

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

～北陸三県コンクリート診断士会による連携推進事業 報告書～
(JCI 中部支部 支部会員活性化のための活動費用助成事業)

平成 24 年 3 月

福井県コンクリート診断士会

石川県コンクリート診断士会

富山県コンクリート診断士会

ま え が き

近年、我が国でもコンクリート構造物の深刻な劣化や損傷が顕在化し、これらの維持管理が社会の大きな課題となっています。昨年の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をあらためて実感させられました。人に安全・安心をもたらす、持続可能な発展が要求される今日において、我々コンクリート診断士が果たすべき役割と責任は極めて大きいといえます。

我々が活動を行なう北陸地区は、コンクリート構造物を取り巻く自然環境が特に厳しく、劣化の状況も他の地域と比べて深刻な状況にあります。このため、この地域のコンクリート構造物の維持管理は非常に難しく、地域固有の技術的課題も数多く存在します。技術的課題を明確にし、その対策方法を確立することは、この地域の喫緊の課題であり、我々コンクリート診断士会もこの課題に最優先で取り組む必要があります。また、維持管理の重要性が高まるなかで、コンクリート診断士やコンクリート診断士会の社会的役割や責任を明確にしていくことも求められています。

そこで、福井県コンクリート診断士会、石川県コンクリート診断士会、富山県コンクリート診断士会は、互いに連携して活動を行なう「北陸三県コンクリート診断士会による連携推進事業」を立ち上げました。この連携推進事業は、北陸地区固有の技術的課題を整理するとともに、コンクリート診断士およびコンクリート診断士会の社会的役割の検討を行うことを目的に、平成 22 年度から 2 年間にわたって取り組んできた活動です。これまでの活動を通じて、この地域が抱える技術的課題を明確にできたほか、我々コンクリート診断士やコンクリート診断士会の社会的役割と責任についての共通認識を得ることができました。また、コンクリート構造物を維持管理していくためには、この地域の特性を十分に考慮しなければならない、「地域のコンクリート構造物は、地域で維持管理をしていかなければならない」、「地域の問題は、地域でしか解決できない」ということを再認識させられました。

本報告書は、連携推進事業のこれまでの成果として、金沢と福井で行った 2 回の合同フォーラムの内容を中心にまとめたものです。あわせて、北陸三県コンクリート診断士会のこれからの行動指針も提示しております。今後、本報告書が北陸三県のコンクリート診断士をはじめ、他地区のコンクリート診断士や自治体関係者など、コンクリート構造物の維持管理に携わる多くの方々の参考になれば幸いです。

本事業にご協力を頂いた日本コンクリート工学会中部支部、また本事業を行うにあたり多くのご助言を頂いた鳥居和之教授をはじめ関係者の皆様に厚く感謝申し上げます。

平成 24 年 3 月

北陸三県コンクリート診断士会
連携推進事業 代表 石川 裕夏
(福井県コンクリート診断士会 会長)

北陸三県コンクリート診断士会のこれからの行動指針

北陸三県コンクリート診断士会が抱える技術的課題

1. 塩害、ASR、凍害などの複合劣化に対する調査・診断、補修・補強技術が求められる。
2. 特に、寒冷地のコンクリート床版に対する対策は重要である。
3. コンクリートの耐久性のみでなく、構造物全体としての耐力の診断技術が求められる。
4. コンクリート診断士会として、老朽後の対策技術のみでなく、フレッシュコンクリートを取り扱ううえでの基本的事項に対する啓蒙も必要である。
5. 維持管理に加えて、歴史的価値の高い構造物については「保存技術」も求められる。

北陸三県コンクリート診断士会の社会的役割

1. コンクリート診断士としての資質向上や技術の集積を図る役割
2. 地元自治体や他団体に対して技術支援や協働を図る役割
3. コンクリート診断士の存在や維持管理の重要性を広報する役割
4. コンクリート診断士同士や地元自治体・他団体のネットワークを構築する役割



北陸三県コンクリート診断士会の基本方針とこれからの行動指針

基本方針

地域の構造物は、その地域で維持管理を。

地域のコンクリート構造物の維持管理は、その地域のコンクリート診断士で。

これからの行動指針

1. 地域を支えるコンクリート診断士の継続教育を図る。
2. 地域密着型の地域貢献活動を推進する。
3. 地域のコンクリート構造物の現状や維持管理の重要性を広く伝え続ける。
4. 地域を中心にした信頼のネットワークを構築する。



コンクリート診断士としての活躍の場を広げ、
地域のコンクリート構造物の維持管理に貢献する。
もって、地域社会の発展や地域の安全・安心に寄与していく。

目 次

第1章 連携推進事業の背景と活動目的

1.1 北陸三県の地域特性	1
1.2 北陸三県のコンクリート診断士会の概要と活動状況	2
1.3 北陸三県のコンクリート診断士の登録状況	4
1.4 連携推進事業の目的と活動のながれ	5

第2章 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 in 金沢

2.1 概要	7
2.2 技術的課題の抽出	10
2.3 パネルディスカッション	19
2.4 特別講演	31
2.5 テクノプラザ（展示）	37

第3章 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 in 福井

3.1 概要	38
3.2 事前調査 コンクリート診断士に対する意識調査と自治体へのヒアリング	41
3.3 基調講演	47
3.4 行政および建設コンサルタントによる維持管理の取り組み事例の紹介	50
3.5 コンクリート診断士のこれからの役割と今後の展望に関する提案	55
3.6 パネルディスカッション	58

第4章 連携推進事業の活動の成果

4.1 北陸三県が抱える技術的課題の整理	62
4.2 コンクリート診断士とコンクリート診断士会の社会的役割	64

第5章 北陸三県コンクリート診断士会のこれからの行動指針

5.1 コンクリート診断士やコンクリート診断士会の現状の課題	68
5.2 北陸三県コンクリート診断士会のこれからの行動指針	70

ー巻末資料ー

北陸三県コンクリート診断士会の活動一覧（平成22年4月～平成24年3月）

第1章 連携推進事業の背景と活動目的

1.1 北陸三県の地域特性

北陸地区は、日本海に面した急峻な地形特性を有し、コンクリート構造物にとって極めて厳しい自然環境下にある。特に、冬場における日本海側からの強い季節風や降雪、山間部における厳しい低温下環境は、コンクリート構造物に与える影響も非常に大きく、塩害や凍害などをもたらす要因となっている（写真-1.1、1.2）。これに加えて、図-1.1 に示すように、この地域は安山岩などの火山岩で構成される地質特性を広く有しており、アルカリ骨材反応による劣化も顕著である（写真-1.3）。近年は、凍結防止剤による影響も顕在化しつつあり、コンクリート構造物の劣化被害の数およびその損傷程度も他の地域に比べて深刻な状況にある。

これまでも塩害、アルカリ骨材および凍害による劣化事例が数多く報告されており鳥居和之教授（金沢大学）らも「北陸地区でのコンクリート構造物の調査・診断では、複雑な劣化要因が輻輳していることを認識したうえで当たらなければならない」と指摘している。このように、北陸地区は、コンクリート構造物の維持管理を行ううえで、全国的に見ても極めて厳しい地区のひとつといえる。



写真-1.1 塩害の事例



写真-1.2 凍害の事例



写真-1.3 ASRの事例

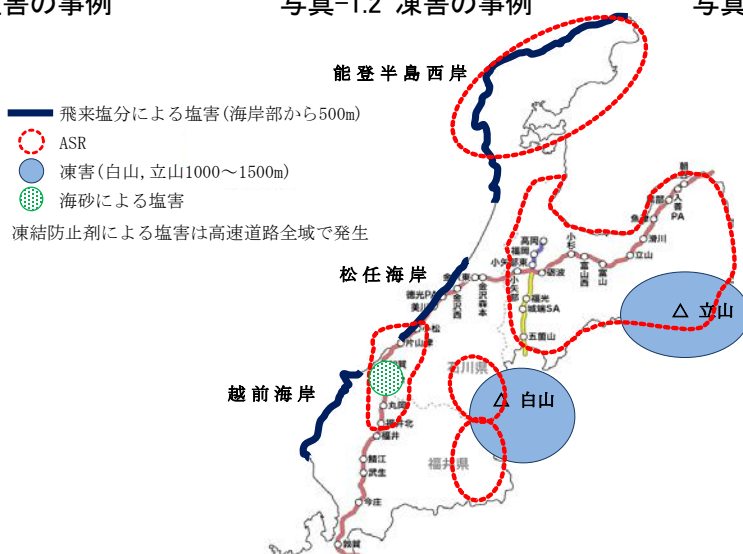


図-1.1 北陸三県における劣化したコンクリート構造物の分布
（中日本 ハイウェイ・エンジニアリング名古屋株式会社 野村昌広氏 提供）

1.2 北陸三県のコンクリート診断士会の概要と活動状況

コンクリート構造物にとって厳しい自然環境下にあるこの北陸地区では、コンクリート診断士が集うコンクリート診断士会（石川県コンクリート診断士会、富山県コンクリート診断士会、福井県コンクリート診断士会）が早くから設立され、表-1.1、写真-1.4 に示すように北陸三県すべてで活動を始めている。これら北陸三県のコンクリート診断士会の活動の目的は、「技術力の向上と社会的地位の向上を図り、もってコンクリート構造物の維持管理に貢献して社会の発展や安全に寄与すること」であり、三県ともに共通した活動目的を掲げている。

北陸三県のコンクリート診断士会の主な特徴を表-1.2 に示す。

表-1.1 北陸三県のコンクリート診断士会のこれまでの活動

名称	これまでの主な活動内容
福井県コンクリート診断士会 平成 16 年 3 月 設立 正会員 76 名	・技術の向上を図るための研修会 ・コンクリート診断士・コンクリート診断士会の広報 ・自治体職員向けの研修会への協力・講師派遣 ・他団体や学術協会への技術協力・委員の派遣 ・コンクリート診断士受験者への支援・セミナーの開催 ・福井県市町の橋梁長寿命化修繕計画策定委員会への参画
石川県コンクリート診断士会 平成 18 年 6 月 設立 正会員 70 名	・技術の向上を図るための研修会 ・コンクリート診断士・コンクリート診断士会の広報 ・自治体職員向けの研修会への協力・講師派遣 ・自治体との意見交換
富山県コンクリート診断士会 平成 19 年 7 月 設立 正会員 63 名	・技術の向上を図るための研修会 ・コンクリート診断士・コンクリート診断士会の広報 ・自治体職員向けの研修会への協力・講師派遣



写真-1.4 北陸三県コンクリート診断士会の活動状況

表-1.2 北陸三県のコンクリート診断士会の特徴

1. コンクリート診断士個人で構成される会で業界団体ではない

コンクリート診断士会を構成する会員は、会社単位ではなくコンクリート診断士、個人である。いわゆる業界団体ではなく、地元自治体の職員も含めて、いろんな業種に所属するコンクリート診断士が個々の志で集う。

2. 活動の範囲を県単位とし、地域に密着した活動が中心

北陸三県のコンクリート診断士会は、活動の範囲を県単位とし、地域に密着した活動を行っている。近年は、地元自治体との協働事業や地元自治体に対する支援事業なども増えてきている。

3. 幅広い業種、多様な専門領域を持つ技術者が集う

コンクリート診断士会に所属する会員の業種は多岐にわたり、地元の自治体職員、施工者、建設コンサルタント、調査・検査機関、生コンクリート製造会社、コンクリート二次製品製造会社、セメント会社、電力会社、建築士などが集う。コンクリート構造物の診断に際しては、いろんな分野の幅広い技術や知識が必要となるが、コンクリート診断士会のネットワークを活用することで、幅広い分野の技術を生かすことができる。また、多様な分野の技術を集積することも可能となる。

この北陸三県のコンクリート診断士会では、コンクリート診断士の継続教育としての研修会の開催やコンクリート診断士を目指す方のための支援等を継続的に実施している。また、地元自治体に対する協力・協働事業として、維持管理計画の策定を行う委員会への委員の派遣や助言、地元自治体の職員向け研修会への講師派遣なども行っており、地域に密着した社会貢献的な活動も推進している。

コンクリート構造物の維持管理の必要性が高まるなか、我々コンクリート診断士会が果たすべき社会的役割や責任は、今後ますます重要になるといえる。

1.3 北陸三県のコンクリート診断士の登録状況

全国のコンクリート診断士の登録者数は、平成 23 年 4 月 1 日時点で 8,317 名である。

このうち、北陸三県のコンクリート診断士の登録者数は、表-1.3 に示すとおり、福井県 94 名、石川県 104 名、富山県 101 名となっており、全国では概ね中位に位置する。

しかしながら、都道府県別の人口規模を考慮した「人口あたりのコンクリート診断士の登録者数」は、表-1.4 に示すとおり、福井県 2 位、富山県 9 位、石川県 11 位となり、北陸三県は全国でもかなりの上位に位置することがわかる。北陸三県のコンクリート診断士の登録者数は、人口規模を考えると非常に多い。

この背景としては、北陸地区はコンクリート構造物の劣化環境が厳しいこともあって、コンクリート構造物の維持管理に対する意識や関心が高い地域性を有することが挙げられる。また、この北陸地区では全国的にみても比較的早い段階でコンクリート診断士会が活動を始めており、コンクリート診断士の資格制度が早くから認知され、コンクリート診断士の取得を目指す技術者が多いこともこの要因の一つと考えられる。これはまた、北陸三県のコンクリート診断士会のこれまでの活動の成果でもある。

全国的にみても、コンクリート診断士会が設立されている都道府県では、人口あたりの登録者数が多い傾向にある。

表-1.3 都道府県別 コンクリート診断士の登録者数ランキング

順位	都道府県	登録者数(人)	順位	都道府県	登録者数(人)
1	東京都	1,411	17	石川県	104
2	大阪府	712	18	山口県	102
3	北海道	568	19	富山県	101
4	神奈川県	487	⋮		
5	福岡県	470	23	福井県	94

表-1.4 都道府県別 人口 10 万人あたりのコンクリート診断士の登録者数ランキング

順位	都道府県	登録者数(人)	順位	都道府県	登録者数(人)
1	香川県	13.1	⋮		
2	福井県	11.7	9	富山県	9.2
3	島根県	11.3	10	新潟県	9.1
4	宮城県	10.9	11	石川県	8.9
5	東京都	10.7	12	大阪府	8.0

1.4 連携推進事業の目的と活動のながれ

1.4.1 連携推進事業の目的

コンクリート構造物にとって厳しい自然環境を抱える北陸三県のコンクリート診断士会の活動は、非常に活発であり、全国のコンクリート診断士からの注目度も高い。

しかしながら、北陸三県のコンクリート診断士会の連携や情報交換・情報共有は不十分で、各コンクリート診断士会が開催する技術セミナー等を通じた交流にとどまっている。このため、「北陸三県のコンクリート診断士が共有すべき技術的課題があるにも関わらず、これらの情報が共有されていない」、「各県のコンクリート診断士会の枠組みを越えたコンクリート診断士同士の交流、学識経験者や自治体関係者とのネットワークの構築も不十分」といった課題を抱えている。

これらの課題を解決する目的で、今回、以下の二つのテーマを掲げ、北陸三県コンクリート診断士会の連携推進事業として活動を行なうことにした。

連携推進事業の活動テーマ

- ① 北陸三県のコンクリート診断士が共有すべき、北陸三県のコンクリート構造物の劣化の現状の把握とこれらの維持管理を行ううえでの技術的課題や対策についての検討。
- ② コンクリート構造物のこれからの維持管理のあり方、コンクリート診断士やコンクリート診断士会が果たすべき社会的役割についての検討。

コンクリート構造物の維持管理を行ううえで、全国的にみて最も厳しい環境地域の一つである北陸地区において、この地区特有の技術的課題とその対策法を検討し、コンクリート構造物の維持管理のあり方、コンクリート診断士やコンクリート診断士会の社会的役割を見出すことは大変意義が深い。また、ここで得られた成果は、全国のモデルにもなり得るものと考ええる。

1.4.2 連携推進事業の活動のながれ

連携推進事業の二つのテーマに対して、各県コンクリート診断士会の個別活動および2回の合同フォーラムの開催を通じて検討を行うことにした。この合同フォーラムのテーマは「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 in 金沢」と「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 in 福井」として、石川県コンクリート診断士会と福井県コンクリート診断士会がそれぞれ主管した。

図-1.2 に連携推進事業の全体のながれを示す。

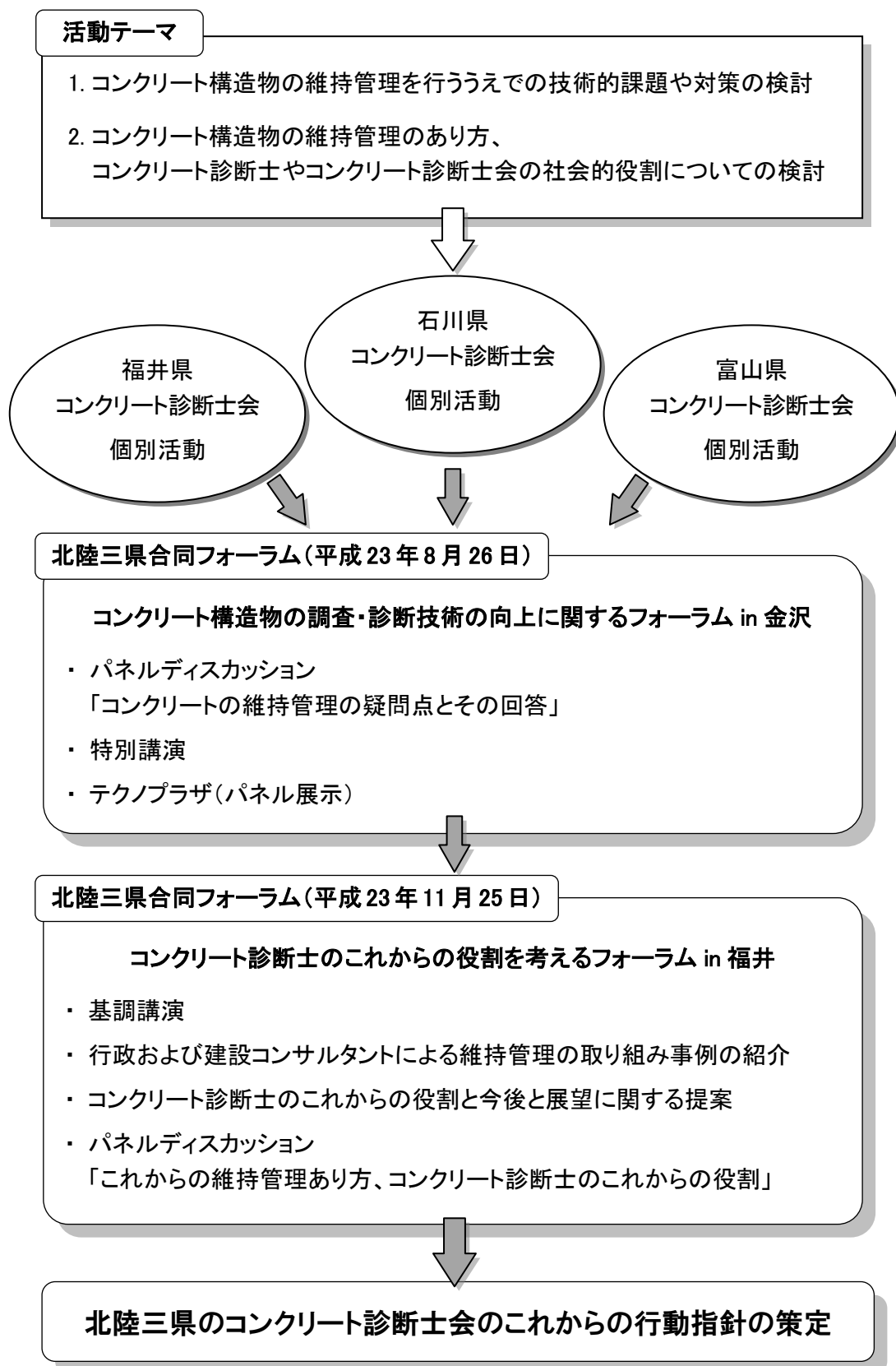


図-1.2 連携推進事業のながれ

第2章 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 in 金沢

2.1 概要

2.1.1 フォーラムの目的

第1章で述べたように、本連携推進事業の活動では、二つのテーマがある。

一つは、「北陸地区を中心とした維持管理の技術的課題を理解しその対策方法を見つける」という「地区特有の劣化構造物を維持管理するうえでの技術の向上に関するテーマ」であり、もう一つは、「将来にわたるコンクリート構造物の維持管理のあり方を考え、その中でのコンクリート診断士の役割を考える」という「維持管理全体の中でのコンクリート診断士の行動に関するテーマ」である。

金沢フォーラムでは、一つ目のテーマである地区特有の技術的課題について、北陸三県の診断士会の会員が抱える問題点を共有し、解決の糸口を見つける目的で企画したものである。主管は、石川県コンクリート診断士会でおこなった。

2.1.2 フォーラムのながれ

フォーラムの構成は、パネルディスカッションを軸に、地元識者による特別講演およびテクノプラザ（コンクリート関連団体からのパネル展示デモンストレーション）の三本立てとした。

軸となるパネルディスカッションは、予め北陸三県の診断士会会員から日常業務で生じた疑問点・改善点などを質問形式で提出したものに対して、各分野の専門家としてのパネラーがコメントした後、会場からの質問・意見を交えての討論形式とした。パネラーの所属および専門分野を表-2.1に示す。

表-2.1 パネラーの所属と専門分野

氏名	所 属	主な専門分野
青山 實伸	中日本ハイウェイ・エンジニアリング名古屋(株)	調査・診断、補修・補強、塩害、ASR
角本 周	オリエンタル白石(株)	プレストレストコンクリート、補修・補強、塩害、ASR
葛目 和宏	(株)国際技術研究所	調査・診断、非破壊検査、塩害、ASR
橘 吉宏	川田工業(株)	鋼橋の診断、補修・補強、塩害、ASR
若杉 三紀夫	住友大阪セメント(株)	補修・補強材料、セメント材料、塩害、ASR

注記：「主な専門分野」は、パネラーの所属企業の事業および研究発表論文等から推察したものである。

また、特別講演は、参加者に維持管理の今後のあり方を考える動機づけを目的に、今後新たに造る構造物と、伝承していきたい構造物それぞれのあり方をテーマとした。前者の話題提供者として、石川県議会議員（前金沢市議会議員）の不破大仁氏に、低成長の下に

ありながら金沢延伸までこぎつけた北陸新幹線を主題に「北陸新幹線の開業を目前に控えた金沢市のまちづくり」を、後者は、土木学会・土木史研究会で活躍されておられる金沢市在住の安達實氏に、長寿命を保って今なお供用されている構造物について「北陸三県における橋梁の歴史的変遷」と題してそれぞれ講演していただいた。

今回のフォーラムのながれを図-2.1 に示す。

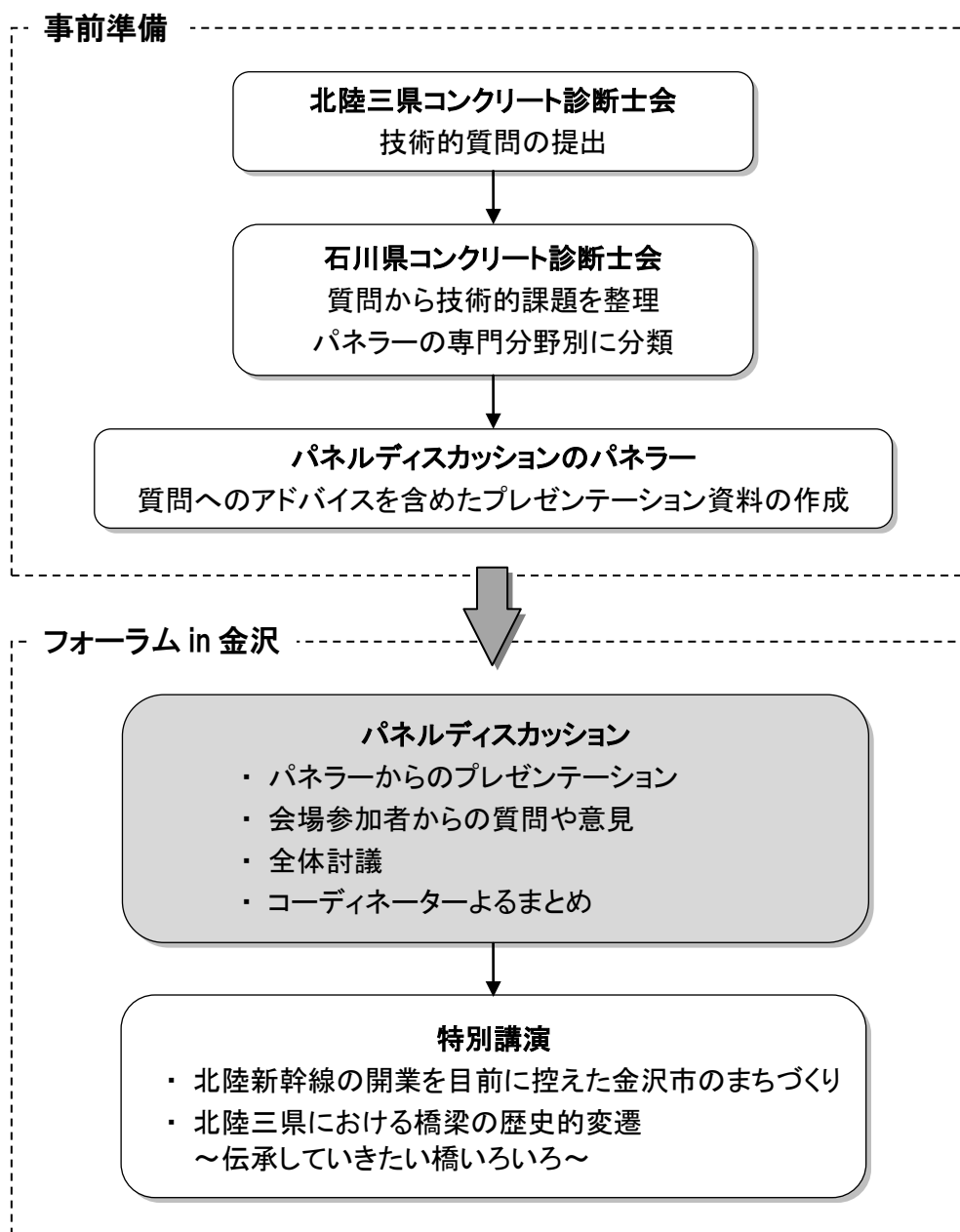


図-2.1 コンクリート構造物の調査・診断技術の向上に関するフォーラム in 金沢 のながれ

2.1.3 フォーラムのプログラム

本フォーラムのプログラム概要は、以下のとおりである。

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 in 金沢 プログラム概要

1. 開催日時

平成23年8月26日（金）13:00～17:00

2. 開催場所

金沢大学 自然科学研究科 大講義棟 大講義室A・B

3. プログラム

13:00～ 開会挨拶（北陸三県コンクリート診断士会 連携推進事業 代表 石川 裕夏）

13:10～ 初年度の活動報告（石川県コンクリート診断士会 副会長 古川 博人）

13:20～ パネルディスカッション

「コンクリートの維持管理の疑問点とその回答」

コーディネーター 金沢大学 理工研究域 環境デザイン学系 教授 鳥居 和之 氏

パネラー 中日本ハイウェイ・エンジニアリング名古屋(株) 青山 實伸 氏

オリエンタル白石(株) 角本 周 氏

(株)国際建設技術研究所 葛目 和宏 氏

川田工業(株) 橘 吉宏 氏

住友大阪セメント(株) 若杉 三紀夫 氏

15:10～ <休憩>

15:30～ 特別講演

① 北陸新幹線の開業を目前に控えた金沢市のまちづくり

（石川県議会議員（前金沢市議会議員） 不破 大仁 氏）

② 北陸三県における橋梁の歴史的変遷 ～伝承していきたい橋いろいろ～

（(株)アステック 安達 實 氏）

16:50～ 閉会挨拶（石川県コンクリート診断士会 会長 奥田 由法）

2.2 技術的課題の抽出

2.2.1 会員からの質問の整理と分析

北陸三県の会員が提出した質問は、意見・提言も含めて総数 72 に達した。

それらの質問を、診断士の業務サイクルでもある、劣化原因→調査診断→材料・補修・補強工法→LCC・維持管理の 4 つの要素をさらに下記に示す①～⑩の 10 々のキーワードとしてそれぞれ分類した（図-2.2）。なお、個々の質問は各キーワード単独の質問は少なく、①～⑩それぞれが重複して含まれている場合が多くあったので、1 件の質問に対して複数のキーワードとして数えた場合もある。例えば、「新設時で、構造物の場所や使用される材料により将来起こりうる可能性が高い劣化を想定し、塩害・ASR 予防処置をとるような工夫はなされていますか」の質問では、①②⑨が含まれると判断して 3 個として数えた。したがって①～⑩の合計は質問総数とは一致していない。

