

寒冷地で60年経緯したコンクリートアーチ橋による耐用年数予測評価の検討

北見工大 正会員 桜井宏
北大 正会員 佐伯昇
JR北海道 正会員 南谷孝弘
北見工大 正会員 岡田包儀

1. はじめに

寒冷地のコンクリート構造物は凍結融解作用を受ける。特に昭和初期の構造物は AE 剤が使用されていないこともあり、凍害の影響を著しく受けている。しかし、昭和初期の構造物の中には意匠が良く周囲環境に調和し保存を望む声がある。また、これらを維持管理し長期に供用可能にすることは、公共投資を有効に利用するために重要である。

本研究は積雪寒冷地で 60 年経過したコンクリートアーチ橋を現地調査及び設計資料を検討して経年変化を把握するとともに、外的要因である凍結融解回数を部材断面方向に解析的手法で明らかにするとともに経年変化が構造物の性能や安全性に与える影響を設計資料や有限要素法等で可能な限り定量的に評価し耐用年数評価するための基礎的な検討を行う。

2. 方法

2.1 調査対象構造物 調査対象は、旧国鉄士幌線上士幌～十勝三股間(現在廃線)の音更川に架かる第三音更橋梁と第五音更橋梁で、本文では特に昭和 11 年に施工された第三音更橋梁の調査結果を示す。図-2.1 に概略図を示す。寒冷地の内陸環境下なので劣化の外的要因として凍結融解が長年作用した。また、本コンクリート橋は NonAE コンクリートである。

2.2 非破壊試験による測定方法 図-2.2 にしたような橋脚各面の各点に対して超音波伝搬速度を PUNDIT で測定し、シュミットハンマーで反発係数を測定した。超音波伝搬速度と反発係数の両方から Facaoaru 等による方法で強度を推定した。

2.3 鉄筋のかぶり等の測定 鉄筋量とかぶりの推定値は RC レーダーで測定した。また、中性化深さを 1% フェノールフタレインアルコール溶液で測定した。

2.4 解析方法 非破壊試験結果による強度から弾性係数を推定し有限要素法で応力を測定した解析プログラムには MARK・MENTATII を使用し解析した。また、冬期間の外気温より筆者らが開発した非定常境界条件差分プログラムより温度解析し年間凍結融解回数を求めた。

3. 結果及び考察

3.1 結果

3.1.1 外観の状況 凍害による部材端部の劣化が特に著しかった。軌道面からの排水の処理が十分でなく水が躯体表面を伝わった部分は著しく凍害を受け、アーチの打継ぎや側面のひびわれからエフロレッセンスの析出が著しかった。

3.1.2 非破壊による強度 図 3.1 に橋脚の断面の推定強度を示す。設計基準強度 180kgf/cm^2 を下回っている部分があり、日射の受ける側の低下が特に大きい。図 3.2 は部材の各面の断面方向強度を非線形式で推定したものである。これより解析する際に弾性係数を推定する。

3.1.3 鉄筋のかぶり 残っている設計資料からは確認できないが RC レーダーによると $10 \sim 12.5 \text{ cm}$ で十分なかぶりがある。なお中性化はひびわれ面以外では数 mm 以下であり、凍害で露出やひびわれが無ければ内部の鉄筋は当分健全を保つと思われる。軸方向の鉄筋の間隔 $\Phi 25\text{mm}$ が 24.5cm 間隔、横方向鉄筋が $\Phi 19\text{mm}$ が 50cm 間隔で現行の H8 年版耐震示方書の鉄筋の直径の 12.5 倍(37.5cm)よりやや大きい。

キーワード コンクリートアーチ橋 寒冷地内陸 凍害 凍結融解回数 有限要素法
連絡先(〒090-8507 北見市公園町 165 TEL&FAX0157-26-9489)

