

福井県コンクリート診断士会  
設立 10 周年記念誌

—これまでのあゆみと記念講演会の記録—

平成 26 年 3 月

福井県コンクリート診断士会

## 設立 10 周年を迎えて

本年度、福井県コンクリート診断士会は、設立 10 周年の節目を迎えることができました。これもひとえに、関係各位の皆様や地域の皆様のあたたかいご支援とご協力の賜物と心より御礼申し上げます。

我々、福井県コンクリート診断士会は、平成 16 年 3 月、全国に先駆けて設立いたしました。設立時、わずか 13 名のコンクリート診断士でスタートしたこの会も、今や 90 名を擁するようになり、活動の範囲や規模も年々大きくなっています。

設立以来、我々はコンクリート診断士としての資質を高めるための研修会の開催をはじめ、地元自治体への技術支援やコンクリート診断士の受験者に対するセミナーの開催などを積極的に行ってきました。特に、地域との密接な連携を軸にした地域密着型の活動は、この会の大きな特長であり、地元自治体や大学で構成される橋梁長寿命化委員会への技術委員の派遣のほか、地元自治体向けの講習会への講師の派遣、自治体との合同での現場見学会の開催などを行い、地域に根差したネットワークを着実に育んできました。

設立からの 10 年を振り返ると、コンクリート構造物の維持管理を取り巻く環境は大きく変わりました。10 年前の設立当時も“これからは維持管理の時代”と言われてはいましたが、社会全体としての意識や関心はまだ希薄で、コンクリート構造物の老朽化に対する危機感もあまり感じられない状況でした。それがこの 10 年の間に、我が国でもコンクリート構造物の深刻な劣化や損傷が明らかになるような出来事が次々と起きています。特に、笹子トンネル天井板崩落事故では、尊い人命までもが失われ、我が国の社会インフラの維持管理がまさに喫緊の課題であることが市民にも広く理解されるようになりました。また、東日本大震災においても、コンクリートが人の命を守るために必要不可欠な基幹材料であることや、コンクリートの性能を保持するための維持管理が重要であることも広く知られるようになりました。この 10 年で、コンクリート診断士やコンクリート診断士会に対する期待や関心も寄せられるようになり、我々が果たすべき社会的役割や責任も極めて大きくなっています。

我々が活動を行なう福井県をはじめとする北陸地区では、コンクリート構造物を取り巻く自然環境が非常に厳しく、劣化の状況も他の地域と比べて深刻な状況にあります。この地域特有の技術的な課題も数多く存在しており、コンクリート構造物を適切に維持管理していくためには、この地域の特性を十分に理解したうえで維持管理に取り組むことが求められています。この地域のコンクリート構造物の維持管理は、地域のことをよく知るコンクリート診断士が中心となって担っていかなければなりません。これからも、この 10 年の活動で得られた地域からの信頼のネットワークを大事にしながら、地域のコンクリート構造物の維持管理に貢献していく決意です。

これまで本会の活動に関わっていただいた全ての皆様に心より感謝申し上げます。

平成 26 年 3 月

福井県コンクリート診断士会  
会長 石川 裕夏

# 福井県コンクリート診断士会のこれまでのあゆみ

## 沿革

### 平成 16 年度

- ・ 福井県コンクリート診断士会が設立  
(平成 16 年 3 月 26 日 設立総会)
- ・ 正会員 13 名、賛助会員 (法人) 5 社で、  
本会の活動をスタート
- ・ リーフレットを作成、配布
- ・ 外部講師の招聘による研修会を初めて開催  
(平成 17 年 3 月 15 日、講師：金沢工業大学 宮里 心一 助教授\*) ※当時



設立総会(平成 16 年 3 月 26 日)

### 平成 17 年度

- ・ 会員以外も参加可能なオープンセミナーを初めて開催  
(平成 18 年 2 月 24 日、講師：金沢大学 鳥居 和之 教授)



第 1 回オープンセミナー(講師：鳥居和之教授)  
(平成 18 年 2 月 24 日)

### 平成 18 年度

- ・ 「橋梁定期点検マニュアル」作成委員会 (福井県) に  
委員を派遣

### 平成 19 年度

- ・ ホームページの開設 (URL : <http://www.fcd.gr.jp/>)
- ・ 凍結防止剤による劣化構造物の実態調査委員会 (土木学会) に委員を派遣
- ・ 公共構造物品質コンテスト (国土交通省近畿地方整備局) の審査員を派遣
- ・ 全国のコンクリート診断士会による意見交換会を福井にて開催  
(東京、静岡、石川、富山、島根、福井のコンクリート診断士会が福井に集う)

### 平成 20 年度

- ・ 福井県橋梁長寿命化修繕計画策定委員会・橋梁塩害対策検討会に委員を派遣
- ・ 敦賀市橋梁長寿命化計画策定委員会に委員を派遣
- ・ 凍結防止剤による劣化を受けた構造物の維持管理対策検討委員会 (土木学会) に委員を派遣



全国のコンクリート診断士会の意見交換会  
(平成 20 年 2 月 28 日)

## 平成 21 年度

- ・コンクリート診断士受験対策セミナーの開催、講師を派遣（～現在、毎年開催）
- ・寒冷積雪地域における複合劣化を想定したコンクリート構造物の調査・診断委員会（土木学会）に委員を派遣
- ・橋梁長寿命化修繕計画策定委員会（福井市）に委員を派遣

## 平成 22 年度

- ・日本コンクリート診断士会に参画、理事を派遣（～現在）
- ・福井県内自治体職員向けの研修会（土木技術特別研修、福井県土木部）に講師を派遣（～現在、隔年開催）
- ・会員活性化のための活動費用助成事業（JCI 中部支部）に北陸三県コンクリート診断士会による連携推進事業が採択される
- ・産学官による北陸三県コンクリート診断士会の連携推進事業を展開（～平成 23 年度）
- ・橋梁長寿命化修繕計画策定委員会（鯖江市）に委員を派遣
- ・フクイ建設技術フェア（福井県技術公社）へのブースの出展（～現在、毎年出展）

## 平成 23 年度

- ・福井県内自治体職員向けの現場研修（橋梁点検研修、福井県土木部）へ講師を派遣（～現在、毎年開催）
- ・橋の老朽化対策研究会との協働セミナーを開催
- ・橋梁長寿命化修繕計画策定委員会（大野市、若狭町、美浜町）に委員を派遣
- ・「北陸三県コンクリート診断士会の技術的課題およびこれからの役割」に関する冊子の発行



自治体職員向けの現場研修会  
（平成 23 年 6 月 13 日）

## 平成 24 年度

- ・新しいパンフレットの作成、配布
- ・橋梁長寿命化修繕計画策定委員会（小浜市、勝山市、あわら市、越前市、越前町、おおい町）に委員を派遣
- ・「コンクリート火災後対応マニュアル（福井県土木部）」の監修

## 平成 25 年度

- ・これまでの研修会の開催が 50 回を突破
- ・コンクリート診断士の登録者数（都道府県別人口あたり）が全国 1 位に
- ・橋梁長寿命化修繕計画策定委員会（坂井市、池田町、南越前町）に委員を派遣
- ・設立 10 周年記念講演会および記念パーティーを開催
- ・正会員 90 名、賛助会員（個人）3 名、賛助会員（法人）19 社に（平成 26 年 3 月 31 日現在）

## 研 修 会

---

### 現場見学会

補修・補強工事の状況やコンクリート構造物の劣化の現状などを見学。

現場を直接見ることで、この地域で生じている劣化の状況を把握するとともに、補修・補強工事の留意点などの理解を深めてきた。



北陸自動車道 手取川橋補強工事 現場見学会  
(平成 18 年 10 月 5 日)



小丹生橋電気防食工事 現場見学会  
(平成 23 年 10 月 4 日)

#### <現場見学会の開催実績>

- ・北陸自動車道 親不知海岸高架橋補修工事 現場見学会 (平成 17 年 7 月 26 日)
- ・北陸自動車道 手取川橋補強工事 現場見学会 (平成 18 年 10 月 5 日)
- ・塩害による劣化が生じた橋梁の視察 (平成 20 年 11 月 12 日)
- ・北陸自動車道 平瀬川橋橋梁補強工事 現場見学会 (平成 21 年 10 月 15 日)
- ・北陸自動車道 福井管内コンクリート構造物補修工事 現場見学会 (平成 21 年 10 月 15 日)
- ・青戸の大橋電気防食工事 現場見学会 (平成 22 年 11 月 17 日)
- ・久喜津橋橋梁補修工事 現場見学会 (平成 23 年 3 月 1 日)
- ・小丹生橋電気防食工事 現場見学会 (平成 23 年 10 月 4 日)
- ・午房ヶ平ロックシェッド電気防食工事 現場見学会 (平成 23 年 10 月 12 日)
- ・今泉大橋橋梁補修工事 現場見学会 (平成 24 年 1 月 24 日)
- ・向東洞橋床版コンクリート撤去工事 現場見学会 (平成 24 年 9 月 7 日)
- ・河野大橋電気防食工事 現場見学会 (平成 24 年 9 月 28 日)
- ・子馬巣谷橋橋梁補修工事 現場見学会 (平成 25 年 8 月 20 日)
- ・国道 8 号新武生トンネル補修工事 現場見学会 (平成 25 年 10 月 12 日)
- ・ASR 劣化構造物の現状視察および十郷橋の視察 (平成 26 年 2 月 21 日)