- ①ASR ②塩害 ③中性化 ④複合劣化 ⑤調査・診断・モニタリング ⑥補修・補強工法
⑦補修・補強材料 ⑧ライフサイクルコスト、維持管理 ⑨新設コンクリート・初期欠陥
⑩（その他）意見・提言

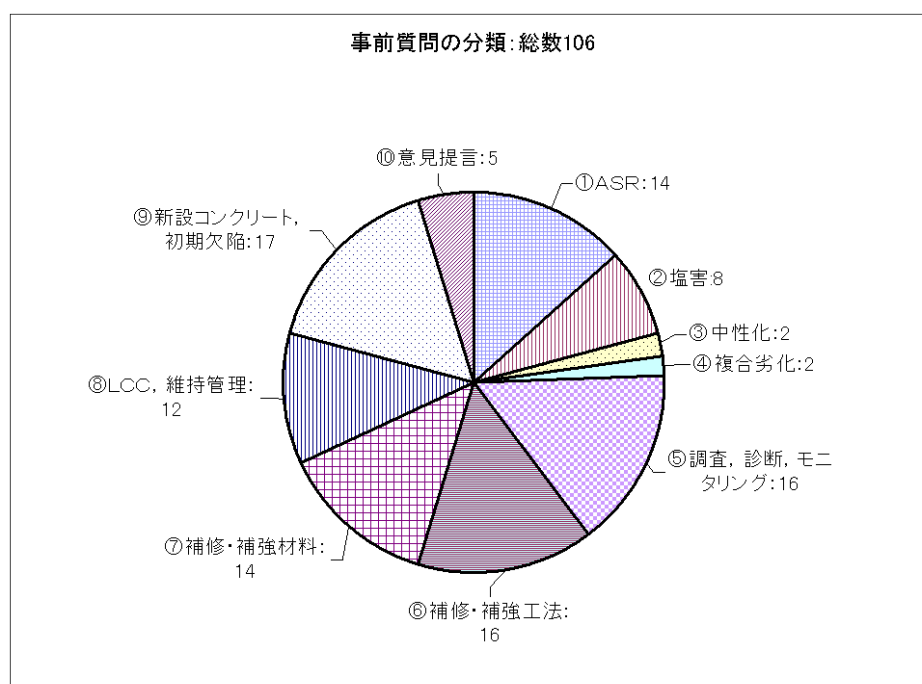


図-2.2 事前質問の分類

2.2.2 質問の類別一覧

寄せられた質問をパネルディスカッションの各パネラーの専門分野毎に類別したものを表-2.2～2.8に示す。質問中、類別に迷ったものおよび意見・提言等は別途取りまとめた。

なお、表中の文章は、紙面の都合上一部略記していることを了承願いたい。

表-2.2 パネラー 青山 實伸 氏 への質問

1. ASR劣化が進行しているコンクリート構造物の維持管理について、明確に示されたものがないが？
補修・補強対策では、遮水による進行抑制、ひび割れ注入、鋼板巻立て等による拘束などがあるが、コスト的なことを考えると現状のまま寿命が来るまで見届ける選択肢もある。
2. ASRのひび割れ観察について
北陸地整では、平成15年よりASR認定橋梁についてコンタクトチップによるひび割れ経過観察が行われている。冬季の凍結防止剤散布によるひび割れ内部への塩分浸入による損傷進行が認められ、ひび割れ経過観測を中止し、補修工事（ひび割れ注入、表面含浸材の塗布）に踏み切った事例も出てきている。ASR構造物を維持管理する立場として、まずひび割れ経過観察を行うか、または即補修工事を行うべきか？
【疑問点】
 - ・ ひび割れ経過観察により得られるものは？
 - ・ ひび割れ幅拡大の大小をどのように判定する？
 - ・ ひび割れ経過観察をいつまで継続するか？
 - ・ 「アルカリ骨材反応により劣化を受けた～補修・補強ガイドライン（案）H20.3」では、“変状の程度に関わらず、ASRによる変状が生じている部位に外部から水分が供給されている場合には、少なくとも水分の供給を防ぐ措置を行うことが望ましい（P11）”と記されている。
3. 多主桁のPC橋において各主桁および部位毎の塩化物イオン浸透量は一定の傾向があるか？
4. 亜硝酸リチウム配合断面修復材の鉄筋再腐食防止の継続効果は？
5. コンクリート塗装材の要求性能
ある機関の構造物施工管理要領等では、構造物の予定供用期間中に耐候性・付着力・塩分遮断性などの各性能を維持することになっている。コンクリート塗装を適用する場合の問題点は、環境条件や適用する部材によりその耐久性に差があること、また、要求性能が何年確保されるのかははっきりせず、コンクリート塗装を対策工として選定する場合、LCCの点から問題を生じることが多い。したがって、環境条件や適用部材などの条件に対して、要求性能を保証する年数を明記した塗装仕様を明確にできないものか？
6. 複合劣化の診断方法における注意点は？
北陸地区を含め複合劣化を生じた構造物が確認されているが、現状、診断や補修方法を行なう際はどのような点に留意して行なえばよいのか？ 例えば、塩害+ASR、塩害+中性化（更に疲労が加わった場合など）による劣化が生じた場合その劣化の特徴は？（進行速度、構造物への影響度、ひび割れパターンなど）また、劣化要因を誤って判断し易い診断事例は？
7. ライフサイクルコスト削減の方法についての疑問。完成時に劣化因子の侵入防止対策を積極的に行うべきであると思うが、実際は過剰設計と判断される。何故か？
8. 冬季の凍結防止材として昔から塩が用いられており、塩害やASRの原因になると言われながら使い続けられていますが、新しい凍結防止の開発は進んでいないのか？
9. ASRが生じた構造物の調査に関して、硬化コンクリートのアルカリ量を測定することがあると思うが、硬化コンクリートのアルカリ量と生コン出荷時の計算上のアルカリ量は一致しているのか？
10. ひび割れについて0.2mm以下は補修対象外とされているのが一般的であるが、その根拠は？0.2mm以下の場合であっても凍結の恐れがあるような地域では確実に劣化してしまうのではないか？
11. 初期欠陥について
硬化後すぐにひび割れが発生した場合の適切な補修時期は？（コンクリート自体の膨張や収縮を考えるとやはり冬場の方がよいのか）
あばたについて、仕上がり面が直の箇所よりも斜の部分の方ができやすいが、施工上の注意点などは？

表-2.3 パネラー 角本 周 氏 への質問

1. 新設時で、構造物の場所や使用される材料（コンクリート、鋼材等）により将来起きうる可能性が高い劣化を想定し、塩害・ASR予防処置をするような工夫はなされているか？
2. 橋梁上部工のASR対策は？
橋梁下部工に対してはASR調査診断対策に関するガイドラインが国交省から出されており一応の道筋はある。上部工に関してはPC建協の実験報告があるが、結論的にはASRで劣化していてもあまり問題がないということで、実際の対策工は、ひび割れ注入、桁端や路面からの水の供給を遮断する対策をとることになる。実橋のポステン桁では水の供給が多い桁端ウェブで曲上げPC鋼材定着部や端横桁にASR劣化症状が多く見られる。このような場合、耐荷性能にどの程度の影響を及ぼすか。
3. PC桁の耐荷力アップ補強工法のCFシート接着工法で、設計上は10層程度でも可能とあるが問題はないか？
4. 同じく耐荷力アップの設計で、現行の示方書の設計荷重では計算上持たない場合でも、実用上はほとんど問題ないケースが多くある。性能照査型の考えを取り入れるなり、あるいは破壊安全度でクリアしていたらOKにするなど、補強設計独自の手法を導入する考えはないか？
5. 塩害で損傷を受けた構造物に対する対策として電気防食が用いられている。PC桁に適用する場合、ASRに対する影響やPC鋼材の水素脆性の問題がある。現在、実橋での施工も増えていると思うが、採用に当たって特に留意することはないか？
6. ASR再現試験体での実験成果
ASR劣化度合いがかなり進んだ場合の終局限界状態レベルでの耐荷力はどうなるのか（鋼材付着、残存プレストレスも含めて）？また、今後、試験の予定があれば聞かせてほしい。
7. 平成19年度から橋梁定期点検を開始し、橋梁の長寿命化に向けて計画的な補修工事を実施しているところだが、PC上部工の断面修復を実施する場合、断面修復材に桁と同程度の強度を求めるのか。コンサルタントや材料メーカーに問い合わせましても回答が異なるため助言を願う。
8. 防雪施設のひび割れについて
平成22年度より『防雪施設点検マニュアル』を整備し、県が管理しておりますスノーシェッド・スノーキーパー等の点検を開始している。スノーシェッドの柱部に以下の写真のようなひび割れを多数確認しており、構造物の長寿命化の観点から何らかの補修対策が必要ではないかと考えているが、発生原因ならびに補修工法について助言を願う。

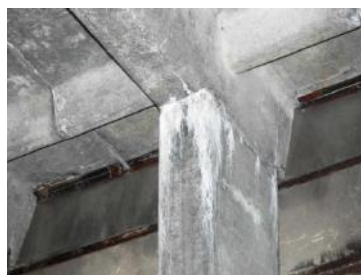
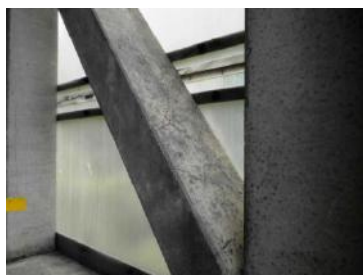


表-2.4 パネラー 葛目 和宏 氏 への質問

1. PC橋のグラウト充填の非破壊（微破壊）での最新の確認方法と費用は？
2. 床板部材および橋台における非破壊検査結果の評価方法は？
内部劣化（欠損）を評価する方法として超音波法と電磁誘導法が挙げられ、これらの結果は部材箇所（厚み）や劣化要因によって大きく影響されると思われるが、実際の調査ではどのように評価しているのか？データの使い方や補正したものの精度は？
3. ひび割れ要否判定について
2009年3月に「コンクリートのひび割れ調査、補修・補強指針」が改訂され、補修を必要とするひび割れ幅の判定方法が大幅に変更された。これまで、ひび割れの要否判定は、耐久性、防水性の観点から環境が「厳しい」、「中間」、「ゆるやか」の3ケースについて“補修を必要とするひび割れ幅”、“補修を必要としないひび割れ幅”などが明快に示されていたが、改訂版では当該構造物の残存供用期間（オーナーによる期待延命期間）を設定する必要があることや、塩害・ASRで期待延命期間5年以上とする場合は「専門技術者による高度な判断」と記載されたため、道路管理者やこれを扱う技術者の判断に大きく委ねられることとなり、現場では困惑しているケースも多いものと思われる。どのような構造物、損傷種類および程度で、どのように期待延命期間を設定したかについて具体的事例を挙げて教えて欲しい。
4. 鉄筋破断調査の提案
ASR構造物において、部材コーナー部の鉄筋破断に関する事例が多く報告されているのは周知の通りだが、近年、はつり作業を行わないで鉄筋破断箇所を検出する機器が実用化され、富山県内のASR橋梁でその有効性を確認したところ、破断箇所の検出精度が非常に高いことが分かった。今後、ひび割れ幅の大きいケースでは調査の一つに加えるのが望ましいと考える。
5. 鉄筋腐食においては自然電位法のマッピング等是用いられているが、コンクリートの内部劣化を判断する方法はないか。例えばAE法など、他の検査方法は？
6. コンクリートの劣化進行度について
調査はひび割れ状況が基本となるが、各試験を行った場合でもコンクリートの劣化進行度は各損傷と異なる。塩害・中性化については進行度の式は示されているが、ASRについては不明確である。また、ひび割れと各損傷の鉄筋腐食進行度の研究はなされているが、どのように考えればよいか？
7. コンクリート構造物の調査・診断や補修・補強工事についての海外先進国における事例の紹介をして欲しい。
8. 塩害が生じた橋梁の調査に関して現状の評価を行う際に、塩化物含有量試験の“調査位置”によって大きく左右すると思われる。海からの飛来塩分ならびに凍結防止剤から供給される塩分による塩害に対してそれぞれ調査位置の決め方を教えて欲しい。
9. コンクリートの塩素分析法として粉砕プレス蛍光X線分析は有力な方法と考えるが、公定法として採用されることはできないか？

表-2.5 パネラー 橋 吉宏 氏 への質問

1. 鋼橋のRC床版の耐久性について
床版補強（取り替え）後に再劣化があると聞いている。床版補強を行う上での設計・施工上の留意点を教えて欲しい。
2. 鋼橋床版の劣化
鋼橋の床版劣化の原因は疲労劣化が多いといわれているが、ASRなど複合劣化も最近よく聞く。その事例と最新の補強事例などを教えて欲しい。
3. RC床版の上面補強でCF（カーボンファイバー）材を使用した事例と設計・施工上の留意点を教えて欲しい。
4. 鋼橋における維持管理上の問題点について
 - ・鋼材部分の構造物の劣化状況
 - ・維持管理上の将来的な問題点はないか？
 - ・例えば疲労の進行程度、損傷状況が確実にかつ簡単に点検できる技術は？
 - ・表面から見えない部分、確認できない部分の状態把握はどの程度か？
 - ・コンクリートに覆われた鋼材の状況把握は？
5. 線支承取替えの判断？
既設橋は鋼橋・PC橋を問わず鋼製線支承が適用されている場合が多い。これらの支承は腐食が進行しており、劣化が著しいものは上査の層状はくり・アンカーボルト頭部の欠損・ピンチプレート断面欠損が顕在化している。また、そこまでの劣化損傷は見られないが可動側の機能が確保されているかわからないものもある。このような場合の判断、「取替え」がいいのか、「ブラスト+金属溶射」でいけるのか判断ができるようなポイントとなる事項はないものか？
6. 鋼製の線支承の劣化が激しい場合に撤去せず前面にゴム支承を代替として設置する工法があるが、劣化が進行すればするほど錆が桁の伸縮を拘束することが考えられる。工法を適用する際の留意点あるいは施工上の注意などを教えてほしい。
7. インパイロワン工法の最適な適用時期と使っても効果が薄い時期はどう判別するか？

表-2.6 パネラー 若杉 三紀夫 氏 への質問

1. 公共工事では高炉セメントB種の使用が特記に示されているが、この高炉セメントB種の今後の展望について教えてもらいたい。
2. 高炉セメントコンクリートがどの程度環境負荷低減に役立っているのか、また、ASR抑制に有効であることについて他のセメントと比較して数値で示して欲しい。
3. 高炉セメントコンクリートはひび割れの報告が後を絶たない。初期ひび割れに対する耐性は、OPCやフライアッシュセメントに比べ劣るように思われるが？
4. 高炉セメントコンクリートのひび割れ防止対策は請負者側だけの責任か。BBに1週・4週強度の要求とひび割れ抑制の要求は矛盾を感じますが？
5. 混和材（高炉スラグ、フライアッシュ）を混合したコンクリートは、密実性が向上することにより外部因子の侵入抑制効果が上がり、水密性、塩分遮蔽性が増大するといわれるが、中性化、塩害に対する抵抗性の向上とはどのようなものなのか？コンクリート標準示方書では、中性化への抵抗性は混和材がないほうがよいとの記載があるが？
 - ① 「コンクリート標準示方書2007.設計編5.2.11」の中性化速度係数算出式では、フライアッシュ $k=0$ 、高炉スラグ微粉末 $k=0.7$ の混和材の低減率が示してあり、混和材はポルトランドセメントと同量置き換えと見なさないうになっている。つまり、混和材がある方が水セメント比が大きくなり中性化速度係数が大きくなる。
 - ② 「コンクリート工学2011.7号耐久性照査入門」P52に「・・・普通ポルトランドセメントだけの場合よりも中性化の進行が速くなる」と記載されている。
 - ③ コンクリート標準示方書2007.設計編5.2.12」塩化物イオン拡散係数算出式を使い、普通ポルトランドセメント、高炉セメント、シリカフュームでそれぞれ求めると、混和材がある方が普通ポルトランドセメントより拡散係数が小さくなり塩化物イオンへ進入抵抗性が大きくなる。（上記の中性化速度係数とは、逆の傾向になる）これらの点が理解できないので教えてほしい（大学の講義への質問のようになり申し訳ありません）
6. ひび割れ注入の材料は有機系と無機系に大別されており、規準にはひび割れ幅とそれらの使い分けの判断基準が書かれているが、使う上での留意点あるいは誤った使い方をした例があれば教えてほしい。
7. ひび割れ注入の材料について、エポキシ樹脂系とセメント系の使い分けは？
8. 補修・補強材料は日進月歩で開発が進み、次々に商品が市場にでている。国内、海外での最新の補修補強材の動向と事例を教えてほしい。例えば、国内、海外で進んでいる電気化学的防食工法の事例など。
9. コンクリートはひび割れるものと理解をしているが、発注者はこれを嫌い特に会検時の指摘を怖れている。コンクリートはひび割れるものだということをアピールすべきではないのか。もちろん安全であることも・・・。
10. 繊維で補強すると一般に曲げタフネスが向上するとされているが、実施にはひび割れ制御に用いられる程度で明確な曲げ性能を改善した構造物として採用されていない。今後、どのように展開するのか。
11. 表面被覆工法は、マイクロクラックの補修や塩害対策、ASR対策として施工されているが、大半はその効果は見られず返って劣化因子を躯体内に留め劣化を促進している場合もあるようだ。また、コンクリートの地肌が直接見えないので目視による経過観察をも阻害している。剥落防止、トンネルの明色化等の効果以外は有効性についての疑問があるが？
12. 補修材料は多く開発されているが、提案する場合にどのように行っているかが知りたい。コンクリートのひび割れ指針、塩害・ASRのマニュアルでも現状の材料と異なる場合があるが？
13. 含浸材塗布工法の品質管理は一般的に塗布量で管理しているようだが、浸透深さを確認する必要はないのか？また、浸透深さが浅いと再劣化が早まると思われるが簡易に測定する方法はあるのか？
14. シラン系の表面含浸材の普及がすすんでいるが、塗り直しのタイミングは？ また、中性化に対する効果はどうか？中性化に対しては、けい酸ナトリウム系がよく用いられるようであるが？

15. 補修材料は、各メーカーから同じようなものがさまざま出されているため選定の際に非常に迷う。選定する場合のポイント、メーカーごとの特徴（長所・短所）が比較できるものがあれば教えてほしい。
16. 表面被覆工法の中で、無機系材料を用いた「高靱性を有したポリマーセメントモルタルを使用すること」と、設計書に書かれている場合がある。高靱性タイプのモルタルは、補修後、コンクリート躯体にひび割れが発生した場合や補修の際ある程度のひび割れがあっても処理を行わずに被覆ができるとしている。これは、通常であればひび割れ部にコンクリートの伸縮や力が集中し被覆材にひび割れが発生するものを靱性によりひび割れを拡散し発生を抑制するという考えだと思うが、ひび割れが表面で拡散して確認しにくくなっているだけではないのか？ また、内部でもひび割れが進展しているのではないか？「見た目」の重要性といった点から採用されているのでは少し危険ではないか？
17. 断面修復を行う場合のポリマーセメントモルタルの指定強度、品質管理について教えてほしい。カタログには圧縮や曲げ、付着に関する試験結果は書かれているが、注記で「品質保証値ではない」の記入がされている。どういう指標で設計値（設計強度）を満足しているとすればよいのか？例えば、RC桁やPC桁であれば使用しているコンクリート圧縮強度以上であればよいとか・・・。
18. 断面修復で一番重要なのは付着強度だと思われるが、実際にはそのような試験は行われていないようである（施工業者聞き取り）。実際には圧縮と曲げ試験、付着強度は必要なのか？

表-2.7 パネラーの専門外と思われる質問

1. コンクリート塗装材の耐用年数を明記できないのか？
2. 劣化したコンクリート構造物の残存寿命や耐荷力の推定方法に関し、最新の知見や技術動向について教えてほしい。
3. 堰堤などの無筋コンクリート構造物でも補修を求められる場合がある、そもそも無筋コンクリートで補修は必要なのか？必要であれば何を目的として補修を行うのか？
4. トンネルの補修について
平成21年度に他県で同年度に発生した覆工コンクリート落下事故を契機にひび割れ状況の点検および必要に応じて打音検査を実施している。打音検査で濁音を確認した場合は可能な範囲で叩き落としを実施することとし、その深さは、他機関の対応を参考に最大でも設計巻厚の1/4もしくは15cmとした。大規模な押し抜きせん断破壊により大きく崩落した箇所であれば速やかに補修を実施するであろうが、これら点検時に叩き落とした箇所も橋梁の橋梁長寿命化のように予防保全的な観点で補修を実施してしまった方がいいのか、それとも日常点検において更なる変状が確認されるまで放置すべきか？
5. 函渠工事、砂防ダムの補修について
 - ・10年ほど前に海拔0m以下にアンダーパスで道路をつなぐ工事をしたが、その時に埋設した函体で海水等の浸水に苦慮した。現在では海水等の浸透を抑制又は防止する良い方法は無いのか？
 - ・砂防ダム等のコンクリートの厚みが大きい構造物のクラックや空洞化した堤体の補修工法を教えて欲しい。
6. 処理場構造物などの場合、竣工後10年以上経過したものでも不具合（乾燥収縮ひび割れ等による漏水）が発生した場合に施工者責任が問われることがよくある。何らかの瑕疵期間を明記することはできないのか。
7. ひび割れ誘発目地は、なぜ設計時に考慮されないのか？スパンが長ければ温度解析をしなくとも設計で考慮すべきではないか？
8. コンクリートの配合で普通の構造物では何がなんでもスランプ8cmが常識となっているが、形状や配筋状態、打込み高さなどによっては適切な配合にしてもいいのではないのか？設計時に考慮されない理由はどこにあるのか？また、発注者は施工者からの設計変更になぜ応じないのか？
9. 現場では逆T式橋台やボックスカルバーとのマスコンの温度ひび割れが絶えない。元設計で温度応力解析を行うとひび割れ指数は1を確実に下回り、温度ひび割れのリスクが極めて高い状況にある。わかっているはずなのに設計の指針は変わらないのはなぜか？
10. 生コン工場は、製造側としてコンクリートの維持管理についてどのような関わり方ができるか。また維持管理を行なう立場側から見て生コン工場に注文助言などあれば教えて欲しい。

表-2.8 意見や提言

(維持管理・アセットマネジメント)

1. 補修工について実績、失敗例をもっと活用しやすい仕組みが必要ではないか？
2. 本当の「予防保全」を導入するためには、どのような取り組みが必要か？例えば、塩害環境下での橋梁には当初から塗装を施すなど。現在の設計は、劣化時期を制御する「事後保全」ではないか？
3. 橋梁長寿命化修繕計画が策定されている中でASR劣化橋梁も補修対象となっている。ASR劣化進行の予測や、建設当初までの性能回復は事実上困難なのではないか？無理に補修するのではなく、水対策などのある程度の延命化を図り、その橋を使い切るといった考え方が妥当なのではないか？
4. アセットマネジメントの現況および展望について
 - ・劣化予測の信頼性はどの程度か？
 - ・機能回復の信頼性、評価方法は確立されているか？
 - ・様々な環境、使用状態における構造物の将来を精度良く評価するためのデータの蓄積および評価手法の検証はどの程度か？
 - ・アセットマネジメント手法を取り入れてその結果の検証ができていないか？
5. 取り壊し不可能構造物に対する維持管理について
 - ・トンネル、輻輳する都市部の地下構造物等、取り壊しに大きな困難を伴うコンクリート構造物の長期的な維持管理はどうあるべきか？
 - ・橋梁等の地上構造物、浅い地下構造物であれば、いわゆる寿命がくれば取り壊し再構築は可能であるが、現在の都心の地下構造物のように複雑にかつ大深度に設けられているものは、都市機能を維持しながらの撤去は事実上不可能ではないか？一方、半永久的に構造物を使用し続けるのであれば、一般の構造物とは異なる維持管理、補修の方策について従来手法とは別の考え方が必要ではないか？

