

豊平橋の歴史にみる橋梁設計思想の変遷に関する一考察

A Consideration of Bridge Design Transition on Historical Background of TOYOHIRA - BASHI

北海道大学大学院工学研究科 ○正会員 福島 敦 (Atsushi Fukushima)
北海道大学大学院工学研究科 フェロー 林川俊郎 (Toshiro Hayashikawa)

1. まえがき

これまで過去に建設された日本各地の橋梁について様々な観点から、土木史的研究が行われている。しかし、他地域と比較して歴史の浅い北海道における橋梁事業に着目し、その背景や思想に迫る研究は多くない。今後、我が国では多数の橋梁について、補修もしくは架換えが必要となることが予想されている。その際、特徴的な橋梁については、その橋梁がたどった歴史を再認識するとともにその特性を把握し、架換えおよび更新における一つの視点として活かすことが有益であると考えられる。

本論文では、北海道における代表的な橋梁の一つである「豊平橋」に着目し、その歴史的背景を踏まえ、本橋梁がたどった設計思想の変遷について考察する。

2. 道路建設上の位置づけ

札幌は、1869 (明治 2 年) 年に開拓使判官島義勇により開かれた街であるが、実際の建設は 1871 (明治 4 年) 年より本格的に始まる。1873 (明治 6 年) 年に完成した札幌本道は、函館から大沼を経て森に出、森から船で室蘭に渡り札幌へと陸路でつなぐ、「本府へのみち」として北海道における最重要ルートに位置づけられていた。豊平橋はこの札幌本道の終点にあり、かつ豊平川を渡ることのできる唯一の橋梁となっていたことから、その重要性は極めて高かった。この位置づけは戦後においても引き継がれ、1953 (昭和 28 年) 年には「弾丸道路」と呼ばれる北海道初の本格的舗装道路として整備され、一般国道 36 号となり現在に至っている。

3. 豊平橋の変遷とその特徴

表-1 に豊平橋の略歴を示す。丸木橋 (写真-1) に始まった豊平橋は幾度となく、落橋、架橋を繰り返しており、その回数は数え方によりまちまちであるが、各時代において特徴的な橋梁が建設され、札幌の発展の一翼を担ってきている。次節からは特徴的な橋梁について、その詳細と設計者の意図を明らかにする。

3.1 ホルトの豊平橋

1875 (明治 8 年) 年、開拓使は、B.S.ライマンの献策をふまえ、木橋のたび重なる落橋、流出に対して恒久的な橋の架設を決断する¹⁾。開拓使は、器械方頭取として着任していたアメリカ人機械技師ホルトに新橋架設を依頼する。開拓顧問ケプロンからこの要請を受けたホルト

は、それまで行っていた仕事を一時中断し架橋に専念したと、架橋後に記した報告文の中で述べている²⁾。ホルトは、幅員 6.1m、長さ 63.4m のアーチ補強材を持つ木鉄混合ハウトラス 1 連と 32.3m の木造トラス 1 連を 1876 (明治 9 年) 年に完成させる (写真-2)³⁾。この木鉄混合トラスは、鉛直部材に錬鉄棒を用いたもので、我が国における最初の洋式木造トラス道路橋である。

この橋梁が完成するまでには紆余曲折があった。当初、

表-1 豊平橋の略歴

1871 (明治 4) 年	丸木橋を架設
1876 (明治 9) 年	ホルトにより架橋
1878 (明治 11) 年	ホイラーにより架橋
1898 (明治 31) 年	岡崎文吉により架橋
1910 (明治 43) 年	岡崎の豊平橋落橋
1910 ~ 1923 年	しばらく木製仮橋が続く
1924 (大正 13) 年	先代豊平橋竣工
1966 (昭和 41) 年	現在の豊平橋竣工



写真-1 丸木橋 (北大図書館所蔵)



写真-2 ホルトの豊平橋 (北大図書館所蔵)

ホルトは新橋を、橋長 50.3mの木鉄混合トラス橋で設計し、その木材や鉄材を発注し終えていた。しかし、黒田清隆開拓使長官が来道し、橋梁架設予定地の視察を終えた後に、札幌中心部とは反対側の橋台予定位置を、後方に移動し、それに伴い橋長も 12m延長して欲しいとの要請を受けた。これは河道を広くとることで、川の流れの障害をできるだけ小さくすることを意図したものであった。これに対し、ホルトは二つの選択肢を提示している。一つ目は、それまでに準備していた全ての部材をあきらめ、新たに設計を実施する案、二つ目は、同じ計画のままで架橋を進めるが、橋長の延長にともなう荷重の増加に耐えうる別の手段を付加するということのものであった。ホルトは、詳細な設計計算をやり直すとともに、修正に伴う時間とコストを再検討した。その結果、新設計を実施する案を退け、原案を修正し、トラスの両端に木製アーチを構築し、必要な耐力と安定性を確保する方法で対応することを推奨した。開拓使は、これを承認し最終的に橋梁形式が決定したのであった。このホルトについて、特徴的な点として挙げられるのは、彼自身が純粋な土木技術者ではなかったことである。元々、器械技術者として来日し、製材工場の建設および操業を指揮したほか、開拓使札幌本庁舎（赤レンガ）の建築に携わるなど、幅広く活躍していた。結果としてホルトの架橋は翌年の落橋により失敗に終わるものの、開拓使の要請内容の変更にも柔軟に対応し、日本人技術者と共に豊平橋の架橋に真摯に取り組んだ姿勢は評価に値するものと考えられる。

