

IV-23

戦前期鉄道用コンクリートアーチ橋の地域計画的評価*

小樽商科大学商学部 正 員 今 尚之
 北見工業大学工学部 正 員 中岡 良司
 北海道大学工学部 正 員 佐藤 馨一

1. はじめに

近年、明治以降に導入された近代工学技術によって作られた数々の機械、建築物、構造物を日本の近代化過程を記録する現物史料、すなわち近代化遺産として保存、活用することへの関心が高まりつつある。北海道においても、近代化遺産が地域の生活環境を形成し、産業文化を育んだ歴史的モニュメントであることを認識し、例えば土木構造物など規模の大きいものは地域のランドマークであり、地域の自然環境と同様に重要な環境財として評価するようになってきた¹⁾。しかしながら、その大部分は一地域における郷土史的観点からの評価にとどまっており、それらの遺産が地域計画あるいは技術投下の意思決定の結果を、具体的に示す現物史料として貴重な記録情報源であることの評価や、それらを保存することによる地域環境整備に関する評価は、これから期待される部分である。

現在、斜里町に残存する旧国鉄根北線の幾品川第一橋梁（通称越川橋梁、写真1）について地元の郷土史家を始め多くの人々がその保存に高い関心を示している²⁾。人跡希な国道244号線の峠越え区間に突如として長さ144m、高さ18mのコンクリートアーチ橋の偉容が現れるという、モニュメント性の高さみならず、タコ部屋に代表される過酷な労働によって建設されたうえに、一度も列車が渡らずに現在に至るといふ悲しい歴史を持つことが評価された結果である。しかし、この橋梁に関し、北海道の交通史や土木技術史上どのような位置付けとなるか、地域計画あるいは土木技術史的な観点からの評価は十分なされているとはいえない³⁾。このことは、北海道の鉄道建設に対する土木史的研究が不十分であることによるものと思われる。

本研究は、北海道における戦前期の鉄道コンクリートアーチ橋の技術的な特徴とその系譜を明らかにすることを目的とするものである。さらに、現在

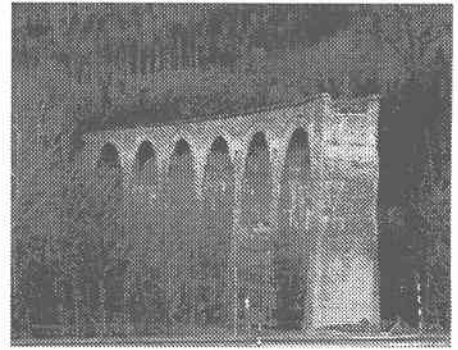


写真1 旧国鉄根北線幾品川第一橋梁
 (撮影：河野哲也氏)

供用されていない近代土木遺産は、当時の地域計画や投下された技術に関する意思決定を、現在そしてさらには未来に伝える貴重な現物史料（記録情報源）であり、安全性に問題がない限りそのまま保存ないしは残置することが、地域計画に重要であることを提案するものである。

2. 近代土木遺産としての鉄道構造物の特徴

(1) 構造物の供用と近代土木遺産

近代化遺産の対象となる土木構造物（近代土木遺産）には、現在でも供用されている構造物と供用が終ったものの取り壊されなかったために、残存し遺構となった構造物の2種類に大別できる。特に鉄道構造物は、構造物自体の寿命が残っていても鉄道システムの運用が終了した段階で廃物となるが、今度ばかりの鉄道の存在を示す現物史料＝近代化遺産としての機能を持つようになる。

(2) 供用が終った鉄道構造物の増加

1922（大正11）年の鉄道敷設法の改正（法律第37号）後、北海道では網の目を伸ばすような形で、地

* Evaluation of Rail Way Concrete Arch Bridge before W.W.II in Hokkaido
 by KON Naoyuki, NAKAOKA Ryoji, SATHO Keiichi