(コンクリート診断士・コンクリート診断士会)

6. コンクリート診断技術は日進月歩であるが、診断士の技量は何で推し量るか？自己研鑽とするか、CPD登録制度などを考えるべきか？
7. コンクリート診断士会の役割について
構造物の維持・補修に関する技術の向上は当然必要だが、これ以外にコンクリート構造物の長期的な維持管理、社会システム等について問題提起、ビジョン検討などの議論の場とすることを提案する。

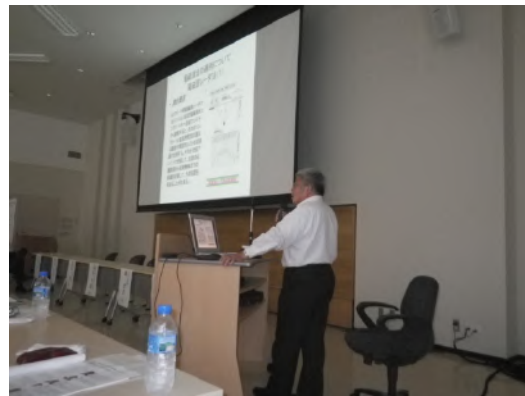
(インフラの将来)

8. 最近になってインフラの維持管理の重要性が叫ばれるようになったが、社会全体ではまだまだ関心は低く相変わらず借金をしながら「新幹線」や「高規格道路」等の建設が行なわれている。しかしながら高度成長期（1960～1990年ごろ）に粗製乱造されたコンクリート構造物の劣化が目立ち始めており、このままでは「荒廃する日本」が現実になるのではと危惧している。橋梁を始めとして下水、河川構造物、港湾構造物等の長寿命化修繕計画策定事業が行なわれているが、私の知る限り行政担当者の危機感も余り感じられない。今後、経験した事のない「コンクリート構造物の大更新時代」を迎え、いまのペースで乗り切れるのか？また、子供たちに負の遺産を残さないためには、私達はどのように行動すべきであろうか？
9. 建設業界の今後の活躍できる分野について
 - ・インフラをはじめとする公共構造物の維持管理への投資が増大する中、官が管理し建設業界が請け負って実務を担うモデルには限界があるはずである。
 - ・膨大なインフラを、官のみでは人的・専門能力的・経済的に管理できなくなる。
 - ・専門技術を有する民間会社が、単発的に請負という形で担っていくのでは非合理的ではないか。
 - ・官民一体となって維持管理していく新しい社会システムが必要ではないか。
10. 地方のインフラ保全と地域コミュニティの維持に対する考えや提言について聞きたい。

2.3 パネルディスカッション

2.3.1 各パネラーの発表要旨

パネルディスカッションでは、5名のパネラーから予め出された質問に対する回答を含む形で発表していただいた。各パネラーの発表後会場から質問を受け、発表一巡後、鳥居コーディネーターによる全体討議に入った。ここでは、各パネラーの発表要旨と会場からの質疑応答を記す。



パネルディスカッションの状況

(1) ASR・塩害（特に凍結防止剤の影響）の複合劣化、効果的な塩害対策事例について （パネラー：中日本ハイウェイ・エンジニアリング名古屋株式会社 青山 實伸 氏）

- ・ 橋梁について劣化進行の早い部材
路面水・雨水による乾湿繰り返し、塩分浸透の影響を受ける部位であり、ここに凍結防止剤による塩害や ASR による促進も加わる。劣化進行は環境や挙動、かぶり厚などによっても異なる。
- ・ ASR 劣化と複合劣化の事例の紹介と対策の必要性
鉄筋破断の可能性のある劣化事例として、PC 桁の外桁水平ひび割れ、フーチングの水平ひび割れ、はり天端の水平ひび割れ、水の影響部位などがあり対策実施が求められる。ASR と塩害の複合劣化の場合は劣化進行が加速され、特に劣化進行の早い塩害劣化に着目する必要がある。
- ・ ASR のひび割れの特徴
表面の巨視ひび割れは、表層部と内部の膨張差によって生じる。実構造物の膨張の収束の閾値（しきい値）は、3～5 年間の膨張量と残存膨張量の実測値の対比から、0.01%/年程度である。
- ・ ASR 構造物の点検と維持管理の私案
鉄筋破断や塩害の影響があると考えられる構造物については詳細調査を実施し、必要に応じ補修、予防保全をした方がよいと考える。0.5mm を越える伸展性のあるひび割れは漏水対策などをした方がよい。他は経過観察でよいと考える。

- ・凍結防止剤による塩害
NaCl が散布され、路面水が漏水、飛散し、付着する特定の部位に発生する特徴がある。
トンネルの側壁などに多く出やすい。NaCl の代替品としての酢酸系のものは価格が 10 倍以上である。
- ・凍結防止剤による塩害劣化に対する効率的な補修工法の提案
高濃度の防錆材、亜硝酸リチウム混入のモルタルを用いた断面修復工法や一部犠牲陽極材を使用した補修工法を提案している。塩害環境下にある鉄筋に対して断面修復材に亜硝酸リチウム混入のモルタルを使って亜硝酸イオンを拡散浸透させて鉄筋の防錆雰囲気を形成することである。亜硝酸イオンと塩化物イオンのモル比が 0.6～1.0 以上になれば防錆効果が発揮される。
- ・海岸部の桁の塩分濃度の調査事例
塩分浸透は海岸地形、周辺地形の影響を受けて架橋位置によってかなり異なる。調査事例での分布傾向は、外桁＞中桁であり、部位では下フランジ＞ウェブ＞床版下面であった。壁高欄は雨水が洗い流した影響で少なくなっている。張り出し部も桁同様少なくなっている。
- ・塗装剤の耐久性能
親不知高架橋の追跡調査では、上塗りにポリウレタンまたはフッ素樹脂を、中塗りにエポキシ樹脂を塗ったタイプは 20 年経過した段階でも外観は良好である。コンクリート塗装は健全な部材に適用し、防水工などの水処理をしっかりと行えば長期耐久性が期待できると考える。
- ・LCC について
道路橋示方書では塩害に対して 100 年の耐久性を考えて設計している。親不知高架橋の海上部の箱桁の予防保全の LCC および酒田地区の国道 7 号で塩害により架け替えに至った LCC の事例から見て、厳しい塩害環境では当初より塗装などを行って LCC の縮減に努めることが有効である。
- ・複合劣化として床版の事例
床版は通過車両や水の影響で疲労劣化が進行することが知られており、中性化も早いということが分かっている。加えて凍結防止剤が散布される地域においては塩害の影響を受ける。塩分の浸透、疲労劣化が進むと貫通ひび割れが入り、塩分は床版下面まで流下して広がる。また、中性化が進行すると浸透した塩分は短期間に中性化領域に移動し鉄筋腐食を加速させ、床版の中性化と塩害と疲労との複合劣化が生じる。塩害調査では中性化深さの情報が重要であるとともに、床版下面の劣化が現れる前の対策や中性化抑制対策が重要であると考ええる。

【質疑応答など】

- 会場：複合劣化が起こりそうな構造物の現地における診断の留意点を教えてほしい。
- 青山氏：劣化の要因が先ず何であるかを考えて現場を見るとよい。例えば、ASR と塩害の場合、凍結防止剤が散布される地域で漏水があれば塩分が必ず入って塩害が起こっている。それを例えば ASR ありという先入観で調査に入れば見逃してしまう場合がある。劣化要因を常に考えながら診断すれば大きな間違いはない

と考える。

会場：RC床版の中性化が早いといわれたが、その原因は何か

青山氏：土木学会の示方書で中性化速度が設定されているが、供試体を用いた実験室レベルで決めた値だと想像する。実際の構造物を調べたところ、意外と早いことが分かってきた。例えば、橋脚、橋台など水に濡れる構造物についてはほぼ土木学会の値と合っている。しかし、特に橋梁の乾燥している部分では、非常に違っている。したがって、中性化速度は少し認識を改める必要があると考える。

鳥居氏：山陽新幹線のスラブ下など乾燥しやすい場所は中性化する速度が速い。トンネル、カルバートタイプのトンネルなどはかなり鉄筋が入っているので、このようなところは乾燥して中性化が進むというデータがある。特にBBを使ったものに問題が出ていると聞いている。

(2) 新設時の塩害およびASRに対する予防措置、電気防食適用の問題点などについて (パネラー：オリエンタル白石株式会社 角本 周 氏)

- ・ 実情を反映した補修と耐久性向上対策

損傷が出る部位は桁端部の漏水によるものがかなり多い。取り替え工事で上部のみあるいは床版のみ取り替える場合は、なるべく荷重を増やしたくない理由でかぶり対策をしない。かぶり対策以外の塩害対策と凍結防止剤による劣化に対して混合セメントの利用と電気防食工の適用を考える。

- ・ 沖縄道の桁端部の漏水対策事例

RC中空床版橋をプレテンPC中空床版橋に架け替えた事例だが、プレテン桁の桁端部の従来の樹脂系塗装での対処から、プレキャスト横はりの上にプレテン桁を置いて間詰めコンクリートを打つことで漏水しても直接PC鋼材の劣化因子がかからないといった対策をとった。

- ・ 伸縮装置の改善事例

桁端からの漏水による伸縮装置と止水材のゴムとの界面の鋼材腐食による止水材の剥離対策として、伸縮装置と止水ゴムの間に金属溶射を施すとともに、乾式止水材を使い耐久性を高めた。

- ・ 鋼橋の桁端部の補修事例

補修後も伸縮装置から漏水した場合、劣化が生じやすい部位には金属溶射をして腐食に対して耐久性を高めた。

- ・ 塩害・ASRに対する混合セメント微粉末の活用

道示では100年対応のかぶり等の規定があるが、沖縄では通常的设计値より大きい塩分量が来ている場所もあり、カナダ法に準じた方法でやると判定基準を上回る骨材もある。積極的にやっている対策は混合セメントの使用で、一例が高炉セメント微粉末の混合である。普通セメント単味の場合と比較して微粉末を50%混合した場合、見かけの拡散係数はかなり下がるという実験データがある。反応性骨材ではないが、隠微結晶を含む骨材を使用した膨張量試験でもセメント単味に比べて高炉セメント微粉末を混合すると膨張率が1/3になるというデータもあるので、改良工事では混合セメントを積極的に使っている。フライアッシュを混合して塩化物イオンやASRに対する抑制対策を施して

いる事例もある。

- ・ 沖縄での高炉セメントの活用事例

床版取り替え工事で鋼桁の負担軽減目的にかぶりコンクリートを増やしたくなかった
ので、同じかぶり厚さ（30mm）で海岸から 1.5km のところで、普通のセメント単味と
高炉セメントの比較を行ったところ、腐食発生限界に達する塩化物イオン濃度が高炉セ
メント微粉末を混合することでかなり抑制された。凍結防止剤が 10 トン／年、散布さ
れる壁高欄でシミュレーションを行った例でも、セメント単味ではかぶり厚 70mm で
は 100 年持たないということで、高炉セメント微粉末を混合して壁高欄を施工している
事例もある。

- ・ PC 部材へ電気防食を適用する場合の配慮

PC 部材では鋼材の電位が下がると水素が発生し鋼材の脆性が低下するという懸念があ
る。また、通電により鋼材付近にアルカリイオンが集積し ASR が促進される可能性が
あるので PC 構造物や ASR のあるものに電気防食をする場合は注意が必要である。電
気防食の電解質に Li イオンを使った工法で ASR 促進試験をやった結果は、まったく通
電しない場合と比べて Li イオンを使うと膨張率が下がっているという報告もある。い
ろいろ検討して選択したらよい。

- ・ PC 桁補修時の断面修復材の規定

PC 桁の補修では、断面修復材の圧縮強度の規定はないと思っている。圧縮部位に使う
のか引張部位に使うのかが一つの課題であろう。もっと重要なのは、塩害の部材に対し
て断面修復した場合にはマクロセル腐食が起こるので絶縁材での対処が必要であるこ
とや付着強度を確保しないと再劣化の速度は早いので留意することが重要である。

- ・ 補強設計の合理化

非合成桁に床版取り替えをした事例だが、昔の設計荷重でやったものを B 活荷重で普通
に設計すると当然許容値を越える。ただ、実際には、非合成桁でも活荷重レベルでは合
成桁レベルで挙動すること、通常は全幅路肩まで活荷重は載らないことで許容値に対し
てはだいぶ余裕がある。

ラーメン橋の上部構造の耐震補強において、レベル 2 で引張鉄筋が降伏している部分を
増し厚して鉄筋を補強する事例があったが、地震以外の時に圧縮が入っているのだった
ら地震だけの補強となる。そういうところに本当に鉄筋を降伏させないまで補強する必
要があるのかというと、そうではないの考える。縁応力度と鉄筋のひずみをどこまで
落とすか、例えば 5,000 μ くらい鉄筋ひずみが生じても残留ひび割れ幅としては 0.1～
0.2mm 程度になるので、この辺りのデータを基に常時圧縮が入っているところならど
れくらい補強すればよいのかということを考えられたら良いと思う。

【質疑応答など】

鳥居氏： 断面修復材では強度を合わせるのか、付着を合わせるのか、その辺りの考え方
を疑問に思っている方もおられる。もう一つは落とさないという話がある
が、浮いたところを落とした後をどうしたらいいかという質問もあったが、そ
の辺りについて説明して頂きたい。RC 床版、はりの裏側だけの問題だと思うが。

角本氏： 個人的な見解だが、無理に圧縮強度を合わせるよりも一番重要なのは付着の方

だと思っている。上の事例ではファイバーモルタルで吹き付けているが、5年くらいで剥落してくるものもあるのでしっかり付着を確保することと、マクロセルの対策をすることだと思っている。

会場：補修設計でやられる設計、強度設計、耐力も基本的には新設時設計の範疇にしたがってやっていると思うが、補強設計の考え方を新たな視点で例えば限界状態設計法での係数の考え方など独自の新しい考え方でやっていくという方向性はないのか。

角本氏：道路橋示方書の新設の規定とは異なる例もある。逆に言えば、道路管理者と相談していただいて地震時にどれくらいのひび割れなら許すであろうということを相談しながら限界状態を決めて、それに対する補強量を決める考え方はあると思う。

(3) コンクリート構造物の劣化診断に使う非破壊検査の基本的な技術について

(パネラー：株式会社国際技術研究所 葛目 和宏 氏)

・コンクリート構造物の非破壊検査技術の歴史

コンクリートの非破壊検査技術は幅が大きい。コンクリート構造物に対する非破壊検査技術は、もともと圧縮強度を調べるのが眼目だった。ところが、最近ではコンクリート構造物の劣化診断は、鉄筋腐食、内部空洞、剥離などの欠陥をどうやって探り出すかが大事になってきている。コンクリートの非破壊検査技術は日々進化している。いろんな情報を頭に入れて頂きながら検査技術を現場で使うか使わないかを判断していただきたい。

・コンクリートの非破壊検査を使うに際しての留意点

データの評価は、機械の精度などのハードな面と、使った環境条件を常に考えなくてはいけない。検査費用はケースバイケースである。例えば自然電位検査の場合、1点だけ測る値段と1,000点測る場合は当然のことながら違ってくる。また、環境条件にも影響される。赤外線あるいはレーダを使ったが思うような答えを得られなかった場合の原因としては、検査技術そのものの歴史がまだ浅いことと、検査する側の人間が電気屋、機械屋だからコンクリートについて余りわかっていないことも挙げられる。

・超音波法

超音波法は、アメリカで1945年あたりから使われ始めた技術である。ASRの劣化が顕在化している構造物で測った例では、ひび割れが無く健全な場所と鉄筋破断しているような場所での超音波の伝播波形が違っている。波の立ち上がるまでの時間が長くなり伝播速度が遅くなるということを覚えておけばよい。

・電磁波レーダ法（RCレーダ）と電磁誘導法

電磁波法を使う中で電磁波レーダ法と電磁誘導法がある。前者は、電磁波を発信させて中にある電氣的に性質の違う鉄筋などから反射してくる波を拾って深さを測ろうというものである。商品名でRCレーダというのが知られている。同じ電磁波法だが、電磁誘導法は電磁波の磁界を作っておいてその中に入ってくる鉄筋によるインピーダンス変化を測って鉄筋のあり・なしを判断する方法である。電磁波レーダ法は、10cmあるいは15cmとかかぶりの深いところで使うものであり、電磁誘導法は、かぶりの浅いと

ころ、数 cm 程度のもの、床版などでの適用がよいかと思う。この使い分けを覚えておかないといけない。

- ・ X 線法

X 線は放射線だから、線源から 5.5m 以内は立ち入り禁止区域がある。X 線は音もしないし、見えないので気を付けないといけない。

- ・ 赤外線法

コンクリート構造物の表面の温度変化を見て調べようとするのが赤外線法である。最近では分解能が上がり、細部までよく分かるようになってきたが、例えば橋の場合、下を流れている川からの反射光で赤外線の温度が変わることもあり、風の影響で温度が変わることもあるので注意しなければならない。

- ・ 電気化学的手法

自然電位法、分極抵抗法、電気抵抗法があり、コンクリート構造物中の鉄筋の腐食状態を評価するために使う方法である。一番手軽に出来るのが自然電位法、その次によく使われるのが分極抵抗法であるが、かなり専門家領域となるのであえて説明はしない。

- ・ PC 桁のグラウト不良に伴う PC 鋼材の腐食・破断の検査方法

最近よく問題になるのが PC 構造物でのグラウト不良に伴う PC 鋼材の腐食、破断である。横締め鋼棒が飛び出す事故もあり、注意事項である。横締めのグラウト充填状況を測る方法が衝撃弾性波法である。また、コンクリート表面を叩いてその部分のグラウトの充填度を測るインパクトエコー法もある。シースのかぶりによって少しづつ精度が違う。グラウト不充填の場合の体積の予測技術、空気を送り込んで判断できる技術が今開発されているところである。

【質疑応答など】

会場： 海外の先進国でも同じような調査技術なのか？

葛目氏： 現場で使われている方法はほぼ同じであると考えて良い。ただし、国により基準が違う。特に、レーダ、X 線についての法規制が日本は非常に厳しい。X 線技術についても線源を大きくすれば透過能力は高くなるが、今の日本の法律でいくと 50cm 以上のものは透過しないが、欧米ではもう少し大きなものもいけるという事例もある。

鳥居氏： ポステン T 桁で下フランジに水平ひび割れがある場合、原因としては、凍害、塩害、アル骨が考えられるが、現地調査で判断に悩んでいる方も居られると思うが、葛目さんクラスになるとただで判断出来そうな気がするのですが？

葛目氏： 見るだけで全部分かることはない。慎重に見ながら慎重に考える、それがあつての検査技術ではないかと思う。

鳥居氏： ひとつのポイントはひび割れの幅の大きさと、ひび割れから錆が出ているかどうかである。それとこの地域に限ればアル骨の構造物の出てくる地域の分布は示してある。凍害になるとこの地域では標高 1,000m を越えないとホントの意味での害は出てこない。中に水が溜まってその水が凍ることによる二次的な凍害はあるかも知れないが、何れにしても総合的に判断することが重要である。

(4) 鋼橋の診断のポイント、支承の腐食および RC 床版の損傷について

(パネラー：川田工業株式会社 橋 吉宏 氏)

- ・ 8 地整で鋼橋の損傷発生部位の調査結果

主桁、支承は腐食による損傷が多い。床版は C 損傷（早急な対策が必要である損傷）の発生率が非常に高いという特徴がある。メタルの橋の場合は、主桁の 4%が C 損傷で腐食が 9 割である。支承の 8%が C 損傷で、腐食が 6 割である。床版の 10%が C 損傷でメタルの橋の損傷はだいたいパターン化している。桁端部とか支承周りの腐食が多い。

- ・ 桁端部の伸縮装置の形式と支承部の損傷

昭和 50 年代前半までよく使われていた排水型伸縮装置は、路面から見ると分からないが下に潜ると伸縮装置からの土砂が堆積していることが多く、支承も花が咲いているという表現をするが、腐食して劣化が著しい。これがひとつの劣化パターンになっている。支承も回転および移動が拘束されソールプレートから疲労クラックが出てくるといような損傷も見られる。したがって、伸縮装置部分の維持管理は重要である。

- ・ RC 床版の損傷の特徴

C 損傷が最も多い。舗装がポコポコと損傷している橋をよく見かけるが、下へ潜ってみるとエフロが出て漏水していて白い網目状になっている。当時の連続桁の標準設計では 4 本主桁が多く、上下線のちょうどトラックが通行する真下にある床版が一番応力振幅が大きくなるので、この部分の床版から劣化していくのが一つのパターンである。

- ・ RC 床版の劣化損傷過程のパターンと事例

RC 床版の劣化の損傷プロセスは、輪荷重走行試験でほぼ明らかになっている。最初は床版の収縮を拘束するために橋軸直角方向ひび割れが出て、次に網目状のひび割れが出てくる。網目状のひび割れが進行して、これに漏水が加わると寿命が 1/10 位になる。そしてたわみが急激に増加し、その結果、床版剛性が落ち舗装に現れてきて陥没にいたる、これが劣化の過程である。最近は ASR、凍害など材料の劣化の問題も加わってきている。この劣化を放置しておくで、国道 18 号浅川新橋のように床版が抜け落ちるといいうことになってしまう。

- ・ 床版の補修後の再劣化

床版の補修後に再劣化するのは、例えば、エフロが出た状態で漏水している状態で鋼板を貼っても単に劣化した床版に鋼板が被さっているだけで、末期状態で補修しても補強効果はないということである。

- ・ 最近の新たな損傷

東北の床版の例だが、水平状のひび割れが出てきている。アル骨が疑わしいと思われるが、どういう挙動をするかは今後の研究課題である。また、北海道の寒冷地で見られる凍害だが、床版に穴が開きだしているが、鉄筋は全く錆びていない事例がある。本当の凍害で劣化したものであり、これも最近ようやく研究をスタートしたばかりである。

- ・ RC 床版の課題

RC 床版の課題として、RC 床版には強い床版と弱い床版がある。前者は平成 8 年道示以降につくられたものであり、後者はそれ以前のものである。特に、昭和 39 年頃の床版は、床版厚さが薄く寿命は 30~40 年と言われている。昭和 40~50 年代に施工された RC 床版は平成 17 年以降に順次 30~40 年となり寿命に達する。現在 C 損傷の発生

確率は10%といわれているが、今後は増大する傾向にあるのではないかと個人的には予測している。調査して網目状のひび割れ、エフロが見られるRC床版は、その段階で補修しても再劣化するのが現状である。LCCを考慮すると、昔の弱い床版は取り替え、更新する時期にきていると思われる。

【質疑応答など】

鳥居氏： 橋氏は、橋建協の床版部会の部会長をやっている。R156～157～158 の山越えにある橋の床版は劣化が著しいので私から調査の依頼をしたことで感想を述べて頂いた。

会場： 床版厚と劣化の話の中で、床版厚の変化と劣化の関係は何か資料を集めているのか？

橋氏： 特に集めていないが、昭和39年では14cm以上となっており、2.8m床版支間では18cmくらいだった。次に変わったのが昭和43年通達で3L+11、4L+11となり数値的に床版厚が規定されたが、それでも薄い。1976年（昭和51年）の例もあるがこれもまずい。その後、平成2年にさらに厚くなり、平成6年に輪荷重が8トンから10トンになったことで、平成8年改定で床版厚がさらに厚くなった。昭和43年から平成2年の間に施工された床版が今後どのようなようになっていくかはまだ分からない状態である。時間も未だ経っていないが、次々劣化症状が現れてくるのではないかと考えている。

鳥居氏： 結論としては、もともと構造的に持たないような床版は全部打ち換えるか、あるいは取り替えるしかないと考える。次の課題は、交通供用しながらの取り替え技術の開発だと思っているが、その辺りの意見は？

橋氏： 床版の性能はどう変わるかをテーマにした討論会を土木学会の全国大会で行う予定である。昨日下午打ち合わせを行ったが、同じような意見も出ているので、土木学会からも発信していきたい。

(5) 高炉セメントコンクリートの特徴、補修工法、電気化学的工法などについて

(パネラー：住友大阪セメント株式会社 若杉 三紀夫 氏)

・セメント生産量の推移

セメント生産量は、1997年あたりが最大ピークで1億トンに達するくらいだったが、現在（2010年データ）では4,000万トンのレベルまで減少している。高炉セメントが最近伸びてきて、20%の構成比となっている。これは、日本では鉄の生産が優先されており、これにともなう副産物を使わざるを得ない事情と、高炉セメントのメリットが見直されているという背景がある。

・高炉セメントの特徴

高炉スラグおよびフライアッシュは、潜在水硬性あるいはポゾラン反応で生じる水和生成物が普通セメント水和物のポーラスな部分を埋めて緻密になっていく特徴がある一方、その反応はセメントの反応より遅れるので初期強度が出にくいところが問題である。強度発現曲線では、高炉B、フライアッシュBは最初はかなり遅いが91日で見ると普通セメントを追い越している。長期的に見ると潜在水硬性あるいはポゾラン活性の効果

が出ているが、これらの反応は水酸化カルシウムを消費しコンクリートのアルカリ度が低くなる結果、中性化が早くなる問題点もある。また、低温状況下では強度発現が遅れる傾向にあり、養生日数および方法には注意が必要である。散水養生よりもプチプチシートなどの保温材を使用する方法が効果的である。環境負荷物質である炭酸ガス発生量の調査データでは、ポルトランドセメントは圧倒的に多く、トン当たり 750kg も排出するが、高炉の B 種、フライアッシュ B 種は少ない。

