

近代化遺産の補修・補強の課題（コンクリート橋梁を対象に）

（株）クローバーテクノ 正員 市川紀一*1

1. はじめに

平成7年1月に発生した神戸・淡路大震災におけるコンクリート構造物の崩壊、その後の新幹線トンネルにおけるコンクリートの剥落などは、国民に不安と不満を募らせ、引いては土木技術者に対する信頼を失墜させたとは言えないであろうか。

近年、明治以降に構築されたコンクリート構造物が重要文化財や登録文化財として指定を受けているが、今後はこれらの構造物を保存するための補修や補強の手法が確立することが求められる。本文では、昨今のコンクリート補修・補強の現況と歴史的コンクリート建造物への適用について言及する。

2. 黎明期のコンクリート構造物

わが国におけるセメントの製造は、1876(明治6)年に大蔵省・土木寮の深川製造所において開始されたが、高価でかつ配合・設計理論なども確立されていないことから一般に普及するまでに至らず、鉄筋コンクリート橋の登場は1903(明治36)年である。同年発行の工学会誌第253号に広井勇が「鉄筋混凝土橋梁」と題した論文を発表したが、この中には桁、アーチの強度計算法が記述され、コンクリートの配合は1:2:4の容積配合で、その強度は $f_{ck} = 120\text{kg/cm}^2$ 、 $f_{ca} = 30\text{kg/cm}^2$ としている。

わが国の橋梁技術を飛躍的に発展させた関東大震災後の復興橋梁の示方書での配合は、広井論文と同一の値が用いられ、許容圧縮応力は500 封度/吋²(34N/mm²)、鉄筋の許容応力は16,000 封度/吋²(110N/mm²)となっている。その後、1931(昭和6)年に土木学会から「鉄筋コンクリート標準示方書」が刊行され、全国的に鉄筋コンクリート橋が施工されるようになった。

この間、太平洋戦争までの鉄筋コンクリート橋は、アーチでは大牧橋(岐阜県、支間75.4m)、桁橋では十勝大橋(北海道、支間41.0m)などの支間が大きな橋梁が施工されている。なお、PC橋の登場は太平洋戦争後であるが、最初のポステン桁として知られている東十郷橋(1952完成、福井県丸岡市、支間7.8m)は配合1:1.2:2.3、水セメント比33%、早強セメントを用いて2週強度39N/mm²のコンクリートを施工したと記録されている。⁽¹⁾

3. コンクリート橋の耐久性

現在施工されているコンクリート構造物について、小林一輔は「1964年の東京オリンピック後から高度成長時代にはコンクリート耐久性に問題のあるコンクリート構造物が施工されるようになった」と述べている。その原因はコンクリート構造物の施工が飛躍的に増大したために、コンクリート用骨料の枯渇、セメント製造法の改良、品質管理の不徹底、監督施工の不十分など多くの要因が考えられる。このため中性化の進行が早くなり、鉄筋の腐食からひび割れやコンクリート片の剥落などが発生して、物理的耐用年数が極端に短くなっている。土木学会は2001年1月にはわが国で初めてコンクリート標準示方書(維持管理編)を刊行したが、これは時期を得た発刊であるとも言える。

4. コンクリート構造物の近代遺産

2001年3月に刊行された『近代化遺産2000』は全国調査を実施して、施工後60年以上を経過した土木構造物から選定されているが、この中にはAランクの鉄筋コンクリート橋は40数橋ある。しかもこの中には、関東大震災の復興橋梁で現在に至っても重交通下の条件で供用されている東京都内や横浜市の橋、また、ほぼ同時期に施工された大阪市の御堂筋に架かる大江橋、淀屋橋などが含まれている。

キーワード：コンクリート橋梁、近代遺産、維持補修、

連絡先 *1 〒812-0013 福岡市博多区博多駅東1-12-17 09-451-1117 FAX092-451-6700

図 1 は九州共立大学生の本年卒業論文⁽²⁾から引用したものであるが、この図からも小林の指摘に合致した結果が得られ、太平洋戦争前に施工されたコンクリート橋は、設計値より高い強度が得られ、結果として安全率の高い橋梁が施工されていると推測できる。

