

## 【平成 29 年度 中部支部 調査研究事業 報告書】

### 北陸三県コンクリート診断士会との協働による 早期劣化コンクリート構造物の診断と対策のための 人材育成事業

金沢フォーラム



福井フォーラム



富山フォーラム



平成 31 年 3 月

公益社団法人

日本コンクリート工学会 中部支部

## 表紙写真

上段（左）：平成 30 年 4 月 27 日 金沢フォーラム パネルディスカッション

（中）：平成 30 年 11 月 21 日 福井フォーラム //

（右）：平成 31 年 2 月 15 日 富山フォーラム //

下段（左）：金沢フォーラム 会場全体の様子

（中）：福井フォーラム //

（右）：富山フォーラム //

**【平成 29 年度 中部支部 調査研究事業 報告書】**

北陸三県コンクリート診断士会との協働による  
早期劣化コンクリート構造物の診断と対策のための  
人材育成事業

平成 31 年 3 月

公益社団法人

日本コンクリート工学会 中部支部



## 委員会名簿

### 公益社団法人 日本コンクリート工学会 中部支部 平成 29 年度 調査研究事業 委員会

委員長	石川 裕夏	福井宇部生コンクリート株式会社 常務取締役 福井県コンクリート診断士会 前会長
幹事	麻田 正弘	アルスコンサルタンツ株式会社 取締役副社長 技術本部長 石川県コンクリート診断士会 副会長
委員	伊藤 始	富山県立大学 環境・社会基盤工学科 教授
	笹谷 輝彦	株式会社国土開発センター 取締役 設計事業部 部門長
	大代 武志	富山県土木部 砺波土木センター 管理検査課 課長補佐
	津田 誠	石川工業高等専門学校 環境都市工学科 准教授
	出口 一也	福井県土木部 丹南土木事務所 道路課 企画主査
	深田 宰史	金沢大学 理工研究域 地球社会基盤学系 教授
	古川 博人	ナチュラルコンサルタント株式会社 土木設計部 部長 石川県コンクリート診断士会 会長
	宮里 心一	金沢工業大学 工学部 環境土木工学科 教授
	森 直生	日本交通興業株式会社 代表取締役社長 富山県コンクリート診断士会 副会長
顧問	鳥居 和之	金沢大学 理工研究域 地球社会基盤学系 特任教授

(平成 31 年 3 月 現在)



— 目 次 —

<b>第 1 章 本事業の概要</b> .....	1
1.1 事業の概要および目的.....	1
1.2 活動体制.....	2
1.3 活動内容.....	2
1.4 本事業が求める成果.....	4
<b>第 2 章 これからの維持管理を担う人材育成を考えるフォーラム IN 金沢</b> .....	5
2.1 金沢フォーラムの概要.....	5
2.2 基調講演（長崎大学 松田浩 教授）.....	8
2.3 北陸三県のインフラ管理者から見た維持管理の状況.....	10
2.4 パネルディスカッション 1. .... 「北陸三県コンクリート診断士会および教育機関による人材育成の取り組み」	13
2.5 パネルディスカッション 2. .... 「北陸 S I P による地域実装支援から見てきたコンクリート診断士会への期待」	21
2.6 金沢フォーラムの講評.....	30
2.7 金沢フォーラム参加者のアンケート調査結果.....	31
<b>第 3 章 これからの維持管理の技術を考えるフォーラム IN 福井</b> .....	34
3.1 福井フォーラムの概要.....	34
3.2 基調講演（岐阜大学 六郷恵哲 特任教授）.....	35
3.3 北陸から発信する最新技術.....	38
3.4 自治体関係者や現場技術者が求める維持管理の技術と課題.....	40
3.5 パネルディスカッション「現場が求める維持管理技術とは」.....	46
3.6 福井フォーラムの講評.....	51
3.7 福井フォーラム参加者のアンケート結果.....	51
<b>第 4 章 これからの維持管理を支える技術と人材を考えるフォーラム IN 富山</b> .....	54
4.1 富山フォーラムの概要.....	54
4.2 開会挨拶.....	56
4.3 基調講演（名古屋大学 中村光 教授）.....	56
4.4 学生セッション「私たちが考えるコンクリート構造物の未来のすがた」.....	59
4.5 金沢・福井フォーラムの報告と富山県自治体そして大学の取り組み.....	64
4.6 パネルディスカッション「これからの維持管理を支える技術と人材に何が必要か」.....	68
4.7 富山フォーラムの講評.....	74
4.8 富山フォーラム参加者のアンケート調査結果.....	75
<b>第 5 章 本事業の成果と今後の活動方針</b> .....	77
5.1 これからの維持管理を支える技術.....	77
5.2 これからの維持管理を支える人材と人材育成.....	80
5.3 今後の活動方針.....	81
<b>編集後記</b> .....	84