- ひび割れ注入材の性能比較

ひび割れ注入の材料はエポキシ樹脂が多く使用されている。エポキシ樹脂は、接着性、可とう性、耐久性、耐水性などの性能のバランスが良い。しかし、5℃以下の低温、水分がある環境では接着性が悪いので使用環境に応じた使い分けが必要である。微粒子セメントとポリマーを複合したポリマー微粒子セメント系の注入材は、エポキシ樹脂に匹敵する性能を目標にして開発され、近年性能が良くなってきているが、接着性能は 7~8 割くらいである。樹脂系は熱線膨張係数が大きく、ポリマー微粒子セメント系の方がコンクリートに近いが、ひび割れ注入の用途で使う限り熱線膨張係数の違いはあまり問題にならない。両者の使い分けは厳密には難しいが、エポキシが使えない場合にポリマーセメント系を使うことである。具体的には、ひび割れの中に水が残っている場合、ひび割れ補修後に電気防食を考えている場合には樹脂の絶縁性が問題となるのでポリマーセメント系の方が良い。

- 断面修復工法

断面修復工法は、左官工法が標準である。材料はポリマーセメントとレジンモルタルがあり、型枠に無収縮モルタルを流し込む方法、グラウト充填を行う方法がある。これらの工法を比較すると、レジンモルタルは材料費が 200~250 万円/m³と高く、熱膨張係数も 2~3 倍と大きいので小さな断面に限定されると思われる。最近では小断面ではほとんどポリマーセメント系で施工することが多いようである。型枠注入は、材料費が若干安くなると思うが、型枠をセッティングする手間があるという問題がある。吹き付け工法は、圧倒的に湿式吹き付け工法が多いが、近年は乾式吹き付けが再注目されている。乾式吹き付けの欠点はリバウンドと粉塵であったが、当社では、それらを改良したポリマーセメント系の乾式方式を開発して施工している。

- 高靱性セメント系材料

名古屋大の国枝先生のグループが行ったもので、アル骨対策の擁壁に対して高靱性の材料を使用した被覆工法の事例を紹介する。ひび割れ追従性の高い材料で被覆することの可否の質問があったが、追跡調査報告では 2 年経過した時点でも抑制効果を発揮している。新しい試みであるので今後の追跡調査結果を待ちたい。

- 表面含浸剤

土木学会では、シラン系とけい酸塩系のものしか認められていない。けい酸塩系のものにはリチウム系とナトリウム系がある。シラン系の浸透深さを現場で測定する方法についての質問があったが、現段階では簡単に測定できる技術は開発されていない。コアによる EPMA 分析、あるいは熱分析 (TG/DTA) など直接熱分解させて測るなどの方法がある。ケイ酸塩も難しい。電子顕微鏡で見て特定の視野を決めて C・S・H の水和物の正確にカウントして無処理の場合と比較するというテクニックしかない。

- ・ シラン系含浸材の性能比較

シラン系含浸材は、一般的には中性化抑制効果はないと言われているが、最近その抑制効果があるシラン系も出てきている。中性化抑制効果のあるものは若干、造膜性があり、従来のシランはコンクリートの外観と変わらないが、中性化抑制効果のあるものは濡れ色傾向にある。抑制効果を 20℃、60%RH、CO₂ 5%のモルタル供試体促進試験で比較すると、ブランク（何もしない試験体）で 13.8mm、普通のシランでは 14.8mm、シランフッ素系だと 13.0mmだが、低分子量の高濃度シラン（スーパーシラン 30）だとCO₂を完璧に遮断する。この抑制効果のあるシランは分子構造が従来と異なり、三次元ランダムに化学結合して造膜するように反応して、モレキュラーシーブ（分子ふるい）を形成し、水の分子は通すが炭酸ガス分子は通さないメカニズムになっている。塩化物イオンに対しても同じように高い遮断性を発揮する材料である。

（注記；モレキュラーシーブ（*molecular sieve*：分子ふるい）とは、対象とする各物質の分子の大きさ（分子量）に応じてそれら物質を分離する性質を持った物質の総称である。）

- ・ Zn 系マクロセル腐食抑制材（ガルバーシールド）

亜鉛インゴットにモルタルが被覆されている製品である。モルタルの中にはLi(OH)₂というアルカリ性の高い刺激剤が含まれている。日本でもかなり使用されているようだが過大に信用すると失敗することもある。普通は5～10年は効くと期待されて使用されているが、香港の水路構造物で使用された例ではうまくいっていない。

【質疑応答など】

会場：高炉 B 種は、カンタブでの測定値が高く、初期強度が高くなってきている。これらの原因は？

鳥居氏：以前は30～60のスラグ置換率だったが現在は42～43くらいに固定されていることと、スラグが細くなっているのが原因だと思われる。初期強度が高いのは、スラグの置換率とブレン値が原因である。普通ポルトランドセメントのクリンカーは変わっていないがユーザーの要望からそういうふうになってきている。その結果、ひび割れを生んでいる原因となっている。

会場：ミルシートでは塩化物イオン量が以前より若干増えている（15～20）。塩化物の増加では震災のがれきでも除塩をしているようだがセメントの製造でどのような影響がでてくるのか？

若杉氏：セメント 1 トン造るのに廃棄物は 400～500kg 使う。当然塩素が含まれているので各工場では除塩装置を使って除塩している。したがって塩化物イオン量は現在のレベルが維持されると思う。

鳥居氏：廃棄物を 400kgくらいまで入れるとなると、最も注意しなければならないのはC₃Aである。塩化物イオンはセメント量に対して 350ppm（0.035%）の規定があり、多少動いても問題はないが、いろんなもの（廃棄物）を使い出してくるとC₃A、アルカリなどにも影響を及ぼし問題が出てくると考える。

2.3.2 全体討議

全体討議は、各パネラーの発表で触れなかった内容について会場から質問を求め、それに対してパネラーおよびコーディネーターがコメントするかたちで進行された。

会場：RC 床版の補修で取り替え以外の方法で上面増し厚などについての考えは？

橘氏：上面増し厚については、青山氏の方が詳しいと思うが、きちんと施工するのがかなり難しいと思う。そこからまた水が入ってくることも考えられる。補修効果は何年持つかわからないのでLCCを考慮すると取り替えた方が良いのではと最近思っている。

鳥居氏：青山さんが日野川、渋江川で経験されているのでコメントを。

青山氏：床版の劣化がどれくらいで補修するかによるかだと思う。10年くらいで再劣化していることもあるが、原因は塩分を残したまま補修していることと、打継目の振動に対する対応をしっかりとすれば、劣化があまり進行していないものに対しては有効であると思う。劣化の進行により工法を使い分けることが必要だと考える。

鳥居氏：RC 床版の下面からの補修方法で鋼板、CF シート貼り付けなど種々行われているが、施行後は見えるように管理していくことが重要である。鋼板を張り付けた場合に再劣化すると一気にそこが落下することもあるので、鋼板接着工法はやめる方向で動いている。交通供用しながら短期間に出来る工法が課題として残されている。

会場：JCI-DD2 とカナダ法についての試験精度の比較は？

鳥居氏：JCI-DD2 は 100φ コアで行う。100mm だと中にアルカリが残っている。コアを抜いたときに一部アルカリは出るが、だいぶ時間が経つとコア内のアルカリが減ってくるので JCI-DD2 法だとほとんど膨張しない結果が非常に多い。北陸で 30 年くらい経っている場合は JCI 法で 0.05% 以上膨張したら間違いなくまだ膨張する。カナダ法は、正式名は ASTM-C-1260 という骨材の試験法に準拠している。外から 1N の NaOH を入れるので中に反応性のものが残っていればコア内にアルカリが残っていても外からの供給で膨張する。デンマーク法と同じ理屈である。試験法の違いはあるが、大きなコアを抜けるのであれば JCI-DD2 で行う方が実際の膨張挙動を見ることが出来る。ただ実際は 100mm のコアを抜けないものが多く、特に上部構造では抜けない。そうすると小さなコアで如何に評価するかということになると、外からアルカリを入れる方法になる。それについてもそれぞれ地域ごとの骨材とコアのデータとを比べながら評価することになる。

会場：よう壁、橋脚などで高炉セメントを使った場合に色むらが生じる原因は？

若杉氏：高炉に限らず色むらは出る。元素分析してもよく分かっていない。鉄が原因など簡単な場合は因果関係が解るものもあるが、ほとんどの場合よく分からない。

会場：床版劣化の評価について、現在は疲労でしか行っていないが今後の展開は？



全体討議の状況

- 橋氏 : RC 床版の劣化の判定は変わると思われる。RC 床版の評価方法について国総研で現在のひび割れ密度で評価する方法がよいか否かチェックしている段階である。凍害は寒地土研が規準を作るために動き出した段階である。
- 鳥居氏 : 床版で ASR、凍害が起これば、もともと断面が薄いので泥濘化してくる。R156～157～158 号は ASR、凍害があるという視点で見た方がよい。そしてデータを蓄積して欲しい。
- 会場 : 震災で橋が流されることが起きている。経済的に中空断面が多くなってきているが水に対しては浮きやすくなる。対策として今後の橋梁設計での考えは？
- 鳥居氏 : 聞いている限りでは、鋼桁は簡単に浮いてリフトアップで倒れる。コンクリート桁も T 桁のように中に水が入ってくるタイプは簡単に倒れる。床版橋のような薄いタイプは水が流れやすいので残ると思うが、そこまでの対策が必要か否か議論しなければならないと考える。
- 角本氏 : 桁橋タイプの方が流されやすいので、それらを全て改質するかというところもいかなければならないのでは。リダンダンシーを考えて設計を行う方が良いと考える。
- 橋氏 : 丸山先生が津波の荷重に関する委員会を立ちあげた。津波に対して絶対に流されない橋をつくることは無理だと考える。津波に対してレベルを設け、各レベルで最低限対応できる目標などを設定しておくという議論をしている最中である。そのためには、まず津波による作用力を解明しなければならないので、荷重（浮力）について検討を始めたところである。
- 鳥居氏 : 東北の震災報告を見たが、橋が残った場合は橋に取り付けられた盛土がやられている。必ずしも橋が残って道路全体が機能しているかというかは疑問である。津波の力は大きいから、どこを通ってくるかによってやられる場所が違い、いろんなパターンがあるようだ。国総研も述べていたが、全部の橋を津波に対して守るような設計をすることは無理がある。本当に重要箇所のみ今後の設計に取り入れていこうということがこれから始まろうとしていると思う。お金の問題もあるので我々が守っていくものは限定していかなければならないというのが多くの方の意見であろう。
- 会場 : 表面ひび割れ幅と深さの相関はあるか？
- 葛目氏 : 特に相関はない。ひび割れの入った原因によって幅と深さの関係は変わる。ひび割れ深さを測る要求には二つのパターンがあり、ひとつは、フレッシュコンクリートを打設して竣工検査前に入った施工不良に起因するひび割れであり、温度ひび割れなどがある。乾燥収縮なども見ればわかるから測る必要はないのではないのか。問題なのは、かなり年月が経ったもので原因がわからないものである。ひび割れの中にいろんなものが入っていることが多い、ひび割れ先端付近に水が入っている、鉄筋があるなどの場合はその位置で測ってしまうので難しい。現実的には超音波法でひび割れ深さを正確に測れる事例の方が希である。
- 鳥居氏 : これだけの時間の中で皆さんに議論していただいて感謝する。三県のコンクリート診断士会連携事業ということで、今日のフォーラムも報告書でまとめると聞いている。短い時間だったが有意義な議論が出来たと感じる。

2.4 特別講演会

2.4.1 北陸新幹線の開業を目前に控えた金沢市のまちづくり

(講演者：石川県議会議員 不破 大仁 氏)



不破大仁氏の講演

不破 大仁 氏 プロフィール

平成 12 年に金沢大学大学院を卒業後、6 年半、民間企業に勤務。平成 19 年 4 月に金沢市議会議員に初当選、多方面で活躍される。特に、金沢市の市政刷新を掲げ、逆風の中、現市長山野之義氏を推して精力的に活動されたことは記憶に新しい。平成 23 年 4 月、石川県議会に転身し初当選し、一期目議員として日々奮闘する若き政治家である。

不破大仁氏から、金沢のまちづくりの変遷、石川県および金沢市の橋梁長寿命化計画、北陸新幹線、そして石川県と金沢市の魅力的なまちづくりのための計画について熱く語って頂いた。

(1) 金沢のまちづくりの背景とその変遷およびまちづくりの特徴

金沢城を中心とした主要道路は変わっていない。金沢市 60 万都市構想が昭和 45 年につくられたが、これが金沢のまちづくりの基本となっている。城を中心としたまちだったので、これまでの道路は海側からも山側からも必ず一度まちなかを通らないと行けない不便な道路となっていたが、環状道路で解消しつつある。

平成 19 年に国交省から認定された「中心市街地活性化基本計画」を基に色々な事業が行われている。例えば、中心街だけを走るバス（フラットバス）など。60 万都市構想にもあるが、港と金沢駅を結ぶラインと、駅と繁華街（武蔵が辻・香林坊）を結ぶラインを金沢都心軸は、近代的に発展させるために早い時期からビル化している。ビル化による弊害も出ているが、金沢の歴史を残している市街化エリアを開発する部分と残す部分を分けるかたちで計画を進めている。

(2) 金沢市の人口の推移

石川県は全国と同じ推移で 2000 年辺りがピークであり漸減傾向である。平成 22 年国税調査で 117 万人である。同調査で金沢市は 46 万人で若干上昇しているものの、平成 17 年の国税調査の結果をもとに平成 21 年に都市計画マスタープランの見直しを行っている。もともと 60 万都市構想であったが平成 17 年の 45 万人をもとに 20 年後に 43 万人になるであろうという予測のもとに見直した。金沢市のまちづくりにおいて初めて人口予測を減ると決めた大きな転換点であった。

(3) 県の土木予算の推移と維持修繕費の推移

全国と同じ傾向で、ピークが平成 10 年の 1,600 億円であったが、平成 23 年度当初予算では 580 億となり約 1/3 まで減少している。一方、道路整備関連の予算は県全体の道路関係の予算が毎年下がっている中でこの維持費とみなされる金額はキープし続けている。公共事業を悪者扱いにしがちな方も多いが、この維持修繕だけは強く反対できない分野であると思われる。

(4) 石川県および金沢市の橋梁長寿命化計画

橋梁長寿命化計画は、石川県と金沢市では高齢化を迎える橋の割合が大きく違っている。現在の高齢橋（50 年）の割合はほぼ同じだが、20 年後では県は 60%、金沢市は 6%であり、長寿命化対策をつくる際の年数の差にも現れている。石川県は対象橋梁が 672 橋あり、計画が出来たことにより予算化しやすくなり、総事業費 58 億円かけてこの事業を進めている。初年度は 18 億円、平成 22 年度は 11.5 億円、今年度も前年度並みになるであろう。事業の進捗も当初より早く進んでいる状況である。今年度完了すると 672 橋のうち 72%が完了する予定となっている。橋梁の長寿命化計画が軌道に乗ってきたことで今年度はシェッドの計画を策定する予定である。

(5) 北陸新幹線開業

昭和 39 年の東海道新幹線開通を契機に、昭和 40 年に声を上げてから紆余曲折を経て、平成 26 年によりやく金沢開業にこぎつけた非常に待ちわびた北陸新幹線である。開業効果として、輸送能力が小松～羽田便の座席数の 4 倍、時間短縮効果も 79 分となる。最も期待しているのが来県する人間の増加である。現在、首都圏からは 227 万人、関西圏からは 259 万人、中京圏からは 215 万人、合計 700 万人である。圏域人口から見ると関西・中京は 13～15%の方が来県しているが、首都圏に限っては 5.5%しか来ていない。これが 13%位まで上がると年間合計で 700 万人が 1,000 万人まで増加することになり非常に期待している。

(6) 石川県と金沢市の魅力的なまちづくりのための計画

新幹線開業に向けてまちの魅力を高めるため、石川県が魅力ある交流基盤づくりをやっているように金沢市も魅力発信行動計画を策定している。特に豊かな都市環境の維持・活用がまちづくりの軸だと考えている。県のプランでは、金沢城公園や県庁跡地を整備して県都金沢の中心部の魅力づくりを謳っている。金沢市は東茶屋街と用水の整備に力を入れている。用水の蓋を外すことを条例で制定し、水が見えるまちを目指している。これらが認められて歴史まちづくり法の第一号認定を受けた。他に近江町市場のいちば館の再整備、用水脇の無電柱化、公衆無線 LAN の拡大、二次交通としてのレンタサイクルの今年度からの本格的導入などもおこなっている。また、旅行者のトレンドが昔と変わってきており、名所旧跡を回りたい、都市を散策したい人が増えてきているので回遊性の向上、歩けるまちづくりの充実も図っている。もう一つ忘れてはならないのは金沢市街地のビルの老朽化の問題であり、昭和 40 年代に建てられた多くのビルの建て替えが急務であるが、景気がよくない現状では民間で投資が出来ない状況にある。県あるいは市でこの立て替えを行うための根拠法の制定を国に訴えているところである。これらのハード的な面以外ではユネス

コから認定されたクラフト総合都市、金箔などの工芸のまちとして指定されており、世界でクラフトで創造都市の認定をされたのは金沢市のみである。他にも、「国内で行きたいスポットアンケート」ランキングの第一位である二十一世紀美術館、「能登の里山里海」の世界農業遺産の指定などもあり、新幹線を使って多くの方が来てくれることを期待している。

(注記；歴史まちづくり法の正式名称は「地域における歴史的風致の維持および向上に関する法律」平成 20 年制定、文部科学省・国土交通省・農林水産省の共管の法律である)

(7) シンガポール、マレーシアのまちづくり（視察の報告）

日本だけにいるとまちが発展していく、あるいはまちが賑わっていることは実感として感じないが、本当にそれに向けてやっている状況を実感した。マレーシアのジョホールバルでは建設投資を民間から集めている。シンガポールは淡路島の大きさに 500 万人くらい住んでいるところであり、まちの建設は既に飽和状態と見受けられるがまだまだ建設が続いている。資本がシンガポールに集まってきており、アジアでの一人当たりの GDP も日本は抜かれてシンガポールが第一位になってしまった。ただ、投資が集まったことが活況を呈している原因とも見受けられるので金融不安になった場合の懸念は残る。やはり日本においては地に足のついた発展が必要だと感じる。

(8) まとめ

多くの方がまちに出て色々な個性を見たがっている時代であるから、まちづくりがますます重要になると思う。「供用しながらどのようにしてインフラを直していくか」そのことが金沢市にとって特にお願いしたいことである。昔ながらの城下町であるので道幅が狭い、橋も二車線しかないものもあり、供用しながらやっていくのは他の場所よりはるかに難しいことだと思うが、そこに応用できる技術を開発していただければ非常にありがたい。

2.4.2 北陸三県における橋梁の歴史の変遷

(講演者：株式会社アステック 安達 實 氏)



安達實氏の講演

安達 實 氏 プロフィール

平成 6 年に石川県を退職後、金沢大学および石川工業高等専門学校で教鞭を執られる傍ら、土木史の研究に打ち込まれる。毎年、土木学会「土木史研究発表会」で論文を発表され、現在は「金沢惣構（そうがまえ）・まちなか用水検討部会」委員のほか、多方面で活躍中である。橋梁に限らず、とにかく忘れがちな歴史建造物の維持管理・保存のあり方について非常にわかりやすい口調で語って頂いた。

(1) 講演の概要紹介

文化財とは、我が国の歴史や文化の理解に欠くことの出来ない貴重な資産である。その文化財を次の世代にうまく残していくことが土木技術者にとっても大切なことである。土木に関する文化財の中から、本日は、北陸三県の歴史文化や近代化を象徴する橋梁を紹介する。

『日本の近代遺産（土木学会）』、『中部の土木史（土木学会）』、『総覧登録有形文化財（文化庁）』、『各県（富山県、石川県、福井県）の近代化遺産（県教育委員会）』などの資料を基に各県の橋を選んだ。

(2) 富山県の橋梁の紹介

- ・ 富山県の橋梁は、笹津橋、桜橋、愛本橋、黒部橋、跡曳水路橋についてである。
- ・ 笹津橋、桜橋が架かる神通川の歴史
昭和 7 年の富山の鳥瞰図を見ると、当時の神通川は蛇行していた。その後、伏せ越しなどの工事で真っ直ぐになったことで廃川敷きになり、ここに現在の官庁街などが出来たことが見て取れる。
- ・ 笹津橋は、日本に現存するアーチ橋で戦前に完成したものとしては二番目に大きいものであり、国の登録有形文化財となっている。鉄筋コンクリート開腹アーチ橋である。昭和 16 年完成となっているが、当時の第二次大戦の開戦前後の状況を考えると資材調達などの施工方法について不明の点も多くあり機会があれば調査したい。
- ・ 桜橋は、昭和 10 年に完成した。国の登録有形文化財となっている。
- ・ 愛本橋は、宇奈月町史によると、「加賀藩五代藩主前田綱紀が寛文 3 年（1663 年）に架けた」とある、木造の“はね橋”であった。その後、明治 24 年に木造アーチ構造になり、大正 9 年に鋼曲弦ワーレントラス（当時はプラットトラス）形式で架設されたが昭和 40 年後半の大洪水で流失し、現在のニールセンローゼ形式に架け替えられた。歴史を持つ橋である。この“はね橋”は、富山県だけでなく石川県でも架けられていた記録が残っている。白山市鶴来町にある蝙蝠橋で現在はトラス橋になっている。少し上流の黄門橋も橋長は短い、木造はね橋構造であった。当時、加賀藩が富山県と石川県ではね橋を造った理由を史実などから調査していきたい。また、この木造はね橋構造は日本だけでなく、ネパールの山中にも残っている。アフガニスタンにも古代の地図を見ると、富山のはね橋とはやや異なるが、山梨県の猿橋に近いかたちの木造はね橋があったことが分かった。
- ・ 黒部橋（旧山彦橋）は、歩道橋として現在は使用されているが、当時は黒部上流のダム・発電所の建設資材運搬用軌道が敷かれた橋であり、日本で初めての鉄道用スパンドレルブレースドアーチとして有名である。
(注記；上路アーチ橋の一形式で路面とアーチとの間の部分をスパンドレルといい、スパンドレルをトラス構造にしたものをスパンドレルブレースド・アーチ橋という)
- ・ 跡曳水路橋は、黒部橋の上流の黒薙にある水路橋である。ダムから発電所までの水路の一部である。アーチを支える柱の柱頭部にもアーチ型のデザインとなっている。富山県近代遺産の詳細図にもある。

(3) 石川県の橋梁の紹介

- ・ 浅野川大橋は、国の登録有形文化財となっている、充腹の三連アーチである。江戸時代の浅野川大橋のにぎわいの絵を示す。明治から大正にかけてアーチを3つ繋げる三連アーチが金沢では大変流行っていた。
- ・ 尾山神社境内の図月橋と神門は、江戸末期につくられたもので尾山神社の庭にあり現存する。それと明治8年に完成した神門もアーチが3つ並んでいる。当時設計した人が関心を持っていたと思われる。
- ・ 旧の石川県庁の正面もアーチが3つ並んでいる。大正13年完成で、浅野川とほぼ同時期である。
- ・ 北國銀行武蔵が辻支店は、昭和7年に建てられた。きれいなアーチ型ではなくて弾丸のかたちをしたアーチが並んでおり、当時の時代背景を反映したものを思われ、全国的にも珍しい。
- ・ 犀川大橋は、国の登録有形文化財となっている鋼ワーレントラス橋である。江戸時代は木橋であった。大正8年に鉄筋コンクリートT桁の6連の橋が完成したが、3年後の大洪水で流失し、橋脚なしの1支間形式として大正13年に再建された。大正9年に発生した関東大震災の影響で鋼鉄材の入手が非常に困難な時期であったが、橋の下から見ると鋼材にイングランド(England)の刻印が押してあり、八幡製鉄所の地名も読み取れる。日本とイギリスの材料を合わせて造ったものである。
- ・ 雀橋は、弥生中学校のそばの雀谷川に架かっており、明治31年に完成した。道路橋としてきれいな煉瓦アーチ橋として残っているのは全国的に見ても非常に希である。ただ、当時の高欄はコンクリート製であったが現在は味気ないガードレールとなっているのは残念である。
- ・ 黒谷橋は、元々は木造の方杖橋であったが、昭和10年に鉄筋コンクリート開腹アーチ橋となった。富山の跡曳橋と異なり柱は直線で立っている構造である。60m下流に新しく白鷺橋が同じ形式で架かっており、昭和前期の古いものと後期の新しいものを比較して見る事が出来る。
- ・ こおろぎ橋は、木造の複方杖橋であり現存している。
- ・ 旧美川大橋は、昭和13年完成の橋長393mの鉄筋コンクリートT桁である。主径間と吊り径間、ヒンジがあるゲルバー構造である。当時の施工状況の写真をみるとテストピース、スランプコーンなどが見て取れ、当時からもこのようにやっていたのが分かった。また、鉄筋の作業の写真をみると、現在はガス圧接であるが当時は電気溶接していると思われる。上部工は、表面だけモルタル吹き付けの補修を行ったが、昭和13年当時のかたちで残っており歩道橋として利用されている。このような橋も大事にして残しておかねばならないと思う。
- ・ 旧長生橋は、昭和27年にできた橋で、土木遺産といわれるものは本来なら戦前に造られたものであるが、ここに挙げたのはプレストレスト・コンクリート橋として日本で最初に架かったという理由である。当時の桁を運搬している状況の写真をみると、現在と違ってヘルメットも被らず作業をしている。この橋も河川改修のために撤去となり、そのままのかたちで希望ヶ丘公園に移設され復元された。地域のランドマークになっている橋はこのようなかたちで残さねばならないと思う。