## オープンセミナー

会員以外の方も参加可能なオープン形式のセミナー。

著名な講師を招き、コンクリート構造物の維持管理を学ぶ目的で平成 17 年度から毎年開催。



十河茂幸氏によるご講演  
(平成 21 年 2 月 19 日)



藤井聡氏によるご講演  
(平成 23 年 3 月 8 日)

### <オープンセミナーの開催実績>

- ・平成 17 年度コンクリート診断技術セミナー（平成 18 年 2 月 24 日）  
「北陸地方における ASR の現状とその対策」 講師：金沢大学 鳥居 和之 氏
- ・平成 18 年度コンクリート診断技術セミナー（平成 19 年 2 月 16 日）  
「北陸地方におけるコンクリート構造物の劣化の現状及びその対策」  
講師：株式会社クエストエンジニア 青山 實伸 氏
- ・平成 19 年度コンクリート診断技術セミナー（平成 20 年 2 月 18 日）  
「アルカリ骨材反応による劣化構造物の事例とその対策」 講師：金沢大学 久保 善司 氏
- ・平成 20 年度コンクリート診断技術セミナー（平成 21 年 2 月 19 日）  
「良いコンクリート構造物を後世に残すために」 講師：株式会社大林組 十河 茂幸 氏
- ・平成 21 年度コンクリート診断技術セミナー（平成 22 年 2 月 25 日）  
「コンクリート劣化のメカニズム、補修・補強工法と材料の選定について」  
講師：電気化学工業株式会社 安藤 哲也 氏  
「コンクリート構造物の長寿命化に向けて」 講師：福井大学 磯 雅人 氏
- ・平成 22 年度コンクリート診断技術セミナー（平成 23 年 3 月 8 日）  
「長寿命化コンクリート ELEN とこれからの維持管理のあり方」  
講師：鹿島建設株式会社 横関 康祐 氏  
「インフラの維持・更新の意義 ～人のためにこそコンクリートを～」 講師：京都大学 藤井 聡 氏
- ・平成 23 年度コンクリート診断技術セミナー（平成 24 年 3 月 9 日）  
「東日本大震災によるコンクリート構造物の被害報告とこれからの維持管理」  
講師：独立行政法人土木研究所 木村 嘉富 氏
- ・平成 24 年度コンクリート診断技術セミナー（平成 25 年 2 月 25 日）  
「歴史的建造物を中心とするコンクリート系構造物の調査・診断・補修」  
講師：NPO 法人コンクリート技術支援機構 谷川 恭雄 氏
- ・平成 25 年度コンクリート診断技術セミナー（平成 26 年 3 月 12 日）  
「コンクリート構造物のシナリオデザインとは」 講師：京都大学 宮川 豊章 氏



## 技術交流会

会員によるコンクリート構造物の診断事例や診断経験の発表会。

現場の情報を共有するとともに、会員同士の技術交流を図ることを目的に平成 18 年度から毎年開催。過去 8 回の開催で、延べ 44 名が発表を行った。



平成 19 年度技術交流会  
(平成 19 年 10 月 25 日)



平成 23 年度技術交流会  
(平成 23 年 10 月 28 日)

## 非破壊検査研修会

日々進歩する非破壊検査技術の習得および実習を目的に開催。



非破壊検査研修会（基礎編）  
(平成 16 年 12 月 1 日)



非破壊検査研修会（コンクリート内部の可視化編）  
(平成 20 年 11 月 26 日)

### <非破壊検査研修会の開催実績>

- ・非破壊検査研修会（基礎編）（平成 16 年 12 月 1 日）
- ・非破壊検査研修会（IT 編）（平成 17 年 10 月 27 日）
- ・非破壊検査研修会（鉄筋探査編）（平成 18 年 12 月 8 日）
- ・非破壊検査研修会（超音波法・衝撃弾性波法、ひび割れ計測編）（平成 19 年 11 月 29 日）
- ・非破壊検査研修会（コンクリート内部の可視化編）（平成 20 年 11 月 26 日）

## 北陸三県のコンクリート診断士会による合同フォーラム

JCI 中部支部による活動助成事業（北陸三県コンクリート診断士会による連携推進事業）として、石川県コンクリート診断士会および富山県コンクリート診断士会と合同でフォーラムを開催。



コンクリート構造物の調査・診断技術向上に関する  
フォーラム  
(平成 23 年 8 月 26 日)



コンクリート診断士のこれからの役割を考える  
フォーラム  
(平成 23 年 11 月 25 日)

<合同フォーラムの開催実績>

- ・コンクリート構造物の調査・診断技術の向上に関するフォーラム（平成 23 年 8 月 26 日）
- ・コンクリート診断士のこれからの役割を考えるフォーラム（平成 23 年 11 月 25 日）

## その他の研修会

EPMA の実習研修やセメント工場見学、その他の座学セミナーなどを開催。



EPMA 研修会  
(平成 17 年 12 月 8 日)



セメント工場見学会  
(平成 21 年 11 月 17 日)

<その他の研修会の開催実績>

- ・診断報告書の作成手順に関する研修会（平成 17 年 3 月 15 日）  
講師：金沢工業大学 宮里 心一 氏
- ・EPMA 研修会（平成 17 年 12 月 8 日&12 月 13 日）  
講師：財団法人若狭湾エネルギー研究センター 永友 仁郎 氏
- ・土木コンクリート構造物の不具合事例に関する研修会 vol.1（平成 18 年 5 月 16 日）  
講師：飛島建設株式会社 笠井 和弘 氏



- ・橋梁定期点検マニュアルの運用に関する研修会（平成 19 年 5 月 23 日）  
講師：財団法人福井県建設技術公社 山木 忠嘉 氏
- ・セメント系補修・補強材料に関する研修会（平成 19 年 9 月 6 日）  
講師：社団法人セメント協会 村瀬 欣伸 氏 ほか
- ・土木コンクリート構造物の不具合事例に関する研修会 vol.2（平成 20 年 5 月 22 日）  
講師：飛鳥建設株式会社 笠井 和弘 氏
- ・ひび割れ注入工法・亜硝酸リチウムによる補修工法に関する研修会（平成 20 年 7 月 16 日）  
講師：ASR リチウム工法協会 江良 和徳 氏 ほか
- ・最新技術によるコンクリートのひび割れ対策の研修会（平成 21 年 5 月 28 日）  
講師：太平洋マテリアル株式会社 鈴木 雄次 氏 ほか
- ・セメント工場見学会および補修工法の新技術に関する研修会（平成 21 年 11 月 17 日）  
講師：敦賀セメント株式会社 中野 薫 氏 ほか
- ・下水道施設におけるコンクリート構造物の腐食と防食技術に関する研修会（平成 22 年 6 月 2 日）  
講師：宇部興産株式会社 岡田 由紀彦 氏 ほか
- ・コンクリート構造物の維持管理に関する最新の動向に関する研修会（平成 23 年 6 月 3 日）  
講師：金沢工業大学 宮里 心一 氏 ほか
- ・地震被害が発生する構造物と地盤の特徴・鋼橋の維持管理に関する研修会（平成 24 年 6 月 14 日）  
講師：福井工業高等専門学校 吉田 雅穂 氏 ほか
- ・東日本大震災とこれからのコンクリート技術に関する研修会（平成 24 年 11 月 30 日）  
講師：財団法人国土技術研究センター 大石 久和 氏 ほか
- ・名古屋大学ニューブリッジ（N2U-BRIDGE）見学会（平成 25 年 4 月 26 日）  
講師：名古屋大学 中村 光 氏 ほか
- ・高速道路の現状とこれからの維持管理に関する研修会（平成 25 年 6 月 7 日）  
講師：株式会社高速道路総合技術研究所 青木 圭一 氏



東日本大震災とこれからのコンクリート技術  
に関する研修会(大石久和氏による基調講演)  
(平成 24 年 11 月 30 日)



名古屋大学ニューブリッジ(N2U-BRIDGE)見学会  
(平成 25 年 4 月 26 日)

## 地元自治体や他団体・他機関に対する支援・協働事業

### 橋梁長寿命化修繕計画策定委員会など、技術関連委員会への委員の派遣

福井県内市町の橋梁長寿命化修繕計画策定委員会など、技術委員会に延べ 18 名を委員として派遣。



福井県橋梁長寿命化修繕計画策定委員会  
(平成 20 年 10 月 30 日)



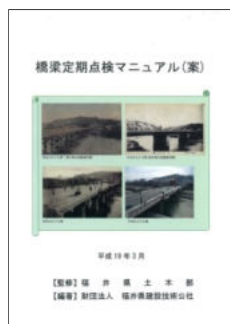
橋梁長寿命化修繕計画策定委員会(越前町)  
(平成 24 年 11 月 21 日)

