

# マイヤールのヴァルチール (Valtschiel) アーチ橋の保存と新設橋

辻 幸和 \*1 ・半井 健一郎 \*2

ロベルト マイヤールが設計したアーチ橋のヴァルチール (Valtschiel) アーチ橋を紹介する。スイスのグラウビュンデン郡のツィリス (Zillis) 村の上域に位置する小さな峡谷をわたる橋として、1925年に建設され、80年以上を経過しているが、いまだ良好な状態にあることは注目できる。ヴァルチールアーチ橋は、マイヤールの作品の中でこれまで引用度が少ないものの、彼が採用したアーチ部を薄くして桁部分の剛性を高めた「補剛桁アーチ」の構造形式は、現在のアーチ橋の起源になったと考えられている。そして、本橋の保存か否かの課題に対しては、本橋を歩道橋として供用し、下流に道路橋をほぼ同じ構造型式と規模で新設することにした。その新ヴァルチールアーチ橋についても紹介し、歴史的な土木構造物の保存に対する好事例として提示させていただく。

キーワード：ロベルト マイヤール，ヴァルチール (Valtschiel) アーチ橋，補剛桁アーチ構造，歴史的な土木構造物，橋の保存，新ヴァルチールアーチ橋

## 1. はじめに

スイスにおけるマイヤールの作品は、サルギナトーベル橋をはじめこれまでに各所・各書で紹介されている。ロベルト マイヤールは、生涯にわたって鉄筋コンクリートの可能性を主として橋について追求した技術者であるが、彼の残したコンクリートの構造美は、橋だけでなく建築にも大きな影響を及ぼして現在に引き継がれている。

ここで紹介するヴァルチール (Valtschiel) アーチ橋は、マイヤールの作品の中でこれまで引用度が少ないものの、彼が採用したアーチ部を薄くして桁部分の剛性を高めた「補剛桁アーチ」の構造は、現在のアーチ橋の起源になったと考えられている。そして、本橋を改修して保存するか否かの課題に対し、本橋を歩道橋としてのみ供用し、下流に道路橋をほぼ同じ構造型式と規模で新設した新ヴァルチ



写真 - 1 下流側中央からのヴァルチール橋

ル (Valtschiel) アーチ橋についても紹介し、歴史的な土木構造物の保存に対する対応策の好例として提示させていただく。

## 2. ヴァルチール (Valtschiel) 橋

ヴァルチール (Valtschiel) 橋のヴァルチール (Valtschiel) は、ドイツ語で“天国の谷”と称されるスイスのグラウビュンデン郡のツィリス (Zillis) 村の上域に位置する小さな峡谷である。この峡谷をわたるロベルト マイヤールが設計したアーチ橋が、1925年に建設された。80年以上を経過しているが、いまだ良好な状態にあることは注目できる。

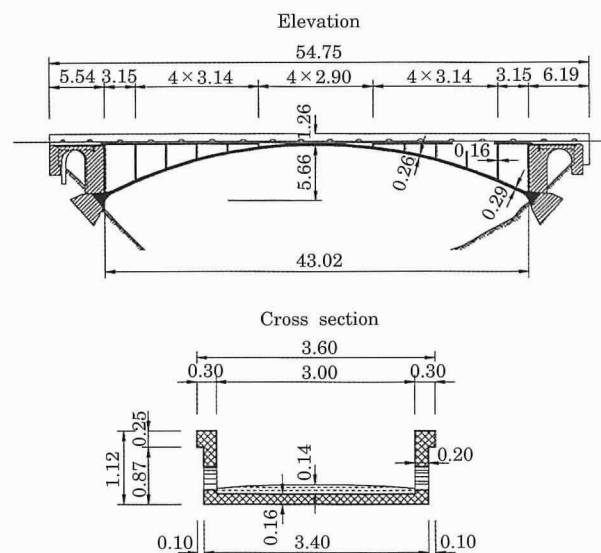


図 - 1 Valtschiel Bridge の形状寸法 (Robert Maillart による, 単位: m)