(4) 福井県の橋梁の紹介

- 現在の九十九橋は、昭和 61 年に完成した 4 径間連続鋼桁橋である。葛飾北斎の「諸国名橋奇覧」に載っているのがこの橋だけで「ゑちぜんふくい橋」となっている。半分が木材で出来ており残り半分が石になっているのが珍しいということで「諸国名橋奇覧」に載った。写真を見ると、橋のたもとには木戸、常夜燈、高札場もあり北陸三県の中でこの 3 つが一番立派なのがこの九十九橋だと言われている。明治になって河川改修があり半石半木橋は木橋に変わった。木造のボーストリングトラス橋であり、北陸三県では福井県内のもう 1 橋と本橋のみである。その後、鉄筋コンクリート形式の橋になり、現在の新しい橋になった。

(注記；ボーストリング：「弓の弦」の意。上弦材を多角形状（弓形）にし、下弦材の部分を通路とする曲弦下弦トラス）

- 幸橋は、4 径間連続鋼桁橋である。この橋も明治になって河川改修にともなって木造橋となった。この後、昭和になって鉄筋コンクリート T 桁橋になった。
- 越前鉄道眼鏡橋は、煉瓦積みのアーチ橋であり、鉄道の跨線橋となっている。福井県の近代化遺産にもなっており煉瓦積み斜橋の斜の部分の煉瓦の端がノコギリのようになっており全国的にも珍しく、国登録有形文化財になっている。
- 小舟渡橋は、九頭竜川に架かっており、大正 10 年完成である。曲弦トラス、平行弦トラス、普通の鋼桁の 3 タイプの形式で成り立っている橋である。犀川大橋はワーレントラスであるが、これはフラットトラスである。現在もこの姿で残っているので将来うまく残していかなければならないと思う。
- 大手橋と西津橋は、鉄筋コンクリート T 桁橋で、ゲルバー形式である。昭和 13 年完成で、石川県の美川大橋とほぼ同じ時期である。

(5) まとめ

黒部市のうなづき友学館では、江戸時代の木造はね橋である愛本橋を 1/2 の縮尺模型で復元して展示している。富山市の松川では船で 7 つの橋巡りをして、そこに架かる桜橋を見ることができる。

金沢市の浅野川ではライトアップをして橋が引き立つようにしている。浅野川大橋を中心とした橋渡りも人気がある。この七つの橋渡りのいわれも面白いが時間の都合上割愛する。小松市の滝ヶ原にも石橋が多く残っているが、この模型を造って地域の人に橋の持つ価値を見直してもらい文化財を目指して行動している。

福井の九十九橋も景観設計を行っている。当時の完成予想図から見ると、半石半木の質感をどのようにして出すかをいろいろ考えて高欄にその感じを出したようだ。常夜燈の私たちも予想図をつくり地域の人と相談して作ったという。このようにして、市民に理解してもらいながらいろいろな工夫をして歴史文化のある橋は残していかなければならない

(注記；七つ橋渡りは彼岸に白い下着をはいて 7 本の橋を無言で渡ること無病息災を祈る風習で、東山界限（かいわい）を中心に伝わる。「無言で渡る」「振り向かない」などの規則があるという）

2.5 テクノプラザ（展示）

フォーラムと並行して同じ会場にて、パネル展示形式によるテクノプラザを開催した。

コンクリート構造物の補修・補強の最先端技術の紹介を目的に、企業・団体にパネル展示して頂いた。参加して頂いた企業など 22 団体を展示テーマとともに表-2.9 に示す。



テクノプラザの状況

表-2.9 パネル展示 出展一覧（順不同）

出展者	テーマ
住友大阪セメント株式会社	橋梁レスキュー ～橋梁の長寿命化サポート～
電気化学工業株式会社	デンカの補修・補強材料
太平洋セメント株式会社	センサ付 RFID を活用した コンクリート構造物診断技術－WIMO－
太平洋マテリアル株式会社	①コンクリートのひび割れ対策商品 ②リフリート工法（コンクリート改修工法）
三菱マテリアル株式会社 セメント事業カンパニー セメント高性能製品グループ	塩分吸着剤を配した補修材料 アーマ#700 シリーズ
BASF ポゾリス株式会社	BASF ポゾリスの塩害対策工法
株式会社エバプロテクト	けい酸塩系表面含浸工法
株式会社ミルコン	橋梁補修工事にプレキャストボックスカルバートを使用した事例
アルスコンサルタンツ株式会社	橋梁維持管理に対する設計コンサルタントの取り組み
株式会社熊谷組	トンネルリニューアル技術
株式会社ガイアート T・K	延長床版システムプレキャスト工法
オリエンタル白石株式会社	オリエンタル白石㈱の耐震補強工法の紹介
株式会社デーロス・ジャパン	高靱性繊維補強繊維セメント複合材料
株式会社江口組	乾式吹付工法による断面修復・耐震補強
ショーボンド建設株式会社 北陸支店	透明なはく落防止対策工法と簡易な水路補修材料
株式会社ケミカル工事	橋梁におけるトータルソリューション ～補修・補強編～
前田工織株式会社	コンクリート表面の耐久性を向上し、 美しく仕上げる透水性型枠用シート
積水化学工業株式会社 環境・ライフラインカンパニー西日本支店 管路更生営業部 近畿管路更生営業所	老朽化した管路の調査・診断システムのご提案
日本 SPR 工法協会 北陸支部	非開削で既設管路をリニューアルする管路更生工法 「SPR 工法」
ジオテキスタイル研究会 はく落防止工法開発分科会 石川県工業試験場・青木織布・国土開発センター・ 中部地質・真柄建設・電気化学工業	コンクリートのはく落防止工法 「バサルネット工法」
石川県コンクリート診断士会	石川県コンクリート診断士会の紹介
福井県コンクリート診断士会	福井県のコンクリート診断士会の紹介

第3章 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 in 福井

3.1 概要

3.1.1 フォーラムの目的

今回の連携推進事業では、第2章で述べた技術的課題に対する取り組みにとどまらず、「将来にわたるコンクリート構造物の維持管理のあり方やコンクリート診断士、コンクリート診断士会の社会的役割を見出す」ことも活動の目的の一つとして掲げている。

近年は、コンクリート診断士会に対する地元自治体からの協力要請も多くなり、特に、福井県では自治体が所轄する橋梁長寿命化修繕計画策定委員会や技術検討委員会への委員の派遣、自治体職員向けの研修会の開催や講師の派遣を行うなど、地元自治体と協働で維持管理の取り組みを行っている。今後、コンクリート構造物の維持管理の重要性が高まるなかで、コンクリート診断士やコンクリート診断士会に対する社会的な要請や期待もますます大きくなると思われる。我々コンクリート診断士会も、コンクリート構造物のこれからの維持管理のあり方を考えるとともに、コンクリート診断士やコンクリート診断士会が果たすべき社会的役割や社会的責任、さらにはこれからの行動指針を明確にしていかなければならない。

福井でのフォーラムでは、福井県でのこれまでの取り組みを一つの切り口に、地域固有の技術的課題の抽出や自治体が抱える課題やニーズを整理するとともに、「コンクリート構造物の維持管理のあり方や、今後、コンクリート診断士やコンクリート診断士会はどのような社会的役割を果たし、どのようにして社会に関わっていくべきか」についての議論を深め、その共通認識を得ることを目的として開催した。

本フォーラムのねらい

1. コンクリート構造物の維持管理に関して、北陸地区固有の技術的課題の抽出。
2. コンクリート構造物の維持管理に関して、自治体が抱える課題やニーズの把握。
3. コンクリート診断士やコンクリート診断士会の社会的役割の明確化。

3.1.2 フォーラムのながれ

本フォーラムは、「基調講演：福井県におけるコンクリート構造物の維持管理の現状と課題」、「行政および建設コンサルタントによる維持管理の取り組み事例の発表」、「コンクリート診断士のこれからの役割と今後の展望に関する提案」、「パネルディスカッション：これからの維持管理のあり方、コンクリート診断士の役割とは」の4つのセッションで構成される。このなかの「コンクリート診断士のこれからの役割と今後の展望に関する提案」につい

では、事前調査として北陸三県のコンクリート診断士に対するアンケートや地元自治体に対するヒアリングを行い、この結果をふまえて提案を行っている。

これらのプログラムを通して、地域固有の技術的課題や行政が抱える課題やニーズの整理を行い、コンクリート診断士やコンクリート診断士会が果たすべき社会的役割を見出すことにした。図-3.1 に、本フォーラムのながれを示す。

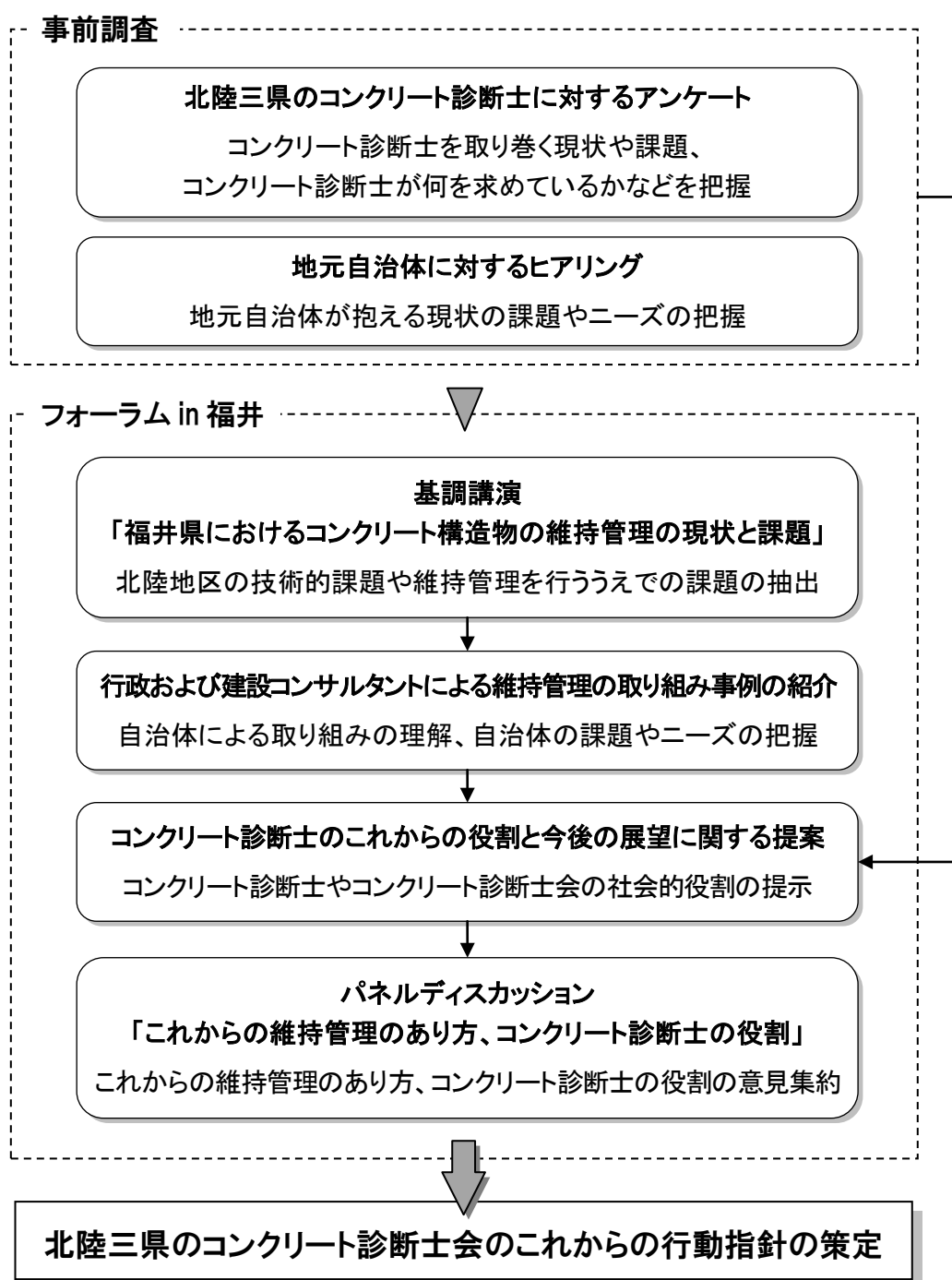


図-3.1 コンクリート診断士のこれからの役割を考えるフォーラム in 福井 のながれ

3.1.3 フォーラムのプログラム

本フォーラムのプログラム概要は、以下のとおりである。

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 in 福井 プログラム概要

1. 開催日時

平成23年11月25日（金）13:00～17:00

2. 開催場所

福井県協ビル 8階ホール

3. プログラム

13:00～ 開会挨拶（北陸三県コンクリート診断士会 連携推進事業 代表 石川 裕夏）

13:05～ I. 基調講演

「福井県におけるコンクリート構造物の維持管理の現状と課題」

（金沢大学 理工研究域 環境デザイン学系 教授 鳥居 和之 氏）

14:00～ <休憩>

14:10～ II. 行政および建設コンサルタントによる維持管理の取り組み事例の紹介

① 橋梁の予防保全に向けた国の取り組みと課題

（国土交通省 近畿地方整備局 道路部 道路構造保全官 尾下 嘉春 氏）

② 福井県における橋梁長寿命化に向けた取り組みと課題およびコンクリート診断士の関わり

（福井県 土木部 道路保全課 出口 一也 氏）

③ 福井市における橋梁長寿命化に向けた取り組みと課題

（福井市 建設部 道路課 矢野 陽一郎 氏）

④ 建設コンサルタントの視点で見た橋梁長寿命化に向けた取り組みの課題と今後の展望

（㈱サンワコン 設計部 業務推進マネージャー 維持管理推進担当 山崎 修二 氏）

15:25～ <休憩>

15:35～ III. コンクリート診断士のこれからの役割と今後の展望に関する提案

① コンクリート診断士から見た維持管理の課題とコンクリート診断士会に期待すること

（一般社団法人日本コンクリート診断士会 副会長 小野 定 氏）

② コンクリート診断士およびコンクリート診断士会の社会的役割とこれからのビジョン（案）

（北陸三県コンクリート診断士会 連携推進事業 代表 石川 裕夏）

16:15～ IV. パネルディスカッション

「これからの維持管理のあり方、コンクリート診断士のこれからの役割とは」

コーディネーター 金沢大学 理工研究域 環境デザイン学系 教授 鳥居 和之 氏

パネラー 福井県土木部 技幹 竹内 成和 氏

社団法人プレストレスト・コンクリート建設業協会 徳光 卓 氏

一般社団法人日本コンクリート診断士会 副会長 小野 定 氏

北陸三県コンクリート診断士会 奥田 由法

16:55～ 閉会挨拶（福井県コンクリート診断士会 副会長 宮本 克彦）

3.2 事前調査 北陸三県のコンクリート診断士に対する意識調査と自治体へのヒアリング

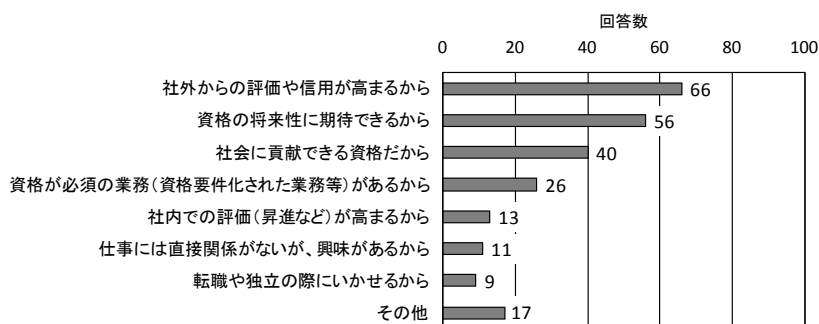
3.2.1 北陸三県のコンクリート診断士に対する意識調査

このフォーラムに先んじて、北陸三県のコンクリート診断士に対するアンケートを実施した。このアンケートの目的は、コンクリート診断士を取り巻く現状や課題、コンクリート診断士が何を求めているかを把握することである。

今回のアンケートは、調査対象を北陸三県のコンクリート診断士会に所属するコンクリート診断士とし、平成23年9月から10月にかけて実施した。アンケートの回答者数は、103名（福井県55名、石川県25名、富山県23名）であった。

北陸三県のコンクリート診断士に対するアンケートの結果

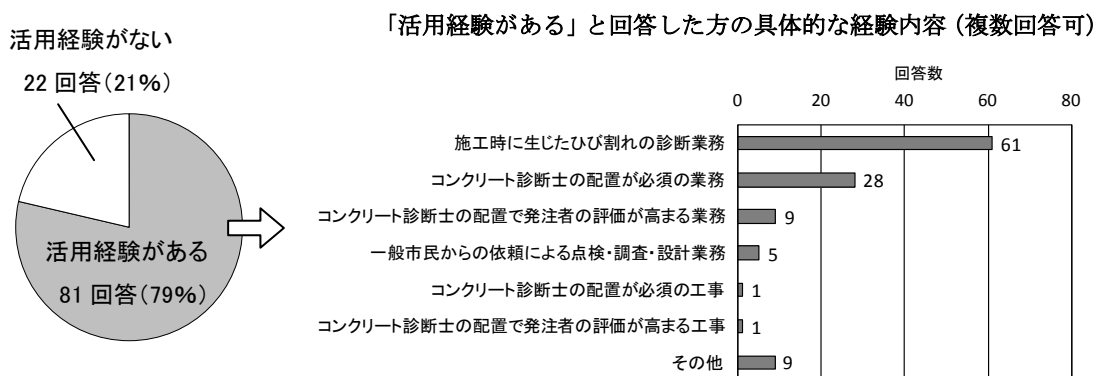
(1) コンクリート診断士の資格の取得目的は？（優先度の高いもの3つ以内で選択）



コンクリート診断士の取得目的として、「社外からの評価や信用が高まる」、「資格の将来性に期待できる」、「社会に貢献できる」という回答が多かった。なかでも「社会に貢献できる」という社会貢献性を求めているコンクリート診断士が多いというのは非常に興味深く、多くのコンクリート診断士が社会や地域との密接な関わりを求めていることがうかがえる。

その一方で、「資格が必須の業務があるから」という回答は、比較的少なかった。これは、コンクリート診断士の資格を必須とする業務そのものがまだまだ少ないということの表れとも考えられる。

(2) コンクリート診断士の資格を活用できた経験はありますか？

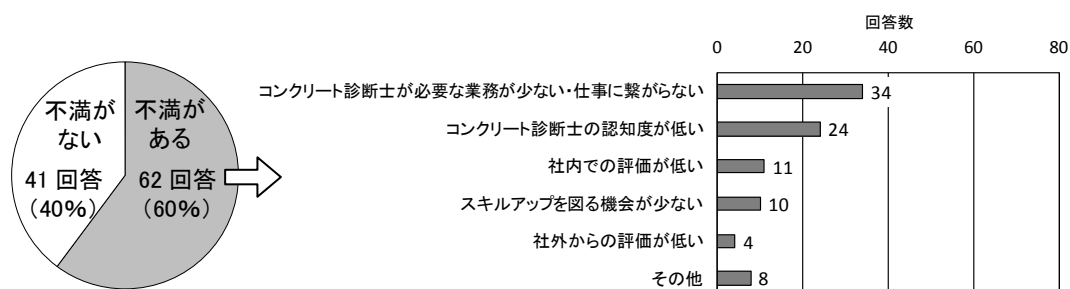


回答者の約 8 割が「コンクリート診断士の資格を活用した経験がある」と回答する結果となった。しかしながら、活用された具体的内容を見ると、「施工時に生じたひび割れの診断業務」という新設構造物を対象とした活用が大部分で、既設構造物の維持管理分野での活用はかなり少ない結果となった。

今後、既設構造物の維持管理分野で、いかにコンクリート診断士の資格の活用を図っていくかが大きな課題である。

(3) コンクリート診断士の資格を取得して不満な点や課題はありますか？

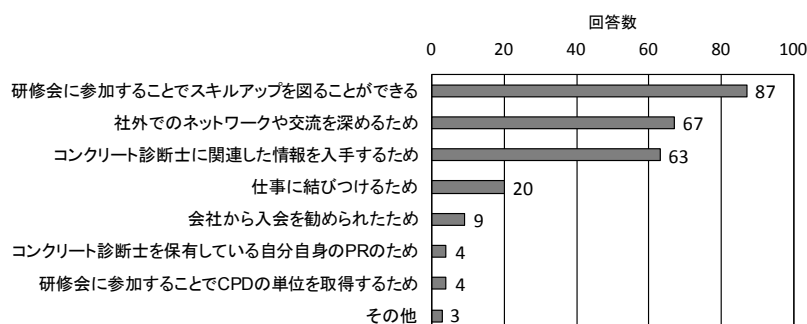
「不満がある」と回答した方の理由（複数回答可）



回答者の約 6 割がコンクリート診断士の資格を取得して「不満がある」と回答している。この不満の理由としては、「コンクリート診断士が必要な業務が少ない・仕事に結びついていない」、「コンクリート診断士の認知度が低い」などの回答が多かった。

今後、コンクリート診断士の資格をどう仕事に結びつけるか、コンクリート診断士の認知度をどう高めていくかが、コンクリート診断士会にとっての大きな課題といえる。

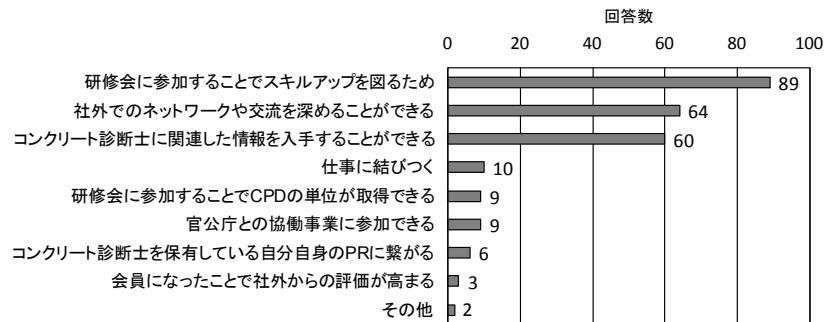
(4) コンクリート診断士会への入会の目的は？（優先度の高いもの 3 つ以内で選択）



コンクリート診断士会の入会の目的としては、「研修会に参加することでスキルアップを図ることができる」、「社外でのネットワークや交流を深めるため」、「コンクリート診断士に関連した情報を入手するため」という回答が突出していた。

コンクリート診断士会の会員の多くが、研修会の開催やコンクリート診断士同士の交流、コンクリート診断士に関する情報提供を求めており、コンクリート診断士としての資質の向上を積極的に図ろうとする会員が多いといえる。

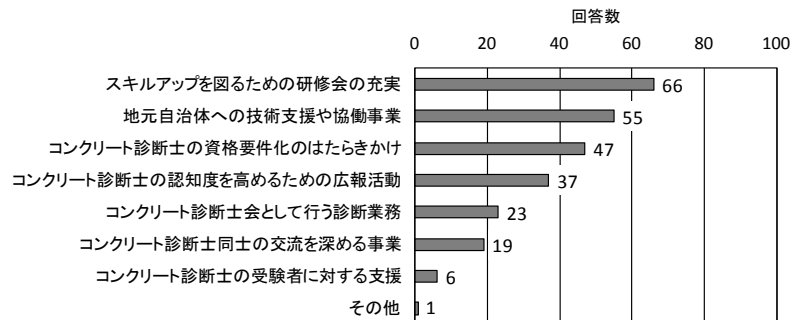
(5) コンクリート診断士会へ入会してよかった点は？（優先度の高いもの3つ以内で選択）



コンクリート診断士会に入会してよかった点については、「研修会に参加することでスキルアップを図ることができる」、「社外でのネットワークや交流を深めることができる」、「コンクリート診断士に関連した情報を入手することができる」という回答が多かった。

これは、コンクリート診断士会への入会の目的を尋ねた前問の回答傾向にほぼ合致しており、コンクリート診断士会の現状の活動に対する満足度が概ね高いことがうかがえる。

(6) コンクリート診断士会に今後必要と思われる活動は？（優先度の高いもの3つ以内で選択）



優先度はともかくとして、今後、会として何か行えばよいと思われる事業や活動は？
（代表的な回答として）

- ・ コンクリート診断士の資格を有していてもペーパードライバー的な人が多数おり、調査や診断すらできない人もいる。これでは診断士の評価はなかなか向上しないと思う。診断士のスキルアップをもっと図る必要がある。
- ・ 社会貢献なしに知名度を上げようとしても認知されにくいと思われる。
- ・ 子供たちを相手にした PR 活動なんていかがでしょうか。一般の人向けのイベントに参加できたらと思います。
- ・ 診断士会の入会者は、一定のスキルを有していることを保証するような活動。
- ・ インフラの維持管理の重要性を PR する目的で、各種団体、学校・教育機関への出前口座の開催を行う。
- ・ 診断士が求められている、モラルについての研修会。
- ・ 診断士資格の広報活動と資格要件化の実現。（建築士と同程度まで）
- ・ 診断士会として、災害等が発生した際の国あるいは地方自治体へのバックアップ活動。

- ・ 官公庁との協働事業（調査、補修方法）を積極的に働きかける。そのうえで協働事業には個々の診断士にはそれぞれ得意な分野があるので会として適材適所の派遣を行うことにより診断士の認知度の向上にも繋げることができる。

コンクリート診断士会に必要と思われる優先度の高い活動については、「コンクリート診断士としてのスキルアップを図るための研修会の充実」、「地元自治体への技術支援や協働事業」、「官公庁に対するコンクリート診断士の資格要件化の働きかけ」、「コンクリート診断士の認知度を高めるための広報活動」などの回答が多かった。

地元自治体への技術支援や協働事業、官公庁に対するコンクリート診断士の資格要件化の働きかけなどの回答が多い結果から、地元自治体との結びつきを求める傾向が強いことがうかがえる。

また、優先度はともかく、今後、会として行うべき活動についての意見としては、社会貢献的な活動を求める意見やコンクリート診断士としての技術力の確保を求める意見が多かった。子供や一般市民、学校機関への広報を求める意見もあり、より幅の広い活動が求められている。