3.2 ホイラーの豊平橋

ホルトが苦勞して架けた橋も翌 1877（明治 10 年）年に洪水によって破壊されてしまう。このため、開拓使はアメリカ人土木技術者で、札幌農学校に教師として赴任していた W.ホイラーに豊平橋の改築・調査を命じた。ホイラーは、ホルトの架けた豊平橋の計画及び建設上の欠点を調査した後、以下の方針に従って、新橋建設に取り組んだ。

- ① 短いトラス橋を取り払い、代わりに堤防を築く
- ② 旧橋中央橋台を取払って左岸橋台を新設し、橋長を伸ばす
- ③ 木製弓形(アーチ)を新しい橋台から築造する
- ④ 旧木製の堤防・防護材を取除き、作り直して橋台を保護し、2 流の流水を合わせて新橋の中央を通す
- ⑤ 蒸気ポンプその他を用い、新しい橋台・堤防をできるだけ深く作る。

以上の方針のもと、ホイラーは、橋長 63.4mの木鉄混合トラス橋 1 連を 1878（明治 11 年）年に完成させる（写真－3）。この架橋方針には、ホイラーの米国における土木技術者としての経験を踏まえ、洪水に負けない強靱な橋を構築するという強い意思が感じ取れる。このホイラーの豊平橋は、「札幌第一の大観」と評されるほどの優美さを誇るものであったと記録が残っている⁴⁾。ホイラーは、このほかにも道内各地の測量や気象観測を実施し、農学校演武場（札幌時計台）の建築にも携わるなど、多分野に渡り活躍した。さらに W.S.クラークが

札幌を去った後、札幌農学校の教頭として奮闘し、廣井勇、新渡戸稲造など、日本を代表する人材の育成を行ったことが業績として挙げられる。

3.3 岡崎文吉の豊平橋

1878（明治 11 年）年にホイラーが架けた橋のその後については諸説あるが、毎年出水に脅かされ、腐朽も甚だしくなったため、1898（明治 31 年）年、北海道庁技師岡崎文吉の設計により新橋に架け換えられている。岡崎文吉の豊平橋は、橋長 34.6mの鉄製ブラットトラスと 25.9mの木鉄混合トラスの二連であり⁵⁾、北海道で最初の鉄製道路橋である（写真－4）。材質は錬鉄、製作はアメリカの橋梁メーカーであると推定される¹⁾。この当時は、ようやく日本人技術者が育成され、橋梁設計を実施する時代に移行してきた頃であった。木材価格が高騰し、その手配が困難なこともあったが、鉄橋の建設に踏みきった主たる要因は、これまでなし得なかった水に流されない永久橋を建設する必要があることと思われる。岡崎は札幌農学校工学科の 1 期卒業生であり、当時教授として教鞭をとっていた廣井勇の一番弟子であった。岡崎はこの橋の架橋に際し、恩師である廣井勇に手紙を送って相談しており、廣井より「落ちない橋をつくりたまえ」と励まされたとの記録が残っている。