方路線の建設が行われた。これらは沿線の資源開発と拓殖に重点が置かれた幹線へとつながる培養線であり、経営基盤が極めて脆弱な路線であった。このため、後に沿線周辺の過疎化、モータリゼーションの進展によって経営が悪化し、1980（昭和55）年の日本国有鉄道経営再建促進特別措置法に基づいた特定地方交通線として指定されるに至った路線がほとんどであった。その結果総延長約1,400kmが廃止され、さらに未成のままで終わった路線も数多く存在する。そのため構造物の大部分が未供用となり、隧道や一部の橋梁など規模の大きな構造物などは現在もその姿を残すなど、結果として未供用の鉄道遺産が大量に発生することとなった。例えば、現在、戦前期に建造されたコンクリートアーチ橋はすべて本来の用途に供用されておらず、遺構として存在しているのみである。

表1 北海道における戦前期鉄道用コンクリートアーチ橋

路線名	橋梁名	竣工年	全長	備考
土幌線	第一音更川橋梁	1936年	73.50m	撤去済み
	第二音更川橋梁	1936年	72.95m	撤去済み
	第三音更川橋梁	1936年	71.00m	
	第一音更川陸橋	1936年	39.80m	ダム工事
	第二音更川陸橋	1936年	62.88m	ダム工事
	第四音更川橋梁	1936年	91.24m	ダム工事
	第五音更川橋梁	1938年	109.00m	
	第六音更川橋梁	1938年	96.00m	
	十三の沢橋梁	1938年	58.00m	
	十四の沢橋梁	1938年	50.00m	
根北線	幾品川第一橋梁	1938年	144m	一部撤去
戸井線	汐首陸橋	1941年	75m	
	瀬田来陸橋	1941年	—	
	蓬内川橋梁	1941年	38m	

※ 「ダム工事」と記入されているものは、ダム工事に伴う線路付替により1955（昭和30）年から供用されていなかったもの

（3） 供用の終わった構造物の地域計画的評価

構造物は種々検討がなされ建設されるものである。このため、当時の地域計画や投下された技術に関する意思決定の貴重な情報源ともいえる。供用が終わった構造物は本来的に与えられた機能的な制約から開放されると同時に、次には史料という機能をより強く持つことになる。その意味から、近代土木遺産は自立でき、安全性に問題が無いのなら、そのまま現状のままにして置くことが望ましい。そして現時点では、逸散しやすい建設にかかわる経緯の記録など、現物だけでは伝え切れないしっかりと集めて、アーカイブスとして保存することが第一の課題となろう。現状では遺構の再利用などの方策が無くとも、後世において新たな利用方法が出てくることもある。遺構として残存すれば活用は後世の人が改めて検討するであろう。

従来、近代土木遺産の記録の収集や評価は構造物本体の永久保存を前提としていたが、必ずしも永久保存を前提とする必要はない⁴⁾。将来の取り壊しに対し含みを持たせた評価を行い、現状を維持することもまた地域計画における一つの選択肢である。

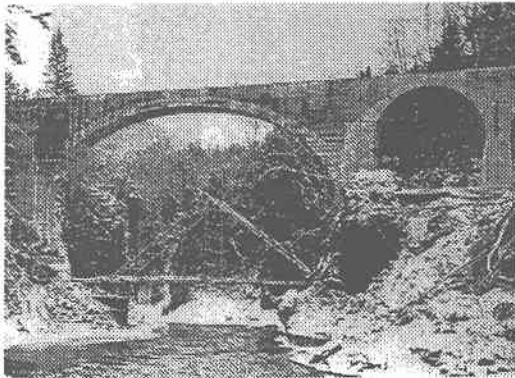
3. 戦前期鉄道コンクリートアーチ橋の技術的評価

（1） 鉄道コンクリートアーチ橋の建設年代

現在、土木学会によって日本の近代土木遺産の所在調査と評価が行われており、その結果はデータベース化されている。北海道においては452件の近代土木遺産が登録されるに至り、このうち橋梁は110件と登録された構造物の1/4を占めている。このデータベースより戦前期の鉄道用コンクリートアーチ橋を検索した結果を表1に示す。

