、工場製作された鋼製のアーチリブをまず架設し、その内部にコンクリートを充填して鋼コンクリート合成構造と



写真 - 1 国見大橋（右岸上流から）



写真 - 2 国見大橋（右岸下流から）



写真 - 3 国見大橋のアーチリブと鉛直材

* Yukikazu TSUJI : NPO 法人 持続可能な社会基盤研究会 理事長, 群馬大学・前橋工科大学 名誉教授

し、これを支保工としてアーチリブのコンクリートを巻き立てていく工法である。これまでのこの種の工法におけるアーチ支間の最長は、近くの下田原大橋の125mであったが、国見大橋は181mへと大幅に長大化している²⁾。

橋脚を含むアーチアバットに使用したコンクリートの設計基準強度は21 N/mm²で、補剛桁と鉛直材では35 N/mm²であったが、アーチリブにはPC主桁に一般に用いられている40 N/mm²のコンクリートを用いた。鉄筋はすべての部材で、SD295Aを用いた。

鋼管は、幅が700mmで、高さが2500mmのものを、ケーブルクレーンと斜吊設備を併用して、ケーブルエレクション工法にて架設した。その後、鋼管内にコンクリートを充填して、架設作業車を用いて、幅が7650mmで、高さが5000mmから3000mmに変化させた空洞のアーチリブを鋼管にコンクリートを巻き立てて施工した。見学時は、アーチリブを施工中で、閉合に近づいていた(写真-4)。2003年11月に開通した。

竣工から12年後に訪れた国見大橋は、穏やかな姿で迎えてくれた。歩道からの五ヶ瀬川の尾橋溪谷は素晴らしいものであった。水面からは、最大で90mの高さである。周辺には棚田などの原風景が広がり、11月の下旬であった。まだ紅葉に少し早い時期であったものの、見事な景観であった(写真-5)。若葉の頃の国見大橋周辺は、別な清々しい景観に巡り合えることを確信した。

3. 神都高千穂大橋

一般国道218号高千穂バイパスの中間地に位置する神都高千穂大橋は、深いV字型溪谷の一級河川五ヶ瀬川の約115m上空を跨ぐPC補剛桁を有するRC逆ランガーアーチ橋である。緑の山々にすっぽりと囲まれた神々の里「高千穂」の高千穂溪谷は、大自然の造形によって創り出され、五ヶ瀬川が阿蘇の溶岩を侵食したことによって生まれた深いV字型の溪谷であり、国の名勝・天然記念物に指定されている(写真-6, 7)。

宮崎県西臼杵郡高千穂町の大字押方と大字三田井の一般国道宮崎218号線に位置し、橋格(活荷重)は第3種第3級(B活荷重)である。橋長は300m、アーチ支間は143m、アーチライズは右岸が39.8m、左岸が53.8mで、平均アーチライズが46.8mである。そして有効幅員は、車道部が3.75×2=7.50m、歩道部が4.00×2=8.00mで、合計15.5mある。補剛桁の径間長は、39.15m+40.00m+4@15.00m+30.00m+4@15.00m+35.00m+34.15mである。

一連のRC逆ランガーアーチ橋では、アーチ支間の143mは、わが国で一番長く、平均アーチライズの46.8mは、わが国のコンクリートアーチ橋では最大規模を誇っている(写真-8)。

橋脚を含むアーチアバットとエンドポストに使用したコンクリートの設計基準強度は21 N/mm²で、鉛直材では24, 30 N/mm²で、アーチリブと補剛桁には40 N/mm²のコンクリートを用いた。鉄筋は、SD295AとSD345を用いた。またアーチリブのメラン材には、SM400YとSM400を用いた。



写真-4 国見大橋の建設



写真-5 国見大橋の周辺



写真-6 神都高千穂大橋(下流から)



写真-7 神都高千穂大橋と五ヶ瀬川の溪谷

RC 逆ランガーアーチ橋は、上路式補剛アーチ橋で、アーチリブと鉛直材は鉄筋コンクリート（RC）構造とし、補剛桁をプレストレストコンクリート構造とした橋梁である。架設には、メランを併用したトラス張出し架設工法が採用されていた。メラン材を斜め吊材によって先行して架設を行い、アーチリブ用特殊移動作業車を使用して、メラン材をコンクリートで巻き立てて、アーチリブを施工する工法である。アーチリブの1ブロック長さは、4.2 m ~ 5.8 m であった。また張出し施工に伴って、前方に大きな転倒モーメントが生じたため、両端部の橋台後方にはアンカー構造物を設けた。

神都高千穂大橋では情報化施工を採用した。アーチ部の施工における逐次変化する構造系の挙動と昼夜の温度変化によって生じる部材の変形、そしてアーチアバットの変位を、自動変位計測システムを導入してリアルタイムに監視し、施工していた。

見学時の新高千穂大橋（神都高千穂大橋）は、アーチリブ、補剛桁および鉛直材の施工の最終段階であるアーチリブ閉合の直前であった（写真 - 9）。当時の高千穂地域の国道 218 号線は、幅員が狭いうえに急カーブが多く、また市街中心部を経由していたため、観光交通と日常交通が相俟って著しい交通混雑を生じていた。12 年後に再度訪れた際には、高千穂バイパスが完成しており、通過交通の迂回により、交通混雑の緩和が図られていた。走行性の向上と時間の短縮、そして交通の安全が確保されていた。