## 第1章 本事業の概要

### 1.1 事業の概要および目的

北陸地方は、塩害やアルカリシリカ反応、凍害などによるコンクリート構造物の劣化が数多く報告されており、全国的にみても劣化環境が最も厳しい地域の一つといえる。劣化環境が厳しいこの地域は、コンクリート構造物の維持管理に対する関心も高く、早くからコンクリート診断士で構成されるコンクリート診断士会が設立され、平成18年以降、北陸三県すべてで活動を行っている（表1.1.1）。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としての資質を高めるための技術研修会やコンクリート診断士の資格取得を目指す方のための講習会などを開催し、コンクリート診断士らの人材育成を継続的に図っている。また、この地域の自治体職員向けの講習会や自治体職員との合同での現場見学会の開催や学生や子どもたち向けの学習会なども開催し、この地域の自治体職員や学生、子どもたちの人材育成にも寄与している。平成23～24年には、北陸三県コンクリート診断士会が連携して、コンクリート診断士会のこれからの社会的役割を見出す事業を合同で行い、コンクリート診断士はもちろん、コンクリート構造物の維持管理に関わる地域の自治体職員や技術者、研究者、学生らに対する人材育成をさらに推し進めることを北陸三県コンクリート診断士会の行動指針として定めている。さらに、この北陸では平成26年以降、金沢大学を中心にSIP（戦略的イノベーション創造プログラム）「コンクリート橋の早期劣化機構の解明と材料・構造性能評価に基づくトータルマネージメントの開発」の研究が進められ、北陸三県コンクリート診断士会から協力研究員を派遣するなど、地域の大学などの教育機関との結びつきも強めている。平成28年からは、このSIPで培われた開発技術を北陸で地域実装するための試みや人材育成のための取組みも始まり、北陸三県コンクリート診断士会との連携や協働での取組みも進められている。

表 1.1.1 北陸三県のコンクリート診断士会の概要

活動範囲	名称	設立年月	会員数
福井県	福井県コンクリート診断士会	平成16年3月	正会員 144名 学術会員 6名 賛助会員（個人） 5名 賛助会員（法人） 37社
石川県	NPO法人石川県コンクリート診断士会	平成18年6月 平成30年9月 NPO法人化	正会員 99名 賛助会員（個人） 6名 賛助会員（法人） 12社 顧問 1名
富山県	富山県コンクリート診断士会	平成19年7月	正会員 55名 準会員 15名 賛助会員（法人） 11社 顧問 2名

※会員数は平成31年2月8日現在

塩害やアルカリシリカ反応、凍害など、多くのコンクリート構造物に深刻な早期劣化が生じているこの北陸地方では、自治体職員や地域の技術者、研究者に対する維持管理の最新技術の習得や実装を図るとともに、いかに維持管理に係る人材育成を進めるかがこの地域の大きな課題とな

っている。北陸三県コンクリート診断士会や北陸S I Pをはじめ、この地域の産官学民が協働で、この大きな課題に向き合うことが求められる。

本事業では、北陸三県コンクリート診断士会や北陸S I P、さらには北陸地域の産官学民の協働により、自治体職員や地域の技術者、研究者に対する維持管理の最新技術の習得や最新技術の実装を図るとともに、新たな人材育成の仕組みを構築することを目的として活動を行った。

## 1.2 活動体制

本事業では、事業を推進するための委員会を新たに設置した。委員会のメンバーは、北陸地方の大学や高専、自治体、民間の産学官から選出することとし、石川県、富山県、福井県の北陸三県から偏りなく、かつ北陸三県コンクリート診断士会に所属する方を中心にメンバーを構成した(表 1.2.1)。

表 1.2.1 本事業の委員会メンバー

役割	氏名	所属
委員長	石川 裕夏	福井宇部生コンクリート株式会社 (福井県コンクリート診断士会)
幹事	麻田 正弘	アルスコンサルタンツ株式会社 (石川県コンクリート診断士会)
委員	伊藤 始	富山県立大学 (富山県コンクリート診断士会)
	笹谷 輝彦	株式会社国土開発センター (石川県コンクリート診断士会)
	大代 武志	富山県 (富山県コンクリート診断士会)
	津田 誠	石川工業高等専門学校 (石川県コンクリート診断士会)
	出口 一也	福井県 (福井県コンクリート診断士会)
	深田 幸史	金沢大学
	古川 博人	ナチュラルコンサルタント株式会社 (石川県コンクリート診断士会)
	宮里 心一	金沢工業大学
顧問	森 直生	日本交通興業株式会社 (富山県コンクリート診断士会)
	鳥居 和之	金沢大学