(7) コンクリート診断士会が果たすべき社会的役割について、あなたの考えをお聞かせ下さい。

（代表的な回答として）

- ・ 維持管理の時代に入り、ますます診断士及び、診断士会の役割は大きくなっていくと思う。そのため、社会的役割を果たしていくためには、診断士としてのスキルアップを図り、責任を果たす必要がある。
- ・ 国民の財産である公共構造物の長寿命化の重要性を市民に理解してもらうために、市民参加型の協働維持管理手法として、広報活動を行う。例えば、市民向けの勉強会、市民参加型のコンクリート構造物点検会など。
- ・ 技術的知見を蓄積していく。（地域特有の診断・補修技術といったものの蓄積等）
- ・ 地域密着で、県市町村の支援をボランティア的に積極的に行うことにより自治体との連携を深める。それにより認知度、必要性を高め地域に必要不可欠なものとする。
- ・ コンクリートの維持管理技術を通して、所属する地域のインフラ整備に貢献すること。
- ・ 偏りの無い公正な立場で、コンクリート診断業務を行うと共に、新しく構築されるコンクリート構造物に対しても、耐久性、品質向上の為、活動を行うことが社会的役割であると考えている。
- ・ 社会資本を維持管理していく時代の主導的な立場になるべき。建設、特にコンクリートに関わる様々な分野の知見が集まる数少ない貴重な組織であると思う。

コンクリート診断士会が果たすべき社会的役割については、「コンクリート診断士としての技術力や倫理観の保持」、「地域特性をふまえた維持管理に関する技術的知見の集積」、「一般市民も含めた維持管理の重要性の広報」、「地元自治体に対する技術支援」などの意見が多かった。

コンクリート診断士会が果たすべき社会的役割が今後ますます大きくなるととらえている会員が多く、コンクリート診断士会の今後に多くの期待を寄せているようである。

3.2.2 地元自治体に対するヒアリング

コンクリート診断士に対するアンケートの結果、地元自治体への技術支援や協働事業を求める意見が多いことが確認された。今後、我々コンクリート診断士会も地元自治体との連携をより一層進めていく必要があるが、地元自治体が抱える課題やコンクリート診断士会に何を求めているかなど、自治体側のニーズも把握しなければならない。これをふまえ、フォーラムの開催にあわせて、自治体に対するヒアリングも実施した。

ヒアリングの対象とした自治体は、福井県内の自治体で、福井県土木部の出先土木事務所および福井県内の市町とし、主に「コンクリート構造物の維持管理に関する自治体としての課題」、「コンクリート診断士会に求めることや期待すること」についてのヒアリングをおこなった。また、「コンクリート診断士やコンクリート診断士会の認知度」や「コンクリート診断士の資格要件化の状況」についての現状確認もあわせて行った。

地元自治体に対するヒアリングの結果

(1) コンクリート構造物の維持管理に関する自治体としての課題について

コンクリート構造物の維持管理に関する自治体としての課題については、福井県土木部の出先土木事務所、福井県内の市町のいずれのヒアリングにおいても、以下の3点の課題がほぼ共通して挙げられた。

- ・ 維持管理の財源不足
- ・ 技術職員の絶対数の不足
- ・ 技術職員の技量不足

財源不足の問題は、維持管理の分野に限ったことではなく、土木事業の予算全体が縮小しており深刻な状況にあるようである。国からの交付金に期待しているようでもあるが、交付金に関しては毎年のように制度が変わるほか、利用制限があるために財源の見通しが立てづらく、維持管理の計画そのものも立案しづらいという意見も多かった。

また、技術職員の絶対数の不足については、まだまだ維持管理の分野に携わる職員が少なく、他の業務の掛け持ちで維持管理に携わっている職員が多いことが確認された。町にいたっては、技術職員が全くおらず、事務系職員が技術的な内容も含めて対応している現状にある。

職員の技量不足の課題は、まだまだ研修の機会が少ないということや、技術職員の絶対数が少ないことも相まって維持管理の技術の習得に割ける時間的余裕がないこと、自治体内では人事異動が定期的に行われるために維持管理の技術の核となるスペシャリストの養成が難しいということが原因にあるようであった。

(2) コンクリート診断士会に求めることや期待することについて

コンクリート診断士会に求めることや期待することについては、福井県土木部の出先土木事務所、福井県内の市町のいずれも、以下の2点が共通した回答として挙げられた。

- ・ 自治体職員に対する研修会の開催、講師の派遣
- ・ 維持管理に関する技術協力や技術支援、技術に関する助言等

これらは自治体職員の技術不足という課題に対応したもので、コンクリート診断士会も、自治体職員向けの研修会への講師の派遣や、自治体職員とコンクリート診断士が一緒になって参加するような研修会の開催などをこれまで以上に進める必要がある。

また、市に対するヒアリングでは、コンクリート診断士の資格要件化を進めるうえで、コンクリート診断士の絶対数の確保が不可欠であるとの意見も頂き、「県内のコンクリート診断士の絶対数の確保」も求められた。

加えて、一部の自治体では、「一般市民に対する維持管理の重要性の広報」をコンクリート診断士会に求める意見もあった。一般市民レベルでは、維持管理の重要性がまだまだ認識されていないとのことで、今後、自治体とコンクリート診断士会が連携して、一般市民に対する広報活動を行っていくことも模索しなければならない。

(3) コンクリート診断士の資格要件化の状況について

コンクリート診断士の資格要件化の状況は、福井県土木部の出先土木事務所、福井県内の市町のいずれにおいても、「コンクリート診断士の資格要件化を既に行っている」、あるいは「今後、コンクリート診断士の資格要件化をすすめていく」という、コンクリート診断士の資格要件化に前向きな回答が得られた。

実際に、福井県では、橋梁長寿命化修繕計画策定業務や橋梁詳細調査業務、トンネル打音検査業務などでコンクリート診断士の配置を求めているほか、福井市でも、橋梁点検業務、橋梁補修設計業務、橋梁耐震補強設計業務などでコンクリート診断士を配置することを入札参加条件としている。また、現段階で入札参加条件にコンクリート診断士の配置を求めている市町や他の業務についても、今後はコンクリート診断士の資格要件化を進めていく意向が確認された。

その一方で、前述の通り、資格要件化を進めるには、まだまだコンクリート診断士の数（特に、コンクリート診断士を保有する会社の数）が少ないとの意見もあり、今後、コンクリート診断士の絶対数をいかに増やしていくかも我々にとっての課題といえる。

(4) 自治体におけるコンクリート診断士やコンクリート診断士会の認知度の状況について

福井県内の自治体におけるコンクリート診断士やコンクリート診断士会の認知度に関しては、福井県土木部の出先土木事務所、福井県内の市町のいずれにおいても、「コンクリート診断士およびコンクリート診断士会の存在」は確実に認知されていた。これは、コンクリート診断士会のこれまでの活動の一つの成果である。

今後は、コンクリート診断士やコンクリート診断士会の存在を単に認知されるだけでなく、コンクリート診断士会として“何ができるか”というところまで浸透させなければならない。そのためには、コンクリート診断士会として“何ができるか”を明確にし、これを広く伝えていくことが重要である。

3.3 基調講演

3.3.1 概要

本フォーラムの第Ⅰセッションとして行った「基調講演」は、福井県をはじめ北陸地区固有の技術的課題や維持管理を行ううえでの課題を抽出し、整理することを目的としている。

この基調講演の講師には、福井県をはじめ北陸地区のコンクリート構造物の劣化の現状や維持管理の技術に深く精通され、北陸三県の自治体への助言や指導なども行っておられる鳥居和之教授（金沢大学 理工研究域 環境デザイン学系）をお招きし、「福井県におけるコンクリート構造物の維持管理の現状と課題」というテーマでご講演を頂いた。また、講演の最後には、コンクリート診断士に対する提言と激励も頂いた。



鳥居和之教授による基調講演

3.3.2 福井県におけるコンクリート構造物の維持管理の現状と課題

（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) 北陸地方のコンクリートの劣化現象（塩害と ASR）と地域性

- ・ 北陸地方は塩害と ASR が多発する地域に区分され、全国のなかでも劣化環境の最も厳しい地域である。実際に北陸地方では、塩害や ASR、凍害などが数多く生じている。
- ・ 北陸地区のコンクリート診断士は、全国のなかでも劣化環境の最も厳しい地域であるという認識を持って調査・診断にあたらないといけない。

(2) 福井県での塩害による劣化の現状と対策

- ・ 福井県では、越前海岸沿いの橋梁で塩害による劣化が進行している。再劣化が生じている橋梁も多い。
- ・ 塩害対策としてこれまでいろんな補修や補強が行われてきているが、表面塗装工や鋼板接着工などは補修後の外観観察が行えず、むしろ維持管理を難しくしているだけである。また、塩分が既に入っているような状況で表面塗装を施しても全く意味がない。これまでに行われた塩害対策の再検証が不可欠である。
- ・ 今後、福井県でも電気防食工の適用が進んでいくと思われるが、電気防食工の設計・施工の留意点をよく理解しておかなければならない。陽極の方式も、環境条件に応じて適切に使い分けなければならぬ。電気防食工を行うで、ポイントとなるのはスペーサーの除去などの下地処理であり、施工者の能力が問われる。また、冬期の施工はさけるべきである。うまくいかない事例は冬期の施工が多く、これは北陸固有の問題ともいえる。

(3) 福井県での ASR による劣化の現状と対策

- ・ 福井県では九頭竜川沿いを中心に、ASR による劣化が見られる。九頭竜川の上流域に位

置する橋梁では鉄筋の破断も確認された。また、山間部では、ASR と凍害の複合劣化も生じている。一方で、九頭竜川の下流域では ASR による劣化は比較的軽微であった。これは、下流に行くにしたがって ASR を引き起こす安山岩が減るためである。

- ・粗骨材の岩種構成の調査の結果、安山岩の含有率が高い橋梁ほど ASR による劣化が顕著であるといえる。また、河川の上流、中流、下流での安山岩の含有率に注目することが重要である。福井県でも嶺南地区では安山岩がほとんど使われていない。
- ・圧縮強度と静弾性係数の関係については、静弾性係数の低下が大きい橋梁ほど ASR による劣化が顕著である。
- ・残存膨張性は全体として小さいが、ASR による劣化が最も顕著で、鉄筋破断が生じた橋梁で残存膨張性が「不明確」と判定された。富山県や石川県の骨材に比べると膨張性は小さく、20～30 年で膨張がほぼ終わっているものが多い。
- ・偏光顕微鏡によるコアの薄片観察の結果、ASR による劣化が顕著な橋梁で安山岩粒子がよく反応し、骨材からセメントペーストへひび割れが進展していることが確認された。薄片観察は、岩石の含有状況など、内部の組織がどうかを調べるミクロレベルでの調査である。一方で、実際の構造物の調査はマクロレベルである。これらをつなげることで対策や補修補強の判断にも役立つ。これらがなくとも ASR を論じて意味がない。
- ・ASR の維持管理については、使用された骨材の採取場所の特定が肝要である。骨材の ASR の反応性は、河川水系はもちろん、河川水系の上流域か下流域かによっても大きく異なる。一般に、上流域の骨材の方が反応性は大きい。このため、年代や地域ごとにどの骨材が使用されていたかを知ることが重要であり、場合によっては歴史的背景も知っておく必要がある。また、骨材は県を越えて運搬され、使用されることもある。地域全体の状況をつかむことが重要である。
- ・北陸では、ASR に関するデータがほぼそろった。河川水系ごとの反応性、地域ごとの反応性、どの程度の ASR がどの地域でおこっているか、30～40 年でどの程度まで劣化が進行するかなどの把握ができています。ただ、残念ながら、把握できているのは北陸だけであり、本来であれば全国的なデータが必要である。

(4) 福井県における橋梁の劣化の現状と維持管理のまとめ

- ・嶺南地区では ASR の発生が少ない。
- ・九頭竜川流域では、一部で ASR が発生している。
- ・山間部では、凍結防止剤による塩害と凍害、ASR による複合劣化が問題になりつつある。
- ・海岸部では塩害対策として補修を行った橋梁で再劣化が発生している。

(5) 橋梁上部工（PC 桁）の ASR による劣化について

- ・近年、橋梁上部工の PC 桁も ASR による劣化が相次いで確認されている。上部工の形式によって劣化の進行程度は異なり、プレテンション方式ではホロー桁形式、ポストテンション方式では箱桁形式の上部工で劣化が顕著である。上部工についても、年代や地域ごとにどの骨材が使用されていたかを知ることが重要である。
- ・反応性骨材が同じように含まれていても、PC の場合は、ASR がほとんどおこっていないケースもある。水セメント比が小さく、部材が密実で水の影響を受けないと、反応性

骨材が未反応で残っているケースもある。こういった橋梁では、コアを抜いて残存膨張試験を行うと、そこで反応が生じてしまう。これを残存膨張と捉えたと判断を誤る。

- ・ ASR が発生した PC 橋の維持管理としては、橋面防水層の敷設、排水装置の改良、伸縮装置の非排水化が重要。プレテンション方式のホロー桁の場合は、穴をあけて中に溜まった水を抜いてやる。これだけでもかなり効果がある。

(6) 電気防食が ASR に及ぼす影響について

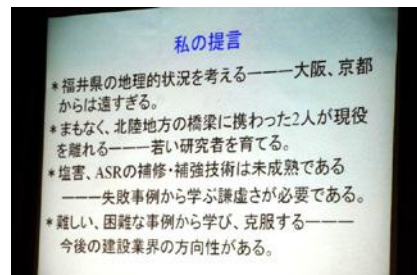
- ・ 電気防食が ASR に及ぼす影響は、供用開始から何年も経った実構造物レベルでは問題ないと思われる。ASR が生じていると電気防食の適用は問題とされる見解もあるが、通常の構造物では、建設後 30 年程度くらいで電気防食をだいたい適用する。この時期であれば、骨材の ASR の反応がある程度進んでいるはずで、再度活発に ASR が反応することはないはずである。
- ・ ASR の生じている実橋梁での電気防食のデータもあるが、復極量も適正で、ひび割れも拡大しないことが確認されている。室内試験と実橋梁では、経過年数とコンクリートの状態が大きく異なるという認識を持つことが重要であり、実橋でのデータを積み重ねが必要である。

(7) 維持管理のあり方について

- ・ 維持管理を行う際には、対象とする橋梁をあと何年使うかを管理者がまず決めないといけない。塩害、ASR で傷んだ構造物を 50 年以上使って意味があるのだろうか。無駄遣いではないか。30 年経過した橋梁を対象とするのであれば、「とりあえずあと 15 年、あるいはあと 20 年供用できるようにしてほしい」と発注者は言うべき。何年使うかを明確にすることでいろんな工法を提案できるのである。
- ・ 塩害、ASR、凍害の三重苦を抱える北陸では構造耐力の向上までは望めない。原状復帰までがせいぜいである。

鳥居教授からコンクリート診断士への提言と激励

1. 地域の特性を考え、
地元の構造物は地元で維持管理を。
2. この地域で若い研究者を育てることが重要、
かつ急務である。
コンクリート診断士の方々と若い研究者が
一緒になって勉強をしていってほしい。
3. 塩害や ASR の補修・補強技術はまだ未成熟。
これまで行われてきた補修・補強は、
ほとんどうまくいっていない。
過去の失敗事例を検証し、失敗事例から学ぶ謙虚さが必要である。
4. 難しい困難な事例から学び克服する。ここに、今後の建設業界の方向性がある。
北陸地区が抱えている問題は大きい、ここで解決できれば全国発信が可能である。
地方の問題は地方でしか解決できない。自信を持って地方からやらないといけない。



鳥居和之教授からのご提言

3.4 行政および建設コンサルタントによる維持管理の取り組み事例の紹介

3.4.1 概要

第Ⅱセッションとして行った「行政および建設コンサルタントによる維持管理の取り組み事例の紹介」は、国や自治体による維持管理の取り組み状況の理解を深めるとともに、自治体が抱える課題やニーズの把握を行うことを目的としている。

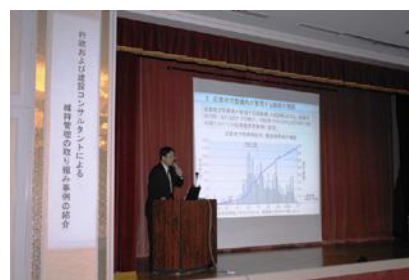
この事例紹介では、主に橋梁の維持管理に携わっておられる国土交通省や福井県、福井市の行政担当者から維持管理の取り組み状況と現状の課題を中心に発表を頂いた。また、行政側からの発表だけでなく、行政と一緒にやって維持管理に携わる建設コンサルタント側からも、維持管理の課題や今後の展望についての発表を行って頂き、維持管理の課題の本質を見極めることにした。

3.4.2 橋梁の予防保全に向けた国の取り組みと課題

(発表者：国土交通省 近畿地方整備局 道路部 道路構造保全官 尾下 嘉春 氏)

(1) 我が国の橋梁の現状

- ・ 我が国の 15m 以上の橋梁は約 15.5 万橋。建設後 50 年以上経つ道路橋の割合は現在 8%。これが 10 年後には 26% となり、20 年後には 53% となる。道路種別としては、市町村道が 58%、都道府県道 22%、一般国道（指定区間外）8%、一般国道（指定区間）8%、高速自動車国道 4% となっている。
- ・ 近畿地方整備局が管理する道路橋は 3,809 橋。このうち、約 1,100 橋が 1950 年代半ば～1970 年代初めの高度経済成長期に建設されている。



尾下嘉春氏による発表
(国土交通省)

(2) 米国における道路橋の崩壊、日本における道路橋の重大損傷

- ・ 2007 年 8 月、ミネソタ州ミネアポリスの橋梁が突然崩壊し、13 名が死亡した。落橋した橋梁は 1967 年供用（40 年経過）、鋼上部トラス橋、橋長 581m、日交通量約 14 万台の橋梁であった。
- ・ 日本でも、木曽川大橋（1963 年架設）や本荘大橋（1966 年架設）のトラス橋の斜材が破断する等、深刻な劣化や損傷が顕在化しつつある。

(3) 道路橋の予防保全に向けた提言

- ・ 国土交通省では、落橋をはじめとする事故等を未然に防ぐため、早期発見・早期対策を行う予防保全システムを全国の道路橋へ展開することとし、このために必要な方策を審議するための「道路橋の予防保全に向けた有識者会議」を平成 19 年に設置。
- ・ 平成 20 年に、有識者会議による道路橋の予防保全に向けた提言が取りまとめられ、「点検の制度化」、「点検及び診断の信頼性確保」、「技術開発の推進」、「技術拠点の整備」、「データベースの構築と活用」の 5 つの方策を示している。また、事後保全から予防保全への転換を図り、ライフサイクルコストの低減が必要であることを示している。

(4) 維持管理を行ううえでの課題

- ・「価値」の目標設定が困難。確保すべき維持管理水準が明確でないほか、社会的影響を考慮した管理水準の差別化手法が確立していない。
- ・構造物によっては、代替性がなく、超長期に機能し続けることが求められるケースも。例えば、首都高や本四連絡橋などは、現実的に更新や長期の通行制限を想定できない。
- ・状態評価や将来予測が困難。施工時の品質の大きなばらつきや極めて多様な劣化要因、劣化形態、劣化過程が現状の評価や将来予測を難しくしている。

(5) 維持管理の今後の方向性

- ・限られた予算と人員という前提、膨大な道路資産・それらの確実な高齢化・各種損傷の発生という現状のなか、「ライフサイクルコスト縮減」と「管理の合理化」が不可欠。次元の異なるマクロマネジメント（資産群：整備局単位、全構造物）とミクロマネジメント（個別資産：個別の橋）のベストミックスによる最適化が必要である。
- ・対策技術の高度化による長寿命化、対策費のコストダウンが必要である。
- ・マネジメントシステムや人的資源の確保、知見の集成、合理化・高度化を通じて、有効な施策を実行していきたい。今後、コンクリート工学会やコンクリート診断士会にも支援をお願いしたい。

3.4.3 福井県における橋梁長寿命化に向けた取り組みと課題およびコンクリート診断士の関わり
(発表者：福井県土木部 道路保全課 出口 一也 氏)

(1) 福井県における橋梁の劣化の状況

- ・福井県内では、塩害や ASR、凍害による劣化が生じている。
- ・沿岸部の橋梁では塩害が顕在化。九頭竜川水系では、ASR による損傷を確認。山間部では凍害が生じているほか、今後は、凍結防止剤の散布による塩害も懸念される。



出口一也氏による発表
(福井県)

(2) 福井県橋梁定期点検マニュアル（案）について

- ・国交省の橋梁定期点検要領（案）を参考に、本県独自の橋梁定期点検マニュアル（案）を平成 19 年度に策定。
- ・この点検マニュアルの特長として、職員による点検が可能であるほか、点検項目に地域性を考慮するとともに簡略化を図り、点検頻度を上げている。また、専門家調査の必要性の有無をふり分けする仕組みとしている。
- ・観察点検という本県独自の点検を実施している。これは、対策すべき損傷や注目すべき状況を確認した場合に、1 年に 1 度程度以上の頻度で行う点検で、定期点検の点検間隔を補完する。
- ・橋梁の重要度の設定に関しても本県独自の考えを取り入れており、路線の重要度、橋梁の重要度、自然条件による重要度から橋梁としての重要度を評価（3 段階で評価）。
- ・データの管理を行う事務局を福井県建設技術公社とし、データ管理の継続性と点検レベ

ルの平準化を図っている。

(3) 小規模橋梁の維持管理手法について

- ・ 小規模橋梁の架け替えについては、大型ボックスカルバートを積極的に活用している。
- ・ メリットとして、工期短縮と省力化、工費縮減が図れるということや工期短縮によって、環境対策となるということ、高品質であることによりライフサイクルコストの低減を図ることができる。また、小規模な劣化をたびたび補修するよりも社会的影響が少なく、専門技術を持たない地元建設企業でも施工が可能で県産品使用の一助にもなる。

(4) 福井県における維持管理の課題と対応

- ・ 福井県の現状の課題としては、行政職員の技術力の向上、県民への啓蒙や広報、県内市町との連携などが挙げられる。
- ・ これらの課題に対してこれまで、市町の職員も一緒になっての技術研修会の開催や地元高校生による歩道橋塗替事業の実施、長寿命化修繕計画策定委員会の市町との共同開催、県建設技術公社による県市町の点検データベースの共有化などを図っている。

(5) 福井県コンクリート診断士会とのこれまでの連携

- ・ 点検結果の入力に関して、劣化要因に対する判断が難しい場合、福井県コンクリート診断士会に検討の依頼を行うシステムを構築。
- ・ 福井県橋梁長寿命化修繕計画策定委員会および県内市町橋梁長寿命化修繕計画策定委員会に福井県コンクリート診断士会から委員を派遣して頂いている。
- ・ 研修会や現場見学会などで相互協力の関係を構築。コンクリート診断士会による職員向け講習会の開催や委員会への委員派遣（地元専門技術者の意見を反映）をお願いする一方、県からは現場見学会の現場の提供などを行い、コンクリート診断士会のレベルアップにも努めている。
- ・ 福井県もコンクリート診断士会も、「地元のコンクリート構造物は、地元のコンクリート診断士で」という基本理念や目的意識を共有している。

(6) コンクリート診断士の資格要件化の状況

- ・ コンクリート診断士が資格要件化されている業務として、橋梁長寿命化修繕計画策定業務委託、橋梁調査委調査業務委託、トンネル打音検査業務委託など。
- ・ 今後、コンクリート診断士が必要となる業務として、防雪施設および防災覆工の詳細調査業務委託などを想定している。工事においても、総合評価入札方式において、配置予定技術者がコンクリート診断士を保有していることで加点することを検討。
- ・ 本県では、現時点で 50 年経過橋梁が 8%存在しているが、これが 20 年後には 50%を超える。本県職員や地元のコンクリート診断士の技術力向上が不可欠である。

3.4.4 福井市における橋梁長寿命化に向けた取り組みと課題

(発表者：福井市建設部 道路課 矢野 陽一郎 氏)

(1) 福井市における橋梁の劣化の状況

- ・ 福井市の管理橋梁としては 1,771 橋。橋長 15m 以上の橋梁は 8.4%とわずかで、大部分が 15m 未満の小規模な橋梁である。また、ほとんどがコンクリート橋で、橋梁全体の 82.4%を占める。
- ・ 1980 年代に最も多く建設されており、2030 年ごろには、約半数の橋梁が築後 50 年経過した橋となり、急激に老朽化が進行していく。
- ・ 全体として健全な橋梁が多いが、用水路や小規模河川に架かる小規模橋梁で一部重大な損傷あり。



矢野陽一郎氏による発表
(福井市)

(2) 福井市の維持管理の状況

- ・ 福井県の橋梁長寿命化修繕計画委員会に参画し、既に策定済みである。県とは異なって小規模橋梁が多いため、小規模橋梁の重要度を細分化して対策優先順位を決定している。
- ・ 年間 400 橋の点検を行うが、判定に迷う場合は市道路課職員によるワーキンググループにて検討を実施している。
- ・ 「事後保全型」から「予防保全型」切り替えた場合、今後 50 年間の維持補修および架替にかかる費用は 171 億円から 67 億円となり、約 60%のコスト縮減が見込まれる。

(3) 福井市における維持管理の課題

- ・ 定期点検の課題として、職員数が不足するということや損傷度判定の個人差によるバラツキ、用水に架かる橋梁が多く点検時期に制約があるということなどが挙げられる。
- ・ 橋梁補修の課題としては、事業費の確保、技術者不足、小規模橋梁の架け替え時期の判断などが挙げられる。特に、事業費の確保については、国庫補助の対象とならない小規模橋梁が多く、市単独事業で維持補修を継続するのは財政的に困難といえる。

(4) 福井市の今後の取り組み

- ・ 橋梁補修等の講習会への積極的な参加や資格取得により、職員の技術力の向上を図る。
- ・ 15m 未満の小規模な橋梁についても、計画的な維持補修を継続させる。
- ・ 橋梁点検および維持補修を専門に行えるような組織体制の構築を図る。

(5) コンクリート診断士会への要望

- ・ コンクリート補修技術に関する継続的な研修会の開催。
- ・ 橋梁補修についての標準的な設計方法が立案できるように設計積算に関する研修会の開催。
- ・ 市町への技術者の派遣。できれば、定期点検への同行なども行ってほしい。

