


# 派遣学生成果報告

所属専攻・学年	社会基盤工学専攻 1年
学生氏名	藤村 友城 
課題名	北陸地方におけるコンクリート構造物の ASR劣化度評価手法の開発
コーディネータ教員	鳥居 和之（社会基盤工学専攻）
課題担当教員	鳥居 和之（社会基盤工学専攻）
派遣先企業	中日本ハイウェイ・エンジニアリング名古屋(株) 金沢支店
研修期間	平成21年6月23日～11月27日
研修先	石川県金沢市

## 平成21年度インターンシップ実施報告書

専攻・学年： 社会基盤工学専攻 1年 学生氏名： 藤村 友城  
テーマ名： 北陸地方におけるコンクリート構造物の ASR 劣化度評価手法の開発  
研修先： 中日本ハイウェイ・エンジニアリング名古屋(株) 金沢支店  
担当者氏名： 野村 昌弘  
課題担当教員名： 鳥居 和之  
研修期間： 21年6月23日 ～ 21年11月27日（実施日数 20日間）

### 1. 研修内容の概要

コンクリート構造物の劣化の一つにアルカリシリカ反応（以下 ASR）がある。本劣化は日本の中でも北陸地方がもっとも顕著であり、その劣化度の評価手法や対策に苦慮しているのが現状である。本研修では、富山県から石川県にかけてコアサンプリングを行う道路構造物の ASR の劣化度を適切に評価する手法を確立するために、1) 構造物の目視レベルでの判定：マクロレベルでの評価、コアのサンプリングにより、2) コンクリート薄片による偏光顕微鏡での判定：メゾレベルでの評価、3) EPMA によるアルカリシリカゲルの化学組成による判定：ミクロレベルでの評価、をそれぞれ実施し、マクロレベルからミクロレベルを網羅した検討を実施することにより ASR の劣化機構を解明することを目的にしている。

### 2. 研修の成果（自分の能力が向上した点、知識が増えた点）

コンクリート構造物の早期劣化に対応した維持管理は、我が国において急務な課題とされている。その中で、本研修中にはアルカリシリカ反応・凍害・塩害といった複合的な劣化が生じているコンクリート構造物（20構造物程度）の目視点検を行なった。構造物の劣化現象の特定というのはコンクリート診断士でも困難とされているが、経験を有する大学教員および企業担当者から適切な助言を受けることにより、どの点に着目して部材レベルでの調査を行なえば良いのか、個々の構造物での劣化現象の主因は何か、などの構造物の劣化診断の上で重要となる着眼点を養うことができた。

### 3. 研修先への要望・大学の支援体制に対する要望

現場視察・調査の際には担当課題教員、研修先企業、福井県土木部をはじめ、数多くの有識者とともに、将来に活用のできるコンクリートの診断技術を学ぶことができ非常に有意義な研修となりました。今回のように知識・経験を有する有識者との現場視察・調査、意見交換会などは、大学在籍中および社会に出てからもなかなか経験できない事なので、非常に感謝しています。したがって、研修先および大学の支援体制に対する要望は特にありません。

### 4. その他（感想、後輩へのアドバイスなど）

金沢大学で行われてきた「産学連携による実践型人材育成事業」の最終年度ということで、非常に恵まれた時期に本研修を迎えることができました。この経験は職業選択や就職活動などにも役立つと思われますので、インターンシップの参加をお勧めします。

研修先の中日本ハイウェイ・エンジニアリング名古屋(株)金沢支店、研修にあたりお世話になりました皆様に深く感謝いたします。

創成研究 I

北陸地方におけるコンクリート構造物の  
ASR劣化度評価手法の開発

中日本ハイウェイ・エンジニアリング名古屋(株) 金沢支店

社会基盤工学専攻 藤村友城

1

背景

コンクリート構造物の劣化現象

- 塩害
- 凍害
- アルカリ骨材反応(以下、ASR)

北陸地方で被害が集中



ASRに起因する橋梁の損傷状況調査

全国直轄国道および高速道路  
5万820橋の道路橋のうち606橋 (1.2%)

北陸地方整備局管内の橋梁  
1,241橋のうち116橋 (9.3%)



橋脚・柱部の鉄筋破断

2

アルカリ骨材反応とは

コンクリート

- 骨材中のある種のシリカ鉱物
- 細孔溶液中の水酸化アルカリ

化学反応

吸水膨張性を有する  
ASRゲルを生成

- 日射
- 降雨
- 凍結防止剤
- 飛来塩分



3

実験概要

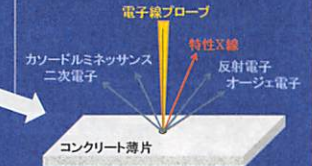
現地調査

1. 構造物の目視レベルでの劣化度評価
2. コアサンプリング



室内実験

1. 圧縮強度試験、静弾性係数試験
2. 粗骨材岩種含有率の算出
3. 顕微鏡下における劣化度評価
4. 促進養生試験
5. 水溶性アルカリ量分析
6. ASRゲルの化学組成分析



