

文化財的コンクリート建造物の保全

| | |
|-------------|-------|
| 北見工業大学工学部 | 桜井 宏 |
| 北見工業大学工学部 | 岡田 包儀 |
| 北見工業大学大学院 | 小林 洋平 |
| 北海道大学院工学研究科 | 佐伯 昇 |

1.はじめに

1.1 背景 近年、社会基盤の整備と共に、コンクリート建造物の維持管理が重要視されている。各地で文化財的価値があるとして地域住民に親しまれランドマークとして、保存が望まれている古いコンクリート建造物もあり、これらの要望に適切に応える手法が必要となっている。

1.2 目的 本研究は、文化財的価値のあるとされる古いコンクリート建造物の保全と維持管理に必要なプロセスを検討する。実例とし、現状の景観を生かして建造物の安全性（自立）を照査し、検討する。



写真1 国の有形文化財文化財として指定されている旧土幌線第三音更川橋梁

2.研究方法

2.1 文化財的コンクリート建造物の調査手順 検討方法 文化財的コンクリート建造物の保全と維持管理に必要な調査項目と手順を調査事例から得た必要とされた検討項目とフローを検討する。

2.2 検討対象建造物 検討対象建造物の調査事例として、市民や地域から文化財的価値のあるコンクリート建造物とされている 北海道上土幌町旧国鉄土幌線上土幌～十勝三又間、コンクリートアーチ橋梁郡の一部、根室市の旧北方領土通信施設、石垣島、旧沖縄台湾間通信施設等を選定した。本研究では、主に の事例で、景観を生かす自立安全性の照査例として検討する。旧土幌線音更川橋梁郡中で、目視より橋台の洗掘が著しく進み、保全、維持管理が難しいとされている橋梁（第六音更川橋梁）を例として調査、解析の実例として示す。なお、本橋梁は寒冷地内陸環境下で施工後60年以上経過し、凍害と、河川による著しく洗掘を受け橋脚の底部が1m以上露出している状態にある。

2.3 安全性照査方法 対象事例の橋梁の目視調査や同橋梁郡の他の現存している設計施工資料から現況と特性を把握し、コンクリートの劣化状況、凍害の状況、洗掘の進行状況などを判断する。同時にシュミットハンマーや超音波による非破壊試験を橋脚部分で行い反発硬度を測定し、圧縮強度を推定する。次に、応力等を有限要素法によるシステム「MARC」を使用し自重や積雪等の荷重や外気温を入力し、FEM二次元温度応力連成解析を行う。解析上の荷重条件は、本橋梁は廃線であることから列車荷重等は考慮せず、死荷重と雪荷重のみを考慮した。温度条件は、引っ張り力の発生の有無を確かめるため、近年で特に厳しかった1991年の2/1から3/31迄のアメダスデータの冬期外気温を使用した。地盤の支持拘束条件は、洗掘されている橋脚1A部の拘束を現況の洗掘状態や、防止工が設置されたと仮定する前面拘束されている各条件を解析し、応力・歪を連成解析し総合的に自立の安全性を検討する。また、劣化の外的要因の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で、橋脚等の凍結融解回数を算定した。

3.調査・解析・検討結果と考察

3.1 検討結果

(1)文化財コンクリート建造物の保全と維持管理手順 複数の対象建造物調査事例から、市民及び地域機関と共に調査検討した手順を整理し、図3.1に文化財コンクリート建造物の保全と維持管理手順のフローチャートとして示す。建造物の文化財的価値を判断するためには、当時の設計施工資料、記録、記事等が重要である。また、建造物の供用時の状況を市民や地域機関等の要望を十分にヒヤリングし、保全方法や維持管理の体制を決める事が重要である。

(2)対象建造物の目視、非破壊試験結果 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、経年的劣化が大きい。建造物の橋台（A1）の洗掘状況は、A1中心部が1.2m、最大は上流側