#### <自治体所轄の技術関連委員会への派遣実績>

- ・ 福井県橋梁長寿命化修繕計画策定委員会 (平成 20～25 年度)
- ・ 福井県橋梁塩害対策検討会 (平成 20 年度)
- ・ 敦賀市橋梁長寿命化計画策定委員会 (平成 20 年度)
- ・ 橋梁長寿命化修繕計画策定委員会 (福井市) (平成 21 年度)
- ・ 河野大橋補修・維持管理計画検討会 (平成 22 年度)
- ・ 橋梁長寿命化修繕計画策定委員会 (鯖江市) (平成 22 年度)
- ・ 橋梁長寿命化修繕計画策定委員会 (大野市・若狭町・美浜町) (平成 23 年度)
- ・ 橋梁長寿命化修繕計画策定委員会 (小浜市・勝山市・あわら市・越前市・越前町・おおい町)  
(平成 24 年度)
- ・ 橋梁長寿命化修繕計画策定委員会 (坂井市・池田町・南越前町) (平成 25 年度)

### 地元自治体のマニュアル作成への協力

「橋梁定期点検マニュアル(案)」など、各種マニュアル作成への協力。



作成委員会名		
(敬称略、役職は平成 18 年 7 月委員会設置時)		
委員長	笠松 泰夫	(財)福井県建設技術公社 理事長
副委員長	武田 雅行	福井県土木部道路保全課 課長
委員	和田 実	国土交通省近畿地方整備局近畿技術事務所 副所長
委員	曾田 知	国土交通省近畿地方整備局福井河川国道事務所 副所長
委員	岩本 喜洋	福井県福井土木事務所 企画主査
委員	平井 學	福井県コンクリート診断士会 監事

#### <自治体の各種マニュアル作成への協力実績>

- ・ 「橋梁定期点検マニュアル(福井県土木部)」の策定協力(平成 18 年度)
- ・ 「コンクリート火災後対応マニュアル(福井県土木部)」の策定協力(平成 24 年度)

## 地元自治体職員の講習会への協力

福井県および県内市町自治体職員向けの講習会に講師を派遣。



コンクリート構造物の品質確保研修(福井県)への講師の派遣  
(平成 22 年 7 月 30 日)



橋梁点検研修(福井県)への講師の派遣  
(平成 25 年 6 月 3 日)

### <講師派遣などの協力実績>

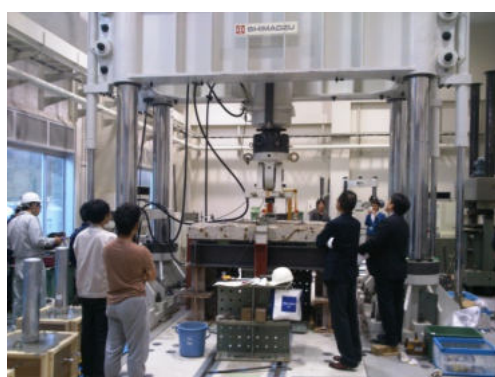
- ・コンクリート構造物の品質確保研修（福井県土木部）の後援および講師の派遣（平成 22 年 7 月 30 日）
- ・土木技術専門研修基礎講座（福井県土木部）への講師の派遣（平成 23 年 3 月 17 日）
- ・橋梁点検研修（福井県土木部）への講師の派遣（平成 23 年 6 月 13 日）
- ・石川県コンクリート研修講習会（石川県土木部）への講師の派遣（平成 23 年 12 月 2 日）
- ・橋梁点検研修（福井県土木部）への講師の派遣（平成 24 年 6 月 8 日）
- ・土木技術専門研修基礎講座（福井県土木部）への講師の派遣（平成 24 年 12 月 14 日）
- ・橋梁点検研修（福井県土木部）への講師の派遣（平成 25 年 6 月 3 日）

## 他団体・他機関への支援・協力

他団体や他機関、学会と積極的な連携や協力を実施。



橋の老朽化対策研究会との共催セミナー  
(平成 24 年 1 月 27 日)



床版劣化の実態調査委員会での実験  
(平成 24 年 11 月 12 日)

### <土木学会中部支部の技術委員会への委員の派遣実績>

- ・北陸地方における凍結防止材による劣化を受けた構造物の実態調査委員会（平成 19～20 年度）
- ・寒冷積雪地域における複合劣化を想定したコンクリート構造物の調査・診断委員会（平成 21～23 年度）
- ・ASR と輪荷重の複合作用による床版劣化の実態調査委員会（平成 24～26 年度）



<国土交通省近畿地方整備局への協力実績>

- ・公共構造物品質コンテスト（コンクリート構造物部門）現場審査員の派遣（平成19～20年度）

<他団体との協働の実績>

- ・橋の老朽化対策研究会との共催による橋の長寿命化セミナーの開催（平成24年1月27日）

### 日本コンクリート診断士会への加盟および連携

日本コンクリート診断士会への加盟および理事を派遣。



日本コンクリート診断士会 設立総会への参画  
(平成22年7月23日)



日本コンクリート診断士会 理事の紹介  
(平成24年5月29日)

### 他地区のコンクリート診断士会との交流・意見交換

他地区のコンクリート診断士会の行事への参画および意見交換を実施。



東京コンクリート診断士会 設立総会への参画  
(平成17年11月11日)



各地区コンクリート診断士会による  
パネルディスカッションへの参画  
(平成21年2月26日)

<他地区のコンクリート診断士会との交流実績>

- ・東京コンクリート診断士会の設立総会への参画（平成17年11月11日）
- ・静岡コンクリート診断士会の設立総会への参画（平成18年12月16日）
- ・石川県コンクリート診断士会の設立総会への参画（平成18年6月30日）
- ・富山県コンクリート診断士会の設立総会への参画（平成19年7月14日）
- ・各地区のコンクリート診断士会の代表による意見交換会を福井で開催（平成20年2月28日）
- ・各地区のコンクリート診断士会の代表によるパネルディスカッションへの参加（平成21年2月26日）

## コンクリート診断士の受験者に対する支援

### コンクリート診断士の受験対策セミナーの開催

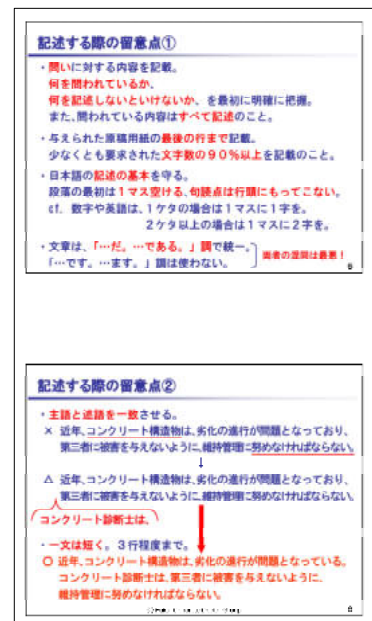
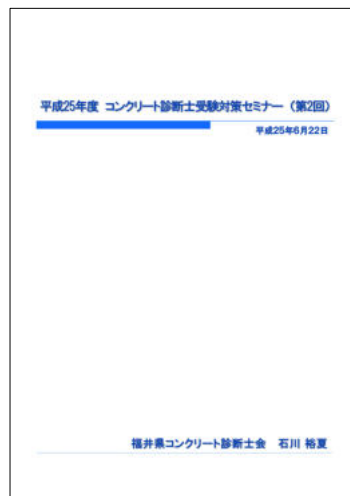
(公財) 福井県建設技術公社との共催による受験対策セミナーを平成 21 年度から開催。  
このセミナーの受講生のから、多くのコンクリート診断士が誕生した。



コンクリート診断士受験対策セミナー(四択対策)  
(平成 22 年 6 月 12 日)



コンクリート診断士受験対策セミナー(論文対策)  
(平成 23 年 7 月 16 日)



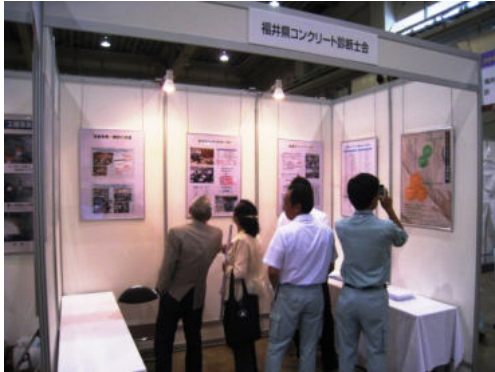
解説用のテキスト



## 広報活動

### フクイ建設技術フェアへのブースを出展

建設技術フェア実行委員会が主催するフクイ建設技術フェアに平成 22 年度から出展。福井県コンクリート診断士会の活動や取り組みをパネルやポスターなどで紹介してきた。



フクイ建設技術フェアへのブースの出展  
(平成 22 年 9 月 29 日)



フクイ建設技術フェアでの掲示ポスター

### 福井県コンクリート診断士会のパンフレットの作成や冊子の発行、ホームページの運用

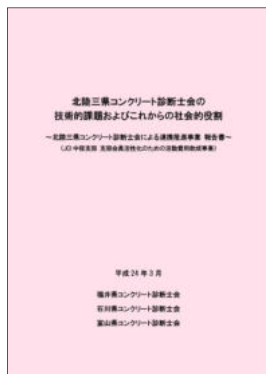
福井県コンクリート診断士会の活動内容等が記されたパンフレットを作成し配布。コンクリート診断士や維持管理に関する冊子の発行やホームページの運用も行ってきた。