電子線を物質の表面に照射し、そこから発生する特性X線を検出して元素同定を行う

4

調査概要

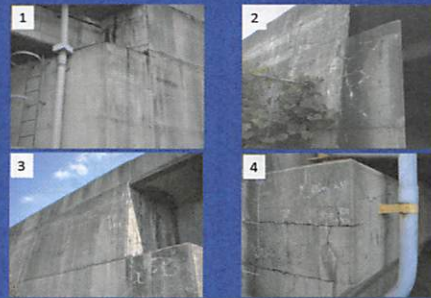


No.	構造物名	部位	供用
①S	北羽生高架橋S	橋台	1983
①D	北羽生高架橋D	橋台	1984
②	六郎丸高架橋	橋台	1983
③	遠生高架橋	橋台	1983
④	寺野高架橋	橋台	1980
⑤	富川高架橋上りS	橋脚	1980
⑤	富川高架橋上りD	橋脚	1981
⑤	富川高架橋下りS	橋脚	1982
⑤	富川高架橋下りD	橋脚	1983
⑥	高野川橋	PC桁	1980
⑥	高野川橋	橋台	1980
⑦	常盤寺川橋	橋台	1980
⑧	C-Box富山8	側壁	1975
⑨	熊野川橋	橋台	1975
⑨S	鍛冶川橋	橋台	1975
⑨D	鍛冶川橋	橋台	1975
⑩	庄川橋	橋台	1973
⑩	矢木橋	スラブ	1973
⑩	矢木橋	橋台	1973
⑩	西島高架橋	橋台	1974
⑩	月浦高架橋	橋台	1974
⑩	金沢高架橋	橋台	1978
⑩	山島川橋	橋台	1972

5

構造物の目視レベルでの判定(4段階)

- 1: ASRのひび割れが発生していないもの
- 2: 構造物の隅角部などにASRのひび割れがごく一部発生しているもの
- 3: ASRのひび割れが構造物の約1/3以上の面積で発生しているもの
- 4: ASRのひび割れが広範囲に多数発生し、段差やずれも認められるもの



6

### 構造物の目視レベルでの判定(4段階)

- 1: ASRのひび割れが発生していないもの
- 2: 構造物の隅角部などにASRのひび割れがごく一部発生しているもの
- 3: ASRのひび割れが構造物の約1/3以上の面積で発生しているもの
- 4: ASRのひび割れが広範囲に多数発生し、段差やずれも認められるもの

小杉～富山間 鍛冶川橋[2]

小杉～富山間 鍛冶川橋[3]

7

### 目視レベルでの判定と粗骨材の岩種構成率の関係

※反応性骨材にのみ着目

安山岩  
流紋岩・デイサイト  
流紋岩～デイサイト質溶結凝灰岩  
流紋岩～デイサイト質凝灰岩  
珪質頁岩  
反応性骨材計  
火山岩系骨材計

・安山岩の構成率が4%を超えると構造物にASRが発生  
・この地方のASR劣化には、粗骨材中の安山岩の構成率が関係

8

### コンクリート薄片による偏光顕微鏡での判定(5段階)

一: ASR反応性なし

- 1: 反応性骨材周辺のASRゲルの生成および反応リム
- 2: 軽微な骨材内部の反応およびひび割れ
- 3: 反応性骨材からセメントペースト相へのASRゲルの浸透およびひび割れの進展
- 4: セメントペースト相における連続的なひび割れの進展および気泡へのASRゲルの侵入

小杉～富山間 C-Box富山8[4]

拡大領域 ASRゲル

砺波～小杉間 庄川橋[4]

ASRゲル 拡大領域 無定形 ロゼット状

9

### ASR劣化度評価 (目視および薄片レベル)

構造物による目視レベルでの判定  
↓  
薄片による偏光顕微鏡での判定  
↓  
ASR劣化度判定に薄片を用いた場合でも有効

構造物名	1998-99年調査		2009年調査	
	目視	薄片	目視	薄片
北羽生高架橋S	1	1	1	1
北羽生高架橋D	3	3	3	3
六郎丸高架橋	1	1	1	1
浅生高架橋	1	1	2	2
寺町高架橋	3	3	3	4
富川高架橋上りS	2	2	2	2
富川高架橋上りD	2	2	4	4
富川高架橋下りS	2	2	2	2
富川高架橋下りD	2	2	4	4
高野川橋	1	2	2	1
高野川橋(上部)	1	2	0	0
常願寺川橋	1	1	1	1
C-Box富山8	4	3	4	4
熊野川橋	4	3	4	4
鍛冶川橋	2	2	2	3
鍛冶川橋	3	3	3	3
庄川橋	2	2	3	4
矢木橋	3	3	3	3
矢木橋(上部)	3	3	3	3
西島高架橋	1	1	1	2
月浦高架橋	2	2	2	1
金沢高架橋	3	3	3	2
山島川橋	1	1	1	1

10

### ASRゲルの化学組成

分析箇所の一例

粗骨材中の安山岩粒子  
低Ca/Si比、低Ca/(Na+K)比

供用後30年以上経過後  
ASRゲルの吸水膨張性が残存

11

### まとめ

#### ASR劣化度評価手法

従来  
マクロレベルでの評価: 構造物の目視レベルでの劣化度評価  
↓  
メソレベルでの評価: 顕微鏡下における劣化度評価  
→ 劣化度の評価が可能  
↓  
ミクロレベルでの評価: ASRゲルの化学組成による判定  
→ 供用後30年以上経過している現在においても、吸水膨張性を確認

今後の検討課題

- ASRゲルの化学組成分析のデータ収集
- 凍結防止剤の影響の評価
- 堆積岩系や変成岩系の事例の検討

現場視察、調査の際には担当課題教員、研修先企業の方、福井県土木部をはじめ、数多くの有識者の方々にご協力を頂きました。お世話になりました皆様に感謝の意を表します。

12