

塩害・ASRの影響を受けた道路橋の維持管理に関する研修 ～北陸地方で現場実習を実施～

飯野克宏・中川匡史・西田秀明・田中良樹・清水謙司

1. はじめに

道路橋の三大損傷と言われる疲労、塩害、アルカリシリカ反応（ASR）は、進行すると橋梁の安全性が脅かされる重大な損傷となる可能性が高いことから、予防保全を主体とした維持管理を実施する必要があります¹⁾。写真-1、2に、これまでに見られた道路橋における塩害、ASRによる著しい劣化事例をそれぞれ示します。

安全・安心でかつ快適な道路交通を確保するためには、道路構造物を適切に維持管理し、長く健全な状態に保つことが求められます。このため道路管理者には、道路構造物の健全性に影響を及ぼす要因を的確に把握し、適宜適切な措置を講じる、一連の維持管理に関する知識と技能が必要です。特に三大損傷への対応は不可欠です。しかし、三大損傷への対応に必要とされる知識や技能が多岐にわたるとともに、より適切な対応に向けた研究や技術開発が日進月歩です。これらのことから、三大損傷についてはこれまでの道路保全に関する総合的な研修だけでなく、より専門的な内容とした「特別課程 道路保全〔疲労コース〕」及び「特別課程 道路保全〔ASR・塩害コース〕」が国土交通大学校の研修コースとして平成27年度に開設されました。これらの研修は3箇年にわたるカリキュラムで構成されています。

本報は、このうちASR・塩害コースの研修について、3箇年計画の2年目にあたる28年度に実施した北陸地方での現場実習を中心に紹介します。

2. 研修内容

2.1 研修目的

本研修は、橋の三大損傷のうち塩害及びASRを対象に、その発生要因や対策技術などについての専門的知識を修得すること、点検・診断・補修に関する必要な技能を修得すること、そして地方



写真-1 道路橋の塩害による著しい損傷事例
(再劣化のはつり調査時の状況)



写真-2 道路橋のASRによる著しい損傷事例

整備局等で指導的立場にある技術者としての能力を習得することを目的としています。

2.2 研修カリキュラム

国土交通大学校の一般的な研修コースは、通常1週間程度の1回の研修で完結するようにカリキュラムが組まれています。本研修は、3箇年で一連のカリキュラムとして実施することとしています。

ASR・塩害コースでは、次のような構成としています。

- 1年目：ASR・塩害の損傷発生要因や対策技術に関する一連の知識の修得(座学主体)
- 2年目：実構造物におけるASR・塩害の損傷や対策技術の実状と課題把握(現場実習主体)
- 3年目：様々な事例を通じてASR・塩害対策に関する経験を深める(討議主体)

Technical Training for Maintenance of Highway Bridges Deteriorated by ASR or Chloride-induced Corrosion in Concrete～ On-Site Training in the Hokuriku Region ～

2.3 1年目の研修の状況

1年目の研修は、平成28年1月18日から5日間行いました。研修の初日は、塩害やASRの影響を受けた構造物とはどのようなものか、実構造物ではどのような問題が生じるかなど、研修員が自ら課題を実感し、対応について考えるきっかけとするために、ASRの暴露供試体や実橋から切り出されたさまざまな劣化を有する撤去部材を土木研究所で見学しました(写真-3)。この後に、国土交通大学にて、損傷の発生要因及び対策技術やその効果などについて、コンクリート工学、塩害、ASRを専門とする講師から専門的な講義を受けました。



写真-3 土木研究所での撤去部材の確認状況
(平成27年度、1年目の研修)

3. 2年目の研修の状況

2年目の研修は、平成28年6月21日から3日間、北陸地方で実施しました。

北陸地方は、厳しい塩分環境(写真-4)や骨材事情を背景に、塩害、ASRともに、著しい損傷を受けた構造物が多く、これらに対する様々な対策が長年行われています。また、沿岸部の塩害だけでなく、内陸部における凍結防止剤散布とグラウト未充填に起因する著しい塩害により、架替えを予定しているPC橋もあります。このため、2年目の研修における現場実習は北陸地方で行うこととしました。実構造物における損傷の状況とその周囲の環境条件、構造物の規模と損傷の範囲など、現場でなければ把握することができないと考えられる体験を、短期間で集中して行いました。ここでは、北陸地方の道路橋の現状とあわせて、研修の状況を紹介します。