これより、①コンクリートアーチ橋が建設されたのは、旧国鉄の土幌線、戸井線、根北線の3線である。②建設時期は全て1935（昭和10）年から1941年の短期間に集中している。③土幌線に架設されたコンクリートアーチ橋の数が最も多い。④土幌線に建設されたものが一番古いことなどがわかる。

当時の鉄道省北海道鉄道建設事務所では、音更線混泥土拱橋工事概要⁵⁾という大部の工事概要を刊行しており、その工事記録の序文において「・・・飯桁二代フルニ混泥土ヲ以テシ現地ニ産スル工事材料ヲ利用シタルハ本工事ノ特色トスル處ナリコレガ設計及施工ノ大要ヲ述ベ以テ諸彦ノ参考ニ資セントス」⁶⁾と述べている。この音更線第二工区（土幌一糠平間）の工事が爾後のコンクリートアーチ橋架設の範となったことは第二工区の工事概要が刊行されたことから考えられる。したがって、土幌線におけるコンクリートアーチ橋の技術的特徴がその後の第三、第四工区における工事や他の路線に引き継が



第三音更川橋架設工事概要
 写真2 建設当初の第三音更川橋架
 (音更線混泥土拱橋工事概要)

れたものと思われる。本研究では以上の点より、土幌線を中心に各線のコンクリートアーチ橋について技術的特徴の整理と評価を行った。

(2) 旧国鉄土幌線コンクリートアーチ橋梁群

(a) 土幌線(上土幌-十勝三股間)の建設^{7) 8)}

旧国鉄土幌線(工事期間中は音更線と呼ばれた)上土幌-十勝三股間は、1926(大正15)年に開通した土幌線の終端上土幌駅より北進し、十勝三股に至る延長37.9kmの路線で、改正鉄道敷設法別表141に該当する「十勝国上土幌ヨリ石狩国「ルベシベ」ニ至ル鉄道」の一部である。この線は沿線の森林資源、鉱物資源の開発、搬出を主目的として1934(昭和9)年より工事が開始され、1938(昭和13)年に開通した⁹⁾。開通後は既存の帯広-上土幌間と合わせて、帯広-十勝三股間が土幌線と呼ばれた。

この線は最急勾配が1,000分の25、最少曲線半径が200m、終着十勝三股は海拔661.8mと北海道の鉄道駅最高地に位置するなど本格的な山岳路線であった。このため、第二工区の清水谷-糠平間、第三工区の糠平-幌加、第四工区の幌加-十勝三股間は、音更川の渓谷による急峻な地形に沿うこととなり数多くの架橋が必要とされた。なお、この線の清水谷-幌加間は電源開発株式会社による糠平ダム建設に伴い1953(昭和28)年から1955年にかけて別線付替工事が行われ、新たなコンクリートアーチ橋が5橋架橋された。しかしそれらは戦後の建造であるため、本研究では対象としなかった。

(b) 土幌線におけるアーチ橋の技術的特徴¹⁰⁾

① アーチ橋の所在と諸元

旧国鉄土幌線におけるコンクリートアーチ橋梁の所在とその諸元を表2に示した。第二工区であった清水谷-糠平間には第一から第四までの音更川橋梁と第一および第二の音更川陸橋の計6橋が架設された。さらに、第3工区、第四工区の糠平-十勝三股間では、第五、第六音更川橋梁と十三の沢、十四の沢の両橋梁が架設された。なおアーチ径間は大部分が10mであり、第三音更川橋梁の河川横断部が32m、第五、第六音更川の河川横断部が23mである。

② コンクリートアーチ橋の採用¹¹⁾

鉄道省北海道建設事務所では音更線第二工区において、急峻な地形を刻む音更川を多数のコンクリートアーチ橋により横断することとした。

この理由について北海道建設事務所は、橋梁の製作会社に近い都会において鋳桁を用い、砂利、砂などを得られやすい地方部においてコンクリートアーチ橋をつくるべきであるが、現在はその逆になっていると指摘し、「北海道ニ於ケル建設線路ニ於テハ東京又ハ阪神地方ニテ製作セラル、鋳桁ニ噸當約25圓ノ運送費ヲ支拂ヒ山間ノ溪谷ニ架設シ居ル状態ニ

