

室蘭線第1 静狩トンネル坑口付近落石覆い R C ラーメン構造物の劣化度調査

JR 北海道 工務技術センター 正会員 ○小澤 直正¹
 鉄建建設 技術研究所 正会員 千々岩三夫²・松岡茂²

1. はじめに

室蘭線静狩・小幌間に位置する第1 静狩トンネル坑口付近は、海岸の近傍に位置するとともに、線路に沿って切り立った崖が隣接していることから、起点側に延長 29.2m、終点側に 10.6mの R C ラーメン構造の落石覆いが設置されている。この構造物は 1936 年（昭和 11 年）に施工され、過酷な環境の下で 2001 年に至るまでの 65 年間、落石防護工としての機能を維持してきたが、近年、劣化が著しく進行してきたことを受け、的確な補修・補強を行うために、詳細に劣化度を調査・診断した。

2. 調査内容

図 - 1 に今回行った劣化度調査のフローを示す。

最初に既存資料から過去の点検状況と補修・補強記録について調査を実施し、外観の変状調査を行った。

当該構造物は過去に補修歴があり、外観調査では多数のクラックと、局部的にコンクリートが剥落し鉄筋が完全に露出している箇所も発見された。（写真 - 1 参照）

この調査の結果、以下のことが判明した。

柱、梁コンクリートの一部に鉄筋の錆による剥落・剥離が発生しており、完全に鉄筋が露出している箇所がある。

コンクリートが剥離している箇所では配筋筋の腐食が著しく、断面が欠損し、破断しているものもあった。

この外観調査の結果を踏まえ、コンクリートについての品質を調査することとし、それを基に鉄筋の腐食度を調査し、総合的に R C 構造物としての劣化度を診断することとした。

コンクリート品質調査は、まず非破壊検査である超音波伝搬速度と反発硬度測定を行った。超音波伝搬速度は 3500m/s 前後であり ASTM の伝搬速度とコンクリート品質の評価基準による「やや良」の範囲内に入っていることが確認できた。

次にコンクリートの圧縮強度については、シュミットハンマーを用いた反発硬度計測と一部コアを採取しての抜き取り試験によって、21～28N/mm² 前後の強度があることを確認した。

これにより、コンクリートの設計基準強度は満足しているものと判断した。

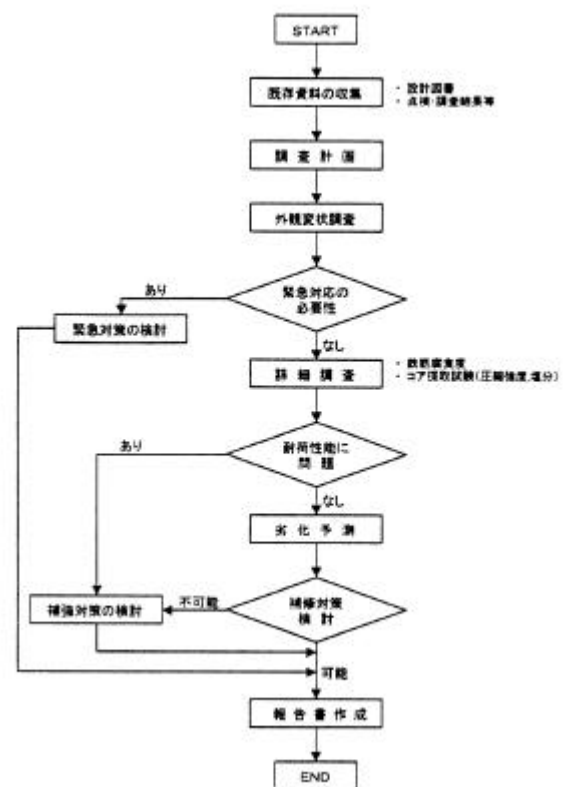


図 - 1 調査フロー



写真 - 1 鉄筋露出箇所

キーワード 塩害、非破壊検査

連絡先 1 〒063-0802 札幌市西区二十四軒 2 条 1 丁目 TEL(011)614-2219,FAX(011)614-2263
 2 〒286-0825 千葉県成田市新泉 9-1 TEL(0476)36-2355,FAX(0476)36-2380

次に、塩化物イオン含有量測定では、図 - 2 に示すように落石防護工の各部材のうち、2 柱の側面で高い塩分量を示した。さらにコンクリート表面から駆体中央に向かって減少していることから、外部からの塩分が供給されているものと考えられる。しかし、他の部材の大部分は鋼材腐食が発生するとされている限界塩分量 $1.2\text{g}/\text{m}^3$ 以下となっており、塩分量のみでは鉄筋腐食による劣化の危険性は少ないものと思われた。コンクリート中性化は表面から最大で 80mm に達している箇所があったが、大部分の箇所では 20mm 以下であり、鉄筋腐食の発生は少ないものと考えられた。