\*1 Yukikazu TSUJI : 群馬大学大学院 工学研究科 社会環境デザイン工学専攻 教授

\*2 Kenichiro NAKARAI : 群馬大学大学院 工学研究科 社会環境デザイン工学専攻 准教授



写真-2 下流側左岸からのワルチール橋



写真-3 下流側左岸の上部からのワルチール橋

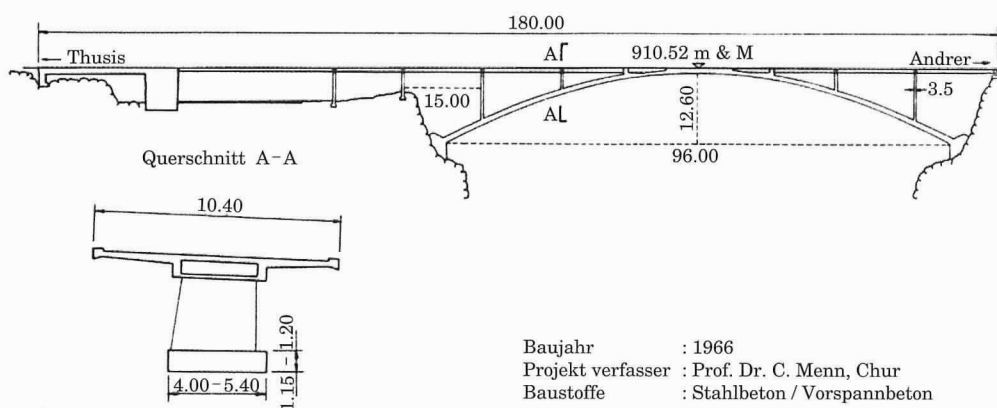


図-2 Via Mala 橋 (クリスチャン メン設計, 単位: m)

ズオズ (Zuoz) のイン (Inn) 橋, シーレ (Schiers) のサルギナトーベル橋, そしてクロスター (Klosters) の鉄道橋等とともに, スイスのエンジニアのロベルト マイヤールによる鉄筋コンクリート橋の画期的な作品の1つである。ワルチール (Valtschiel) 橋はまた, ワルチールバッハ (Valtschielbach) 橋とも称されている。

ワルチール橋は, 深さが約 40 m の峡谷を跨ぐために 43 m のスパンで建設された。マッシブな橋台はべつにして, この橋は使用材料を最小限にした設計がなされている。図-1 に示すように, アーチ部の厚さは約 30 cm で, 欄干の厚さは 20 cm であり, 床版の厚さだけでなく鉛直壁の厚さは 16 cm と非常に薄くなっている。写真-1 から写真-3 に, 下流側中央から, 下流側左岸から, 下流側左岸の上部からのワルチール橋を示す。

このような薄いアーチでも, 自重と均等な交通荷重に対しては十分な強度を保持している。しかし交通荷重が片側にのみ載荷された場合は, 載荷側のアーチが屈曲し, 反対側が浮き上がることになり, 許容できない変形が生じる。そこで, 欄干とともに床版が協同して, このような偏荷重に対応させている。このような床版と欄干の合成した桁部が, アーチ橋に十分な剛性を与える構造型式を, 「補剛桁アーチ」構造と称し, アーチ部の剛性を高めた「補剛アーチ」構造に比べて, 桁とアーチの変形を小さくできるのである。

そのため, この「補剛桁アーチ」構造が現在のアーチ橋の起源になっており, スイス連邦工科大学のクリスチャンメン教授も, このアーチ構造を利用して図-2 に示すヴィアマラ (Via Mala) 橋など多くの美しいアーチ橋を設計している。

### 3. 新ワルチール橋

ワルチール橋は, 当時の交通荷重に対して設計されていた。その後, 車両の幅とともに自動車荷重が大幅に増加してきた。ワルチール橋の幅員は 3 m で, 車軸荷重の許容値は 40 kN (4 t) であったため, 今日の要求事項を満足しなくなった。この要求事項に対応するため, 次の代替案が検討された。

- 1) 取り壊して, 新橋を建造
- 2) 補強と拡幅を含む改修
- 3) 旧橋に新しい機能を与えたバイパスの建造

ワルチール橋を取り壊すことは明らかにできない。20 世紀前半の土木技術を代表する証人であり, 保存すべき価値のある構造物である。また, 顕彰しているマイヤールの作品と構造物は, 次世代にも伝えていくべきである。2) の代替案も, オリジナルの橋を大幅に修正するため, 解決策にはならない。したがって, 3) のマイヤールの橋にバイパスを造り, オリジナルな形状寸法を保持した新しい橋を造



写真-4 新旧ワルチール橋（奥が新ワルチール橋）

る代替案が採用された。

新ワルチール橋は、40 m 下流に建設された。形状は、マイヤールの橋に似ているものの、コピーではない。また、写真-4 に示すように、40 m の両橋間の距離は、お互いの存在を尊重して決めた値とのことである。

新ワルチール橋は、図-3 に示すように、長さが約 70 m で、幅員が 5.5 m で、アーチのスパンが 58 m である。マイヤールの橋と比べると、次の事項に相違があると考えられる。

