

寒冷地の近代土木遺産のコンクリート構造物の保存と活用に関する考察

Study on reservation and application for civil cultural asset concrete structure in cold region

北見工大工学部	○正員	桜井 宏 (Hiroshi SAKURAI)
北見工大工学部	正員	岡田包儀 (Kaneyoshi OKADA)
北見工大大学院	学生員	小林洋平 (Youhei KOBAYASHI)
北海道大学工学研究科	フェロー	佐伯 昇 (Noboru SAEKI)

1. はじめに

1.1 背景 わが国の社会基盤の整備は、明治時代から今日に至るまで、政策的、財政的、技術的に長年にわたる先人の著しい努力が注がれてきた。これらの社会基盤の中で、文化財的、歴史的な価値が認められる古いコンクリート構造物で、地域のランドマークとなったものを近代土木遺産として保存を望む市民の声が、全国各地域や道内でも活発に起きている。整備された社会基盤の歴史的な役割や文化的価値を近代土木遺産等として、市民と共に再認識する機会が必要になってきた。

1.2 目的 本研究は、地域の近代土木遺産について、保存活動の事例から市民が要望する形態の保存と活用を把握しその課題を検討する。

2 事例と課題の抽出方針

2.1 事例の抽出 特に北海道は、開拓に伴う各種の交通施設、通信施設、農林水産や鉱工業の産業施設基盤整備事業、軍事防衛施設の建設が先人達の努力によって計画的かつ精力的に進められ、北海道の地域特有の豊かな自然や農耕地等の環境中に、現在も比較的多くの事例が存在している。近年、北海道遺産として、道庁が一般市民らから公募して、その発掘もすすめられている。事例の極一部ではあるが、道土木技術会コンクリート委員会古いコンクリートの調査研究小委員会の調査したものを挙げると、旧士幌線コンクリートアーチ橋梁群（上士幌）、旧通信省北方領土通信施設（根室）、道内港湾等、旧陸海軍の軍事防衛遺跡等の事例がある。さらに、事例の検討に必要な情報を旧所管官庁や民営化した機関、当時の地方新聞より整備や運用上の資料を収集し調査する。

2.2 市民と土木技術者の連携 土木遺産の保存や利活用の検討を通じて市民と産官学の土木技術者、町づくりの専門家等の担当者が交流し、その価値感や目的を共有し、課題を共に考えることを重視する。各種事例から、近代土木遺産の保存と活用を市民と産官学の連帯による共同作業の場を設け、21世紀の文化的で多様性のある豊かなコミュニティの創造

へ展開する方向性を探る（土木学会平成14年度全国大会で同実行委員会と共に研究討論会を企画）。従来の経済性や合理性一辺倒の計画、設計や施工から、多様性のある高付加価値を見出す共同作業も必要となっている。また、それらの市民運動を支える民間企業として最近経済雑誌中で用語ともなった「企業市民」としての建設関係会社の役割も重要で、これらの現状の課題と今後の方向性について課題を抽出する。

2.3 保存の技術と支援の課題の抽出 土木遺産の付加価値を判断するための、当時の歴史的文化的な状況や当時の設計施工上の技術的状況を実証するコンクリートや鉄筋等の補強材等の使用材料自体の耐久性の調査は重要である。また、厳しい寒冷地の安全性や耐久性を質感を保ちながら、補修する技術的な方針の検討が必要とされている。これに必要な土木遺産的構造物の調査、コンクリート強度や配筋状態の非破壊検査や、温度応力連成解析を有限要素法の解析による健全度評価上の課題を抽出する。近代土木遺産の歴史的な質感を保つべく、現状の姿を極力、維持出来る補修技術の現状とその今後の技術開発の方向性についての課題を検討する。それらの市民の保存や活用の活動を支援する「企業市民」としての役割の方法についても検討する。

