

八幡橋（木造車道橋）の設計と施工

Timber Road Bridge, Yawata Bashi: Its Design and Construction Work

○三品吉彦* 野村邦男**

MISHINA Yoshihiko, NOMURA Kunio

*大日本コンサルタント(株)構造事業部 (〒343-0851 埼玉県越谷市七左町5丁目1)

**大日本コンサルタント(株)北陸支社 (〒930-0175 富山県富山市願海寺 633)

ABSTRACT Yawata Bashi is a through type road bridge, the arch ribs of which are made of glued laminated timber material. It has two equal spans of 19.6m being composed of a 5.0m wide traffic lane and a 2.0m wide walkway. Being a part of the road network of Sampoku Town, the bridge is required to be stable enough as well as esthetically excelled as a symbol of the town, the main product of which is timber material. The bridge is designed as a composite structure of timber, steel and concrete in order to fulfil such requirements, with two-span wooden arches in the air, being tied and stiffened with steel beams, and a rigid floor system composed of prestressed concrete slabs placed on longitudinal timber beams supported by steel cross girders.

Keywords: アーチ橋、下路型式、集成材、複合構造、アーチの横方向安定性

Arch bridge, glued laminated timber, composite structure, lateral stability

1. はじめに

八幡橋は、新潟県岩船郡山北町大字勝木・寝屋地区において、町道碁石出戸線が2級河川勝木川を渡るために架けられた橋梁であり、旧来、3径間のコンクリート橋であったが、その老朽化に伴う架け替えに当たり、木造橋として計画されたものである（写真-1）。

山北町は町面積の35%を人工杉林が占めており、林業が町の重要な産業となっている。この八幡橋は、林業の町山北のシンボルとして、また町の特産品である杉材の新たな用途を示唆する大きな展示品として町の玄関口であるJR勝木駅前に置かれている。しかしながらこの八幡橋は単なるモニュメントではなく、寝屋地区住民の日常的な生活道路であり、勝木川の下流を平行に走る国道の新八幡橋に対する代替路線ともなっている。さらには、周辺に位置するゆり花会館、交流の館「八幡」など、観光や交流の拠点となる施設とともに町民の憩いの場として、また新しい名所として賑わいが期待されている。

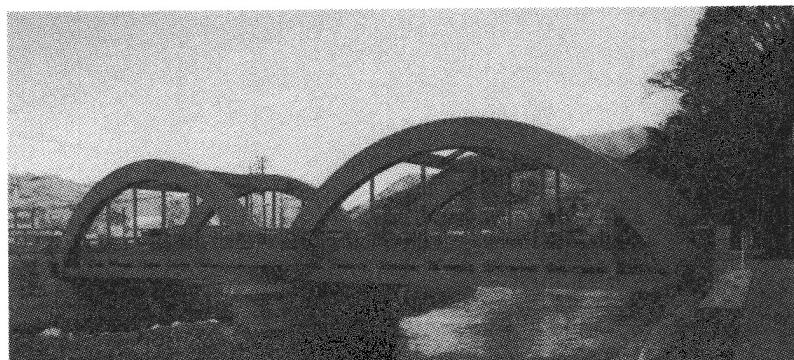


写真-1 八幡橋全景

2. 橋梁計画

2.1 橋梁形式と支間割り及び幅員の検討

ここには従来3径間のコンクリート橋が架かっていたが、河川の幅からすると2径間迄とする必要がある。単径間も考えられるが、取り付け道路の嵩上げは好ましくない状況であった。

次に、橋梁型式であるが、木橋することは町の政策として決定されている条件の下、以下に記すような理由で下路アーチを選定した。

- ① 取り付け道路の嵩上げが困難で、かつ桁下空間の制限から下路型式とする必要がある。幅員から見て桁型式は考えにくく、トラスかアーチ系とするのが適当である。
- ② 架橋位置は上流側にJR羽越本線、下流側に国道345号が走っているが、何れからも近距離にあり、架橋目的からして景観性への配慮（人目を引くとともに優美であること）が重要である。2連のアーチはこの点から妥当な選定であるとしてよい。
- ③ 曲げ圧縮力を受けるアーチは木材の力学特性に適合しており、支間長も過去の実績から見て一般道路橋としても不安のない範疇にある。

架橋位置は一般町道であるが、交通量は歩行者・自動車ともに少ないため、取り付け道路との釣り合いも考えて車道部は1車線（路肩を除いて4.0m）、歩道は片側のみとした。中間橋脚上の下流側に展望用のバルコニーが設けられることから、歩道も下流側に置いた。山北町の位置する新潟県の下越地方は、村上市を中心に鮭が名物であるが、架橋位置の勝木川もその例外ではなく、秋には鮭が遡上して川幅の真ん中にあるバルコニーからを観察することが出来る。山北町の新名所として呼び物の一つとなるが、付近には病院もあり、車椅子でバルコニーに出られることも設計条件のひとつであった。