リーフレット(平成 16 年度作成)



パンフレット(平成 24 年度作成)



北陸三県コンクリート診断士会の技術的課題およびこれからの社会的役割に関する冊子(平成 24 年 3 月)



ホームページ(トップページ)

## 設立 10 周年記念講演会 (平成 25 年 11 月 22 日開催)

### 記念講演会 第 I 部

#### 「北陸地方における ASR の現状と維持管理の最新技術」

講師：金沢大学 理工研究域 環境デザイン学系 教授 鳥居 和之 氏

##### 1. ASR の現状と課題

- ・ 1980 年頃に阪神地方や北陸地方において ASR が顕在化し、1980 年代後半には「ASR 抑制対策」が JIS で定められた。それから、20 年以上が経過するが、この ASR 抑制対策そのものの問題点や不完全さが明らかになってきている。
- ・ これまで ASR の発生マップを作成してきたが、北陸、関西、九州、四国、中国はもちろん、関東や東北でも ASR の発生が確認されている。その他の地域でも ASR の発生が確認されており、ASR は全国的な問題であることがわかってきた。
- ・ 日本は火山国であり、ほとんどの河川産の砂利や砂には安山岩、流紋岩といった火山岩系の砂利や砂が入ってくる。それが一定レベルになると ASR を引き起こすが、このような状況から、ASR は日本のどこでも発生するという認識でいてもらいたい。
- ・ ASR に関して、大きな問題となるのはオパール含有である。富山県の常願寺川や神通川の骨材にはオパールを含有しているが、この骨材は ASR を抑えることが非常に困難になる。
- ・ 骨材からも相当なアルカリが出てくる。特に、ガラスなどの変質した長石からは顕著である。ASR の抑制対策として、アルカリ総量を  $3\text{kg}/\text{m}^3$  以下にすべきとされているが、能登の安山岩や富山県の常願寺川産の骨材を使用すると  $0.5\text{kg}/\text{m}^3$  くらいのアルカリが骨材から供給される。このため、本来であればアルカリ総量の上限を  $2.5\text{kg}/\text{m}^3$  程度にすべきである。
- ・ ASR の反応性骨材を見るにあたっては、岩石鉱物的な特徴を押さえる必要がある。
- ・ 能登の安山岩には、ガラスが変質してモンモリロナイト化したものが存在する。このモンモリロナイトはアルカリを吸着するため、深刻な ASR を引き起こしているにも関わらずモルタルバー法で試験をしても膨張しないため反応性がわからないという厄介な問題を抱える。ただし、モルタルバー法の試験で、アルカリ量を今の 1.2% から 1.8%～2.4% に引き上げると途端に膨張が始まる特徴がある。
- ・ 福井県の南条のけい石は、 $1\sim 2\mu\text{m}$  程度の非常に小さい潜晶質石英が存在する。粗骨材として使う限りはほとんど問題ないが、細骨材として使う場合は細かい石英が直接アルカリ溶液と接するため ASR を起こす可能性がある。
- ・ アルカリ骨材反応性試験として、現在は化学法 (JIS A 1145) やモルタルバー法 (JIS A 1804) が用いられているが、これらは問題が多い。このような試験を行っているのは日本だけである。世界的な標準は、促進モルタルバー法 (ASTM C 1260) と促進コンクリートバー法 (RILEM AAR4) であり、これらを組み合わせて判断を行っている。



鳥居和之教授(金沢大学)による基調講演  
(平成 25 年 11 月 22 日)

- ・ JIS 改正の必要性についての提言を行っているが、なかなか実現しない。時間はかかるかもしれないが、今後、促進モルタルバー法と促進コンクリートバー法に移っていくと思われる。
- ・ オパールやクリストバライトといった反応性が極めて高い鉱物が含まれる常願寺川の砂利を用いて抑制効果の試験を行ったが、高炉スラグを 42% 混入したコンクリートでは、ASR による膨張を抑えることができなかった。その一方で、七尾大田火力発電所産の分級フライアッシュを用いたコンクリートでは、膨張を抑えることができた。
- ・ 偏光顕微鏡による観察の結果、フライアッシュを用いたコンクリートでは、ASR ゲルが生成していないことやひび割れも生じていないことが確認された。また、クリストバライトも反応せず、フライアッシュによって ASR を抑制できることがわかった。高炉スラグを用いたコンクリートについては、ASR ゲルが生成し、安山岩を貫通するひび割れも生じていた。
- ・ この ASR 抑制効果の違いは、組成の違いで生じるものである。フライアッシュおよび高炉スラグの周囲には 1~2 $\mu\text{m}$  の C-S-H の層ができるが、この層の Ca/Si 比は、フライアッシュで 0.88、高炉スラグは 1.47、普通ポルトランドセメントは 1.5~1.7 程度であった。Ca/Si 比が低ければ低いほど、ナトリウムやカリウムといったアルカリを取り込む特徴がある。Ca/Si 比の低いフライアッシュは、この層にアルカリを取り込み、ASR を起こすアルカリのレベルを下げるができる。一方、高炉スラグは、普通ポルトランドセメントと Ca/Si 比がほぼ同等で、アルカリを取り込むことができず、フライアッシュのような抑制効果をもたないと考えられる。
- ・ フライアッシュの反応領域は 1~2 $\mu\text{m}$  に過ぎない。フライアッシュの細かさとしリカガラスの量が ASR を抑制するうえで重要となる。

## 2. ASR の劣化構造物の維持管理の現状と課題

- ・ 海洋構造物は、海水中と海面上の気中とで、ASR による劣化の現象が異なる。沖縄の例では、海中部ではほとんどひび割れは生じず、海面上でひび割れが発生していた。これは、海水が上部に吸い上げられることで、上部のアルカリ濃度が高くなり ASR が促進されたと考えられる。逆に、海水中では、コンクリート中の細孔溶液のアルカリ濃度は海水と比較して高いためアルカリが海水に逃げてしまい、海中の構造体では ASR が抑制される。
- ・ ASR と凍結防止剤による塩害の複合的な劣化が増えている。ASR で生じたひび割れから凍結防止剤が浸透して鉄筋の腐食が生じるケースが多い。
- ・ ASR の調査では、コアの外観調査が最も重要である。「安山岩の特徴である黒っぽい石や少し灰色がかかった石のところにひび割れがあるか」、「石の周りにゲルができているか」、といったことがコアの外観調査のポイントである。
- ・ 圧縮強度と静弾性係数の関係を確認するのも比較的簡単な方法として有効である。その一方で、コアの残存膨張試験は判断を誤る場合も多く、むしろやらない方がよいと思われる。
- ・ 構造物の調査診断技術に関しては、全体的な高度な判断ができるコンサルタント、試験機関などの技術者を育てなければならない。技術者を育てるという点で、コンクリート診断士会の役割は極めて重要である。
- ・ 北陸三県には、ASR による劣化がいろいろとあるが、30 年経っても膨張が収束していない事例があることが最近わかってきた。そういった構造物に、従来と同じような対策、例えば、再塗装などを行っても再劣化が生じてしまう。塗装は塗り重ねができないことも多く、一度塗ってしまうと次の補修が非常に困難になる。ASR による劣化が生じた構造物に対しては、「塗るな」ということを申し上げたい。
- ・ ASR の補修は、大きなひび割れ部だけを注入して、経過観察を行うことが基本である。石川県

や北陸自動車道では、塗装は行わず、経過観察でデータを積み重ねていくという手法をとっている。

- ・ ASR が生じた構造物に対する補強は難しい。一方向に拘束をかけると、その拘束が効いていない方向に膨張が逃げる。また、鉄板で巻けば、巻いていない方向に膨張が逃げる。うまくいかない事例も多い。
- ・ ASR の補修・補強技術は未だ発展途上である。失敗例から正直に学ぶことが肝要である。