3. 検討と考察

3.1 事例

(1) 旧国鉄士幌線コンクリートアーチ橋梁群



写真 3.1.1 第六音更川橋梁主スパン

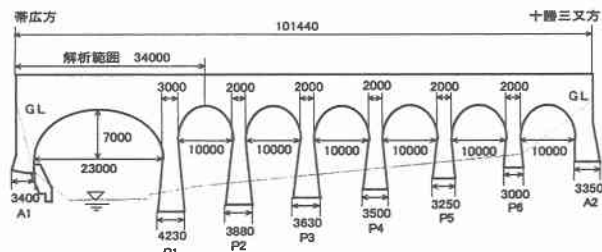


図 3.1.1.2 第六音更川橋梁概略形状寸法

旧国鉄士幌線は帯広から十勝三俣まで、途中上士幌町や糠平温泉を経由し音更川に沿いながら大雪山国立公園の山脈を通る延長 78.3 キロメートルで線路敷地約 165 ヘクタールの鉄道である。同線は、昭和 14 年 11 月に開業し、木材運輸に重要な役割を担っていたが、林業最盛期には十勝三股地区住民の唯一の交通路であった。その後林業の衰退と人口の急減や列車離れが進み「国鉄代行バス」が運行されるようになった。そして、日本国有鉄道経営再建促進特別措置法により第二次特別地方交通線に選定されたことに基づき、昭和 62 年 3 月廃止となり国鉄清算事業団に帰属された。

士幌線のうち上士幌町内の線区は、大小 50 の橋梁と 10 のトンネル等で構成される山岳鉄道である。工事着手は昭和初期から行われ、旧国鉄士幌線コンクリート橋梁群は、第三音更川橋梁や第五音更川橋梁等のコンクリートアーチ等の橋梁群で構成されている。特に第三音更川橋梁は設計計算や施工の状況が克明に記録された資料が小樽商科大学等に残されている。また、同書の冒頭には設計者が周囲の溪谷や奇岩から構成される大雪山国立公園の絶景を生かした意匠を意識したとの記述がある。同橋梁の最長の桁は 32 m の鉄筋コンクリートアーチで国内でも有数のもので、かつて供用されていた頃は土木学会ハンドブックにもリストされていた。

(ii) 利活用の際の安全上の課題 コンクリートアーチ橋梁群を保存活用し散策等に解放すると安全上の課題が生じる。課題の第1は、構造物の自立的な安定性の確保の検証があり、これは、コンクリート内部強度の非破壊検査結果、温度応力連成解析FEMと、非定常境界条件差分による凍結融解回数に推定より耐久性を判定した。第2は、周辺や橋梁を散策通行する際の安全性の確保で、コンクリート片の剥落を防止したり、橋梁上の通行の安全を確保するために高欄等の設置が可能かどうかの検討である。

現況の一例として、特に安全上の支障を来している洗掘が著しく進んだアーチ橋脚（第六音更川橋梁）等の状況を示す。2001 年 11 月

の目視調査によると、写真3.1.1は橋台（A1）の洗掘状況である。2001 年 11 月の調査では最大洗掘が 1.5m、平均の洗掘が 1.20m で2002年10月には台風による降雨でさらに1.25mになった。また、脱落して橋台下に二十数年程前からあった洗掘防止工も約120m下流に流失した。橋台下の白っぽく見えている岩盤は地盤から浮いている状況なので橋脚下の岩盤が非常にもろく、手で擦ったり足をかけただけで滑落する。よって調査での測定値から 0.2m ～ 0.3 m は橋脚の支持は期待できないと考られる。A1 の洗掘は直接の河川の浸食よりは、岩盤下部が河川により浸食され、上部が滑落しているものと思われる。今後、さらに、風雨災害により徐々に進行するものと予想される。写真3.1.3は P 1 の洗掘状況である。橋台支持層が 0.4 m 程洗掘されている。A1と違い河川による洗掘を直接受けている。また、人が付近を通行する場合や今後の維持管理を考慮する上で、寒冷地で non-AE コンクリート構造物で、施工後60年以上経過しているので、凍害の状況を把握する必要がある。写真3.1.4は、凍害により断面欠損したコンクリート側壁である。写真3.1.5は、剥落片と表面剥離の状況で、構造物上部も大幅に剥落しているた。また、構造物には多数のひび割れが発生して、雪解け水や雨水などが、浸透し、今後、さらに、凍害が進行していくものと思われる。構造物内部への水の浸透を抑制することが必要不可欠で、劣化対策が必要ある。