表2 旧国鉄土幌線におけるコンクリートアーチ橋の所在と諸元

橋梁名	キロ程	全長(m)	連数他
第一音更川橋梁	50km415m96	73.50	10m x 1R + 36.4m x 1G + 10m x 2R
第二音更川橋梁	52km028m96	72.95	36.4m x 1G + 10m x 3R
第三音更川橋梁	53km813m74	71.00	10m x 2R + 32m x 1R + 10m x 1R
第一音更川陸橋	55km050m*	39.80	10m x 3R
第二音更川陸橋	56km150m*	62.88	10m x 5R
第四音更川橋梁	56km413m*	91.24	10m x 2R + 36.4m x 1G + 10m x 2R
第五音更川橋梁	71km892m08**	109.00	10m x 6R + 23m x 1R + 10m x 1R
第六音更川橋梁	73km292m08**	96.00	10m x 6R + 23m x 1R
十三の沢橋梁	76km065m99**	58.00	10m x 5R
十四の沢橋梁	77km730m99**	50.00	10m x 5R

キロ程はすべて帯広起点である。

- * ダム建設による付替前のキロ程で平面図からの実測である。
- ** ダム建設による線路付替後のキロ程である。

テ基礎地質其他ノ状況ニヨリ一概ニハ鋼桁架設ヲ不経済トノミハ云ヒ難キモ少ナクトモ本工區ノ如キニ於テハ不得策ト認メラルヽニヨリ現地ニ産スル材料ヲ利用シ混凝土拱橋ヲ施工スルコト、セリ」¹²⁾と説明をしている。

さらに、工事概要の別表で第三音更川橋梁における鉄桁とコンクリートアーチの両者の費用比較を行い、32m径間のコンクリートアーチ橋によるほうが2,186,080円の減となることを算出している。

これらより理解されるように、コンクリートアーチ橋の採用は、材料の現地調達による工事費の低廉化を第一の目的とし、今後増大すると考えられた山岳線、および人口希薄地における鉄道建設のためにコンクリートアーチ橋の導入を試みたものであったといえる。

③ コンクリートアーチ橋の径間割りの決定

径間割りの設定では、音更川が急峻で一時的な出水量が大きいこと、倒木の流出が多いことから第一、第二、第四の各音更川橋梁では、河川横断箇所において32.4mスパンの鉄桁を用い、河川内に橋脚を構築することを避け、その前後の陸橋部分において径間10mのコンクリートアーチを架設している。

さらに、第三音更川橋梁では兩岸の地形および基礎岩盤の状況が良好であることから径間32mの鉄筋コンクリートアーチが施工されている。

また、第一、第二音更川陸橋は10m径間のコンクリートアーチが連続して施工されている。

そして、第五、第六音更川橋梁では10m径間のほかに23m径間のコンクリートアーチが架橋され、十三の沢、十四の沢橋梁では10m径間のコンクリートアーチが架設されている。

④ コンクリートアーチ橋の設計

(i) 10m径間コンクリートアーチ橋

10m径間のコンクリートアーチ橋では、拱肋部には鉄筋を用いず、置石アーチと考えて計算と図式解法により各部の応力を求めている。

また、拱側が余り高くないことから拱側鉄筋コンクリートを採用し、所要鉄筋量を吉田徳次郎著の鉄筋混凝土設計法の表から求めている。

(ii) 32m径間コンクリートアーチ橋

32m径間のコンクリートアーチ橋では、拱肋部のコンクリート容量を少なくし強度を増すこと、及び温度の変化、コンクリートの凝縮によって生じるアーチの亀裂を防ぐために鉄筋が使用され、弾性理論によって設計計算が行われている。