まず、橋台がほとんど見えない。橋桁が全長にわたり一定で、そのまま地盤に消え去るように感じられる。次にマイヤールの橋では、欄干がややマッシュブに見えるのに対し、写真-5 に示すように、新橋の欄干には軽量形鋼で置き換えている。そして橋桁をプレストレストコンクリートとすることにより、橋軸に平行な欄干が無くても、十分な剛性を保持している。また部材の寸法は、寛大に取っている。

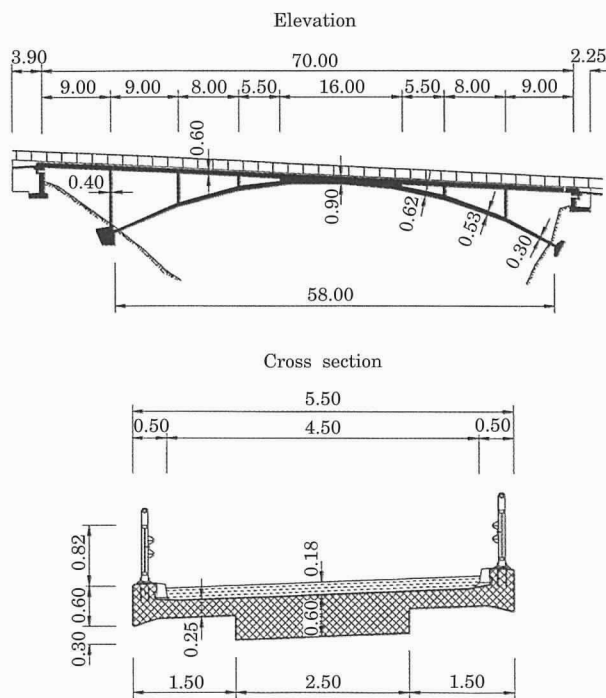


図-3 新 Valtschiel Bridge の形状寸法（単位：m）



写真-5 上流側右岸からの新ワルチール橋

マイヤールが橋を建造した当時は、建設材料を最小にするために寸法を非常にタイトに選定して、建設コストを抑えていた。今日では、施工の容易さと耐久性の確保のために、タイトな断面寸法は採用できなくなっている。加えて、景観上の観点からもタイトな断面寸法の採用が絶対に不可欠とは考えられなくなっている。新ワルチール橋も、厚い部材寸法を用いているものの、マイヤールの橋と同様な優美さを備えている。

#### 4. 新旧のワルチール橋

新ワルチール橋は、1990年に供用されて、約20年が経過している。写真-6 に示すように、新旧のワルチール橋はお互いの使命を分かち合っているようである。マイヤールの旧橋は、新橋の供用により自動車の通行が禁止され、歩道橋として保存され、過去の厳しかった供用における摩損や破損も修復されて、静かに歴史的土木遺産として毅然と存在している。



写真-6 下流側からの新旧ワルチール橋（手前が新ワルチール橋）

## 5. あとがき

新旧のワルチール橋への訪問は、辻にとっては2回目となった。1回目は、1992年9月にダボスでIABSE主催の欧州構造基準の国際会議が開催されたときにおけるテクニカルツアーであった。ワルチール橋の新橋が供用されて2年程度が経過したときであった。その後、2006年6月にPC技術協会主催の第2回fibコンGRESSがナポリ市で開催された折の調査団において、クリスチャンメン教授が設計のガンター（Ganter）橋、ヴィアマラ（Via Mala）橋、ズンニベルク（Sunniberg）橋とともに、彼が敬愛したロベルトマイヤールの本橋の調査を企画した。新旧のワルチール橋の下域のツイリス（Zillis）村の休憩場で、販売人や地元の人々にドイツ語も話せる運転手の助けを借りて場所を尋ねたが、訪問することができなかった。その休憩場から

は、直線距離で2～3 kmであったが、山陰になって直接に見えなかったこと、休憩場が新旧のワルチール橋が位置する隣村であることが原因であったと考えている。

今回の訪問は、半井が短期留学でチューリヒ市近郊に滞在し、現地でGPSナビゲータを入手していたために実現できた。それでもツイリス（Zillis）村ではなく、その上域のドーナット（Donat）の地名を探しあてて可能となった。

### 参考文献

- 1) Heinrich Figi :The Valtschiel Arch Bridges, IABSE International Conference on Structural Eurocodes, Technical Excursion Document, 16 Sept. 1992, 8pp
- 2) David P. Billington: Robert Maillart and the Art of Reinforced Concrete, 1990

【2009年11月10日受付】



図書案内

PC技術規準シリーズ

## 複合橋設計施工規準

定 価 6,825 円／送料 500 円

会員特価 6,000 円／送料 500 円

社団法人 プレストレストコンクリート技術協会 編  
技報堂出版