

寒冷地の文化財的コンクリート構造物の保存と活用に関する考察

北見工業大学工学部 正員 桜井 宏
 北見工業大学工学部 正員 岡田 包儀
 北見工業大学大学院 学生員 水野 継太 岡田 英治
 北海道大学院工学研究科 正員 佐伯 昇

1. はじめに

1.1 背景 寒冷地のコンクリート構造物は凍害によりひびわれや剥離、剥落、崩壊を生じ、耐久性や第三者影響度、景観等に影響を及ぼす可能性がある。しかし近年それらの構造物の中には、文化財的な価値を持つものがあり、市民団体から遺産を保存し活用したいという声があがってきている。

1.2 目的 本研究は、寒冷地の各地に存在する文化財的価値のあるとされる構造物を確認し、現況調査・応力解析から橋梁の構造物の安定性を検討し評価する。

2. 研究方法

2.1 調査手順 文化財的コンクリート構造物の保全と維持管理に必要な調査項目と手順を調査（図2-1参照）

2.2 対象構造物の抽出 寒冷地の各地に存在する文化財的コンクリート構造物の実地調査概要例を以下に記す。

2.3 検討対象構造物 調査対象構造物の一事例として、地域のランドマークとして市民に親しまれている、タウシュベツ橋梁について取り上げる。このタウシュベツ橋梁は、ダム水位が低い1月頃から6月頃は湖底から顔を出し、水位が上昇する6月頃から10月頃まで湖底に沈むことから「幻の橋梁」とされている。また本橋梁は寒冷地内陸環境下で上記の通りダム湖で浮沈し、施工後70年以上経過しており著しい凍害を受け近年観光の対象になっているが保存が難しい橋梁である。

2.4 安定性照査方法 対象事例の橋梁の目視調査を行い、現況を把握し、コンクリートの劣化状況、凍害の状



写真1 旧土幌線 タウシュベツ橋梁

二次元応力解析を行う。解析上の荷重条件は、本橋梁は

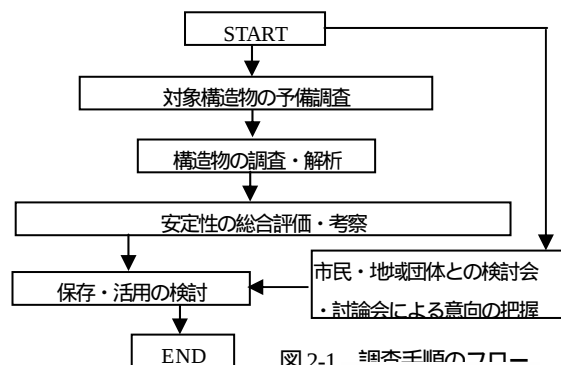


図2-1 調査手順のフロー

廃線であるから列車荷重等の考慮の必要はなく、死荷重と雪荷重のみを考慮した。また解析するにあたりタウシュベツ橋梁の寸法を橋脚底辺部分4800mm、高さ15000mmとした。これは本橋梁の図面がなく、ダム湖に水面

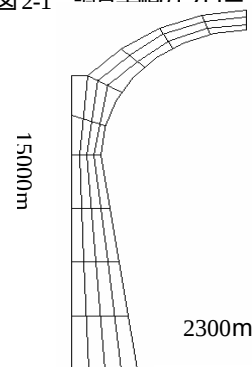


図2.4 解析図

表2-2 寒冷地における文化財的遺産リスト

構造	構造物名	鉄筋の有無	凍結融解回数	海岸からの距離(m)	最高・最低温度(℃)	推定強度(N/mm ²)	保存状態	利活用方法
旧日本軍軍事施設	海軍航空掩体壕	○				外側: 3.481 内側: 0.620	内側の壁面は土に覆われている土山ができており、キツネの巣になっている	
	陸軍航空掩体壕	○	99		30.1 -21.8	外側: 1.510 内側: 1.530	ツララ状のエフロレッセンス	
鉱山	恵庭鉱山精錬所跡 (次山金泥式精錬法)	○	95	37500	30.1 -22.1		凍結融解による剥離 反発硬度4.2N/mm ² ツララ状のエフロレッセンス	—
発電施設 (水力発電所 水路式 発電機・芝浦製 54kW, 33kV, 60Hz)	温根湯武華発電所	×		50000	31.8 -21.4		貯水槽の部分は無筋コンクリートであり、大きなクラックが確認でき、入水部分にクラックがあり危険である。	構造物名や歴史を記した看板などを立てる
コンクリートアーチ橋 全長130m 11径間	タウシュベツ橋梁		85.5	約90000	30.5 -18.7		地震によりダメージ	周囲との景観はすばらしいものなので観光地として利用

況、また地震による崩壊部分の状態などを判断する。応力等を有限要素法によるシステム「MARC」を使用し、FEM

下に沈むこともあり測定が困難なことから、写真や第三、第五、第六音更川橋梁の図面を参考しこれを仮定した。

さらに、劣化の外的要因である冬期間気温から部材深さ方向の凍結融解回数を算定するため非定常境界条件の二次元熱伝導方程式より、橋脚等の凍結融解回数を算定した。算定した部分は、有限要素法からの解析により一番応力がかかる部分と判断された（ $3600 \times 2000\text{mm}$ ）の部分とする。（図2.4参照）