また拱側が高くなるので鍍壁鉄筋コンクリートが採用され、所要鉄筋量は吉田徳次郎著の鉄筋混凝土設計法に記述される式より算出し、土木学会鉄筋混凝土標準示方書によって主鉄筋間隔を20cmと決定している。

なお、設計にあたり何れの径間に置いても活荷重はK.S.15が用いられている。一方、第一、第二、第四音更川橋梁において架設された鉄桁の設計荷重はK.S.12であった。

⑤ コンクリートアーチ橋の施工

(i) 基礎工事

地下水位以上の基礎工事では人力による岩石発破によって岩盤を均しを行い、地下水位以下あるいは水中工事では締切法が採用され、岩盤上に堆積していた砂利は人力によって掘削、削岩機によって岩盤を均す方法が用いられた。地盤が良好であったため

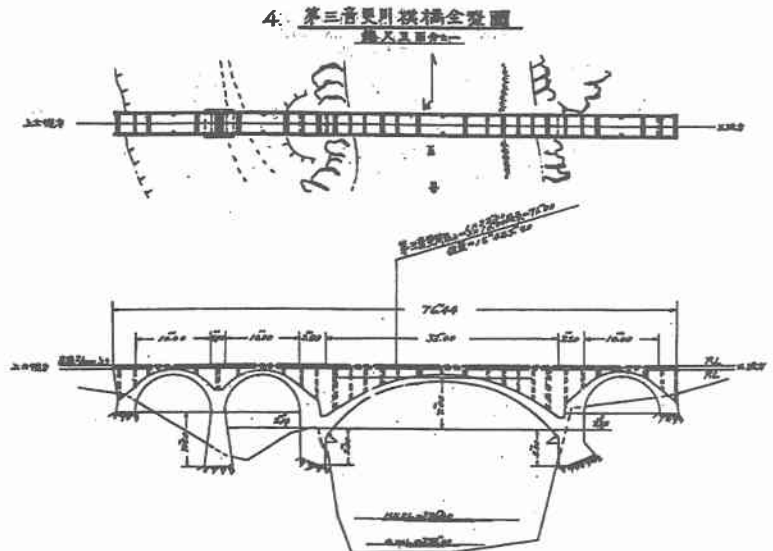


図1 第三音更川橋梁
(音更線混凝土拱橋工事概要)

工事は比較的容易に進められ、主に冬季の渇水期に行われた。

(ii) アーチの架設

※ 10m径間コンクリートアーチ橋

10m径間のコンクリートアーチ橋の架設では、松角材(10cm x 30cm x 5cm)を1メートル間隔とし3mのコンクリートアーチに対し4列の配置で組み、ボルト締めされた。また楔は長さ50cm、幅20cm、1/12の傾斜がつけられたものが用いられたほか、上越しは2cmとされた。

※ 32m径間コンクリートアーチ橋

32m径間のコンクリートアーチ橋では、25mmの主鉄筋を採用したため自重で鉄筋の保持をすることが困難であった。このため支保工型枠が採用されたが洪水対策のため方杖が採用され、上部荷重が両橋台下の岩盤に掛かるように施工された。部材は松角材が用いられ、方杖には18 x 15cm、綾構材には15 x 9cm、肋材は15 x 30cm 1枚と10 x 30cm 2枚とを交互に繋ぎ合わせたものが使用され、楔は用いられず上越しはアーチ頂部において4cmとされた。

(iii) コンクリート工

※ 10m径間コンクリートアーチ橋

第二音更川橋梁の第一橋脚は高さ20mと高いために橋脚を4区分して打設された。コンクリートは橋脚側で8才練りバッチミキサーにより練り合わせられ、円野式巻上機で橋梁上部まで巻き上げられ充填された。アーチ部は型枠を一時的に組み立て施工を7区分し下部より側圧を加えないように打設が行なわれた。また10m径間は無鉄筋であることから温度変化による凝縮による亀裂防止のため、1区分の施工後2日間放置してから次の区分の打設が行われた。