## 1.3 活動内容

本事業では、維持管理の最新技術の習得と最新技術の実装を図り、新たな人材育成の仕組みを構築するために、3回のフォーラムの開催を通じて活動を行うことにした。フォーラムは、「維持管理を担う人材の育成を考えるフォーラム」、「維持管理の技術を考えるフォーラム」、「総括フォーラム」をテーマとして、石川県、福井県、富山県の順に北陸三県でそれぞれ開催し、フォーラム聴講者も交えたディスカッションも行いながら、これからの維持管理の技術と維持管理を担う人材育成あり方を見出すことにした。

本事業の活動のながれを図 1.3.1 に示す。

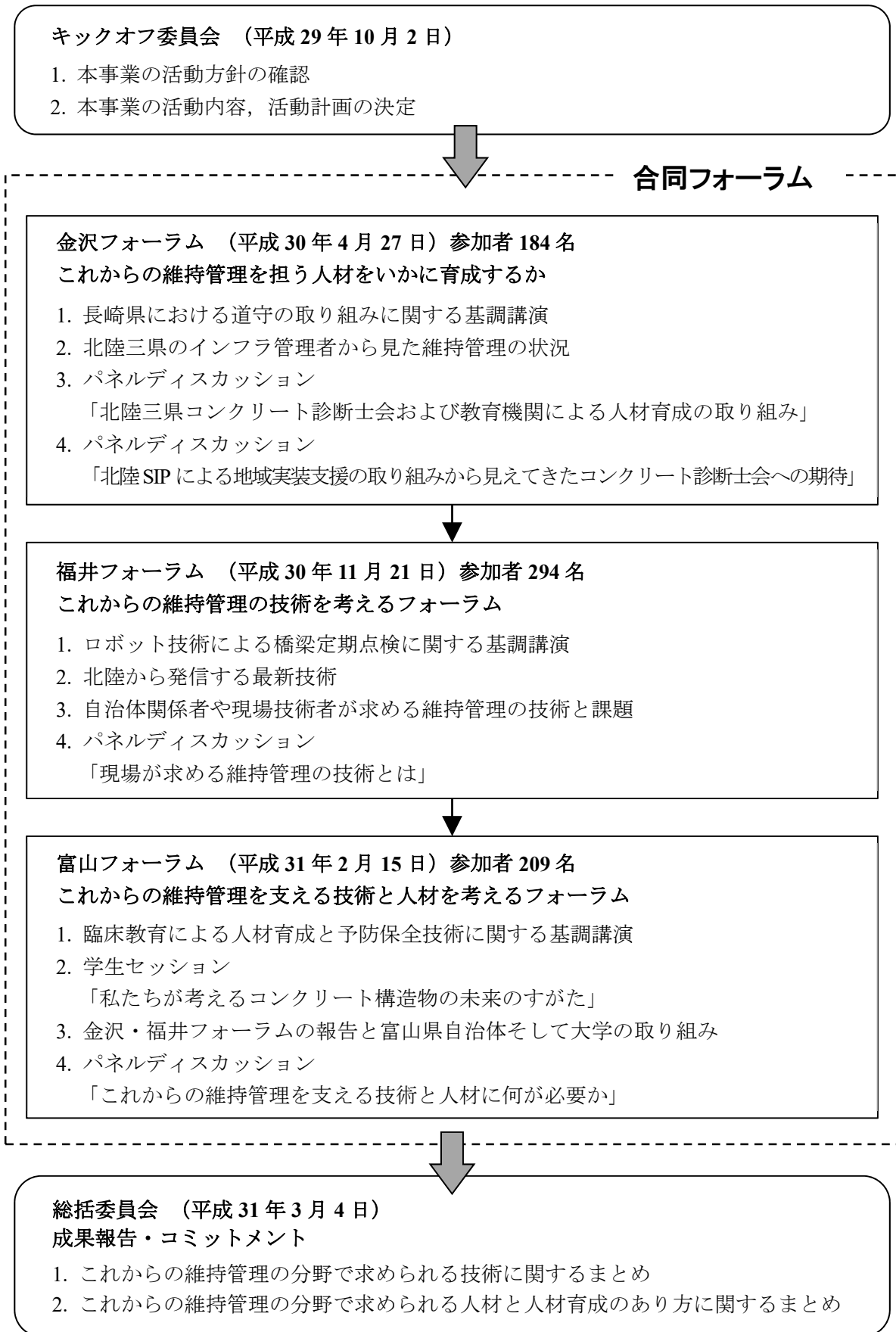


図 1.3.1 活動のながれ

#### 1.4 本事業が求める成果

本事業が求める成果は、次の2点である。

- (1) 維持管理の分野での技術の課題を明確にするとともに、これから求められる技術を示すこと。
- (2) 維持管理の分野でこれから求められる人材の育成のあり方を示すこと。