3.4.5 建設コンサルタントの視点で見た橋梁長寿命化に向けた取り組みの課題と今後の展望 (株式会社サンワコン 設計部 山崎 修二 氏)

(1) 維持管理の現状認識

- ・全国的にみれば、橋長 15m 未満の橋梁が圧倒的に多く、全国で 50 万橋超あるといわれる。これらの橋を多く抱える中小市町村では自主財源が乏しく、これまで十分な維持管理を行ってきていない。今後、建設後 50 年を超過する橋梁が急増するなか、中小市町村での維持管理は大きな課題である。
- ・高度経済成長期に建設された構造物の品質は決して良くない。罪の意識もなく加水を経験したこともある。



山崎修二氏による発表
(株式会社サンワコン)

(2) 長寿命化修繕計画策定事業制度の背景とその影響

- ・アメリカでは、1930 年代に建設した多くの構造物が建設後 50 年を経て劣化がすすみ、社会問題となった。日本においても、高度経済成長期に建設された構造物がまもなく 50 年を迎え、かつてのアメリカと同様の問題を起こす可能性が否定できない。
- ・長寿命化修繕計画策定事業の取り組みによる心理的影響として、取り組み前は、「みたくない」、「しりたくない」、「先送りしよう」、「わからない」という風潮があったが、取り組み後には、「講習会に積極的に参加」、「自らが点検」、「このままじゃまずい」というように意識の変化が見られたように思う。

(3) 維持管理における現状の課題

- ・長寿命化修繕計画策定事業について、市町村の橋梁と国や県の橋梁では、交通量や大型車の通行状況、迂回路の状況などが大きく異なる。これをふまえ、国交省による市町村用の定期点検要領があってもよいのでは。国の指導も必要ではと感じている。
- ・とにかく橋長 15m 未満の橋梁に対する維持管理システムの構築は遅れ気味である。
- ・今後は予防保全的維持管理とし、日ごろからの観察が不可欠。ただし、職員不足、専門知識の不足、予算不足の問題も山積。

(4) 維持管理のこれから

- ・策定した橋梁長寿命化修繕計画の継続が最重要である。
- ・自治体職員の増員と専門知識の向上、自治体職員 OB や地域住民による点検ボランティア活動、アダプト制度の応用などが求められるのでは。
- ・これからの予防保全的維持管理には、橋の老朽化対策研究会やコンクリート診断士会等の地域での協力が不可欠。身近で活動するコンクリート診断士の役割はますます重要に。退職したシニアのコンクリート診断士の活用も考えてはどうか。

3.5 コンクリート診断士のこれからの役割と今後の展望に関する提案

3.5.1 概要

第Ⅲセッションとして行った「コンクリート診断士のこれからの役割と今後の展望に関する提案」は、第Ⅱセッションで取り上げられた行政がかかえる維持管理の課題やニーズをふまえ、我々コンクリート診断士会から、維持管理の現状の課題やコンクリート診断士やコンクリート診断士会の社会的役割を提示することを目的としている。

このセッションでは、日本コンクリート診断士会から、維持管理の課題とコンクリート診断士会に期待することについての講演を頂いた。また、北陸三県コンクリート診断士会からコンクリート診断士およびコンクリート診断士会の役割とこれからのビジョン（案）の発表を行った。

3.5.2 コンクリート診断士から見た維持管理の課題とコンクリート診断士会に期待すること （発表者：一般社団法人日本コンクリート診断士会 副会長 小野 定 氏）

(1) コンクリート診断士の資格制度と定義

- ・ コンクリート診断士制度は、日本コンクリート工学会が行っている資格制度で 2001 年度から実施されている。2011 年 9 月までの累計合格者は 9,907 名となっている。
- ・ 「コンクリート診断士は、コンクリートおよび鉄筋等の診断における計画、調査・測定、管理、指導および判定、ならびにそれらの品質劣化に関する予測および対策等を実施する能力のある技術者（日本コンクリート工学会：コンクリート診断士制度規則）」と定義されている。
- ・ コンクリート診断士には偏りのない公正さが要求され、高い技術力だけでなく高いモラルが同時に求められる。倫理に反した場合には資格が取消される（日本コンクリート工学会：コンクリート診断士制度規則）。



小野定氏による発表
（日本コンクリート診断士会）

(2) コンクリート診断士の役割と課題

- ・ コンクリート診断士による活動は、社会インフラの基本となるコンクリート構造物の健全性を保つものである。これらの活動の積み重ねが社会的信頼の確保に繋がり、コンクリート診断士の知識が重用されるようになる。高い技術力と高いモラルによる活動を通じて社会に貢献し、社会に貢献することでコンクリート診断士の地位向上につなげていくことが大事である。
- ・ コンクリート構造物は橋梁だけではなく、民間住宅なども含めて数多く存在する。これまで 100 億 m^3 を超えるコンクリートが世の中に建設されてきたと言われている。コンクリート構造物の診断行為を通して、社会基盤等の基本となるコンクリート構造物の健全性を保つ一助となり、市民が安全に、安心した生活を営める環境を維持することがコンクリート診断士の使命である。

- ・コンクリート構造物を市民が安全に安心して使える状態に保つことが重要である。
- ・コンクリート診断士の診断行為は、見えない壁を通して内部を把握することである。機器やデータを用いることもあるが、最終的に判断するのは“人”であり、コンクリート診断士が重要な位置を占めている。
- ・コンクリート構造物の診断行為は医療行為と同じ。しかるべき技術と権限を持った技術者、すなわちコンクリート診断士が基本的に関与しなければならない。

(3) コンクリート診断士会に期待すること

- ・社会的信頼の確保の活動を積極的に展開する。
- ・コンクリート診断士の社会的地位を定着させる。
- ・権利を主張すると同時にコンクリート診断士としての義務と責務の認識を図る。
- ・日本コンクリート工学会のコンクリート診断士制度規則で抽象的な表現（高いモラル）になっている倫理規定を明確にする。

(4) コンクリート診断士会の使命

- ・コンクリート診断士制度は国家資格ではないため法的な拘束がない。コンクリート診断士が社会的に確固とした地位を築くためには、コンクリート診断士の「義務」と「責務」を明確にしなければならない。
- ・義務と責務を明確にするとともに、倫理規定を明確にしていくことがコンクリート診断士会には求められる。

3.5.3 コンクリート診断士およびコンクリート診断士会の社会的役割とこれからのビジョン（案）

（発表者：北陸三県コンクリート診断士会 連携推進事業 代表 石川 裕夏）

(1) 北陸三県コンクリート診断士会の特徴と課題

- ・コンクリート構造物にとって厳しい劣化環境下にあるこの北陸では、早くからコンクリート診断士会が活動を始めている。
- ・北陸三県のコンクリート診断士会の活動の目的は、技術力の向上と社会的地位の向上であり、もって、コンクリート構造物の維持管理に貢献し、社会の発展や安全に寄与することである。
- ・北陸三県のコンクリート診断士会は、「業界団体ではなく、あくまでコンクリート診断士個人の集まり」、「多様な専門領域・異業種からなる技術者の集団」、「県単位の会で地域に密着した活動が中心」という特徴を有する。
- ・課題としては、「コンクリート診断士としての技術不足や格差」、「コンクリート診断士としての業務・仕事の少なさ」、「一般市民に対する認知度の低さ」、「あくまで任意団体で、必ずしも組織化されていない。」などが挙げられる。



石川裕夏による発表
(北陸三県コンクリート診断士会)

(2) 北陸三県のコンクリート診断士に対するアンケート

- ・ 約 8 割のコンクリート診断士が資格を活用した経験があると回答したが、そのほとんどが新設構造物の初期欠陥などの診断業務の経験であった。既設構造物の維持管理分野での活用は、まだまだ少ない状況にある。
- ・ 約 6 割のコンクリート診断士が「不満がある」と回答。その理由として、「コンクリート診断士が必要な業務が少ない」、「認知度が低い」などの回答が多かった。
- ・ コンクリート診断士会に入会して良かった点として、「スキルアップを図ることができる」、「ネットワークや交流を深めることができる」、「コンクリート診断士関連の情報入手のため」などの回答が多い。
- ・ コンクリート診断士会に求めるものとして、「研修会の充実」、「地元自治体への技術支援や協働事業」、「コンクリート診断士の資格要件化の働きかけ」などを求める意見が多かった。

(3) 地元自治体に対するヒアリング

- ・ 自治体が抱える課題としては、「維持管理の財源不足」、「技術職員の絶対数の不足」、「技術職員の技量不足」などが挙げられた。
- ・ コンクリート診断士会には、「自治体職員に対する研修会の開催や講師の派遣」、「維持管理に関する技術協力や技術支援」を求めていることが確認された。

(4) コンクリート診断士の社会的役割

- ・ コンクリート構造物の維持管理は、「地域のコンクリート構造物は地域で維持管理を」が基本。地域特性をよく知り、地域に根付いたコンクリート診断士がコンクリート構造物の維持管理の中心になるべきである。コンクリート構造物の維持管理こそ、究極の“地産地消”で対応しなければならない。
- ・ コンクリート診断士の社会的役割とは、「地域のコンクリート構造物の維持管理の技術スペシャリスト」であり続けることである。

(5) コンクリート診断士会の社会的役割とこれからのビジョン（案）

- ・ コンクリート診断士会の役割とは、「コンクリート診断士としての技術力の向上や技術の集積、倫理観の高揚」、「地元自治体や民間・他団体に対する技術支援や協力・協働」、「多様な専門領域を持つコンクリート診断士同士、官公庁や他団体とのネットワークの構築」、「維持管理の重要性・コンクリート診断士の存在に関する広報」などであり、これらの社会的役割を地域密着型の活動を通じて果たさなければならない。
- ・ これからの行動指針として、以下の 4 点を本フォーラムで提案。
 - ① コンクリート診断士としての資質向上を図る。
 - ② 社会貢献的な活動を通じて、コンクリート診断士の活躍の場を広げる。
 - ③ 維持管理の重要性を広く伝える。
 - ④ コンクリート診断士同士、地元自治体や他団体とのネットワークを広げる。

3.6 パネルディスカッション

3.6.1 概要

当フォーラム最後の第Ⅳセッションのパネルディスカッションは、第Ⅰ～Ⅲセッションの内容もふまえ、「これからの維持管理のあり方、コンクリート診断士のこれからの役割について」の意見集約を図ることを目的として行った。

パネルディスカッションのコーディネーターには基調講演を頂いた鳥居和之教授（金沢大学）、また、パネラーに管理者（地元自治体）、他団体（関連団体）、日本コンクリート診断士会、北陸三県コンクリート診断会の方々にご登壇を頂き、「これからの維持管理のあり方、コンクリート診断士のこれからの役割」というテーマで討議を頂いた。



パネルディスカッションの状況

3.6.2 パネルディスカッションのテーマ

「これからの維持管理のあり方、コンクリート診断士のこれからの役割とは」

3.6.3 パネルディスカッションのキャスト

役割	氏名	所属
コーディネーター	鳥居 和之	金沢大学 理工研究域 環境デザイン学系 教授
パネラー	竹内 成和	福井県土木部 技幹
	徳光 卓	社団法人プレストレスト・コンクリート建設業協会 保全部会 副会長
	小野 定	一般社団法人日本コンクリート診断士会 副会長
	奥田 由法	北陸三県コンクリート診断士会 (石川県コンクリート診断士会 会長)

3.6.4 パネルディスカッション

「これからの維持管理のあり方、コンクリート診断士のこれからの役割とは」

鳥居氏（金沢大学）：

これからの維持管理のあり方、コンクリート診断士のこれからの役割について、パネラーの方のご意見を最初にお聞きしたい。

竹内氏（福井県）：

施設の維持管理を行なうにあたっては、「市民に安全・安心で豊かな生活を送っていただく」ということを第一に考えないといけない。このことが念頭にあれば、コンクリート診断士としての倫理のあり方も自ずと決まってくるのでは。我々管理者側は、少子高齢化による緊縮財政、構造物の劣化の進行、行政職員の技術力不足といった問題を抱えるが、維

持管理において重要な判断ができるコンクリート診断士、コンクリート診断士会の役割は非常に大きい。また、コンクリートの診断においては、地域の材料特性や環境特性を考慮することが重要であり、地域をよく知る地元のコンクリート診断士にはこれからも行政を積極的に支援して頂きたい。

徳光氏（プレストレスト・コンクリート建設業協会）：

我々、プレストレスト・コンクリート建設業協会でも、PC 橋梁を中心に維持管理に積極的に取り組んでいる。今日はコンクリート診断士会との連携の可能性ということを考えていたが、我々は力学を得意としている。コンクリート診断士会で目に見えない劣化の原因を調査して頂き、そのうえでプレストレスト・コンクリート建設業協会が力学的な判断を行なうという役割分担を図ることができれば、維持管理にも非常に役立つと思える。また、PC を扱う施工業者だからこそ把握している情報もあり、情報の共有化も有効である。今日のフォーラムを通じて、コンクリート診断士会が地域に密着した活動を活発に行っていることがよくわかったが、この活動をいかに継続していくかがこれからの課題と思われる。

小野氏（日本コンクリート診断士会）：

コンクリート診断士は土木構造物だけでなく、個人の資産である建築物に関わることも重要である。コンクリート診断士には病気を診察して処方箋を出す医者のような役割と当事者間の問題を解決していく弁護士のような役割が求められる。また、これからは、官公庁が行なう維持管理の計画作成に関与していくこともコンクリート診断士の大事な役割であると思う。

奥田氏（北陸三県コンクリート診断士会）：

コンクリート診断士会に対して、維持管理の技術の向上はもちろん、社会システムに関する問題提起や将来ビジョンの検討を行なってはどうかという意見を頂いている。また、これまで経験したことのないコンクリート構造物の大更新時代を迎え、現状のペースで本当に乗り切れるかという心配の声もある。コンクリート診断士会が担う役割が非常に大きいことを感じるとともに、こうした課題に対する答えの方向性も今日のフォーラムで少しは見えてきた。

会場からの質問：

日本コンクリート診断士会と地区のコンクリート診断士会の役割分担は？

小野氏（日本コンクリート診断士会）：

日本コンクリート診断士会の設立目的の一つは、法人化することによって、コンクリート診断士としての義務や責務、モラルといったコンクリート診断士として果たすべきことを全国的な立場で対応していくことである。地区のコンクリート診断士会とは対等な立場で連携をとっていくとともに、コンクリート診断士会の未設立地区での新たな設立をサポートしていきたい。

会場からの質問：

コンクリート診断士の仕事の持ち分は？コンクリート診断士も全てがわかるわけではない。コンクリート診断士として、どこまで対応できるかを明確にすべきでは。

鳥居氏（金沢大学）：

コンクリート診断士個人が対応できる分野は限られる。場合によっては、より特化した専門家に任せざるを得ない。「ここまではやれる」という自分の持ち分を明確にすることもコンクリート診断士としての責任である。

奥田氏（北陸三県コンクリート診断士会）：

診断を行なう際には耐久性の面が重視されるケースが多いが、構造に関する知識が必要な場面も多い。PC 構造物であれば PC に関する知識も必要である。また、近年はコンクリートと鋼を用いた合成床版橋梁なども多くあるが、こうした橋梁に対応するには、今まで以上の幅広い知識も必要になると思われる。

鳥居氏（金沢大学）：

今後の予算や体制を考えると、すべての橋梁を維持管理することは不可能である。「すべてを守る」という時代は終わりを迎えている。本当に守らなければならないものを取捨選択すると同時に「できないものはできない」としっかりと説明していかなければならない。管理者側から、こういった声はなかなか出てこないが、こうした議論を進めることもコンクリート診断士の役割かもしれない。管理者の考えはいかがか？

竹内氏（福井県）：

非常に難しい問題である。管理者としては、すべて守りたいというのが本音で、優先順位を決めて管理している。優先順位と予算のバランスが崩れるようなことがあれば供用制限も必要となるが、規制しなくても済むように維持管理に努めていきたい。

鳥居氏（金沢大学）：

塩害、ASR、凍害の三重苦を抱える北陸ではすべてを守るというのは難しい。この北陸でも少子高齢化が進み、限界集落も増加している。他方、この北陸の広いエリアに橋梁やトンネル等の維持管理を必要とする構造物が数多くある。これらを本当に全て維持管理していいのか。我々は、このことを真剣に考えていかなければならない。私は、橋梁長寿命化委員会で、「“安楽死”をさせるべき橋梁を決めるべきではないか」と提案したこともある。“安楽死”とは、管理者が維持管理を行わず、維持管理を行わないことを利用者に明確に伝えることである。限界集落にあるような小さな橋梁ならば、少数の利用者に橋梁の維持管理をお願いするという方法もとれるのではないか。

会場からの質問：

管理する構造物を取捨選択することになると、余寿命の見極めも重要となる。余寿命をどう評価すればよいか。劣化の程度と危険性はどのように判断すればよいか？

徳光氏（プレストレスト・コンクリート建設業協会）：

荷重がほとんどかかっていないスパンの長い PC 橋梁で曲げひび割れが確認されるような場合は、余力がほとんど残っていないと判断される。また、世界でこれまで落橋した PC 橋は 10 橋ほどあるが、そのほとんどがせん断破壊によるものである。局所的に水が作用していたり、セグメントの継目部やグラウトに塩分が多量に混入されていたなど、特定の位置で劣化が進行したことが原因とされる。これらの事例をヒントに、危険な劣化の症状の絞り込みが可能かもしれない。

鳥居氏（金沢大学）：

主桁本数が少ないポストテンション方式の桁で塩害などによる鋼材の腐食がすすんでいる場合は相当危険な状態にある。逆に、プレテンション方式の桁で主桁本数が多い橋梁であれば、多少の問題が発見されたとしても重度な劣化に至るまでの時間的余裕はあると判断される。また、ASR も塩害も、コンクリートのかぶりが落ちた時は非常に危険といえる。かぶりが落ちると、鉄筋コンクリートは力学的な機能をほとんどなさないからである。さらに、主筋の定着がとれていないなど配筋不良の問題も多いので、内部の配筋の状態を確認したうえで診断を行なうことが重要である。

会場からの質問：

市町の橋梁には TL-14 の設計荷重で設計された橋梁も多いが、近年の大型車両の増加に伴い、橋梁の耐荷力をどのように捉えればよいのか？

徳光氏（プレストレスト・コンクリート建設業協会）：

日本の古い橋梁で、TL-14 で設計された橋梁であっても健全な橋梁も多い。これは、実際の交通量が少ないことによるものであるが、このような橋梁までも無理やり補強する必要はないと思われる。また、ドイツでは、日本の道路橋示方書に相当する補修・補強用の示方書が出来つつあり、今後はこういった海外の事例も参考にできるのでは。

鳥居氏（金沢大学）：

塩害で劣化した北陸自動車道の橋梁で、載荷試験などが行われているが、かなり劣化が進行しているような橋梁でも、設計荷重までは大きなたわみは生じない。健全な橋梁と異なる挙動をみせるのは、終局時のみである。この傾向は、北陸だけでなく、全国の橋梁でいえるようであり、この点も留意する必要があるのでは。また、塩害や ASR で劣化している橋梁をむやみに補強することは避けなければならない。一時期、炭素繊維による補強が増えたが、PC 鋼線が破断された部材の補強を炭素繊維で行おうとすると、とてつもない枚数を貼らなければならなくなる。交通量が少なく、規模の小さい橋梁であれば、プレテンション方式の T 桁と I 型の床版橋の形式が多いと思われるが、これらの橋梁に相当な荷重が載荷されることは稀である。それよりも、問題としなければならないのは沓廻りの損傷である。これは、床版厚が薄く、荷重の分散が図れないためである。また、今後は RC 床版の抜け落ちが多く発生すると思われる。橋台・橋脚、桁本体については、かぶりが剥落していなければ、少なくとも数年オーダーで管理できる橋梁と判断できるのではないかと。

鳥居氏（金沢大学）：

最後に、金沢フォーラムおよび福井フォーラムを通じて、北陸三県コンクリート診断士会から一言お願いしたい。

奥田氏（北陸三県コンクリート診断士会）：

北陸三県コンクリート診断士会の今後の方向として、コンクリート診断士およびコンクリート診断士会は社会資本の維持管理に対する貢献の具体的な行動として、「内には地域特性をふまえたコンクリート診断士の継続教育の充実を図りつつ、外には地域官庁のみならず、広く一般の市民に維持管理の重要性を訴える活動」をしたい。

第4章 連携推進事業の活動の成果

4.1 北陸三県が抱える技術的課題の整理

金沢フォーラムの事前調査で会員から出された質問をキーワード別に整理した結果と、フォーラム後、参加者から寄せられたアンケートのうち「コンクリートに関する疑問や維持管理について今後聞きたい質問」を整理したものをそれぞれ図-4.1、4.2 に示す。

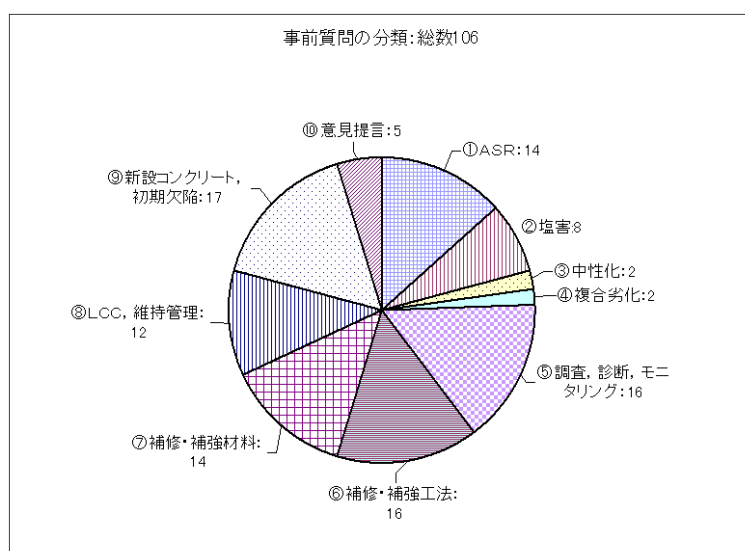


図-4.1 事前質問の分類

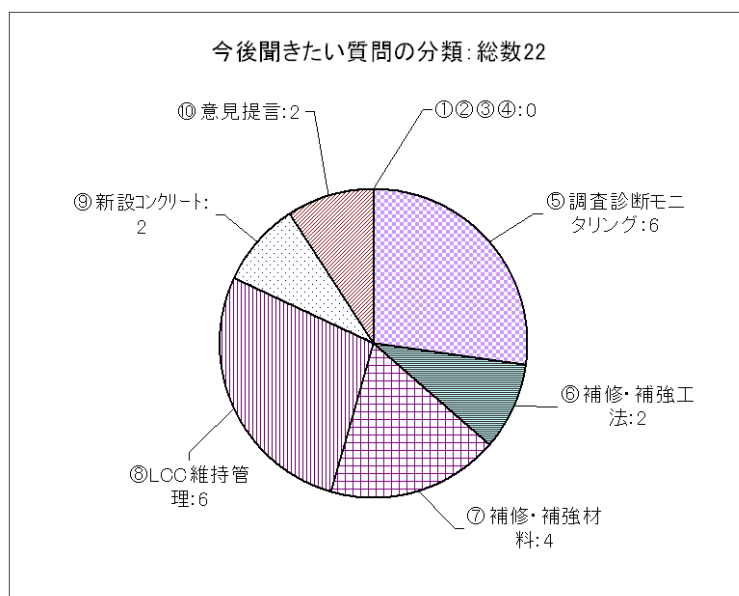


図-4.2 アンケートから今後聞きたい質問の分類

事前調査では、ある程度は予測していた通り、図-4.1 に示すように、北陸地区の課題として ASR および塩害に関する質問が多く寄せられた。また、劣化原因に対する調査・診断技術、補修・補強工法、使用材料等、質問は多岐にわたった。中性化についての質問はほとんど見られず、これも都市地区とは異なる北陸地区の地域特性を表しているものと思われる。

注目すべきは、新設コンクリートに関する質問が予想外に多く寄せられたことである。特に、高炉セメント B 種についての質問が 6 件も寄せられ、収縮、ひび割れとの関係、環境負荷低減の寄与率、中性化および塩害への影響、コンクリート標準示方書設計編における中性化速度式、塩化物イオン拡散係数と使用セメントとの関係についてなど、日常業務で技術者が疑問に思っている事柄がダイレクトに出てきた印象を受けた。

これらの疑問・質問の背景には、診断士は既設構造に対する診断技術が本来の業務であるが、単に維持管理のための技術の習得のみでなく、それ以前のフレッシュコンクリートの施工も含めた様々な分野にも精通していなければならないことが求められており、逆にそれらを習得していかなければならないことを如実に示すものであると考える。

「丈夫で長持ちするコンクリートを造ろう」とは、京都大学 宮川 豊章 先生のコンクリートに対する熱い思いであるが、コンクリート構造物に携わる技術者は、この言葉を今一度考えていなければならないことを事前アンケートの分析から改めて感じた次第である。

加えて、意見・提言も 5 件数えたが、右肩下がりの建設業界の将来の枠組みについてのあり方、少子高齢化に向かう中で診断士が果たすべき役割、官民の垣根を越えた維持管理全体の枠組みを構築する提案など、診断士のみの問題でなく土木に携わる技術者すべての課題として考えなければならない質問が寄せられたのも非常に印象的であった。

一方、フォーラム後のアンケート調査においても、図-4.2 に示すように、調査・診断技術、補修・補強工法、使用材料等、事前調査と同じ傾向の質問が寄せられた。フォーラムで話題に上ったフライアッシュセメントについて北陸地区での今後の供給予定、あるいは表面含浸材の今後の方向性など今、最も注目されている新しい技術の動向を尋ねる質問もあり、新技術に対する参加者の関心の高さがうかがわれた。