※ 32m径間コンクリートアーチ橋

コンクリートの混合は第一橋台側に設置された8才練りバッチミキサーによって行われ、搬出は部材運搬機に利用した軌条を利用し、鍋トロによって運搬し漏斗によって充填された。打設は最初アーチ頂部より行い、ついで左右両下腹部、左右中腹部の順に行われた。

(c) 土幌線コンクリートアーチ橋梁群の現状

土幌線は1987(昭和62)年3月に廃止され、コンクリートアーチ橋は供用されておらず、日本国有鉄道精算事業団の所管となっている。現在までに第一音更川橋梁、第二音更川橋梁の2橋が撤去され、今後1997(平成9)年までに第五音更川橋梁、第六音更川橋梁、十三の沢橋梁、十四の沢橋梁の撤去が予

定されている。なお、第三音更川橋梁は糠平温泉からの下水排水路橋への転用が検討されている。

(2) 旧国鉄根北線コンクリートアーチ橋梁

(a) 根北線(斜里-上越川間、一部未成線)の建設¹³⁾

根北線は改正鉄道敷設法別表第149号「根室国厚床付近ヨリ標津ヲ経テ北見国斜里ニ至ル鉄道」に該当する路線の一部として、オホーツク海側と太平洋側を短絡し、沿線の資源開発と拓殖を目的として建設された。1938(昭和13)年より斜里-越川間の工事が始まり、続いて越川-上越川間の工事が着手され、幾品川第一橋梁などが架設されたが日中戦争の影響で工事中止となりそのまま放置された。1953(昭和28)年、工事が再開され1957(昭和32)年に斜里-越川間が開通したが輸送需要が極端に低く1970(昭和45)年には廃止となった。なお残存する構造物は日本国有鉄道清算事業団が所有している。

(b) 幾品川第一橋梁の特徴

幾品川第一橋梁の全長は144m、高さは18mで、現在国道と交差する2連分が撤去されている。

この橋梁が架設された時期が日中戦争中であったために、鉄筋の代わりに竹筋が用いられたともいわれたが、現在は無筋コンクリート橋として評価されている。音更線のコンクリートアーチ橋の例から類推するならば本橋梁のアーチ径間より、拱脚部が無筋であることは十分考えられる。

また、民衆史の観点からタコ部屋による過酷な労働によって建設された構造物として高く認識されており、地元斜里町では歴史的、構造的に意義があるとして保存を検討している。

(3) 旧戸井線コンクリートアーチ橋梁群

(a) 戸井線(五稜郭-戸井間、未成線)の建設

戸井線は改正鉄道敷設法別表第128号「渡島国函館ヨリ釜谷ニ至ル鉄道」に該当する路線であるが、戸井にある軍の要塞に対し軍需物資の輸送力を確保するため、函館駅を起点として五稜郭より分岐して戸井に至る32.6kmの区間が1937(昭和12)年から五稜郭側より工事が着手された。工事は旧日本陸軍によるもので請負業者は熊谷組であったという¹⁴⁾。1942年までに25.6kmの工事が完了したものの、第二次世界大戦の激化に伴い工事が中止された。第二次世界大戦後、国鉄によって線路用地および構造物が沿線市町村に払い下げられた。

(b) 戸井線のコンクリートアーチ橋の特徴

戸井線には函館側から汐首陸橋、瀬田来陸橋、蓬内川橋梁の3つのコンクリートアーチ橋が架設された。戸井線は海岸を避け海岸段丘上に線路を敷設しており、侵食崖や河谷を渡るために架橋された。

現在、蓬内川橋梁は河谷の対岸を結ぶ人道橋として利用されているが他の2橋は供用されていない。さらに、3橋とも老朽化が著しく進みその自立も危ぶまれる状態となっている。戸井町は地域住民の安全性確保のため撤去を考慮しているが、予算の関係上現状を維持したままとなっている。