写真 3.1.2 第六音更川橋梁橋台の洗掘状況



写真 3.1.3 橋脚の洗掘状況（第六音更川橋梁 P1）



写真 3.1.4 凍害断面欠損状況(第六音更川橋梁)



写真 3.1.5 凍害により剥落したコンクリート片とアーチ部表面剥離状況



写真 3.1.6 橋脚の表面剥離状況

(2) 現況と維持管理対策

解析による応力と歪の状態では大きな地震や洗掘がなければ構造物が当分自立すると思われる。しかし、凍結融解回数解析結果より、アーチ部材の中心部はこれまで 300 回程度以上の凍結融解を受けた推定され、水分の飽和度と供給の程度を把握するために部材内部まで微細な穿孔(微破壊試験)による検査も必要であり、コンクリート内部のひび割れやエフロレッセンス発生状況を観察し、水分センサーを埋める等の詳細調査が必要である。

応急的な対策として、コンクリート内部へ水の浸透を防止する為橋梁上路面の排水と防

水処理を確実に行うことが必要である。表面の補修は、質感を著しく変える被覆等やコンクリート片剥落防止ネット等で美観を損ねると文化財的価値が低下する恐れがあるため補修には十分な配慮が必要である。また、高欄等の安全施設が整備されるまでは通行安全性が保障されないため、コンクリート片剥落と共に十分な危険性の警告の掲示が必要である。

(2) 根室旧北方領土通信施設



写真 3.1.7 根室旧北方領土通信施設

根室旧北方領土通信施設は、1904 年の日露戦争より早い、1900 年に、我が国固有の領土である国後島から千島列島の通信施設の北海道側の始発点として、根室市と北方領土間に海底通信ケーブルが敷設された。その際に建設されたかどうかの施工年代推定を同様の石垣島の旧通信施設構造形式を比較観察し検討した。後者の躯体壁面や室内の隔壁は表面がモルタルで内部が煉瓦造りであるが、柱や屋根は鉄筋コンクリート部材であるため、これらの構造形式や平面構造から比較推定すると根室旧通信施設も同様に 1900 年のケーブル布施時に施工されたものと推測される。

同構造物は、汀線から 12m 程度で、長年にわたり、塩分の浸透と凍結融解が繰り返される寒冷地海洋環境下の大変厳しい腐食性の外的条件下にある。平成 14 年 6 月の外観の目視調査(写真 3.1.7)によると、先年と同様に構造物は自立しており安定性は保たれていると判断された。しかし、外壁のモルタル等のはらみはさらに大きくなり、早急に適切な処置が望まれると判断された。私有地上の構造物で、維持管理について関係者との協議と調整が必要であるが、構造物を保存するため、凍害や塩害による劣化の進行を抑制する対策や補修が必要である。補修するためには、市民等と建設当時、供用終了直後、現状等のどのような状態で保存すべきかを検討する必要がある。また、平成 13 年の北海道遺産の候補としての踏査も行われた。

(3) 旧陸海軍の軍事防衛施設 北海道内、特に道東には、第二次世界大戦前やその最中に当時としては我が国内外でも有数の規模の陸海軍の航空基地が建設された。これらは、北方