以上から、北陸三県が抱える技術的課題と、技術面から見た診断士および診断士会の今後の取り組み方、活動テーマを以下の 5 点で総括した。

技術的課題と今後の取り組み方

1. 塩害、ASR、凍害などの複合劣化に対する調査・診断、補修・補強技術が求められる。
2. 特に、寒冷地のコンクリート床版に対する対策は重要である。
3. コンクリートの耐久性のみでなく、構造物全体としての耐力の診断技術が求められる。
4. コンクリート診断士会として、老朽後の対策技術のみでなく、フレッシュコンクリートを取り扱ううえでの基本的事項に対する啓蒙も必要である。
5. 維持管理に加えて、歴史的価値の高い構造物については「保存技術」も求められる。

4.2 コンクリート診断士およびコンクリート診断士会の社会的役割

4.2.1 概要

「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 in 福井」では、行政が抱える課題、これからの維持管理のあり方、コンクリート診断士およびコンクリート診断士会の社会的役割などについて、多くのご示唆を頂いた。また、このフォーラムに先立って行ったコンクリート診断士に対する意識調査や地元自治体に対するヒアリングから、コンクリート診断士の意識レベルや地元自治体のニーズも確認した。

福井でのフォーラムで得られた知見をふまえ、我々が考えるコンクリート診断士およびコンクリート診断士会の社会的役割を以下に示す。

4.2.2 福井フォーラムで得られた主な知見

(1) 北陸地区のコンクリート構造物の劣化の現状

- ・ 北陸地区は塩害と ASR が多発する地域であり、全国のなかでも劣化環境の最も厳しい地域である。実際に、北陸地区では塩害や ASR、凍害などが数多く生じている。
- ・ 福井県でも、塩害や ASR、凍害による劣化が生じている。今後は、凍結防止剤による塩害も懸念される。
- ・ 塩害対策として、過去にいろんな補修・補強が行われてきたが、再劣化が生じているケースも多い。これまで行われてきた補修・補強に対する再検証が必要である。

(2) 自治体が抱える現状の課題

- ・ 国も都道府県も市町村も、今後、建設後 50 年を経た道路橋の割合が急増する。
- ・ 特に、中小市町村は自主財源に乏しく、絶対数の多い小規模橋梁への対応は大きな重荷となる。
- ・ 少子高齢化を伴う財政難のほか、行政職員の技術不足および技術者不足、維持管理の重要性についての一般市民の理解不足などが現状の大きな課題である。また、国・都道府県・市町村がいかに連携を図っていくかも今後の課題といえる。

(3) 維持管理のこれからのあり方

- ・ 管理者は、対象とする構造物をあと何年使うかを明確にする必要がある。目標を明確にすることで、はじめて適切な補修・補強の工法を提案することができる。
- ・ 今の予算や体制を考えると、全ての橋梁を維持管理していくのは難しい。維持管理を行う橋梁の取捨選択も視野に入れないといけない。場合によっては、橋梁の“安楽死”の検討も。
- ・ 地域性を理解することが重要。地域の構造物は、地域でしか維持管理ができない。
- ・ 塩害や ASR の補修・補強技術はまだ未成熟である。我々コンクリート診断士は、過去の失敗事例を検証し、失敗事例から学ぶ謙虚さが必要である。
- ・ 難しい困難から学び克服しなければならない。ここに、建設業界の今後の方向性がある。北陸地区が抱える問題は大きいですが、ここで解決できれば全国発信できる。地方の問題は地方でしか解決できない。

(4) コンクリート診断士およびコンクリート診断士会の役割と課題

- ・ コンクリート構造物の診断行為は医療行為と同じ。しかるべき、技術と権限を持った技術者、すなわちコンクリート診断士が関与すべきである。
- ・ コンクリート診断士の義務と責務を明確にするとともに、倫理規定も明確にしていかなければならない。
- ・ コンクリート診断士会に期待されることは、「社会的信頼を得るための活動を展開すること」、「コンクリート診断士の社会的地位を定着させること」、「コンクリート診断士としての義務と責務の認識を図ること」、「倫理規定を明確にすること」である。
- ・ 土木構造物だけでなく、建築物に関わることも重要。
- ・ コンクリート診断士には、病気を診察して処方箋を出す医者のような役割と当事者間の問題を解決していく弁護士のような役割が求められる。また、官公庁に対して、維持管理の計画に関わることもコンクリート診断士の大事な役割である。
- ・ コンクリート診断士個人が対応できる分野は限られる。コンクリート診断士として、自分の持ち分を明確にすることもコンクリート診断士としての責任である。
- ・ コンクリート診断士会は、コンクリート診断士の継続教育の充実を図るとともに、広く一般市民に維持管理の重要性を訴えていかなければいけない。

4.2.2 コンクリート診断士の社会的役割

コンクリート診断士は、コンクリート構造物を診断して劣化の原因を特定し、その対処法を示す“医者のような役割”と当事者間の問題を第三者の立場で解決していく“弁護士のような役割”を併せ持つ。コンクリート構造物の診断には、コンクリート診断士が関与しなければならない。コンクリート構造物の診断を行う際には、機器やデータを用いることもあるが、最終的な判断や評価を行うのは、あくまで“人”であり、しかるべき技術や知識が必要だからである。また、コンクリート診断士が携わるコンクリート構造物は、橋梁やトンネルなどの土木構造物だけでなく、住宅やマンション、ビルといった民間建築物まで多岐にわたる。

一方で、コンクリート構造物の診断や維持管理を行なう際には、地域特性を十分に考慮しなければならない。「地域のコンクリート構造物は、その地域で維持管理を行なう」というのが、コンクリート構造物の維持管理を行なううえでの基本的な考え方である。これは、コンクリート構造物そのものが地域の材料を使用しているということや地域の自然環境や地理条件の影響を強く受けるということ、また維持管理は継続的な管理が必要であるためである。さらには、その地域や対象コンクリート構造物への“愛着”も重要な要素である。地域の材料特性や環境特性をよく知り、地域に根付き、地域に愛着をもつ地域のコンクリート診断士が地域のコンクリート構造物の維持管理の中心にならなければならない。地域の課題は地域でしか解決できない。維持管理こそ、究極の“地産地消”での対応が求められる。

コンクリート診断士の社会的役割とは、「地域のコンクリート構造物の維持管理の技術スペシャリストとして、地域のコンクリート構造物の維持管理に貢献し、地域社会の発展や安全・安心に寄与し続けること」である。これらの役割を果たすことで、コンクリート診断士の社会的な地位も向上するものと確信する。

4.2.3 コンクリート診断士会の社会的役割

コンクリート診断士会の活動の目的は、「コンクリート診断士の技術力の向上と社会的地位の向上を図り、もってコンクリート構造物の維持管理に貢献して社会の発展や安全に寄与すること」である。

これらの目的を果たすためには、コンクリート診断士会としての社会的な役割を明確にすることが重要であり、これまでの活動で得られた知見やコンクリート診断士会の特徴などをふまえ、我々が考えるコンクリート診断士会の社会的役割を以下に示す。

(1) コンクリート診断士としての資質の向上や技術の集積を図る役割

コンクリート診断士の資質の向上を図ることは、コンクリート診断士会にとって最も重要な役割である。コンクリート診断士に資質が伴わないと、我々の存在価値は無いに等しいからである。コンクリート診断士としての資質を担保すべく、コンクリート診断士の継続教育の充実を図らなければならない。特に、コンクリート構造物の診断や維持管理には、地域特性を十分に考慮しなければならない。特に、コンクリート構造物の診断や維持管理には、地域特性を十分に考慮しなければならない。また、福井でのフォーラムでも指摘があったが、これまで行ってきた補修や補強、維持管理の失敗事例も含めた技術的検証を行うことも我々の役割の一つといえる。

加えて、コンクリート診断士には、高い技術力だけでなく、高い倫理観も求められる。技術を習得する事業だけでなく、コンクリート診断士としての倫理観を高揚し、コンクリート診断士のモラルを確保する取り組みや役割も求められる。

(2) 自治体や他団体に対する技術支援や協力・協働を図る役割

我々コンクリート診断士会は、コンクリート構造物の維持管理の技術スペシャリスト集団として、地元自治体や他団体、学術団体に対する技術支援や協働を図る役割を担う。

なかでも、公共構造物の管理者である自治体の協力関係は極めて重要である。地元自治体に対するヒアリングおよび福井でのフォーラムで明らかになったように、地元自治体では、職員の技術不足および技術職員の絶対数の不足という課題を抱え、コンクリート診断士会に対して、技術的な支援を強く求めている。これら地元自治体のニーズをふまえ、我々コンクリート診断士会も社会貢献的な取り組みの一環として、自治体に対する技術的な支援を積極的に行わなければならない。

また、地元自治体の維持管理の計画に“会”として携わることも重要である。コンクリート診断士に対する意識調査の結果からも、コンクリート診断士の多くが社会貢献や地域貢献を求めている。自治体側もコンクリート診断士会に意見を求めている。地元自治体と協働で地域のコンクリート構造物の維持管理に取り組むことは、コンクリート診断士会にとっての大きな役割である。「これからの維持管理のあり方」について、現時点で我々自身が明確な答えを持ち合わせているわけではないが、福井でのフォーラムで議論を行ったように、「これからの維持管理をどうしていくか」を我々も自治体と一緒に考えて続けなければならない。

(3) コンクリート診断士の存在や維持管理の重要性を広く周知する広報の役割

コンクリート診断士会のこれまでの活動によって、自治体や建設関係者などでのコンク

リート診断士の認知度は確実に高まっている。引き続き、コンクリート診断士会は、コンクリート診断士制度の認知度向上を図る役割を担う。加えて、コンクリート診断士会の認知度の向上を図るとともに、「コンクリート診断士会として何ができるか」を明確にし、広く発信していく必要がある。とりわけ、自治体に対して「コンクリート診断士会としてどういった技術支援や協働事業ができるか」を伝えることで、自治体とコンクリート診断士会の協働での取り組みや信頼関係が構築できる。

また、これからは自治体や建設関係者だけでなく一般市民に対しても、維持管理の重要性や必要性、コンクリート診断士の存在を伝えなければならない。自治体においても、一般市民に対する広報が今後重要になると認識されているようである。我々は、自治体とともに維持管理の重要性や必要性を市民に広く伝えていく役割も担わなければならない。

(4) コンクリート診断士同士や自治体、他団体とのネットワークを構築する役割

地域に密着した活動を通じて、地域を中心にしたネットワークを構築する役割も求められる。地元自治体や他団体、学術団体、さらには地域市民との信頼関係の構築が必要不可欠である。対外的な信頼のネットワークを構築することで、コンクリート診断士としての活躍の場も広がる。

また、対外的なネットワークだけでなく、コンクリート診断士同士のネットワークを会内部で構築することもコンクリート診断士会の大きな役割である。福井でのフォーラムのパネルディスカッションでも議論されたが、一言でコンクリート診断士といっても、材料系を得意とするコンクリート診断士もいれば、構造設計系を得意とするコンクリート診断士もいるなど、専門とする分野がコンクリート診断士、個々で大きく異なる。一方、コンクリート構造物の診断や維持管理を行う場合、多くの専門分野の技術や知識を必要とする場合も多い。コンクリート構造物の診断を行う際には、専門分野の異なるコンクリート診断士が連携をとらなければならない場面も多く、「いかに自分の専門分野とは異なるコンクリート診断士とのネットワークを構築しているか」も今後、コンクリート診断士に求められる資質の一つになる。コンクリート診断士会は、コンクリート診断士同士のネットワークを醸成するとともに、コンクリート診断士間のネットワークを補完する役割を担わなければならない。

北陸三県コンクリート診断士会の社会的役割

1. コンクリート診断士としての資質向上や技術の集積を図る役割
2. 地元自治体や他団体に対して技術支援や協働を図る役割
3. コンクリート診断士の存在や維持管理の重要性を広報する役割
4. コンクリート診断士同士や地元自治体・他団体のネットワークを構築する役割

第5章 北陸三県コンクリート診断士会のこれからの行動指針

5.1 コンクリート診断士やコンクリート診断士会の現状の課題

今回の連携推進事業を通じて、北陸三県が抱える技術的課題、コンクリート診断士やコンクリート診断士会の社会的役割が明確になった。今後、我々は北陸三県が抱える技術的課題に取り組み、コンクリート診断士およびコンクリート診断士会としての社会的役割を果たしていかなければならない。

ここで、あらためて、コンクリート診断士やコンクリート診断士会が抱える現状の課題を整理した。コンクリート診断士やコンクリート診断士会が抱える現状の課題は以下のとおりである。

(1) コンクリート診断士としての技術の不足や技術力の格差

コンクリート診断士の資格を取得していても技術が伴わないコンクリート診断士も多い。また、コンクリート診断士会の会員間での技術力の格差も存在する。コンクリート診断士としての技術力をいかに確保していくかは我々にとっての最大の課題である。

コンクリート診断士の技術力の各差は、主に現場経験や業務経験の有無によって生じているようである。コンクリート診断士の試験はあくまでペーパー試験であることから、資格取得後に、コンクリート診断士としていかに実践的な経験を積むことができるか、また実践的な研修をいかに継続的に進めていけるかが課題である。

(2) 専門分野外の事案への対応の難しさ

福井でのフォーラムでも議論されたが、依頼者から専門分野外の事案の対応を強く求められる事例も多いようである。例えば、橋梁の構造に詳しくないコンクリート診断士に橋梁の構造に係る案件を相談されたり、建築の分野の維持管理に詳しくないコンクリート診断士に建築物の維持管理についての相談をされたりというケースなどである。これは、コンクリート診断士の資格を保有していれば全てのことに対応できるという、コンクリート診断士に対する過大評価ともいえる。

コンクリート診断士の資格を保有していても、全てのことに対応できるわけではなく、コンクリート診断士個々の得意分野や専門分野をいかに明示していくか、また専門分野外の対応を求められた時にどう対応していくかが課題である。

(3) 一般市民レベルでのコンクリート診断士の認知度の低さ

自治体や建設関係者などでのコンクリート診断士の認知度は確実に高まっているが、一般市民レベルでのコンクリート診断士の認知度はまだまだ低い。コンクリート構造物の維持管理の重要性の認識や理解も得られていない。

一般市民に対して、コンクリート診断士の存在や維持管理の重要性をいかに広く伝えていくかが課題である。

(4) コンクリート診断士としての業務や仕事の少なさ

コンクリート診断士に対するアンケートでも明らかになったように、コンクリート診断士の多くが「コンクリート診断士としての業務や仕事の少なさ」に不満を抱えている。

「業務経験がある」と回答したコンクリート診断士も、新設コンクリート構造物の初期欠陥への対応がほとんどで、既設コンクリート構造物に対するコンクリート診断士としての業務は非常に少ない。

コンクリート診断士の認知度向上やコンクリート診断士の資格要件化を通じて、コンクリート診断士が活躍できる場をいかに広げていくかが課題である。

(5) この地域でのコンクリート診断士の絶対数の少なさ

地元自治体に対するヒアリングにおいて、自治体によっては、「コンクリート診断士の絶対数がまだ少ない」という意見もあった。北陸三県のコンクリート診断士の絶対数はまだ少ないと捉えられているようである。コンクリート診断士の絶対数の不足は、自治体の仕事の資格要件化を進めるうえでも支障となっているようである。

地域において、コンクリート診断士の絶対数を確保することも我々の課題である。

(6) コンクリート診断士会はあくまで任意団体であること

北陸三県のコンクリート診断士会はいずれも、法人格を持たない任意団体である。任意団体であるがゆえの柔軟な対応力や機動力は有するが、その一方で、自治体や他団体との契約行為ができないという問題や社会的な信用や評価が得られにくいという課題を抱える。任意団体であるがゆえに、活動の範囲が制限されるケースも今後は出てくる可能性もある。

5.2 北陸三県コンクリート診断士会のこれからの行動指針

今回の連携推進事業を通じて、コンクリート構造物の維持管理を行うには、地域の特性を十分に考慮しなければならない、「地域のコンクリート構造物は、地域で維持管理をしていかなければならない」、「地域の問題は、地域でしか解決できない」ということを再認識させられた。「地域のコンクリート構造物は、地域のコンクリート診断士で」は、我々の基本理念でもある。

これまでの取り組みで得られた知見、コンクリート診断士やコンクリート診断士会が抱える現状の課題をふまえ、北陸三県コンクリート診断士会のこれからの行動指針を以下に示す。

1. 地域を支えるコンクリート診断士に対する継続教育を図り続ける

- ・ コンクリート診断士としての継続的な教育の実施
- ・ コンクリート診断士の義務と責務、倫理観の高揚を図る
- ・ 新たなコンクリート診断士を輩出するための受験者支援の実施

コンクリート診断士の資質向上を図ることは、コンクリート診断士会にとって最も重要な役割であり、我々は最優先で取り組まなければならない。業務経験が少なく、技術の伴わない、まるでペーパードライバーのようなコンクリート診断士も現実に存在するが、会の研修事業などを通じて実務遂行能力のあるコンクリート診断士を養成しなければならない。全国共通の画一的で、通り一遍の診断技術や維持管理技術の研修だけでなく、地域特性をふまえた実践的な技術の研鑽が必要不可欠である。特に、この北陸地区では、「塩害」、「ASR」、「凍害」に対する調査・診断、補修・補強の技術や寒冷地のコンクリート床版の維持管理技術の確保が求められており、これらに重きを置いた技術の研鑽が必要である。

また、我々は技術の研鑽だけでなく、コンクリート診断士としての義務と責務、倫理観の高揚も図らねばならない。現時点で、コンクリート診断士の義務と責務や倫理規定などは明文化されておらず、全国組織である日本コンクリート診断士会を中心に、これらの規定の確立が急務である。

さらに、この地域でのコンクリート診断士をより多く輩出すべく受験者に対する支援も求められている。「この地域でのコンクリート診断士の絶対数がまだまだ少ない」という自治体からの意見もあり、この地域でのコンクリート診断士を増やす取り組みも我々にとって重要である。

2. 地域密着型の社会貢献活動を推進する

- ・ 地元自治体や他団体に対する技術支援や協働事業の実施
- ・ 多様な専門領域を有する技術者集団としての技術サポートの充実
- ・ 社会貢献活動を通じてのコンクリート診断士の資格要件化のはたらきかけ

我々にとって、コンクリート構造物の管理者である自治体との連携は欠かせない。自治体側も、我々コンクリート診断士会に技術的な支援や協力を求めている。自治体が行う維持管理計画への参画や自治体職員に対する技術研修、自治体からの技術相談への対応や技術サポートなど、自治体に対して我々が協力できることは多い。これらはボランティアとしての活動が中心になるが、これらの活動を通じて「コンクリート診断士の存在や能力、さらにコンクリート診断士の必要性」などを自治体に実感してもらうことが我々にとって重要なのである。自治体にコンクリート診断士の存在や能力、必要性を理解してもらうことで、コンクリート診断士の活躍の場も広がる。我々にとって、コンクリート診断士の資格要件化の取り組みも重要であるが、あくまで自治体に対する貢献活動の延長線上で資格要件化をはたらきかけなければならない。

また、我々は多様な専門分野を有する技術者集団として、多岐にわたる技術知見を集積できる。これまでのコンクリート構造物の診断や維持管理で得られた課題や知見をコンクリート構造物の更新や新設時における設計や施工、フレッシュコンクリートの技術に生かすための取り組みも行いたい。

3. 地域のコンクリート構造物の現状や維持管理の重要性を広く伝え続ける

- ・ コンクリート診断士制度についてのさらなる広報
- ・ 維持管理の重要性や必要性についての一般市民に対する広報
- ・ 地域の子どもや学生に対する教育
- ・ 歴史的価値の高い構造物の存在や意義の啓蒙

一般市民の間で、維持管理の重要性や必要性についての理解や関心はいまだ低い。一般市民レベルでは、コンクリート診断士の存在もほとんど知られていないようである。自治体に対するコンクリート診断士の広報活動を続ける一方で、一般市民に対しても維持管理の重要性や維持管理の必要性を伝える広報活動も進めなければならない。一般市民に対する広報の必要性は、自治体においても十分に認識されており、これは自治体と協働で取り組むべきものである。

また、地域の子どもや学生に対する啓蒙も、維持管理の重要性や必要性を広く浸透させるうえで今後必要な活動である。維持管理に対する理解者の裾野を広げるべく、教育機関との連携も今後考えていきたい。

加えて、歴史的価値の高い建造物の存在やその意義を広く啓蒙することやこれらの保存技術を構築する取り組みも、維持管理の重要性や維持管理の必要性を伝える広報活動の一環として有効である。我々コンクリート診断士にとっても、歴史的価値の高い建造物から学ぶべきことは多く、歴史的価値の高い建造物の保存技術の構築も追及していかなければならない。

4. 地域を中心にした信頼のネットワークを構築する

- ・ コンクリート診断士同士のネットワークを形成する
- ・ 地元自治体や他団体との連携やネットワークを強化する
- ・ コンクリート診断士会の将来的な法人化も視野に

地元自治体や他団体とのネットワークの形成は重要である。特に、地元自治体との信頼関係の構築はコンクリート診断士の活躍の場を広げるためにも欠かせない。地域を中心にした信頼のネットワークの構築が我々に求められている。

また、コンクリート診断士会は、幅広い業種、多様な専門領域を有する技術者の集まりであり、対外的なネットワークだけでなく、コンクリート診断士同士のネットワークを形成する役割も担う。コンクリート建造物の診断や維持管理には、異なる専門分野の技術や知識を必要とする場面も多いが、専門分野の異なるコンクリート診断士同士のネットワークは会員にとっての大きな財産である。専門分野の異なるコンクリート診断士のネットワークをどれだけ有してしているかは、コンクリート診断士の技量の一つともいえる。コンクリート診断士会としても、コンクリート診断士同士のネットワークを形成すべく、コンクリート診断士同士の交流を育みたい。

さらに、今後は自治体や他団体などにより深いネットワークを形成するために、コンクリート診断士会の法人化も視野に入れておくべきである。

卷 末 資 料

北陸三県コンクリート診断士の事業一覧（平成 22 年 4 月～平成 24 年 3 月）

福井県コンクリート診断士会

研修会事業

- ・講演会「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」
（講師：宇部興産株式会社 岡田 由紀彦 氏）
- ・平成 22 年度技術交流会 ～会員による診断事例の発表～
- ・現場見学会 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 青戸の大橋 電気防食工事
- ・PC 橋梁の維持管理講習会および現場見学会（福井県との共催）
- ・講演会「平成 22 年度コンクリート診断技術セミナー ～人のためのコンクリートを目指して～」
（講師：京都大学 藤井 聡 氏、鹿島建設株式会社 横関 康祐 氏）
- ・講演会「コンクリート構造物の維持管理に関する最新の動向について」
（講師：金沢工業大学 宮里 心一 氏 ほか）
- ・現場見学会 小丹生橋電気防食工事
- ・現場見学会 午房ヶ平ロックシェッド電気防食工事
- ・平成 23 年度技術交流会 ～会員による診断事例の発表～
- ・講演会「平成 23 年度コンクリート診断技術セミナー ～東日本大震災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）

自治体との協働・連携事業

- ・福井県橋梁長寿命化修繕計画策定委員会への委員派遣
- ・福井県橋梁長寿命化修繕計画策定委員会 福井県内の市町委員会への委員派遣
（福井市委員会・鯖江市委員会・大野市委員会・若狭町委員会・美浜町委員会）
- ・福井県 河野大橋 補修・維持管理検討会への委員派遣
- ・福井県内の県市町自治体職員向け研修会の後援・講師の派遣（平成 22・23 年度）

他団体との協働・連携事業

- ・土木学会中部支部 コンクリート構造物の調査・診断委員会への委員派遣
- ・橋の老朽化対策研究会 橋の長寿命化セミナーの共催

コンクリート診断士の受験者支援事業

- ・コンクリート診断士受験セミナーへの講師の派遣（福井県建設技術公社との共催）

広報事業

- ・フクイ建設技術フェアへのブースの出展（平成 22・23 年度）
- ・専用ホームページの運用管理

石川県コンクリート診断士会

研修会事業

- ・講演会「ASR による表面ひび割れ発生のメカニズム」
(講師：金沢大学 川村 満紀 氏)
- ・現場見学会 刈安第一橋橋梁補修工事、尾口第一ダム洪水吐ゲートレス化改修工事
- ・講習会「コンクリートの補修・補強材料に関する技術セミナー」
(講師：(社)セメント協会)
- ・事例発表会 第4回会員による診断事例発表会
- ・講演会「反応性骨材の活用を目的としてフライアッシュ含有コンクリート製品の ASR 抑制対策に関する研究」
(講師：住友大阪セメント株式会社 宮野 暢紘 氏)
- ・講演会「災害リスクの想定外と防災力向上のためのコミュニケーション」
(講師：金沢工業大学 木村 定雄 氏)
- ・見学会 特殊機械による施工デモンストレーション
- ・事例発表会 第5回会員による診断事例発表会

自治体との協働・連携事業

- ・石川県コンクリート研修への講師の派遣（平成 22・23 年度）

広報事業

- ・専用ホームページの運用管理

富山県コンクリート診断士会

研修会事業

- ・講演会「コンクリート構造物の不具合事例と原因」
(講師：富山県コンクリート診断士会 後田 秀範 氏)
- ・講演会「温度ひび割れに関する温度応力解析他について など」
(講師：株式会社東洋設計 北野 健史 氏 ほか)
- ・講演会「富山県内の ASR の特徴と補修方法 など」
(講師：富山県 大代 武志 氏 ほか)
- ・現場見学会 塩害を受けた橋梁など（弁天大橋、能生大橋 ほか）
- ・講演会「鉄筋破断非破壊診断について など」
(講師：株式会社四国総合研究所 廣瀬 誠 氏 ほか)
- ・講演会「耐酸モルタルと補修方法 など」
(講師：太平洋マテリアル株式会社 井上 哲 氏 ほか)

広報事業

- ・専用ホームページの運用管理

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
～北陸三県コンクリート診断士会による連携推進事業 報告書～

編集・発行：北陸三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
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

石川県コンクリート診断士会
金沢市彦三町 1-13-43（真柄建設株式会社 内）
TEL 076-231-8011

富山県コンクリート診断士会
富山市桜木町 1-11（佐藤工業株式会社 北陸支店 内）
TEL 076-439-0360