神都高千穂大橋は、高千穂渓を跨いで軽快であった。高千穂町のランドマークとしても、どの位置からも目立っている（写真 - 10）。高千穂渓谷に3つの橋が架かるのは、わが国でも最初である。大正時代に架設された石の「神橋」、昭和の鋼の「高千穂大橋」、そして平成時代に架設されたコンクリートの「神都高千穂大橋」は、アーチ橋の歴史が醸し出されている。

4. 亀山城橋

亀山城橋は、鉄筋コンクリート固定アーチ橋で、宮崎県西臼杵郡高千穂町の大字岩戸と大字三田井の西臼杵 2 期地区の一般県道高千穂線板谷から国道 218 号線の深角を結ぶ広域農道に架かる橋梁の一つである（写真 - 11, 12）。

橋格（活荷重）は第 3 種第 4 級（A 活荷重）である。橋長は 135 m、アーチ支間は 105 m、アーチライズは 15.6 m、有効幅員は、車道部が 6.25 m、歩道部が 2.00 m である。

亀山城橋は、アーチリブの架設がロアリング工法でなされたことに、特徴がある。ロアリング工法は、わが国で 1988 年に内の倉橋（新潟県、37 m）で最初に適用された。その後 1993 年に竣工の千尋橋（鹿児島県、60 m）、1999 年に新潟県で竣工の三貫目大橋で支間が 90 m となり、適用支間を延ばしている。その後 2002 年に大分県竹田市に建設された神原溪谷大橋は、アーチ支間が 135 m（61.5 m + 73.5 m）にまで延長している。なお、クライミング高さも約 82 m に達している。

ロアリング工法においては、ロアリングの精度、施工の効率、また経済性の向上を図るために、①ロアリング支承



写真 - 8 神都高千穂大橋の橋脚、鉛直材とアーチリブ



写真 - 9 神都高千穂大橋の建設



写真 - 10 神都高千穂大橋下の高千穂郷ツーリズム協会



写真 - 11 亀山城橋（右岸下流から）

の形状の改善およびピンによる一体化、②初期ロアリング時に押し出しジャッキ装置を併用することによる設備の簡素化と張力や変位などの計測管理によるロアリング精度の向上、ならびに安全なロアリングの採用、③アーチリブの施工における昇降式移動足場の採用などの新しい工夫がなされている²⁾。

亀山城橋においても、上記の新しいロアリング工法が採用されていた。アーチリブをロアリング架設することの利点を生かすとともに、高い精度でロアリング施工が可能となり、設備の改善により経済化を図っている。クライミング高さは約 56 m であって、神原渓谷大橋の約 82 m までではないものの、高橋脚並の高さとなっている。

橋脚を含むアーチアバットとアンカーブロック工に使用したコンクリートの設計基準強度は 21 N/mm² で、鉛直材と補剛桁では 35 N/mm² であり、アーチリブには 40 N/mm² のコンクリートを用いた。鉄筋は、すべて SD295A を用いた。

見学時は、丁度アーチリブの製作がほぼ終わった段階であって、鉛直に立ったアーチリブは周辺の住民だけでなく、近くの日岩戸神社を訪れる観光客にも、興味を引く物体となっていた(写真 - 13)。その後、ロアリングして閉合し、鉛直材、補剛桁の施工を行って、2003 年 7 月に竣工した。

12 年ぶりに訪れた亀山城橋は、周辺の田畑に溶け込んで、うっかりすると見逃しそうになっていた(写真 - 14)。架設工法が珍しく、施工時に特徴があるロアリング工法であるため、アーチリブは見事な出来栄である。とくにアーチリブの上面は、従来工法ではややもするとブリーディングなどにより出来栄が良くないが、鉛直状態でアーチリブを制作したため、12 年後においても滑らかで良好であった(写真 - 15)。

5. おわりに

宮崎県高千穂町に建造された国見大橋、神都高千穂大橋、亀山城橋を、建設時に見学したときとその約 10 年後に訪問した状況を報告した。高千穂町とその近辺にすでに供用されていた天翔大橋と下田原大橋、ならびに当時建設中の水ヶ崎大橋なども建造されている。これらの橋も、コンクリートアーチ橋として、その構造形式、架設方法などにここで紹介した 3 橋には無い特徴がある。機会を見つけて今後紹介したい。

謝 辞

コンクリートアーチ橋の調査には、李春鶴 宮崎大学准教授にご助力いただいた。彼の運転とナビシステムにより、ここにあげた 3 橋を訪ねることができた。付記して厚くお礼申し上げる。

参考文献

- 1) 編集委員会：高千穂アーチ橋群 見学記、プレストレストコンクリート、Vol.44, No.5, pp.53-54, 2002.9
- 2) 辻幸和、二羽淳一郎：PC 橋梁の新たな挑戦、p87、技報堂出版、2011.2



写真 - 12 亀山城橋 (右岸上流から)



写真 - 13 亀山城橋の建設



写真 - 14 亀山城橋の周辺



写真 - 15 亀山城橋のアーチリブの滑らかな上面

【2017 年 4 月 25 日受付】