これらの成果を北陸をはじめとする中部地方、さらには全国に広く発信することで、コンクリート工学会の会員の活性化に寄与するものとする。

## 第2章 これからの維持管理を担う人材育成を考えるフォーラム IN 金沢

### 2.1 金沢フォーラムの概要

#### 2.1.1 フォーラムの目的

コンクリート構造物の深刻な早期劣化（ASR や塩害）が発生している北陸地方において、地域の技術者や若手研究者、あるいは自治体職員に維持管理技術を伝承することが喫緊の課題となっている。金沢フォーラムでは北陸三県コンクリート診断士会（福井・石川・富山）と北陸S I P（戦略的イノベーション創造プログラム）との連携により、産官学民の技術者や若手研究者の人材育成と技術継承に努める取り組みについて議論を深め、そこから見えてきた課題や今後の方向性について整理を行った。

そのためにフォーラムでは北陸三県コンクリート診断士会や教育機関による人材育成の取り組みについてパネルディスカッションを行うことにより、人材育成の課題、人材育成のポイントを要約するとともに、地域におけるこれからの人材育成のあり方について取りまとめを行った。

また、地方自治体では小規模な市町村を中心に維持管理を行ううえでの人材の確保、人材の育成に大きな不安を抱えている。北陸S I Pによる地域実装支援の取り組みでは、地方自治体に対するヒアリングなどを通じて維持管理を進めるうえでの現状の課題が見えてきた。フォーラムでは自治体職員とともにパネルディスカッションを行うことにより地方自治体が抱える課題、とくに人材育成に関する課題をあらためて抽出するとともに、課題解決に向けて我々ができることを取りまとめた。

さらに、このような人材育成に関する取り組みを情報発信することで、この地域の維持管理に関わる技術者や若手研究者あるいは自治体職員の意識の活性化に寄与するものとした。

#### 金沢フォーラムの目的

- 地域における維持管理に関わる人材育成の課題、人材育成のポイントを取りまとめる。
- 地方自治体が抱える人材育成に関する課題を抽出し、解決に向けた取り組みを提案する。
- 維持管理に関わる技術者や若手研究者あるいは自治体職員の意識の活性化に寄与する。

#### 2.1.2 フォーラムのながれ

金沢フォーラムは、まず基調講演として維持管理の人材育成に関して先進的な取り組みを推進されている長崎大学の松田浩教授をお招きし「地方の道をいかに守っていくか～ナガサキにおけるインフラ長寿命化の取り組み～」と題してご講演頂き人材を育成するうえでの要所を学んだ。

また「北陸三県のインフラ管理者から見た維持管理の状況」と題して、石川県土木部道路整備課、福井県土木部道路保全課、富山県土木部道路課からそれぞれの行政担当者から各県のインフラ施設の維持管理状況と維持管理上の地域の特徴を発表して頂いた。

続いて金沢フォーラムにおける主要な取り組みとなる2つのパネルディスカッションを執り行った。1つ目は「北陸三県コンクリート診断士会および教育機関による人材育成の取り組み」と題して、石川県コンクリート診断士会、福井県コンクリート診断士会、そして富山県コンクリート診断士会の会長または副会長から、それぞれの診断士会における人材育成の取り組みについて話題提供して頂き、さらに石川工業高等専門学校津田誠准教授から教育機関による人材育成について話題提供を頂いた。そのうえで石川県コンクリート診断士会の嶋田浩一副会長のコーディネーターにより会場の意見も交えながら、地域における維持管理に関わる人材育成の課題、人材育成のポイントを取りまとめた。

2つ目のパネルディスカッションは「北陸S I Pによる地域実装支援の取り組みから見てきたコンクリート診断士会への期待」と題して、市町村自治体から宝達志水町、そして氷見市の行政担当者から「市町村自治体のインフラ管理者の取り組みと課題」について話題提供を頂き、また富山県立大学の伊藤始教授から「市町村自治体へのヒアリング調査から見た維持管理の実状と課題」について話題提供を頂き、さらに金沢大学の深田宰史教授から「S I P技術の地域実装支援の取り組みにおけるコンクリート診断士会への期待」と題して話題提供を頂いた。これらを踏まえたうえで金沢工業大学の宮里心一教授のコーディネーターにより会場からの活発な意見を反映させながら、地方自治体が抱える人材育成に関する課題を抽出し、解決に向けた取り組みについて議論を深めた。