そこで、コンクリート内部の鉄筋の腐食度を調査するため、外観調査などで鉄筋腐食が発生していると想定される箇所でも自然電位測定による鉄筋腐食度の調査を実施した。その結果、中性化および塩分浸透が進行している先の 2 柱では鉄筋が腐食しており、配力筋および主筋とも断面欠損が発生していることが確認された。他の部分については、自然電位と鉄筋量腐食の関係（ASTM C 876-91）により 90% 以上の確率で腐食があると判定できる -350mV を上回っているものの、大部分が不確定領域である -350mV 以上 -200mV 未満と計測されたことから、この自然電位計測のみで鉄筋の腐食度を判定することは難しいと考えた。そこで、コンクリートが剥離等の変状が発生した箇所を対象とし、はつり調査による鉄筋腐食度の確認を行った。その結果、自然電位測定値が -350mV 前後の箇所では鉄筋に軽微な赤錆が発生している程度であることが分かった。すなわち、この結果より、自然電位が -350mV 以上あれば鉄筋腐食はほとんど発生していないことをはつり調査により確認できたことから、自然電位が -350mV 以上であれば鉄筋に問題となる腐食は発生していないものと判断した。

3. まとめ

落石覆い RC ラーメン構造物の劣化度調査から、当該構造物の変状は鉄筋の発錆によるかぶりコンクリートの剥離、凍結融解作用によるコンクリート表面の劣化が主な原因であり、鉄筋の発錆原因としては、部分的には塩害によるものであるが、大部分はコンクリート中性化の進行によるものと考えられる。

以下に、この調査結果に基づく補修・補強の留意点を記す。

コンクリートの剥落が進行し、鉄筋が露出している部分では塩害とコンクリートの中性化が進行しており、鉄筋断面も腐食が進行し、断面が欠損している箇所があることが明らかとなった。したがって、この部分については、RC 部材としての耐力を確保できる補修・補強工法の施工が必要となる。また、コンクリートの中性化が進行していると考えられ、鉄筋の腐食防止対策も必要である。

構造物の大部分については、直ちに鉄筋腐食が発生する状態ではなく、鉄筋自体もほぼ健全な状態にある。しかしながら、気候的に極めて厳しい環境下にあり、保守・修繕が困難な場所であること等を考慮し、外部からの塩分供給を遮断して中性化の進行を抑制するために、コンクリート表面を外気から防護する処理が必要と思われる。

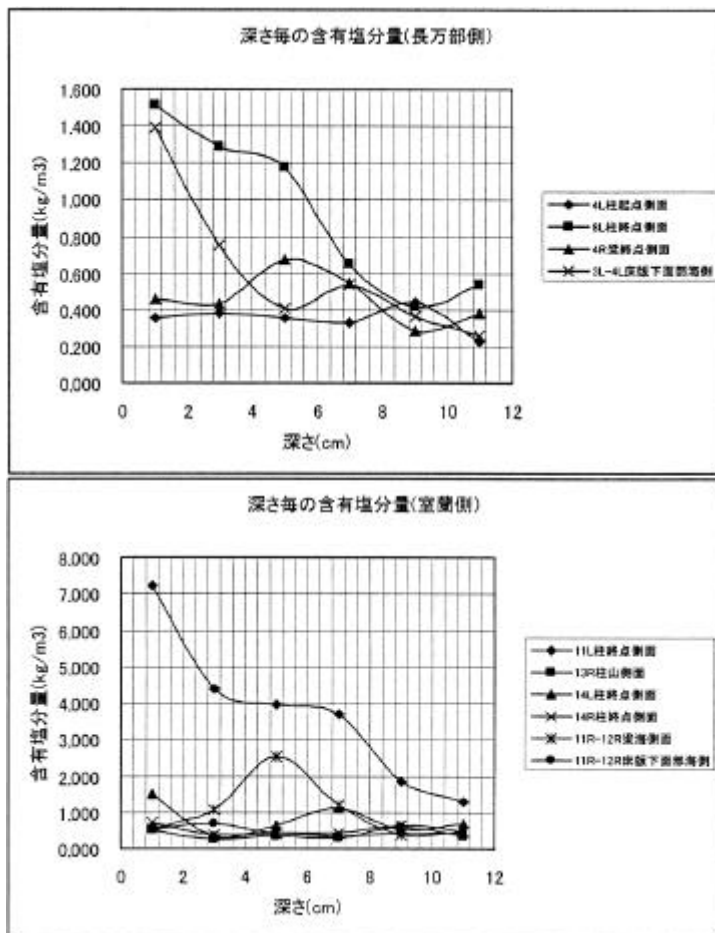


図 - 2 塩化物イオン含有量分布