### 3. ASR によるコンクリートのひび割れと鉄筋破断の特徴

- ・ コンクリートと鋼材では、劣化の損傷形態が異なる。
- ・ 立山や白山山麓、この近辺では白峰の国道 157 号や国道 158 号周辺では、ASR と凍害の複合化も多い。これらは、ひと冬ごとに劣化が進むため、すぐに補修・補強を行うべきである。一方で、この地域の平野部では凍害はほとんど生じないと考えればよい。
- ・ 鉄筋破断については、当初は橋台で見つかったものであるが、今では橋脚の梁部、柱部、フーチング、トンネルの坑口など、多くのところで鉄筋破断が生じている。鉄筋破断のメカニズムのポイントは、鉄筋の材質と ASR の膨張の大きさである。
- ・ 北陸地方は ASR による鉄筋破断が圧倒的に多い地域である。その理由は、この地域で使われてきた電炉鉄筋の材質に不純物が多く、非常に脆かったためである。加えて、富山県や石川県の能登などでは、日本で一番大きな ASR 膨張を促すような骨材が使われてきたためである。
- ・ 能登有料道路の安津見橋では、せん断補強筋が全て破断している。また、徳田 2 号の橋梁の柱は、帯鉄筋が全て破断している。柱で破断している事例は、全国的にも多くない。橋脚の柱部材には非常に多くの鉄筋が配置されているため、相当な膨張を示すものでないと破断しないのである。
- ・ フーチングに関しては、鉄筋量が少ないため、膨張が生じると簡単に切れてしまう。ただ、これは地面を掘り下げないとわからないため、事例が表に出てこないだけである。フーチング上面でひび割れが出ている場合は、50cm 程度掘り下げて確認してほしい。ASR が数多く生じているこの地域では、このような意識をもってフーチングの維持管理に携わることが重要である。
- ・ 鉄筋破断は、鉄筋の曲げ加工部の内側に半月状の割れが元々あって、ここから放射状に一気に割れることが確認されている。最初に、曲げ加工部に初期亀裂が生じ、これがノッチ（欠陥）となる。ASR が働くことで引張応力が鉄筋に働き、それによって欠陥が徐々に進展していく。これと同時に、曲げ加工部が固く、脆くなり、その部分から一気に割れるというのが鉄筋破断のメカニズムである。
- ・ 高炉鉄筋というのは電炉鉄筋よりも品質が良いが、原子力発電所や超高層ビル、長大橋のような非常に重要な構造物のみで用いられる。我々が普段使っている電炉鉄筋というのは非常に脆いという認識が必要である。

### 4. ASR による劣化構造物の補修・補強技術

- ・ 阪神高速や山陽新幹線で生じた鉄筋破断は、元々、鉄筋が曲げ下げられていなかったり、定着が十分に取られていなかった、という施工不良も要因となっていた。残念ながら、昭和 40 年代後半から 50 年代にかけて造られた構造物には、このようなものも多い。ASR で怖いのは、必ず弱いところから膨張力が集中的に作用するということ。鉄筋の定着がなかった箇所や、曲げ下げられていない箇所に割れが生じてしまうのである。
- ・ 石川県では、PC 巻立てや RC による巻立てが行われている。川の中や橋脚が非常に大きいよう

な箇所では、このような工法も採用されている。

- ・フーチングの補強に関しては、まだよくわからない。フーチングのような大きな構造体にプレストレスを入れて締め付けられるのかという議論がある。
- ・タイのバンコクでは、日本が ODA で建設した橋脚で、非常に多くの ASR が生じている。タイの高速道路では、フーチングが全てむき出しになっており、雨季になるとフーチング上面に水が溜まるため、ASR による劣化が進行しやすい。今後の対応について、私は、「まずフーチングの劣化レベルを 3 段階くらいに区分してほしい」と伝えた。そのうえで、どのように対策を立てていくのかを今後 3~4 年で考える、ということになった。フーチングを直すのは非常に困難である。しかも、供用しながらできる工法は限られてしまう。徳田 2 号では、フーチングに大きなひび割れが入っていたので一体化するという目的で PC 鋼棒を入れている。この対応は非常に有効な方法だったと思われ、タイでもこの技術を提供してほしいとの話があった。
- ・悪い箇所を撤去するというのも良い方法である。構造体に影響を及ぼさない限り、とにかく撤去できる箇所は取り除くという考えである。能登有料道路の橋脚に関しては、打替えるという方針で臨んだ。打替えるにも、梁部分を全部打替えるということや張り出し部分のみを打替えるというケースが考えられ、鹿島橋では梁を全て打替えている。また、この橋は高さ 42m もの橋脚であるため柱部は鋼板巻立て工法を採用した。柱部は元々の ASR が残っているため、打替えた梁と柱を一体化するという意味で PC 鋼棒による締め付けを行っている。その後、モニタリングも行っているが、変状は出ておらず、大変うまくいった事例と思う。

## 5. 新たな深刻な ASR の問題提起

- ・東京の臨海副都心の PC 舗装版でも ASR による劣化が生じている。原因は、千葉県の上野とされているが、千葉県の山砂が悪いというわけではない。青森県から持ってきた粗い砂と千葉県の山砂を混合した結果、ペシマム反応を引き起こしたようである。偶然が重なって生じた ASR であるが、舗装版を打替える結果となった。
- ・北九州のモノレールでも ASR が生じている。ここで生じたのは、遅延型膨張を引き起こす ASR で、現行の化学法やモルタルバー法では無害と判定されてしまう例であった。
- ・石川県や富山県のホロータイプの中空プレテンション PC でも ASR が生じている。軸方向にひび割れが生じ、エフロッセンスが析出している箇所も確認された。こういった橋梁が出てきているのは、PC メーカーの方は分かっているはず。どこの工場で製造され、どういった骨材が使用されたかのデータを出してもらいたい。良い、悪いの判断は別にして、骨材の情報等をオープンにすべきである。このままでは、コンサルタンツの方が対応を誤る可能性もある。
- ・プレキャスト製品でも ASR が生じている。高炉セメントが用いられた製品でも ASR が生じており、高炉セメントは ASR に効果がない場合もあり得るということを示している。この製品の高炉スラグは 38%しか入っていなかったということもあり、ASR が生じたと考えられる。
- ・新潟駅の高架化事業では、フライアッシュコンクリートが用いられている。おそらく、ASR 抑制対策としてフライアッシュコンクリートを標準化した最初の事例である。フライアッシュの品質確保の観点で、七尾大田火力発電所の分級フライアッシュが使用され、20%の置換率を標準にして使用されている。現段階で、ひび割れの問題は出ておらず、ブリーディングも抑制できることが確認されている。新潟駅高架化事業では、今後 3~4 年かけて、11~12 万 m<sup>3</sup> のフライアッシュコンクリートが打設される予定であるが、この新潟のデータは、今後、福井県内の北陸新幹線工事でも役に立つものと思われる。



## 6. 福井県での ASR の事例

- ・ 福井県では、九頭竜川産の骨材を用いた構造物で ASR が生じている。勝山市にある滝波新橋では、鉄筋の破断が生じていた。また、PC の梁でも鉄筋が切れている事例があった。福井県では、反応性がそれほど大きくないということで鉄筋の破断が生じている事例は少ないが、勝山や大野で大きなひび割れが生じている場合は、はつり調査が必要となる。
- ・ 福井県では、九頭竜ダム周辺の国道 158 号線の橋梁をどうするかが大きな課題である。ここの橋梁の床版はかなり劣化が進んでいる。ASR のほか、凍害も生じており、損傷も大きい状況である。
- ・ 大野市、勝山市、福井市、坂井市、あわら市のすべてで ASR による劣化が生じている。これらは、九頭竜川産の骨材による ASR で、足羽川系の骨材による ASR はごくわずかである。日野川水系もほとんど ASR の問題はない。また、敦賀市や小浜市で用いられている今津産の骨材も反応性はないことが確認されている。
- ・ 九頭竜川産の骨材による ASR もフライアッシュを用いることで抑制が可能である。敦賀火力発電所産の分級フライアッシュで抑制が可能であることも確認できた。「地元骨材の ASR の抑制には、地元のフライアッシュを用いる」、この考え方を基本にこれからも研究をすすめていく。
- ・ 今日の講演のまとめとして、
  - ① 今後、福井県をはじめ、北陸では ASR 抑制対策として、フライアッシュを標準化すべきである。
  - ② 現行の ASR の試験方法は見直すべき。また、抑制対策も見直しが必要である。
  - ③ 失敗例を公表し、みんなで考えていく環境づくりが必要である。また、管理者の説明責任も重要である。ということを伝えたい。

「北陸地方における塩害の現状と維持管理の最新技術」

講師：金沢工業大学 環境・建築学部 環境土木工学科 教授 宮里 心一 氏

1. 構造物群に対する予防保全

- ・ 管理者には、一つの構造物ではなく複数のインフラ構造物、“構造物群”に対する予防保全が求められている。土木学会では、「材料劣化が生じるコンクリート構造物の維持管理優先度研究小委員会」を設け、塩害などで経年劣化が生じた構造物群に対して、点検や補修・補強の優先度を工学的に決めていくための研究を行っている。「事後保全」から「予防保全」への移行期であるからこそ生じる課題を整理することがこの委員会の命題である。
- ・ 社会的背景として、少子高齢化が進み、限界集落も多く存在するなか、全てのインフラを直していく時代ではない。半永久的ではなく、限られた予算で安全にコンクリート構造物を維持管理するシステムを構築する必要がある。
- ・ 技術者にとっても、今後、より多くの構造物を維持管理していかなければならない。構造物群のなかで、どれが最も危険で優先的に点検や補修・補強を行わなければならないかということを確認したうえで合理的に進めなければならない。
- ・ この委員会において、WG1 では、性能がどの程度のスピードで低下していくのかという観点で、作用強度と劣化速度に着目した研究を行っている。
- ・ WG2 は、構造性能を評価するグループである。これまでは材料劣化、例えば塩分が入るといようなことに着目して維持管理が行われてきたが、今後はその先の鉄筋腐食や腐食によって耐力が低下する現象まで考慮しなければならない。まさに、コンクリート構造物は何かを支える、あるいは上に載せるといことで構造性能が求められるが、その構造性能を評価しようというのが WG2 である。
- ・ WG3 では、点検のあり方を検討している。今の性能を把握したうえで、作用強度・劣化速度をどのように点検したらよいか、あるいは構造性能の評価を行うために点検でどのような情報が必要となるのかの検討を行っている。
- ・ WG4 では、これらすべてをまとめてシステム化を行おうということで、システムについて検討を行っている。
- ・ WG1 では、当然、時間に対して性能の低下が大きい構造物を優先的に点検すべきという考え方に立つ。飛来塩分を調査し、どこに立地した構造物の点検を優先するかを判断しようというものである。
- ・ 当大学では、八角形の高さ 20cm 程度の木でできた塩分捕集器を製作した。福井県の皆さんにも、この八面飛来塩分捕集器を 1 年間設置頂ける場所を提供頂きたい。この装置を設置することで、エリアごとの飛来塩分量を評価することができ、どこの構造物の維持管理を優先的に行うべきかの計画を立案することができるようになる。
- ・ WG2 は、グレードに基づく保有性能評価を行っている。技術者の多い鉄道事業者の例では、健全度 A の重大な危険状態から健全度 S の健全なものまでグレード評価をして維持管理を行って