以上これら4つのセッションを通じて、維持管理に関わる技術者や若手研究者あるいは自治体職員の意識の活性化や人材育成に対するコンクリート診断士会への期待を取りまとめていった。

図 2.1.1 に金沢フォーラムのながれを示す。

### § 1. 基調講演

「地方の道をいかに守っていくか ～ナガサキにおけるインフラ長寿命化の取り組み～」  
(長崎大学 松田浩 教授)



### § 2. 発表

「北陸三県のインフラ管理者から見た維持管理の状況」  
(石川県土木部, 福井県土木部, 富山県土木部 行政担当者)



### § 3. パネルディスカッション1.

「北陸三県コンクリート診断士会および教育機関による人材育成の取り組み」  
(コーディネーター：石川県コンクリート診断士会 嶋田浩一 副会長)  
(パネラー：石川, 福井, 富山のコンクリート診断士会 代表者,  
石川工業高等専門学校 津田誠 准教授)



### § 4. パネルディスカッション2.

「北陸S I Pによる地域実装支援の取り組みから見てきたコンクリート診断士会への期待」  
(コーディネーター：金沢工業大学 宮里心一 教授)  
(パネラー：宝達志水町, 氷見市 行政担当者, 富山県立大学 伊藤始 教授,  
金沢大学 深田宰史 教授)

図 2.1.1 これからの維持管理を担う人材育成を考えるフォーラム IN 金沢 (金沢フォーラム)

### 2.1.3 フォーラムのプログラム

金沢フォーラムのプログラム概要は以下のとおりであった。

#### これからの維持管理を担う人材育成を考えるフォーラム IN 金沢 プログラム概要

##### 1. 開催日時

平成30年4月27日（金）13:00～17:00

##### 2. 開催場所

石川県地場産業振興センター

##### 3. プログラム

13:00～ 開会挨拶・本事業の概要：JCI 中部支部調査研究事業委員会 石川 裕夏 委員長

13:10～ 基調講演

「地方の道をいかに守っていくか ～ナガサキにおけるインフラ長寿命化の取り組み～」

長崎大学インフラ長寿命化センター長 松田 浩 教授

13:50～ ー発表ー

「北陸三県のインフラ管理者から見た維持管理の状況」

① 石川県土木部 道路整備課 舗装・維持補修グループ 高田 充伯 課長補佐

② 福井県土木部 道路保全課 道路維持補修グループ 竹山 清隆 主任

③ 富山県土木部 道路課 橋りょう係 亀谷 靖文 副主幹

14:20～ <休憩>

14:40～ パネルディスカッション1.

「北陸三県コンクリート診断士会および教育機関による人材育成の取り組み」

コーディネーター 石川県コンクリート診断士会 嶋田 浩一 副会長

話題提供：北陸三県コンクリート診断士会による人材育成の取り組みとこれからの役割

④ 石川県コンクリート診断士会 古川 博人 会長

⑤ 福井県コンクリート診断士会 石川 裕夏 会長

⑥ 富山県コンクリート診断士会 森 直生 副会長

話題提供：教育機関における人材育成の取り組みとコンクリート診断会との連携

⑦ 石川工業高等専門学校 環境都市工学科 津田 誠 准教授

15:40～ <休憩>

15:50～ パネルディスカッション2.

「北陸SIPによる地域実装支援の取り組みから見てきたコンクリート診断士会への期待」

コーディネーター 金沢工業大学 工学部 環境土木工学科 宮里 心一 教授

話題提供：市町村自治体のインフラ管理者の取り組みと課題

⑧ 宝達志水町 地域整備課 北 篤志 主任

⑨ 氷見市 建設部 道路課 田島 成夫 技師

話題提供：市町村自治体へのヒアリング調査から見た維持管理の実状と課題

⑩ 富山県立大学 工学部 環境・社会基盤工学科 伊藤 始 教授

話題提供：SIP技術の地域実装支援の取り組みにおけるコンクリート診断士会への期待

⑪ 金沢大学 理工研究域 地球社会基盤学系 深田 幸史 教授

16:50～ 講評：金沢大学 理工研究域 鳥居 和之 特任教授

16:55～ 閉会挨拶：中部支部調査研究事業委員会 麻田 正弘 幹事

## 2.2 基調講演（長崎大学 松田浩 教授）

### 2.2.1 概要

金沢フォーラムの基調講演として維持管理の人材育成に関して先進的な取り組みを推進されている長崎大学の松田浩教授をお招きし「地方の道をいかに守っていくか ～ナガサキにおけるインフラ長寿命化の取り組み～」と題してご講演頂き人材を育成するうえでの要所を学んだ。