図-1に幅員構成、およびバルコニーの概観を示す。

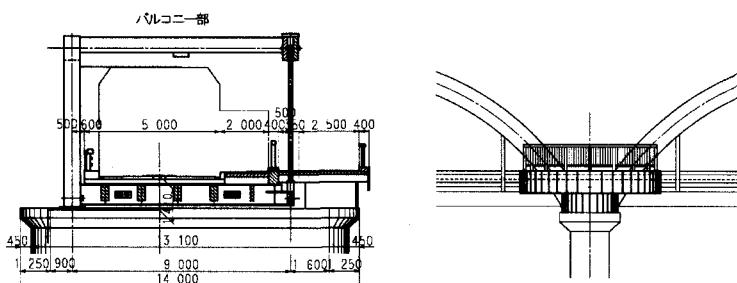


図-1 八幡橋の断面およびバルコニー概観

2.2 アーチ軸線の検討

上路アーチは常に人目にさらされる型式であり、軸線の形によって印象が異なるのでその選定は重要である。

先ず構高、すなわちアーチの高さであるが、この型式の場合、一般的な値は支間長の6.0~7.3分の1である。本橋の場合、面外方向の安定を得るために2面のアーチを相互に繋ぐ上横構が必要であり、道路としての建築限界からその高さが決定された。その結果、支間長との比が約3.2分の1となった。このように構高の大きいアーチでは、軸線の形状による印象の違いが大きいと言う特性がある。一般的な形状は円弧又は放物線であるが、両者の違いは図-2に示したように一目瞭然と言える。後に述べるように、力学的には放物線が優れており経済性に勝るが円弧に比べて硬く、緊張感が強い。本橋の架橋趣旨から見て、優しい感じを与え、遊び心がある円弧が選ばれたのは自然な結果であったと言える。

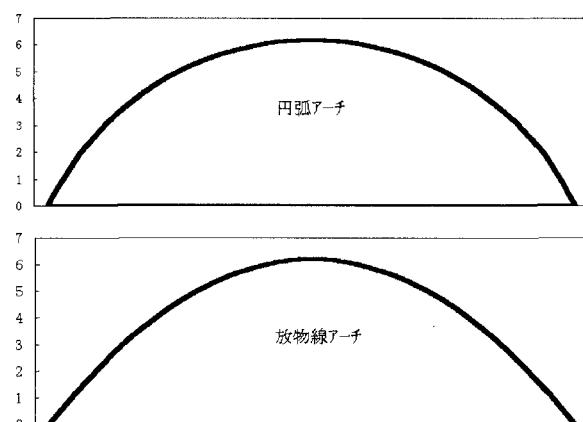


図-2 円弧アーチと放物線アーチ

2.3 橋梁全体の剛性確保

この八幡橋は一般町道に架かる橋であり、通常の鋼橋やコンクリート橋と同等の使用性が要求される。そのため、剛性の高い床組みによって“揺れ”を無くし、金属製の自動車防護柵を以て通行の安全性を高めることとした。剛性の確保のため床版には工場製作のPC版を採用したが、これは同時に自動車防護柵の取り付け、および融雪パイプの水から床下の部材を保護するための効果を期待している。

床版自体は全体から見れば薄いものであるため、これを受ける横桁のほか、縦方向の剛性を高める方法として後述のタイ材を利用する構想とした。さらに床組み全体が揺動してタイ材に無理がかかるのを防ぐため、床版を端横桁と結合した。

3. 主要構造の設計

3.1 アーチ部

アーチの端部に作用する水平反力は地盤で支えるのが基本的な考え方であるが、下路橋では支点間を結ぶタイによってこの反力を相殺することが出来る。本橋の場合、地盤も良好とは言えず、また橋台に比べて変位しやすい中間橋脚を有することからタイを設けることとした。この目的からは引張部材として鋼棒などの線材を用いることができるが、本橋ではここに曲げ剛性を有する鋼桁を配して横桁をこれに結合し、床組み全体の一体化を図ることとした。

下路アーチではアーチリブが空中に突出しており、その横方向の安定に対する配慮が特に必要である。アーチ端部は鋼製横桁に結合しているが、木材特有のめり込みによって完全固定とすることはできないと考えられる。そのため、2面のアーチをその天端で相互に結合して横断面的には一種のラーメンを形成し、横剛性を確保した。この上横構とアーチリブの継手も、同じく完全固定とは見なせないため、ラーメンの隅角部に当たる構造を剛にする方法として、上横構をアーチの頂部だけでなく橋軸方向に幾分離れた位置にも設けることによって、高さの差を得、上横構と合わせて横断面的に図-3のような構造となるように配慮した。