宮里心一教授(金沢工業大学)による基調講演  
(平成 25 年 11 月 22 日)

いる。一方、地方自治体では、技術者が限られている場合も多く、身の丈に応じたグレーディングを行う必要がある。例えば、技術者のいない豊中市では、致命的な損傷のある橋梁を応急的に直すということで対応している。身の丈に応じたグレーディング、維持管理が必要である。

- PCはRCと比較して、ひび割れの発生から破壊に至るまでの耐力に余裕がない。PCの実用的な点検技術の確立を目指している。
- この委員会の活動をまとめると、1つ目は「作用環境や劣化速度の空間的分布に関する情報を、簡易・広範囲・定量的に取得できる信頼性の高い調査方法を確立すること」である。大規模な構造物群に対するスクリーニングにおいて、半定量的な構造性能評価方法、いわゆるグレーディングを確立して、身の丈にあった方法で構造物群の安全性が保てるようにすることがねらいである。これにより、管理者は支出の平準化および調査技術の効率化によるコストの縮減が図れると考える。

2つ目が「予防保全では、外観調査による診断が困難なため、非破壊調査を活用すること」である。予防保全となると、外観調査では、劣化も損傷も起きていない状態になるため、非破壊調査を活用する必要がある。予防保全の観点から、変状が顕在化する前の段階での非破壊調査、あるいは維持管理水準以下で変状の経時変化を把握するためのモニタリング手法の開発と運用が求められる。

最後が「トータルコストも考慮した新たな運用システムを確立すること」である。そのためには点検業務の大ロット化が必要になる。点検業務を個別依頼するのではなく、性能評価といった目的のために点検業務を大ロット化、あるいはその構造物のライフタイムを考慮した維持管理を行うための運用システム全体の構築が必要である。

- 構造物群に対する予防保全としては、将来的にも必要な構造物を選定し、対象部材の劣化や変状の程度を調査で明らかにする。かつ、その情報を入力値として今後の性能低下を予測し、供用期間中は要求性能を下回らないような対策を実施することが予防保全として必要になる。今後は、この様にシフトしていくべき。また、材料劣化に関する性能のみならず、材料劣化に起因した力学性能にも着目すべきである。

## 2. 日本各地、各国の塩害

- 日本各地で特徴的な塩害がみられる。青森県の昭和7年に架設された橋梁では、塩害と凍害の複合劣化が生じ、昨年度、撤去された。この地域では、北陸と比較しても、激しい凍害が生じており、梁はスケーリングおよびひび割れが生じて壊れて薄くなっているほか、桁高さも低くなっている。中の鉄筋も露出して腐食した状況にあった。
- 沖縄県は、高温多湿といった環境が塩害を促進している。数年前には、辺野喜橋という橋が落橋した。耐候性鋼を用いていたが、落橋する1年前の状況で、桁に穴が開いた状態にあった。近くにある電話ボックスなども、海からの飛来塩分により腐食しており、構造物にとって非常に厳しい環境下であった。
- スイスでは、軽微な劣化の段階で補修してしまう。補修方法も本格的で、高速道路を片側通行止めにして行ってしまう。日本では、インターチェンジとか料金所単位で通行止めにして道路の切廻しを行うのが通常であるが、スイスの場合、すぐ脇の国道に、無理やり通行車両を降ろしてしまう。このように、軽微な補修であっても、大掛かりな手法を用いて維持管理を行っている。
- スイスでも今から30年前、トンネル内の床版の塩害によってトラックが転落して大事故になったとのこと。スイスではこの大きな事故をきっかけにコンクリート構造物の維持管理の重要性

を技術者が市民に積極的に説明して、それを一般市民が理解してくれたようである。トンネルを通行止めにしてでも補修をするという行為は、国民の十分な理解が得られている結果だとも思われる。スイスでは、予防保全が主ということで、劣化を補修するための維持管理費と建設費が同額くらいになっている。補修費・維持管理費がスイス国民 1 人当たりの負担で 5 万円程度になるとのことで、日本よりも進んだ段階にある。日本もスイス同様、予防保全にシフトしていかなければならないと感じた。

- 一方、東南アジアの維持管理後進国であるスリランカは、英国支配下の時代に主要な国道ができたようであるが、その後の維持管理が全くなされていなかったため、劣化が激しい橋梁上を、日本では考えられないような超過積載のトラックが平気で走行している状況にある。現在、東南アジアは、急速に道路建設を進めているが、古い道路の維持管理も重要になってくると感じた。

### 3. 予防保全のためのモニタリング

- 鉄筋の電位を測るという行為は、定性的な値は判明するが、一概に鉄筋の腐食がどれくらいのスピードで進んでいるかはわからない。このため、従来は、はつり取って中の鉄筋を確認していた。それに対して、腐食速度を測定して時間積分により腐食量の算出ができれば、鉄筋がどれくらいやせ細ったものなのかを定量的に計ることができる。はつり取らずに、低规格的な測定で非破壊試験が行えれば汎用性も高まる。構造物の供用を停止しないためには、非破壊試験の活用が重要となる。
- 鉄筋コンクリートの鉄筋表面には不動態皮膜、あるいは電気二重層と呼ばれる薄い膜がある。この部分は分極抵抗と呼ばれる抵抗を持っている。コンクリートも電気を流すため、電気回路の抵抗に置き換えることができる。コンクリートを抵抗として構成することで電気回路として成り立つ。境界条件として、非破壊試験で測れば鉄筋表面の電位の測定ができるため、回路が形成される。解析モデルの基本式としては、オームの法則とキルヒホッフの法則を用いる。これらの式から、マクロセルの腐食電流が解析できると考えた。
- これについて、供試体を用いて検証を行った。無抵抗電流計を鉄筋と鉄筋の間に挟みこんで、無抵抗電流計から実際の腐食電流を拾えば真のマクロセル腐食電流が測れるであろうということで比較実験を行った。検証の結果、断面修復した後に部材が再劣化していることが再現できており、大きな腐食電流になっていることが確認できた。供試体レベルでは予防保全を行うためのモニタリングができた。
- このモニタリングはある瞬間の値であるため、連続測定による検証も行う必要がある。モニタリングシステム ver.1 として行ったのは、長期連続測定が可能な腐食モニターとひび割れを有する供試体の各箇所、リード線をはんだ付けした対極板を用いる方法である。この対極板とコンクリートの接着をよくして電気を流しやすいように濡らしたティッシュを間に挟めて測定したところ、最初のうちはそれぞれ電位とか分極抵抗とか値が取れるが、数日するとエラーとなり測定ができなくなってしまった。問題点を調べた結果、この対極板が短時間に錆びてしまっている、かつ、この濡れたティッシュも時間経過により乾いてしまう、そうなるとう電気抵抗が高くなって電気を流さなくなってエラーとなり測定不可になっていたことがわかった。
- モニタリングシステム ver.2 では、鉄より錆びにくい銅を用いた対極板を用いた。また、濡れたティッシュの代わりには、おむつに用いられている保湿性の高い乾燥ハイドロゲルを用いた。得られた測定値と電位、分極抵抗およびコンクリート抵抗値を入れて解析すると、腐食が確認できた。実験室の中では温度 40℃から 20℃、0℃に変えたり、湿度 95%、60%、あるいはそれ