写真－3 ホイラーの豊平橋（北大図書館所蔵）



写真－4 岡崎文吉の豊平橋（北大図書館所蔵）

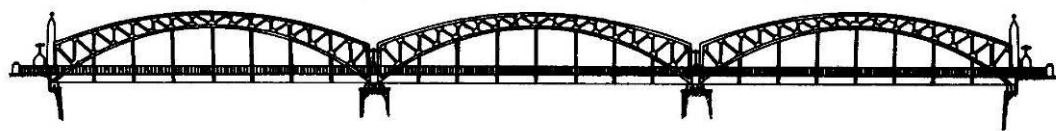


図-1 山口敬助の豊平橋側面図

3.4 山口敬助の豊平橋

1898（明治 31 年）年、岡崎文吉により架橋された豊平橋は、1910（明治 43 年）年の出水によりやはり落橋してしまう。その後、当分の間は木製の桁橋で必要交通をさばくことを余儀なくされる⁵⁾。しかし、札幌の都市としての成長が著しく、また木製橋では危険であることから再び永久橋が架けられることとなった。1924（大正 13 年）年に完成した先代豊平橋は、北海道庁技師山口敬助の設計によるもので、橋長 120.7m、全幅 18.29m、下部構造を円筒形井筒式橋脚 2 基及びコンクリート橋台 2 基とし、上部構造を鋼鉄製プレストリップ・タイドアーチ 3 連とした都市型橋梁であり、その美観から、旭川の旭橋、釧路の幣舞橋と共に北海道三大名橋と謳われた（図-1、写真-5）。このプレストリップタイドアーチの形式は、我が国において、八ツ山橋（東京、1913（大正 2 年）年架設）に次いで 2 例目である。主構アーチの上部曲線は半径 51.5m、弦 38.8m の円弧を用い、下部曲線は弦 38.8m、弧矢 6.8m の放物線を用いている。設計荷重は、当時の指針であった街路構造令に基づいて設計されており、これは当時の設計基準では最高レベルのものである。幅員構成は中央に電车道 5.5m、その両端に車道 3.7m、張出し部に歩道 2.7m となっている⁵⁾。床版には、バックルプレートを用いた無筋コンクリート床版を使用しており、これは北海道の橋梁において初めて採用されたものである。また、車道には木塊舗装、歩道にはアスファルト舗装が施されているが、これらも北海道において初めてのものである。木塊舗装とは、木材を煉瓦の形に加工し、防腐液に浸したものを敷き並べたものである。また、両端には豊平橋の存在感を引き立てる重厚な親柱（オベリスク）が立てられている。

このように、さまざまな新技術を採用するとともに、大都市における最重要橋梁としての位置づけを持ちえた背景には、次のような理由があったとされる⁵⁾。

- ① 地方費道札幌浦河線及び札幌俱知安線の重要路線にあったこと
- ② 月寒地区に陸軍歩兵第 25 連隊が置かれ、そこに通じていたこと
- ③ 札幌市及び周辺地区の発展とともに、交通量の増大が予想されたこと
- ④ 木橋では、安全上の危険が生じていたこと
- ⑤ 路面電車の月寒方面への延伸が計画されていたこと

また、設計者であった道庁技師山口敬助の談話から、美観性を強く意識していたことがうかがえる。山口は、この豊平橋の竣工時に北海タイムス（現北海道新聞）への取材に対し、市街橋が必要とする 2 大要素は、将来を



写真-5 山口敬助の豊平橋（札幌市文化資料室所蔵）

見越して耐久的かつ美術的であること、さらに遠方からは都市の美観として、細部は装飾を鑑賞するに足るものとするのが重要であると述べている。さらに美点について詳細に述べており、橋梁形式の選定には、周囲の自然や建築物との調和が重要であること、また付近への植樹や公園の設置が美観の向上に必要であるとしている。続けて、装飾ではなく構造美を求めることを主張するとともに、橋梁は、通行しながら眺められるものでもあることから、親柱、高欄、電燈装置にも配慮が不可欠であると述べている⁶⁾。このように、全体から細部に渡るまで美観に配慮がなされた橋梁であったからこそ、北海道三大名橋の一つとして市民に親しまれるものと成りえたと考えられる。

3.5 現在の豊平橋

北海道三名橋の一つとして、札幌市民に親しまれた先代豊平橋も架橋から 30 年を経過すると、札幌の発展に伴う交通量の増加に対処し続けるのが困難になりつつあった。そこで、1961（昭和 36 年）年、北海道開発局土木試験所によって鋼アーチ豊平橋の安全性診断が行われた⁷⁾。この診断の結果、大規模な補強もしくは架換えを必要とする時期に来ているとの認識がもたれた。この結果を受け、旧橋の保存と新橋の架設の両面から検討が進められる。旧橋を補強して残す上で問題となったのは、市民がバスへの転換ではなく電車交通の存続を望んでいたこと、河中に現在以上の橋脚の数を増やすことは河川管理の面から認められないこと、本橋の架設地点において豊平川は狭隘となっており、洪水時の流水の疎通を著しく阻害する築堤を引き下げたいとの河川管理者からの要望があったこと等であった。様々な案が検討されたが、最終的には、旧橋を撤去し、新しい豊平橋を架けることとなる。北海道開発局札幌開発建設部発注、北海道開発

コンサルタント(株)の設計により、1964(昭和39年)年の仮橋設置工事、翌年の旧橋解体を経て、新しい豊平橋は1966年(昭和41年)年10月竣工した。この豊平橋は、鉄橋として三代目であり、橋長132.2m、幅員27.0m(車道14m、軌道5.14m、歩道3.93m×2)の三径間連続鋼箱桁橋である(写真-6)。橋台はコンクリート重力式、橋脚は鉄筋コンクリート門型ラーメン式となっており、基礎には道内で初めて場所打ちコンクリート杭が使用された。また、ゴム製伸縮継手を初めて本格的に採用するなど、最新の技術も随所に適用されている。