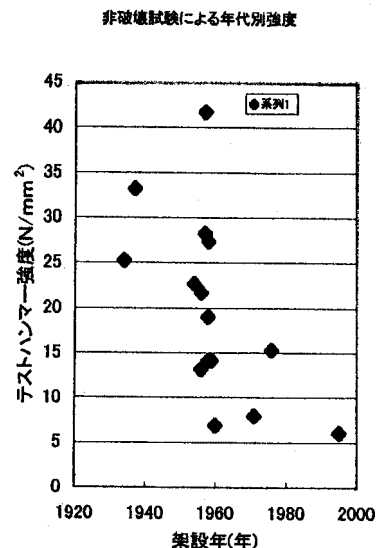


図 1 コンクリート橋
完成年と強度の関係図

5. 近代化遺産(鉄筋コンクリート構造物)の補修・補強について

筆者が近年携わったコンクリートの補修工事とそれまでの調査結果から、今後の近代化遺産の補修・補強における留意点を論述する。

- (1) 耐久性能は『コンクリート標準示方書・維持管理編(土木学会)』に劣化を予測する手法が明記されているが、対象物が単なる保存か、継続的な活用によっては補修・補強の手段は異なることに留意する。
- (2) 安全性の評価は実橋の載荷試験によって確認することが最も確実な方法である。机上での安全性の検討は構造解析のコンクリート強度に実強度を用いたり、「鉄筋応力もひび割れの発生が無ければコンクリートの引張強度を考慮した計算値が実応力に近い値が得られる」とした研究成果⁽³⁾を考慮して、当初の設計条件や図面だけで判断するのは望ましくない。
- (3) コンクリート中性化の要因となる炭酸ガスや塩素イオンを遮断するため、高分子系有機塗料が用いられているケースが多い。JH では耐久性能が十分期待できないとしてその採用を見合わせている。⁽⁴⁾ また、鉄筋防錆材も有機系の塗料は塗布した箇所としない箇所間の電位差が生じて錆びの発生が進行すると言われている。
- (4) コンクリートの剥落部の補修には、昨今コンクリートの弾性係数、膨張係数などの性能に近似しているポリマーモルタルが多用されはじめた。この材料は数多くの商品が市販されているが、実施工で10年以上経過した実績を有するものは少ないため、耐久性能を確実に評価できるまでには至っていない。また、材料の成分、価格なども千差万別であるが、おおよそ次のような特徴を有している。

ポリマー材は SBR(スチレンブタジエンゴム)か PAE(ポリアクリル酸エステル)が用いられているが、ポリマーの含有量は製造会社によって大きな相違がある。

28 日圧縮強度は 24N/mm^2 以上を得ることができ、静弾性係数は $10 \sim 30\text{ kN/mm}^2$ の範囲で、旧コンクリートとの付着強度は、確実な下地処理を行えばコンクリートの引張強度以上が確保できる。また、中性化速度は普通コンクリートに比較して $1/5$ 以下である。

施工は現場で 2 種から 3 種類を混合するものがあり、コテ施工から吹付け施工まで可能である。しかし、上向施工の場合は 1 回当たり 2 cm 程度が限度である。

このように、補修材の選定にあたっては施工場所、施工時の温度、鉄筋等を付加した補強工事の場合には補修後に作用する応力等を考慮して選定する必要がある。ポリマーモルタルを用いた補修事例としては、鋼橋床版の下面補強工事は全国で 300 橋以上の実績があり、先述した大阪の大江橋、淀屋橋などは耐荷力には問題がないことから、劣化防止を目的に 3.5mm の溶接金網を取付けて 1.4cm 厚でポリマーモルタルを塗布する施工を実施中である。

近代土木遺産としてのコンクリート構造物だけでなく、わが国には太平洋戦争以前に施工されたコンクリート橋は数多く存在している。今後は正確な性能評価を実施して、適切な補修・補強を実施することにより国の定める耐用年数(60~50年)をはるかに越えるコンクリート橋の延命を講じることができると考えている。

参考文献：(1)雑誌『道路』昭和 29 年 4 月号、pp183~186 (2)平成 13 年九州共立大学卒業論文集、(3)牧角龍憲、「供用状態下の既設コンクリート道路橋の鉄筋応力」、第 54 回年次講演会論文集(), pp286~287、(4)上東泰、「コンクリートの劣化と維持管理」、防錆管理 2000・12、p 26