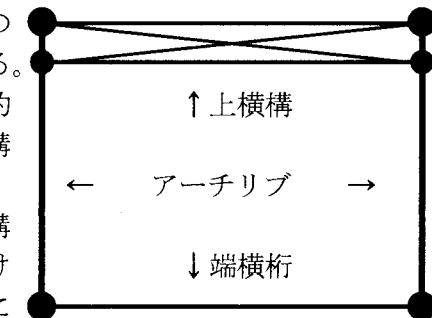


図-3 横断方向の力学構造

3.2 床組部

本橋では横桁を鋼I桁としたが、その理由は下記のとおりである。

- ① 型式選定の理由として既に述べたとおり、取り付け道路の嵩上げが困難で、かつ桁下空間の制限があるため、横桁も出来るだけ高さを抑える必要があった。
- ② 横桁は活荷重を直接受けてアーチに伝える部材であるため、大きな剪断力を受ける。木材は曲げや圧縮に対する強度に比べて剪断力に対する強度が比較的小さいため、必然的に桁高が大きくなり、景観的にはやや泥臭い感じを与える可能性がある。
- ③ 本橋は一般町道の橋であるため、上下水道の管や電話のケーブルが添架される。見栄えから考えると、横桁を貫通させて床下に配置するのが妥当であり、木製では上記①の理由で困難となる。

活荷重の横桁への伝達は縦桁を介して行うこととし、木製の桁を1.5m間隔で配置した。横桁には腹板に取り付けた受け台で単純に支持させ、活荷重が最短距離で吊り材に伝わるようにした。床版には既に述べた理由からプレキャストのPC版を採用し、スタッドジベルで縦桁と結合した。この部分は施工上、後打ちコンクリートとなるため、縦桁と床版とが合成断面として働く可能性があるが、設計上は非合成とした。縦桁は大きな剪断力を受けるため、必要な幅が30cmと算出されたが、横桁を架設した後にこの縦桁を入れ込む都合、および経済性の両様の面から、これを縦割りにして幅が15cmの桁2本により縦桁1本を構成することとした。

4. 継手および詳細構造

4.1 アーチリブの構成と吊り材の取り付け

アーチリブに吊り材を取り付ける方法として、

- ① 太径のピンをアーチリブに貫通させる
- ② 吊り材取り付け用の金具を剪断ボルトによってアーチリブに取り付ける
- ③ 吊り材取り付け用の金具をリブの上面に鞍掛けする

の3種類が一般的かと考えられるが、木構造を組む基本は「載せる」ことであると考え、鞍掛け方式を採用した。鞍掛けは通常台座をアーチリブの上に載せ、吊り材を貫通させて台座の上面にナット等で固定するが、このようにするとアーチリブの上面に台座が突出することになる。本橋はこれを避けてアーチリブの上面に滑らかな曲線を保持するため、山型鋼を組み合わせてπ型様の治具を製作し、一方のフランジをアーチリブ上面に載せてもう一方のフランジを2枚のアーチリブの間に落とし込んだ形状とした。

このような構造を採用したことでもあって、アーチリブは箱型に閉じずに開いた断面とし、間隔を保つための木製ブロックを介して2枚のリブを合成させた。当然不完全合成となるので、その程度や綴じ具の数や配置を決定するため、組み合わせ柱としての規定を準用した。日本建築学会の「木質構造設計規準」にも記載があるが、自由な設計を許すものではないため、昨年のシンポジウムに提出されたユーロコードによって照査を行った。これはDINに定めのあった規定を更に安全側に丸めたものであり、上記の日本の規準とも比較して信頼できると判断した。

4.2 アーチリブとタイの結合

ここは2枚のアーチリブと1本のタイ（補剛桁として挙動）、及び端横桁が会し、作用する力も大きいことから複雑な構造になりがちである。ここでは諸般の事情から従来型の構造を採用することとした。すなわち、アーチリブの両面に鋼板を剪断ボルトで貼り付け、タイ材である補剛桁との間をピンで結合した。内側の鋼板にはさらに端横桁を突き合わせて溶接で取り付けた。

4.3 防水・防蝕構造

木質構造であるアーチリブと上横構には銅板の覆いを掛け、防水とともに防蝕を図った。床版の外縁とアーチリブとの間には十数センチの空間を設け、路面からの水跳ねの影響を軽減するとともに風通しを良くした。

架橋位置は海岸から200mほどしかなく、冬季の季節風によって大量の塩分が吹き付けるため、木部の防腐もさることながら鋼材の防蝕にも十分配慮する必要がある。そのため、鋼材には全て亜鉛メッキを施すとともに、点検の困難な吊り材取り付け部には銅板の覆いに孔を開けて雨水による洗浄が自動的に行われるようとした。

5. おわりに

部材の製作精度が非常に良く、鋼と木の取り合いについても製作段階での綿密な打合せにより、現場では特段の問題も無く円滑な架設が行われた（一例としてアーチ部の架設状況を右に示す）。

なお、設計・施工の両面にわたって秋田大学の薄木教授と金沢工業大学の本田教授に助言をいただき、無事に完成させることができたが、折角の助言を十分に生かし切れなかった面もあり、次の機会が与えられれば更に工夫を重ねてさらに良い仕事をしたい。両先生に改めて感謝申し上げます。



写真-2 アーチ部の架設