以下に変えるなどしても、腐食電流を解析し続けられることができた。

- ・ 次は精度の確認を行った。無抵抗電流計で鉄筋と鉄筋の間の腐食電流を測る方法と比較したところ、10時間程度の測定結果であるが、無抵抗電流計で腐食電流を取り、気温を上げると腐食速度が速くなる、逆に気温を低くすると速度が遅くなることがわかった。それに対して、今回の非破壊試験のモニタリングの方法で検証してみると、気温に追従している形になった。具体的に横軸に無抵抗電流計で測れた腐食速度、縦軸にモニタリングで推定された腐食速度をプロットしてみると、概ね良好な結果を得られた。
- ・ 実際の構造物についても、七尾の棧橋で露出していた鉄筋に機械をセットして、冬・春・夏・秋にそれぞれ2週間ずつ測定してみたところ、1年間を通じて、腐食速度を測ることができた。同様に、北陸道のある橋梁でも、この中の主鉄筋の腐食速度を調べてみたところ、1年間連続して測定することができた。これらにより、実構造物への適用も可能であることが証明された。
- ・ さらに実用化に向けた新たな方法として、腐食速度を連続的にモニタリングするのではなく、数年ごとに測定して、気温で補間するという方法も考えている。これは、コンクリート内部の温度を気温から推定した後、アレニウスの法則に基づいて鉄筋の腐食速度を推定するというものである。モルタルを用いた実験の結果、モルタルの内部温度および腐食速度の推定値と実測値が精度よく合っていることが確認された。湿度の影響を無視すれば腐食速度は気温から推定できると思われる。
- ・ これを実用化することで、鉄筋の腐食量が推定できるほか、何年後か先の鉄筋の状態についても推定が可能となり、構造物への影響、あるいは腐食ひび割れの発生なども予測することができるため、補修すべきタイミングを決定することができる。つまりは予防保全の維持管理に繋ぐことができる。
- ・ 実用化に向けた最も単純な測定方法としては、2週間ごとに午前10時に測定することが有効であると確認され、この方法を予防保全に活用できないかと考える。

#### 4. フライアッシュによる長寿命化

- ・ 福井県生コンクリート工業組合で調査された普通ポルトランドセメント、高炉セメントB種、普通セメントに対して置換率15%のフライアッシュコンクリートについて、91日間水中養生したのち、電気泳動法という土木学会のG 571という試験方法を用いて、塩分の流れやすさ、浸透しやすさを測定し、見掛けの拡散係数を求めた。
- ・ 海岸から500mの位置に、鉄筋かぶり5cmの構造物を建てた例で比較を行ってみた。九頭竜川産骨材を用いたコンクリートの見かけの拡散係数を使ってみると、普通ポルトランドセメントの場合、29年目に、鉄筋かぶり部の塩化物イオン濃度が $1.2\text{kg/m}^3$ となり腐食が始まる結果になった。また、高炉セメントならば、耐塩性が高いため、38年経ったところで腐食が始まる結果となった。ところが、フライアッシュコンクリートは、56年まで腐食が始まらないということが試算で求められた。これが、フライアッシュコンクリートによる塩害対策のメリットとなる。
- ・ ライフサイクルコストについても、試算した。

潜伏期の調査は、1年ごとに外観調査・目視調査を行い、変状がないことを調べることにする。ただし、5年に1回ほどどこまで塩化物イオンが侵入しているか、その量がどのくらいの量なのかを調べ、点検費用は、外観・目視調査は280円/m<sup>2</sup>。塩化物イオン量は25m<sup>2</sup>に1箇所測ったとして、1箇所あたりで22,000円と設定した。

進展期は、目視あるいは浮きや剥離の叩き点検を毎年することとして、年間500円/m<sup>2</sup>かかるとする。また、鉄筋の腐食がどれくらい進んでいるかを5年に1回調査するものとして、自然電



位測定が 5,900 円/m<sup>2</sup>かかるとした。

加速期に入ると、腐食でひび割れが生じてくるので、目視でのひび割れ観察を毎年、耐力試験は 5 年おきに実施することとする。これは 1 橋 1 桁で 250,000 円とする。

このコンセプトは、安全・安心を確保するためのものであり、潜伏期の場合は安価な点検でなんとかなるだろうということと、危険な状態まで来ってしまうと少しお金がかかるが、点検頻度を多くしてあげましょうというようなコンセプトである。

このことを今回の福井県の例に当てはめて計算してみたところ、九頭竜川産の骨材を用いた普通ポルトランドセメントのコンクリートだと 29 年で腐食が始まるため、ここからは進展期として、自然電位を測定したり、叩き点検を行うことから、点検費用が徐々に高くなる。

それに対して九頭竜川産の骨材でフライアッシュを混和したコンクリートでは、55 年まで腐食が始まらないため、それまでは軽度な点検で済む。これにより、点検費用を大きく抑えられることがわかる。これらの結果からも、安価な維持管理を実現するためにはフライアッシュを使うのがよいかと考える。

・今日の講演のまとめとして、

- ① 今後は事後保全ではなく予防保全的に維持管理していくことが、塩害対策の考え方では有効である。
- ② 外見上の劣化が生じていない段階で予防保全を行うためには、非破壊検査でのモニタリングが重要である。
- ③ 今は、塩分浸透だけではなく、腐食まで含めたモニタリングも可能になりつつある。
- ④ フライアッシュは塩害対策としても非常に有効で、フライアッシュを用いることは建造当初から予防保全につながる手段であり、コスト縮減も可能である。

ということを伝えたい。

## 設立 10 周年記念表彰

### 感謝状

設立 10 周年にあわせて、本会の設立および本会の発展に大きく貢献された以下の 2 名の方に「感謝状」を贈呈しました。

#### 友竹 博一 様

(福井県コンクリート診断士会 設立発起人、初代副会長)

設立 10 周年おめでとうございます。また、感謝状をいただき誠にありがとうございました。全国に先駆けて発足した当時は、僭越ながら副会長をさせていただきました。発足当時を思い起こせば、どのような活動を行えば良いかと思案したことを思い出します。現在は、会員数が当時の約 3 倍と大幅に増員され、御活発に活動されていることを実感いたしました。今後の益々のご発展をお祈りいたします。



感謝状の授与  
(平成 25 年 11 月 22 日)

#### 平井 学 様

(福井県コンクリート診断士会 設立発起人、初代監査役)

まず思った事～表彰される程のことは何もしていないのになー？照れるよなー!!  
次に思った事～こんなにももの大所帯に育ったのは、それだけ、社会的必要性が求められて会の認知度が上がったのだから、喜ばしい限り。会長や各役員の方々の努力の結果かな？  
でも、会の発足当時は『all-for-one』が趣旨だった。組織の為の組織にならねば良いが…。引退 OB としての自分の役目は、外野席からの”冷めた眼と Hot なエール”かなー？

### 研修会 最高出席率賞

本会が主催する研修会において、最も出席率の高かった(役員を除く)以下の会員に「研修会 最高出席率賞」を授与しました。

#### 江波 清隆 (平成 21 年度入会) 研修会出席率 90.0%

私が、平成 21 年に福井県コンクリート診断士会に入会させて頂き、6 年目に入ります。私は、コンクリート診断士資格を取得した時に、単に資格を取るだけでなくコンクリート診断士として実務に役立てたいと考えました。そして、診断士会に入会させて頂き、「研修会毎回参加」という目標を立て参加してまいりました。御陰様で出席率 100%とはいきませんでした。が、いろんな業種の会員様とお知り合いになれたこと、そして、いろんなアドバイスやご指導を頂くことができたことを大変感謝しております。今後も、出来る限り研修会に参加していきたいと思っております。会員の皆様、今後とも宜しくお願い申し上げます。



研修会 最高出席率賞の授与  
(平成 25 年 11 月 22 日)

## スペシャルサンクス

福井県コンクリート診断士会は、これまで多くの方々のご支援やご協力を頂いてきました。10年にわたり、本会が活動を継続できたのも、多くの方々の温かい支えのおかげです。これまで本当にありがとうございました。

この感謝の気持ちを忘れることなく、引き続き、本会の活動を推進していきます。これらからも何卒よろしくお願ひ申し上げます。

福井県コンクリート診断士会 会員一同

### 研修会の講師としてお越しいただいた方々 (50音順、当時の所属にて表記)

- ・青木 圭一 様 (株式会社高速道路総合技術研究所)
- ・青山 實伸 様 (株式会社クエストエンジニア)
- ・安達 實 様 (株式会社アステック)
- ・安藤 哲也 様 (電気化学工業株式会社)
- ・石井 浩司 様 (株式会社ピーエス三菱)
- ・磯 雅人 様 (福井大学)
- ・角本 周 様 (オリエンタル白石株式会社)
- ・枝松 利典 様 (非破壊検査株式会社)
- ・江良 和徳 様 (ASR リチウム工法協会)
- ・大石 久和 様 (財団法人国土技術研究センター)
- ・太田 卓次 様 (香川高等専門学校)
- ・岡田 由紀彦 様 (宇部興産株式会社)
- ・尾下 嘉春 様 (国土交通省近畿地方整備局)
- ・小野 定 様 (日本コンクリート診断士会)
- ・笠井 和弘 様 (飛島建設株式会社)
- ・木村 嘉富 様 (独立行政法人土木研究所)
- ・葛目 和宏 様 (株式会社国際建設技術研究所)
- ・久保 善司 様 (金沢大学)
- ・小出 博 様 (株式会社ニコンシステム)
- ・佐藤 登 様 (三協株式会社)
- ・鈴木 啓悟 様 (福井大学)
- ・鈴木 雄次 様 (太平洋マテリアル株式会社)
- ・須藤 裕司 様 (日産化学工業株式会社)
- ・十河 茂幸 様 (株式会社大林組)
- ・高橋 勲 様 (日本アビオニクス販売株式会社)
- ・竹内 成和 様 (福井県)
- ・橘 吉宏 様 (川田工業株式会社)
- ・谷川 恭雄 様 (NPO 法人コンクリート技術支援機構)
- ・谷脇 一弘 様 (福井工業大学)