新橋の設計においては、1日3万台にもおよぶ交通量をさばく必要にせまられていたこともあり、工事をできるだけ早く仕上げることで、国道幅に見合った幅員を確保すること、市街地であり、軌道併用でもあったことから路面高さを変更しないなど、経済性および合理性が強く求められた。そこには、「橋はあくまで道路の一部であって、交通をスムーズにさばき、かつ、経済的であるのが望ましい」という今日の設計思想⁸⁾が強く表れていたと考えられる。合理性を追求した新豊平橋ではあったが、旧橋の豊平側の橋台の一部がそのまま使用され、旧橋で使用されていた花崗岩を新橋の歩道縁石や地覆に再利用するなど、旧橋の足跡を残すような配慮が僅かながらなされている¹⁾。最新の技術をもって建設された現在の豊平橋であるが、そこには名橋として親しまれた先代豊平橋への複雑な思いがあったと思われる。「開発こうほう」⁷⁾には以下のようなコメントがある。「われわれの計画した新橋が、旧橋にも勝る名橋であるとは言い切れない。(中略)何十年かたてばこの橋もまたかけ換えられなければならない時点があることであろう。その時代には、国も豊かに、卓抜な着想と惜しみない予算で名実ともに札幌市の象徴たる名橋の生れ出ることを期待したい。」

4. 技術者の系譜

豊平橋の建設に関わった技術者の系譜をたどる。明治初期のお雇い外国人として携わったホルト、ホイラーは橋梁の専門技術者ではなかったが、開拓使本庁舎(赤レンガ)や農学校演武場(札幌時計台)など象徴的な意匠を持つ建築物に関わっていたとされている。この意匠を意識した技術が次代に受け継がれていったと考えることは可能である。また、岡崎文吉は、ホイラーから指導を受けた廣井勇の一番弟子であり、廣井より技術的指導を受けていたことをふまえると、ここにホイラー―廣井勇―岡崎文吉への技術の伝承を見ることができる。さらに、山口敬助は、当時震災復興院評議員を務めるなど、橋梁工学の権威となっていた廣井勇から豊平橋の設計指導を受けていたことから、ここにも技術の伝承があったと推察される。廣井勇は豊平橋の歴史に設計者として登場してくることはないが、要所でその建設にかかわっていたと考えられる。以上より、豊平橋の建設において、技術者の系譜という意味では、ホイラー―廣井勇―岡崎文吉―山口敬助という流れが息づいていると考えることも可能であると思われる。



写真-6 現在の豊平橋

5. まとめ

本論文では、札幌市の豊平橋に着目し、その歴史的背景を踏まえた橋梁設計思想の変遷について考察した。結論として、豊平橋は、丸木橋により日常的に豊平川を渡ることを可能とすることから出発し、水に流されない橋、都市の美観として象徴たる橋、交通量の増大に対応するための機能的な橋として変遷してきた。その材料は、単純に丸木を並べたものから、木鉄混合製、鍛鉄製、鋼鉄製へと技術の発達にともない変化している。また設計に際しては、随所に最先端の技術が適用されており、北海道における橋梁建設の先駆的役割を担ってきたことがよく表れている。建設に関わった技術者についても、ホイラーから山口敬助に至る技術の伝承がなされている可能性を示唆した。ここには、お雇い外国人から技術を吸収した日本人がその実践を経て、次代の後継者を育成していく過程をみることができる。

このように豊平橋は、様々な特殊性を有している橋梁の一つと考えることができる。今後を考える上では、機能性や美観性に加えてこの歴史性を踏まえることが不可欠であると考えられる。

謝辞

本論文を記述するにあたり、貴重な資料の提供等の協力をいただいた日本橋梁(株)の日野英彦氏、(株)表鉄工所の亘信夫氏に謝意を表する。

参考文献

- 1) 北海道土木技術会鋼道路橋研究委員会：北海道における鋼道路橋の歴史、北海道通信社、1984.
- 2) N.W. Holt. : Report of the Toyohira River Bridge at Sapporo Yesso、1876.
- 3) 北海道庁：北海道道路誌、1925.
- 4) 北海道新聞社編：北海道道路53話、北海道新聞社、1979.
- 5) 山口敬助：豊平橋改築工事概況、道路の改良第6巻第11号、1924.
- 6) 北海タイムス 大正13年8月26日朝刊、1924.
- 7) 財団法人 北海道開発協会、開発こうほう、第19号、1965.
- 8) 札幌市教育委員会：さっぽろ文庫 さっぽろの橋、北海道新聞社、1979.