の脅威からの防衛や、開戦当初に英国戦艦プリンスオブウェズ艦隊等を撃沈するなどの戦史に残る戦果を挙げた海軍美幌航空隊等のように訓練上広範囲の空域を確保できるものであった。航空機等を攻撃から守る鉄筋コンクリート造の掩体壕等（写真 3.1.8 及び 3.1.9）が多数建設された。また、北海道や軍事基地の防衛上の前線となるトーチカ群等が海岸線に多数建設された。これらは後世に伝える歴史的な教訓を多く含み、市民による調査や保存の要望の活動等が最近起こっている。同構造物は、爆撃による衝撃に耐え得るよう当時の可能な限りの設計施工技術で建設されている。また、同種の構造物が寒冷地から熱帯までの各種環境下の国内外に建設されており、コンクリート造の各種条件下の耐久性を調査する上で学術的技術的にも貴重である。写真 3.1.10 のように、ひびわれからのエフロレッセンスの析出や凍害があるが、著しい劣化が無く堅固な構造を保っている。今後、コンクリート強度測定や配筋状態の詳細調査が必要である。



写真 3.1.8 旧海軍美幌航空隊女満別基地航空機掩体壕



写真 3.1.9 旧陸軍計根別（ケネベツ）第1飛行場航空機掩体壕

写真 3.1.10 旧陸軍計根別航空機掩体壕内部



3.2 市民や土木技術者からの意見等
市民や若い世代の高校生等からの意見や要望

を平成 14 年の土木学会全国大会研究討論会でのアンケートから見ると、例えば旧士幌線のダム湖底より見え隠れする凍害等の劣化を受けた剥離し白色化した長い時間の経過を感じさせるタウシュベツ橋梁等の写真作品を通して美観を感じ、率直な美的観光的な要素に魅力を感じるとの意見が多かった。その景観

を保ちつつも永く保存したいという希望が述べられている。また、近代化土木遺産の建設の歴史的な背景や特徴についても興味を持っており、適切な説明の看板や資料の整備も必要がある。土木技術者等からの意見としては、これらの保存活用に協力するとともに、市民に広く PR することが必要である。また、その建設技術や保存技術も後世に詳しく伝える必要があるとの意見があった。建設関係技術・研究者として、近代化土木遺産に関して、自他組織の設計施工にかかわらず情報の調査と提供を各組織でのホームページで発信したり、技術的な支援、各組織が社会的な貢献や PR として市民の土木遺産の保存活用に有効で可能な形の支援も必要である。また、市民等との意見交換は、必要不可欠な時代になりつつある。我が国の社会基盤整備の在り方が根底から問われている現在の状況にも、付加価値が高めた文化に寄与できる基盤整備への一つのヒントを得ることができる。

4. 今後の課題 今後以下の課題の検討が必要である。1) 旧鉄道、旧通信施設構造物や旧陸海軍軍事防衛施設等のコンクリート構造物等は地域の景観や環境に調和したランドマークや遺跡となり、その保存や活用の形態や価値に関する市民の要望を交流を通じて良く把握する必要がある。2) 同様な形態で国内外に現存する 60 年～100 年以上程経過した古いコンクリート構造物から、海洋や内陸環境下に位置し、寒冷地環境下温暖地、亜熱帯の環境下の、コンクリートの観察や採取片で分析も学術的で技術的に有効で保存技術を向上するための貴重なデータとなる。

3) 市民のアンケートから、劣化を受けた長い時間の経過を感じる橋梁等の率直な美的観光的な要素に魅力を感じるとの意見があり、その景観を保ちつつも永く保存したいという希望と近代化土木遺産の建設の歴史的な背景や特徴についても興味を持っている。土木技術者からは、今後保存活用に協力し市民に広く PR することが必要であるとの意見がある。

謝辞 本研究は、道土木学会支部 14 年度全国大会実行委及び北海道土木技術会コンクリート委員会「古いコンクリート構造物の調査と保全のための調査小委員会」の調査活動の一部であり、委員の各位の御指導と御協力に感謝する。調査に協力頂いた各 NPO ひがし大雪アーチ橋友の会や根室市久保浩昭氏、川上淳氏、金子定雄氏、網走歴史の会ボランティア各位に感謝する。

参考文献 1) 第 57 回年次後援会実行委員会（文責編集：桜井宏）：市民と地域の近代土木遺産の保存について 一共に考えよう利活用，研究討論会研 08 資料, 2002, 9,