- ・玉田 和也 様 (舞鶴工業高等専門学校)
- ・徳光 卓 様 (社団法人プレストレスト・コンクリート建設業協会)
- ・鳥居 和之 様 (金沢大学)
- ・長友 仁郎 様 (財団法人若狭湾エネルギー研究センター)
- ・中村 光 様 (名古屋大学)
- ・西垣 義彦 様 (社団法人プレストレスト・コンクリート建設業協会)
- ・藤井 聡 様 (京都大学)
- ・藤田 誠二 様 (関西工事測量株式会社)
- ・不破 大仁 様 (石川県議会議員)
- ・堀口 雄介 様 (日本仮設株式会社)
- ・三ツ木 幸子 様 (石川工業高等専門学校)
- ・宮川 豊章 様 (京都大学)
- ・宮口 克一 様 (電気化学工業株式会社)
- ・宮里 心一 様 (金沢工業大学)
- ・毛利 茂則 様 (ジビル調査設計株式会社)
- ・山口 秀尚 様 (株式会社福井環境分析センター)
- ・山田 一夫 様 (独立行政法人国立環境研究所)
- ・横関 康祐 様 (鹿島建設株式会社)
- ・吉田 雅穂 様 (福井工業高等専門学校)
- ・若杉 三紀夫 様 (住友大阪セメント株式会社)
- ・和田 孝幸 様 (名古屋大学)

## **現場見学会や工場見学会などのご協力をいただいた関係機関および関係会社**

- ・国土交通省近畿地方整備局
- ・福井県
- ・東日本高速道路株式会社
- ・中日本高速道路株式会社
- ・敦賀セメント株式会社
- ・坂川建設株式会社
- ・シビルリニューアル株式会社
- ・ショーボンド建設株式会社
- ・株式会社高野組
- ・東洋建設株式会社
- ・株式会社長崎組
- ・株式会社ナカボーテック
- ・株式会社日本ピーエス
- ・非破壊検査株式会社
- ・株式会社プロテック
- ・株式会社三笠商会
- ・株式会社道端組
- ・株式会社森尾組

## **本会の活動に共催・後援などのご支援を頂いた関係機関**

---

- ・日本コンクリート工学会
- ・日本コンクリート工学会 中部支部
- ・日本コンクリート診断士会
- ・公益財団法人福井県建設技術公社
- ・福井県中小企業団体中央会
- ・北陸道路研究会
- ・一般社団法人セメント協会
- ・一般社団法人プレストレスト・コンクリート建設業協会
- ・公益財団法人若狭湾エネルギー研究センター
- ・橋の老朽化対策研究会

## **本会をご取材頂いた報道機関**

---

- ・日本放送協会 福井放送局
- ・FBC 福井放送
- ・福井新聞
- ・日刊県民福井
- ・日本経済新聞
- ・産経新聞
- ・建設工業新聞
- ・セメント新聞
- ・コンクリート工業新聞
- ・日経コンストラクション

## **志を同じくする全国各地のコンクリート診断士会**

---

- ・北海道コンクリート診断士会
- ・青森県コンクリート診断士会
- ・新潟県コンクリート診断士会
- ・長野県コンクリート診断士会
- ・東京コンクリート診断士会
- ・富山県コンクリート診断士会
- ・石川県コンクリート診断士会
- ・静岡コンクリート診断士会
- ・東海コンクリート診断士会
- ・京滋コンクリート診断士会
- ・鳥取県コンクリート診断士会
- ・島根県コンクリート診断士会
- ・広島県コンクリート診断士会
- ・高知県コンクリート診断士会
- ・NPO 法人大分県コンクリート診断士会
- ・宮崎県コンクリート診断士会



## 会員名簿 (平成 26 年 3 月 31 日現在)

### 【正会員】

氏名	所属会社
青山 宏昭	(株)ミルコン
芦谷 敏一	(株)ワカサコンサル
天谷 公彦	(株)日本ピーエス
飯塚 亨	(株)塩浜工業
池内 佑樹	福井県土木部土木管理課
石川 和男	福井鐵工(株)
石川 裕夏	福井宇部生コンクリート(株)
市村 幸彦	(株)ミルコン
一力 信雄	(株)日本ピーエス 北陸支店
上野 謙一	(株)日本ピーエス
上野 重夫	三谷生コン敦賀(株)
鵜城 真樹	福井県土木部道路建設課
江波 清隆	(株)富士土建
大田 和宏	(株)東洋設計 福井支店
岡田 幸一	ジビル調査設計(株)
岡本 智之	(株)日本ピーエス 北陸支店
月東 宏之	(株)日本ピーエス
蟹瀬 巖	(株)ミルコン
兼上 智博	久富産業(株)
川口 英幸	(株)東洋設計 福井支店
川崎 敏明	(株)帝国コンサルタント
川畑 陽一	(株)ホクコン
北山 良	(株)日本ピーエス
工藤 保	福井鐵工(株)
桑原 一吉	福井県生コンクリート工業組合
小林 忠弘	(株)サンワコン
坂井 博幸	開発調査設計(株)
坂下 真一	(株)東洋設計 福井支店
定 諭	(株)サンワコン
佐藤 克幸	福井市 企業局
柴原 幸	(株)帝国コンサルタント
嶋田 浩一	(株)熊谷組
白崎 徳裕	白崎 施工管理
白崎 能生	(株)ホクコン
菅原 外士男	(株)日本ピーエス 北陸支店
鈴木 俊裕	東京コンサルタンツ(株)
高橋 和男	福井宇部生コンクリート(株)
高橋 喜秋	山清建設(株)
高原 正幸	福井県 福井土木事務所
多田 浩二	エルディ(株)
立石 陽輝	(株)日本ピーエス
田中 健司	丸一調査設計(株)
田中 義人	(株)M・T技研
玉村 直之	(公財)福井県建設技術公社
辻 公康	福井県土木部砂防防災課

氏名	所属会社
坪内 孝治	福井県土木部河川課
出口 一也	福井県 福井土木事務所
長尾 智崇	(株)帝国コンサルタント
中川 信治	(株)日本ピーエス
中島 亨	(株)日本ピーエス
中野 一政	(株)日本ピーエス
中野 正策	京福コンサルタント(株)
中山 伸一	(株)サンワコン
西川 蔵	西川調査技術(株)
西坂 友大	(株)サンワコン
野口 周二	福井県生コンクリート工業組合 中央試験場
野口 義彦	(株)塩浜工業
則房 幹剛	福井県嶺南振興局小浜土木事務所
長谷川 雅尚	(株)ホクコン
濱岡 弘二	(株)日本ピーエス
原 幹夫	(株)日本ピーエス
板東 慎一	嶺南デンカ生コン(株)
平 俊勝	中日本ハイウェイ・エンジニアリング名古屋(株)
船野 浩司	(株)日本ピーエス
古井 聖祥	(株)サンワコン
星田 典行	(株)ミルコン
堀田 穂	(株)デーロス・ジャパン
増永 知明	日光産業(株)
松下 洋	(株)サンワコン
松村 勘寿	福井県土木部道路建設課
松村 英彰	福井県 丹南土木事務所
丸山 修平	福井県土木部河川課
三村 友男	前田工織(株)
宮川 清剛	ジビル調査設計(株)
宮本 克彦	(株)関組
棟朝 重樹	ユーコン(株)
安本 倫章	中央測量設計(株)
矢野 陽一郎	福井市 建設部
山川 博樹	(株)M・T技研
山本 忠嘉	(公財)福井県建設技術公社
山口 訓久	(株)道端組
山口 真二	(株)ミルコン
山崎 浩二	福井県生コンクリート工業組合 中央試験場
山崎 修二	(株)サンワコン
山崎 忠夫	坂川建設(株)
山田 俊弘	福井県生コンクリート工業組合 嶺南試験場
山本 俊一	敦賀セメント(株)
横山 広	(株)国土開発センター 福井支店
吉田 卓矢	(株)富士土建
若田 章好	(株)こんどう

### 【賛助会員】

法人名
AC構造検査(株)
(株)M・T技研
京福コンサルタント(株)
坂川建設(株)
(株)サンワコン
(株)青武コンサルタント
(株)関組
敦賀セメント(株)
日光産業(株)
(株)日本ピーエス
中央測量設計(株)
(株)野村塗装店
BASFポリリス(株) 上越営業所
福井宇部生コンクリート(株)
福井県生コンクリート工業組合
福井鐵工(株)
(株)富士土建
(株)道端組
ユーコン(株)

氏名	所属会社
千谷 俊之	(株)日東調査設計
西尾 孝男	西尾事務所
山口 秀尚	(株)福井環境分析センター

福井県コンクリート診断士会 設立 10 周年記念誌  
～これまでのあゆみと記念講演会の記録～

編集・発行：福井県コンクリート診断士会

連絡先　：福井県コンクリート診断士会 事務局  
福井市上森田 5 丁目 1105-1（福井宇部生コンクリート株式会社 内）  
TEL 0776-56-1234