講演内容は大きく5つの項目に分かれており、1) 10～20年前のインフラの状況、2) インフラ長寿命化センターの設立、3) “道守”養成講座、4) 革新的先端技術の利活用、5) S I Pインフラ維持管理技術の地域実装という構成でご講演頂いた。



松田浩 教授による基調講演

### 2.2.2 「地方の道をいかに守っていくか ～ナガサキにおけるインフラ長寿命化の取り組み～」

#### (1) 10～20 年前のインフラの状況

- ・平成 11 年に JR トンネルのコンクリート片剥落事故があり、当時の日経新聞の社説では「科学技術が進歩した時代に建設業界は未だ“たたき試験”という旧態依然の手法で行っている。」と評価されていた。一方、平成 17～19 年小泉純一郎首相のもと新自由主義経済の象徴として郵政民営化、道路公団民営化、国立大学法人化などが進められた。また道路特定財源の見直しによる一般財源化など公共工事不要論、ひいては公共事業悪玉論へと世間の風潮が流れていった。
- ・アメリカでは「荒廃するアメリカ」の発刊を契機に財源を増強して維持補修に力を入れたことにより欠陥橋梁は減少した。それでも 2004 年時点でまだ約 30%の欠陥橋梁が存在していた。2007 年ミネアポリスのトラス橋の落橋などは記憶に新しい。アメリカは 1980 年代に多くの橋梁で建設後 50 年が経過する高齢化を迎えたのに対し、日本は 30 年遅れた 2010 年代から橋梁の高齢化が著しくなってきた。高速道路を除く長さ 15m 以上の道路橋 14 万橋のうち、建設後 50 年以上の橋梁は 2025 年度には 45%となる。損傷や劣化を早い段階で把握しなければ重大事故に繋がる恐れがある。
- ・平成 19 年 2 月国交省が道路橋に対する定期点検の実施状況調査したところ、福井、鳥取、岡山、山口、福岡、佐賀、鹿児島 の 7 県と、仙台、堺の政令市を含む 1,567 区市町村が点検を実施していないと回答した。予算不足や点検できる専門職員の不在などが理由であり、結局 8 割の自治体で橋梁点検をしていなかった。
- ・「荒廃する日本」としないための道路管理の実施を平成 19 年 3 月に国交省道路局が促進していたが、平成 19 年 6 月木曾川大橋（三重県）のトラス橋の斜材の破断が発見された。さらに緊急点検で本荘大橋のトラス橋の斜材コンクリート埋込部で破断が見つかった。
- ・平成 24 年 12 月中央道笹子トンネル天井板落下事故があり、国道や高速道路等十分管理されているインフラでも重大事故が発生した。地方自治体はどうするのか。高度な知識と経験豊富な維持管理技術者が圧倒的に不足していた。平成 25 年はメンテナンス元年と言われ、老朽化対策の効率化に向けた技術の 3 つの柱として、点検・診断技術の開発・導入、モニタリングシステムの開発、維持管理情報のプラットフォームの構築などが求められた。

#### (2) インフラ長寿命化センターの設立

- ・長崎大学工学部重点研究センター構想の 1 つとしてインフラ長寿命化研究が着想された。道路



などのインフラ構造物の長寿命化に関する研究を行うとともに、自治体への技術支援・協働活動ならびに学生の教育支援を行うなどの内容であった。

- ・“ヒト”“モノ”“場所”“金”もないバーチャルなセンターであったが、外部資金等を獲得し実質的な工学部センターとして機能させた。文科省科学技術戦略推進事業（地域再生人材創出拠点の形成）「観光ナガサキを支える“道守”養成ユニット」として事業化された。これは科学技術を活用した地域再生に資するため、地域の大学等が地元自治体等と連携し、地域の社会ニーズに即した人材創出拠点の整備を図ることを目的とした。
- ・また地域における科学技術システムおよび我が国の人材創出システムの改革を推進するため文科省「成長分野等における中核的専門人材養成等の戦略的推進事業」として5大学コンソーシアムが設立された。