で 1.5m、さらに支持岩盤表面から 0.2～0.3m は風化が進み支持力が期待できない。洗掘は今後も進むと判断され、早急に洗掘防止対策が必要と判断された。

(3)FEM 二次元温度応力連成解析結果 現状の洗掘状態での応力解析結果を図 3.2 に示す。解析は、i)設計時又は防止工を設置し支持が完全な状態、ii)現状の洗掘（安全側に 2m と仮定）状態、iii)今後洗掘の進行を想定した 2.5m 洗掘状態、及び iv)洗掘が進行し A1 部分の垂直方向の地盤からの支持拘束がなくなった場合、の条件で行った。現状の洗掘状態、支持が完全な状態、洗掘 2.5m の状態での解析結果は、最大応力や最大歪の値に大きな違いは現れなかった。また、応力は全て圧縮応力であり圧縮強度の $1/6 \sim 1/4$ で、コンクリートの弾性範囲内である。歪も同様に 2000×10^{-6} の $1/5$ 以下となっており、現在のところ安全性は、著しく危険な状態ではない。しかし、今後洗掘が更に進行し、地盤の支持が全くなくなった状況の解析では、当然に応力・歪は共に破壊値に達した。

(4)凍結融解回数推定結果 年間凍結融解回数は図 3.3 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、強度低下は少ないものと推定される。しかし、アーチ部材中心部は A1、P1 と比べて部材厚が小さく、Non-AE コンクリートであることを考慮すると、ひび割れ等による内部への水の浸透が凍害に大きな影響を及ぼし、表層部分の剥離やひび割れに対する対策が必要である。

3.2 維持管理に関する考察 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を寒冷地内陸の橋梁（旧士幌線第六音更川）を例として調査、解析、検討した事例等から考察を以下に述べる。構造物の健全性の概略は、目視調査より表層の凍害等の劣化進行状況や、低水位時には橋脚等の洗掘進行状況が把握できる。また、その竣工時や過去の写真等と現在の目視調査（写真撮影等）結果の比較から、構造物の経年変化の進行程度を把握できる。シュミットハンマーと超音波伝播速度から非破壊強度、FEM 温度応力連成結果から発生応力を算定し構造的な安全性が判断でき、非定常境界条件差分で構造物部材内部の凍結融解の影響が判断できる。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は、凍害の程度の把握が重要である。一方、事例、の海岸の構造物では、塩分の浸透と塩害、凍等との複合的な劣化の程度の把握が重要である。また、文化財的構造物は、市民や地域機関の意見を集約し、構造物をどの年代の状態で保存すべきかを検討する必要がある。文化財的構造物の歴史的な経緯と市民や地元機関の要望、地域性を十分考慮しコンセンサスを得た保存を検討する事が有効な維持管理体制を築くために重要と考えられる。

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。

(1) 調査解析手法の組み合わせにより、事例として検討した、寒冷地内陸環境下で施工後 60 年以上経過した橋梁（第六音更川橋梁）に関する調査、解析結果では、洗掘や凍結融解を著しく受けているが、現地調査や同様の現存する設計施工資料による特性から破壊試験や洗掘状態の測定と非破壊試験、FEM 温度応力連成解析結果から橋梁のコンクリート部材自体の全て応力は圧縮で安全な大きさであることが判断された。また、アメダスデータによる非定常境界条件差分式から、凍結融解回数は橋脚中心部では年 1 回程度で、橋梁の自立に関する安全性は当分の間確保できるという定量的な評価も可能であった。

(2) 文化財的価値の高い構造物の保全は、市民及び地域機関等の要望を集約する必要があり、どの年代の状況で保存し、いかに活用するのか等、総合的なコンセンサスを得た維持管理対策が重要である。

謝辞 道土木技術会コンクリート委、上士幌町、ひがし大雪アーチ橋友の会等の御協力に感謝する。



図 3.1 保全と維持管理手順フロー

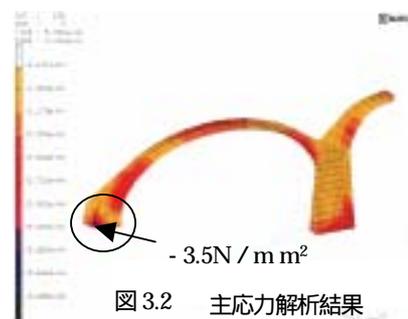


図 3.2 主応力解析結果

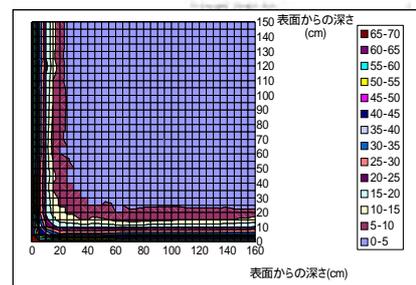


図 3.3 凍結融解回数推定結果