4. 戦前期鉄道コンクリートアーチ橋の評価

- (1) 鉄道コンクリートアーチ橋の嚆矢は土幌線の清水谷一糠平間に架橋された6橋である。以後土幌線の延長部、根北線、戸井線で架設された。
- (2) コンクリートアーチ橋は、建設資材の現地調達による架橋費用の低廉化を目的とされた。
- (3) 土幌線では10m径間のアーチは無筋、32m径間のアーチは鉄筋で建造され、列車荷重が小さく、径間の小さいものは無筋で十分建設が可能であることを実証した。
- (4) 土幌線の工事では今後の参考となるように、計算式、工事費など工事記録が整理された。
- (5) 実際に列車が運行され、地域開発に供せられたのは土幌線の橋梁のみであり、他は未利用に終わった。また土幌線自体も1987年には廃止となるなど輸送需要の極めて少ないところに建造され、建設の結果が地域開発に結び付いたとは必ずしも言えない。
- (6) 土幌線の橋梁は系譜的にも技術的にも高い評価ができる。根北線の橋梁は地元の高い関心が評価されるものである。戸井線に関しては安全性の面から早急な検討と手当が必要であろう。

5. まとめ

本研究の結果、旧国鉄土幌線清水谷一糠平間に建設された6橋が戦前期の鉄道コンクリートアーチ橋として技術、地域社会へ影響を含めて高く評価されることが明らかとなった。

近代土木遺産のうち現在供用されていない遺構は、建設当時を現在、そして未来に伝える貴重な現物情報源（史料）として高い価値を持つものであ

る。安全性に問題がないことが確認されるのならば現状で保存し、その活用を将来にゆだねることが望ましいものと考えられる。

謝 辞

本研究においては、北海道旅客鉄道株式会社事業部工務部船山三幸氏、日本国有鉄道精算事業団北海道支社計画工事課鶴見匡代氏、戸井町役場藤崎久男氏、鉄道総合技術研究所小野田滋氏、小樽商科大学経済研究所今野茂代氏、北海道大学経済学部河野哲也氏他多くの方々から資料を提供していただくなどお世話になりました。ここに記して謝辞といたします。

参考文献

- 1) 今 尚之，中岡良司，佐藤肇一：近代化遺産の保存を考慮した地域環境整備計画案の作成，第18回土木計画学研究発表会講演集，土木学会，1995年
- 2) 例えば，北海道新聞1994年10月17日朝刊，1995年8月15日朝刊など
- 3) 例えば，インターネット上のホームページでも紹介がなされているが，必ずしも土木史的な評価も考慮した記述とはいえない，<http://o.ropas.sec.or.jp/News/LIBRARY/212DB/sa/SHARI/BUNKA3.html>
- 4) 今 尚之，中岡良司，佐藤肇一：シュウパロ湖三弦トラス橋の評価と保存に関する研究，土木学会北海道支部論文報告集第51号（B），p.429，1995年
- 5) 土幌線の上土幌一十勝三股間は建設時は音更線と呼ばれていた。
- 6) 鉄道省北海道建設事務所：「音更線混凝土拱橋工事概要」，序，1937年
- 7) 日本国有鉄道札幌工事局70年史編集委員会：「札幌工事局70年史」，pp.128～129，日本国有鉄道札幌工事局，1977年
- 8) 日本国有鉄道北海道総局：「北海道鉄道百年史 中巻」，pp.155～157，1980年
- 9) 鉄道図書刊行会：「鉄道百年略史」他によると，清水谷一糠平間の開業は1937年9月26日，糠平一十勝三股間の開業は1939年11月18日となっている。
- 10) 鉄道省北海道建設事務所：『音更線混凝土拱橋工事概要』，1937年
- 11) 日本国有鉄道札幌工事局70年史編集委員会：『札幌工事局70年史』，p.129，日本国有鉄道札幌工事局，1977年
- 12) 鉄道省北海道建設事務所：『音更線混凝土拱橋工事概要』，pp.1～2，1937年
- 13) 日本国有鉄道札幌工事局70年史編集委員会：『札幌工事局70年史』，pp.135～136，日本国有鉄道札幌工事局，1977年
- 14) 戸井町：土木学会近代土木遺産調査回答票，1994年