### (3) “道守”養成講座

- ・道守養成講座の対象者は地元企業職員・OB、地元自治体職員・OBであり、運営協議会は長崎大学をはじめ、長崎県土木部部長、(社)長崎県建設業協会会長、(社)長崎県測量設計コンサルタント協会会長、(公財)長崎県建設技術研究センター(NERC)理事長など産官学の連携が保たれた。
- ・道守養成講座のカリキュラムは次のように分かれている。道路全体の維持管理や高度な技術開発ができる「道守」、点検計画立案や健全度診断ができる「特定道守」、点検作業ができる「道守補」、近隣に住み構造物の異常に気づける「道守補助員」、などの役割に分かれている。
- ・道守認定後の活動の1つとして道守シートがある。道路構造物の異常を発見した際に記載するシートでインフラ長寿命化センターを介して道路管理者へ伝達する仕組みがあり、異常の早期発見、対応による維持管理費用の縮減につながっている。平成25年より道守シートのIT化の運用が開始され、「構造物の種類・名称・路線名」「場所」「管理区分」「発生時期」「写真」をそれぞれ選択し送信するシステムが構築されている。
- ・工業高校におけるインフラ長寿命化体験として点検演習で非破壊機器の原理説明や使い方の指導担当、現場実習の点検指導担当などの活動を行っている。15m未満の小規模橋梁に関しては、橋梁台帳等の資料が残っていない場合が多く、工業高校生が作成した点検結果が現状把握に役立っている。
- ・道守は平成27年大学として、また地方団体の資格として唯一、国交省の民間資格に登録された。

### (4) 革新的先端技術の利活用

- ・点検、維持管理業務における現場の課題の多くは情報の入手、加工、蓄積、伝達に関連するのであり、その多くは情報技術で解決される可能性がある。センサによる施設状況等の把握、ICタグによる附属物情報の取得、携帯端末による業務支援、通信による関係機関の情報共有などの解決策が模索されている。
- ・新しい橋梁点検手法として光学的計測法を用いた効率的で低コストが実現される新しい橋梁点検手法の開発を進めている。外観劣化情報取得のための3次元維持管理システムの開発、デジタル画像解析による橋梁たわみ計測法、鋼部材き裂計測法の開発など、現場フィールド試験を経て橋梁維持管理における遠隔測定法と3D維持管理システムの開発を行っている。
- ・外観劣化情報取得のための3次元維持管理システムの開発の目標は、仮設足場を必要としない3Dレーザスキャナを用いた橋梁点検手法の開発、ギガピクセル画像撮影システム、そしてコンクリートひび割れ幅判読図化システムの開発などである。

- ・熱源を用いた DICM による鋼部材き裂検知法の開発では、誘導加熱装置より鋼材のみを直接加熱して亀裂を強制的に開口・閉口させ、その歪み変化を塗膜上から画像解析によって検出ことを目的としている。
- ・革新的先端技術を実務に活用できる道守としてスーパー道守構想があり、革新する情報技術を使った様々な取り組みを実施している。
- ・ICT 等を用いた道路舗装維持管理研究開発では、スマートデバイスと ICT を用いた新しい道路舗装維持管理システムの構築を目標としている。効率的かつ戦略的な道路舗装維持管理スキームの構築を目指し、スマートフォンで取得・蓄積した走行データを元に舗装性能の簡易測定を行うことで性能が劣化し維持・修繕が必要な区間を絞り込む（スクリーニング）ことが可能となる。高コストな MCI 測定の計画立案において、このような簡易測定で絞り込んだ区間を対象とすることで測定全体のコストを下げることができる。

#### (5) SIP インフラ維持管理技術の地域実装

- ・府省分野の枠を超えた横断型のプログラムで、総合科学技術会議・イノベーション会議が課題を特定して予算を重点配分し課題ごとに PD（プログラムディレクター）を選定し、基礎研究から出口（実用化・事業化）までを見据え、規制・制度改革や特区制度の活用も視野に入れて推進していくことで、日本経済の再生（経済成長、市場・雇用の創出）を実現する。
- ・基盤技術開発による効率的なマネジメント技術を構築し、維持管理ガイドラインやマニュアルなどを整備し全国の大学と連携して地方自治体へ展開し社会実装を推進する。
- ・九州・山口地域に先駆けて長崎県における地域実装体制のモデルを構築した。長崎大学を中心に長崎県土木部、長崎県建設業協会、長崎県測量設計業協会、長崎県コンサルタンツ協会、長崎県技術研究センターなど、持続性ある実装母体を構築した。地方自治体のインハウスエンジニアは地域の大学の出身者が多く、地域の大学と地方自治体のインフラ行政の結びつきは強固であり、このような関係を活用していく必要がある。

## 2.3 北陸三県のインフラ管理者から見た維持管理の状況

### 2.3.1 概要

本セッションは、石川県・福井県・富山県の各県におけるインフラ管理の状況について、実際に維持管理に携わっている管理者の方々の現状の報告とともに、維持管理に関わる人材育成を含めたさまざまな課題と取り組みについて発表して頂いた。これより北陸三県全体のインフラストック量を把握するとともに、各県に共通した課題を共有することにより人材育成などの取り組みに向けた方向性が見えてきた。