3.1 北陸地方における道路橋の劣化損傷の現状

3.1.1 塩害の影響を受けた道路橋

前掲の写真-1は、北陸沿岸部で見られた塩害に



写真-4 北陸沿岸部の道路橋の厳しい塩分環境

よる著しい損傷の事例です。海からの飛来塩分がコンクリートに付着、浸透して、鋼材の周囲のコンクリート中の塩化物イオン濃度が高くなると、コンクリート構造として重要な役割を果たす鉄筋やPC鋼材が腐食し、著しい断面欠損や破断に至ります。写真-1の例では、鋼材の腐食膨張によってコンクリートにひび割れが生じた箇所で、内部のPC鋼材の腐食状況を確認したときのものです。1984年に道路橋の塩害対策指針(案)が通達される以前に沿岸部に建設された橋では、塩害による損傷を受けたものが多く、北陸地方においても多数現存しています。

このようなことから北陸地方整備局においては、建設省時代から国道8号を中心としたコンクリート構造物の塩害対策に取り組んでいます。平成16年度には、これまでの検討で得られた北陸地方での知見と多数の塩害を受けた橋梁の維持管理の経験を全国の橋梁にも活用するため、橋梁塩害対策検討委員会(委員長:長岡技術科学大学 丸山久一 名誉教授)を設立しています。平成20年度には「塩害橋梁維持管理マニュアル(案)」を作成し、全国に情報発信しています。

3.1.2 ASRの影響を受けた道路橋

前掲の写真-2は、北陸地方で見られたASRによる著しい損傷の事例です。コンクリート中にASRの反応性骨材が含まれ、高い含水状態に置かれた場合、骨材の周囲にゲルが生成され、そのゲルが給水膨張することによって、コンクリートにひび割れが生じます。1986年のASR対策施行以前の構造物には、反応性の強い骨材を有するコンクリートが使用されていることがあります。北陸地方においても、コンクリートの膨張が長期にわたり継続する傾向があり、安山岩砕石の使用が確認された橋脚などで、鉄筋破断をともなう大きな損傷が確認されるなど、ASRによる劣化を受けた橋が多数存在しています。

3.2 研修の状況

3.2.1 現場実習前の討議

2年目の研修に先立って、研修員は、1年目の研修を踏まえて、自身の管内における塩害及びASRに関する実務上の課題を、それぞれ具体事例を一つ挙げてレポートにまとめてきました。この内容について現場実習に行く前に各々発表し合い、研修員同士の課題認識の共有を行いました。

3.2.2 塩害の現場実習

現場実習では、講師と管理者が常時同行して、塩害やASRによる損傷に至った背景や原因、損傷発見から架替えに至る経緯、現在の状況、対策後の損傷の進行等について逐次説明を受けました。

1日目は塩害の現場実習として、国道18号の妙高大橋、国道8号の名立大橋、能生大橋、弁天大橋、歌高架橋の5橋を視察しました。妙高大橋は、橋長300m、4径間連続PC箱桁橋で、塩害による損傷が著しいため架替えが予定されています。平成21年度の補修工事中に、箱桁の下床版内でPC鋼材の著しい腐食とその一部に破断が発見されました²⁾。架替えまでの暫定対策として、外ケーブル補強を施すとともに、常時モニタリングや定期的な詳細調査を伴う、より慎重な維持管理を実施しています。万一、変状が急激に進行した場合に、交通規制等の一連の対応が円滑に実施できる体制で管理している点に特徴があります。現場実習では、箱桁の中に入り、橋の規模や立地条件、損傷の程度と範囲、モニタリングや詳細調査の状況を実見しました。

名立大橋、能生大橋、弁天大橋、歌高架橋は、いずれも海岸に位置するコンクリート橋です。名立大橋、能生大橋は厳しい塩害により損傷が進行していたため既に架替えられました。これらの架替えに際しては、新たな塩害対策の試みが行われています。名立大橋は新設時から電気防食が採用され、能生大橋は一部の径間でステンレス鉄筋が採用されています。弁天大橋では、塩害の症状が出た後にさまざまな種類のコンクリート塗装が施工され、また一部の径間において、さまざまな種類の電気防食が施されています。歌高架橋は架替え中であり、一部の径間ではプレキャストコンクリートを用いたカルバート化が行われました。弁天大橋と歌高架橋では、沿岸部の塩害による損傷状況を確認しました。