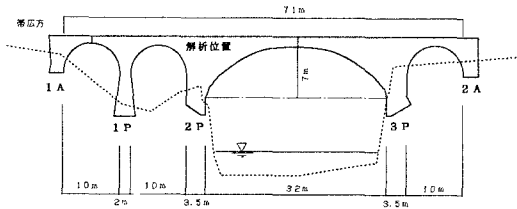


図-2-1 第三音更川橋梁概略寸法図

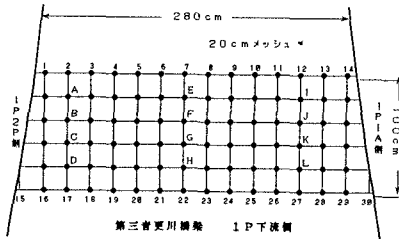


図 2.2 非破壊試験測定メッシュ
第三音更川橋梁橋脚推定強度

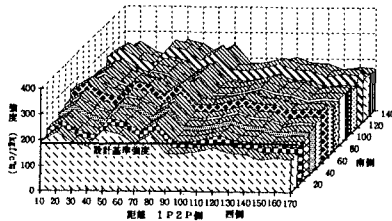


図 3.1. 第三音更川橋梁橋脚推定強度

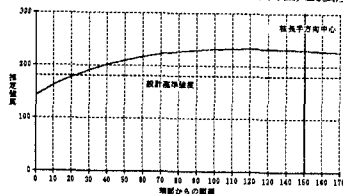


図 3.2 非線形解析による橋脚断面方向の推定強度

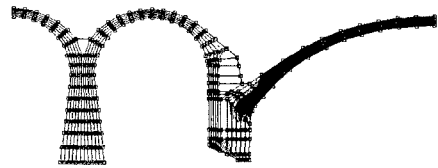


図 3.3 2次元応力解析結果（x方向）
（色の濃い部分の応力が高い）

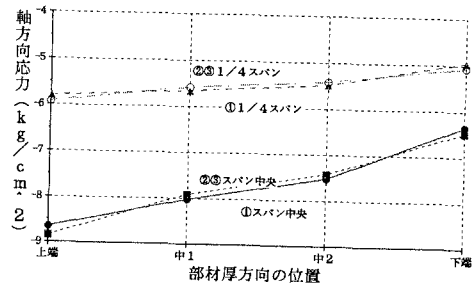


図 3.4 スパン中央および 1/4 スパンの軸方向応力

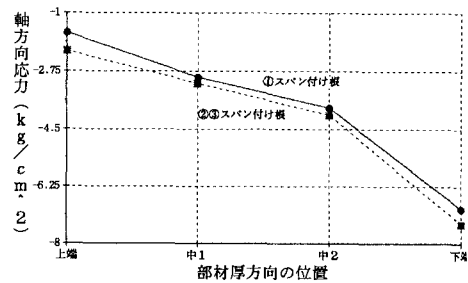


図 3.5 アーチ付け根の軸方向応力

3.1.4 解析結果 RC のメインスパンの解析した水平方向の応力を図-3.3 に示す。図-3.4 と図-3.5 に軸方向の主応力を示す全て圧縮で、スパン中央に比べスパン付け根の応力の絶対値が小さいのはアーチの付け根の部材が厚いのと橋脚と接合しているため応力が分散しているためと思われる。

3.2 考察 寒冷地内陸にある施工後 60 経過したコンクリートアーチ橋は NonAE コンクリートのため表層は著しい凍害を受けているが橋脚のような厚い断面では解析によると表層より 35cm 以下になるとほとんど凍結したままになり凍結融解作用の繰返しを受けなくなる。図 3.2 のように従って表層部の劣化が激しくとも 35cm 以下の内部は比較的強度低下は少なくなると考えられ、水の浸透が無ければ今後も内部の凍害による強度低下は少ないと思われる。

4.まとめ 寒冷地の内陸で 60 年経過したコンクリートアーチ橋は、表層で凍害を著しく受け、特に日射の影響を受ける側が激しい。厚い部材の場合は 35cm より深いところでは解析的にも凍結融解をほとんど受けなく中心部の強度は 60 年以降も低下が少ないと推定される。

謝辞 本研究は北見工大卒論生の小滝祐司、久保雅博、佐藤秀樹君、ジョイント建設温泉部長等、北海道開発コンクリート花田部長、新道重役、JR北海道白川所長等、上士幌町役場、同アーチ橋保存会、道教育大今助教、北海道産業考古学会等の御協力を受けた。ここに感謝する。