写真 3-1 地震による崩壊
東大雪アーチ橋の会提供

3. 結果及び考察

3.1 検討結果

（1）対象構造物の目視調査結果 現地踏査による目視調査から、凍害による表面剥離やクラックが発生し、経年の劣化が大きい。また 2003 年十勝沖地震により、アーチ側壁部分が中央から目地部分まで損壊している。

（2）FEM 二次元応力解析結果 解析は、施工時を考慮した設計基準強度 180kgf/cm^2 において動弾性係数を設定した場合（図 3-1-2）と現時点で予測される強度 90kgf/cm^2 として動弾性係数を設定した場合を解析した。なお、この強度の仮定は、第三音更川橋梁の 70 年後の推定強度を 120kgf/cm^2 と既往の研究等から推定した。橋梁の表面剥離状態や過酷な環境条件を考慮し設定した。それぞれの結果は、引張応力はほとんど無く、圧縮応力 2.4kgf/cm^2 がアーチ部にかかり、いずれも圧縮応力でありコンクリートの推定される圧縮強度より相当小さく、弾性範囲内で、現時点で橋梁が自立しているが、しかし、仮定条件として橋梁にかかる荷重は雪・砂利のみで行っており、当然、観光客などが橋梁上を歩行するなどの行為は危険である。

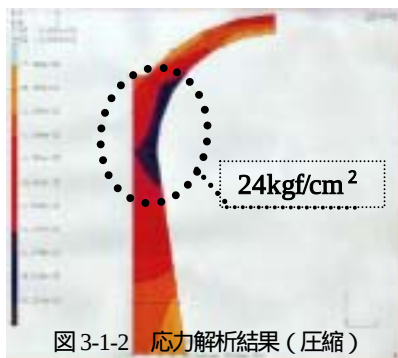


図 3-1-2 応力解析結果（圧縮）

（3）凍結融解回数推定結果 年間凍結融解回数は図 3-1-4 に示すように表層部分で 66 回程度受け、表層より 0.4m 以上深くなるとコンクリート中は殆ど凍結したままで、橋脚部中心部分では、年間 1 回程度の凍結融解作用を受けるのみと推定される。しかし、推定を行ったア

ーチ部材付け根部は部材厚が小さく、Non-AE コンクリートであり、本橋梁はダム湖に位置し、水没する時期が相当あり、コンクリート中の含水率が高く、凍結融解による劣化を誘発しやすく、劣化進行は著しい。

3.2 保存について 寒冷地の文化財的コンクリート構造物の保全と維持管理を、一例として、タウシュベツ橋梁の調査、解析結果等より考察すると、構造物の健全性は、概略の目視調査より表層の凍害等の劣化進行状況や、その竣工時や過去の写真等と現在の目視調査（写真撮影

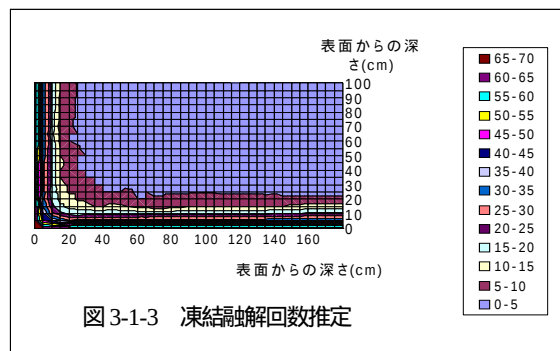


図 3-1-3 凍結融解回数推定

等）結果の比較から、構造物の経年変化の進行程度は相当把握できる。しかし、劣化の激しい場合、表面が完全に剥落し、シュミットハンマーや超音波伝播速度などの非破壊試験が困難で、測定期間が限定される等の課題がある。

寒冷地の文化財的コンクリート構造物の保存は、特に凍害の程度の把握が重要で、経年を経た質感を保ちつつ経済的な補修技術開発の必要もある。また、文化財的構造物に関する市民や地域機関等の意見は多種多様であり、それらの多様性を十分考慮した検討が必用である。

4.まとめ 文化財的コンクリート構造物の保全と維持管理に関する検討で、以下の事が明らかになった。事例としたタウシュベツ橋梁のような寒冷地内陸環境下で施工後 70 年以上水浸と乾燥や凍結融解を著しく受け、目視調査、FEM 応力解析結果では橋梁のコンクリート部材自体の全て応力は圧縮で小さいが、劣化が著しく進みアーチ等の部材や構造は、安定を保つには、適切な保全技術の検討が必要である。寒冷地の文化財的コンクリート構造物の保存は、特に凍害の程度の把握が重要で、質感を保ちつつ経済的な補修技術開発が必要である。また、文化財的構造物に関しての保存と活用の意見は多種多様であり、それらの多様性を考慮した検討と合意が必用である。

謝辞 本研究に際し、東大雪アーチ橋友の会及び東大雪自然 NPO、上士幌町、東大雪博物館、北海道土木技術会コンクリート委員会、土木学会北海道支部推奨土木遺産委員会等の御協力を得たここに感謝する。