写真-5 弁天大橋での現場実習状況



写真-6 歌高架橋での現場実習状況

3.2.3 ASRの現場実習

2日目は、ASRの現場実習として、富山県内の有沢橋（富山県管理）、神通大橋（富山市管理）及び国道8号地久子橋等を視察しました。有沢橋、神通大橋は、ともに橋長400mを超える橋であり、いずれも橋台や橋脚にASRによる著しい損傷が見られます。有沢橋の橋脚では、以前に梁部で鉄筋破断が認められたため、梁部のコンクリートの打換えと柱部の巻立てが実施されたと、当時の損傷状況の写真や図を交えて説明がありました。現場実習では、ひび割れ注入やコンクリート塗装が行われた橋脚を間近に見ることができました。また、講師や管理者から、ASRの症状は、どの河川の砂利が使用されたかによって大きく異なることをはじめ、反応性骨材が使用された経緯、過去の補修、補強の経緯、橋脚打換えの際の様子について、詳細に説明を受けました。有沢橋の橋脚1基は、ASRによる損傷が著しいために、橋脚のコンクリートを取り壊した際、橋脚内部のコンクリートが細かい碎石状でばらばらの状態となっていたとの説明がありました。

3.2.4 現場実習後の討議

現場実習や事前の討議を踏まえ、最近の対策技

術や複合劣化など、各研修員のさまざまな疑問について、講師と研修員で討議を行いました。特に、塩害については長岡技術科学大学の下村教授、ASRについては金沢大学の鳥居教授が講師としてさまざまな助言を行いました。

3.3 研修員の感想

現場実習については、a)電気防食のメリット・デメリット及び今後の新設橋梁への対策等も良く理解できた、b)塩害に対する様々な補修・補強を実施した事例があったが、その効果や留意すべき点、失敗事例等について、もう少し情報をもらいたい、c)ASRの劣化期から補修後の現場まで多岐にわたり見ることができて良かった、d)複合劣化事例についての対応等についてもっと知りたい、などの意見がありました。

また、現場実習後の討議については、e)塩害対策、ASR対策ともに、診断・対策方法の留意点について講師からの情報提供があり参考になった、また研修員のお互いの事前レポートから各地整の状況も確認でき参考になった、f)現場実習を踏まえての討議であり理解が増した、g)ASRに関して、架替えや橋脚再構築となった損傷の著しい内容であったが、再劣化への対応や自身の職場で課題となっている内容への対応をもう少し学びたかった、などの意見がありました。

4. おわりに ～3年目に向けて～

3年目は、これまでに得た知識や経験を踏まえて、各研修員が提供した損傷事例について、再度十分に考察して相互に意見を出し合い、またそれを受けて自身のレポートを再考する機会を設けま



写真-7 現場実習後の討議の状況

す。その中で、数多くの損傷事例について一つ一つよく見て深く考察し、必ずしも一つの答えでない中で自ら判断するという経験を蓄積します。これによって、塩害及びASRについて点検・診断・補修に関する必要な能力の習得を図ります。

謝 辞

本研修の実施に際して、長岡技術科学大学下村匠教授、金沢大学鳥居和之教授には、現場実習にも同行していただき、終始丁寧な指導をいただきました。また国土交通省北陸地方整備局高田河川国道事務所、富山県及び富山市の関係者の皆様には、現場実習でそれぞれご協力いただきました。この場を借りて感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 国土交通省ホームページ
<http://www.mlit.go.jp/road/ir/ir-perform/h17/13.pdf>
- 2) 玉越隆史、平賀和文、木村嘉富：PC鋼材の腐食損傷への対応事例—妙高大橋のグラウト未充填と鋼材腐食の調査—、土木技術資料、第54巻、第5号、pp.50～51、2012

飯野克宏



国土交通省北陸地方
整備局道路部道路構造
保全官
Katsuhiko IINO

中川匡史



国土交通省近畿地方
整備局道路部道路構造
保全官
Masashi NAKAGAWA

西田秀明



国土交通省国土技
術政策総合研究所
道路構造物研究部
構造・基礎研究室
主任研究官
Hideaki NISHIDA

田中良樹



土木研究所構造物
メンテナンス研究
センター橋梁構造
研究グループ 主
任研究員
Yoshiki TANAKA

清水謙司



国土交通省国土交
通大学校建設部環境安全
技術研修官
Kenji SHIMIZU