(発表) 北陸三県の維持管理の状況

### 2.3.2 石川県の維持管理の状況（石川県土木部 道路整備課 高田充伯 氏）

#### (1) 石川県公共施設等総合管理計画

- ・総務省からの要請により、公共施設全般を所管する総務部が中心となり、県有施設全般の維持管理に関する基本的な考え方を示す「石川県公共施設等総合管理計画」を平成 29 年 3 月に策定した。
- ・建築後 30 年以上経過している公共建築物は 5 割程度あり 10 年後には 7 割程度に増加する。ま

た建設後 50 年以上経過している橋梁は全体の 1/4 程度あり 10 年後には 5 割程度に増加していきなかつ、一定期間で改修・更新を繰り返すいわゆる事後保全では、改修・更新費用が一時に集中してしまう。

- ・こうした状況を改善していくため、全庁挙げて公共施設等の総合的・計画的な管理を推進し、財政負担を軽減・平準化、公共施設等の最適配置に取り組んでいくこととし、また平成 32 年頃までに個別施設の長寿命化計画の策定を目指すこととした。

## (2) 長寿命化計画の策定

- ・石川県では、順次構造物ごとに長寿命化計画を策定し計画的な維持管理を実施している。道路部門では橋梁、トンネル、スノー・ロックシェッド、横断歩道橋、大型カルバート、門型標識について長寿命化計画を策定してきた。また、河川部門では水門・堰、ダムについて、さらに港湾部門では防波堤等外郭係留施設について策定している。

## (3) 橋梁長寿命化修繕計画

- ・長寿命化計画のうち橋梁について説明すると、石川県が管理する道路橋は平成 26 年 3 月現在、約 2,300 橋ありこのうち建設後 50 年を経過する高齢化橋梁は約 500 橋で全体の約 23% を占めている。20 年後には高齢化橋梁が急増し割合が約 61% になり、橋梁の劣化も急速に進行する。これまでの事後保全的な修繕から計画的かつ予防保全的維持管理に転換し、橋梁長寿命化によるライフサイクルコストの縮減及び維持・更新費の平準化を図り、道路交通網の安全・安心を確保していく。
- ・対象橋梁について、平成 21 年度に策定した長寿命化修繕計画では、事後保全的な修繕を行った場合に必要となる費用が高価で工事規制が発生した場合の社会的影響が大きい橋長 15m 以上の橋を対象にしていたが、今回、橋長 15m 未満も含めた石川県が管理する全ての橋を対象に長寿命化対策に取り組むこととした。
- ・健全度については、5 年に 1 回の頻度で定期的に点検を実施し、海に囲まれた石川県特有の劣化（塩害・ASR）などを含め個々の橋梁の損傷状況を把握し 5 段階で評価する。
- ・日常的な維持管理では、道路パトロールや桁洗浄、清掃等を実施し、これまでの事後保全型から予防保全型の維持管理に転換することにより、橋梁の長寿命化および修繕・架替えに係る費用の低減を図りライフサイクルコストの縮減と維持・更新費の平準化を図る。
- ・石川県では全橋梁を対象に①橋長、②跨線橋・跨道橋、③健全度の度合い、④橋の重要度、⑤交通量から橋をグルーピングし、その優先度から各々の管理指標を定め計画的に橋の修繕に取り組んでいる。
- ・石川県が管理する橋梁の修繕および架替えに要する費用については、長寿命化修繕計画に基づき計画的な維持管理を行い今後 100 年間で約 5,300 億円から約 3,860 億円へ約 1,440 億円に相当するライフサイクルコスト縮減の効果が見込まれる。

### 2.3.3 福井県の管理橋の状況（福井県土木部 道路保全課 竹山清隆 氏）

#### (1) 福井県の道路事業費の推移

- ・福井県の道路事業費における改築系と維持系事業費の構成比は、平成 29 年度で維持系構成比が約 35% となっており過去 3～4 年このような構成比で推移している。

#### (2) 福井県の管理橋の状況

- ・福井県の管理橋梁数は平成 29 年 3 月時点で約 2,300 橋あり、橋長別の内訳は橋長 15m 以上が

35%、15m未満が65%となっている。年数別の内訳では建設後50年以上経過した橋梁数は28%を占めている。

- ・平成29年3月時点で定期点検を実施した約1,200橋の橋梁の健全性判定区分は、判定Ⅰが約45%、判定Ⅱが約45%、判定Ⅲが約10%の結果となっている。また橋梁補修の実績では、平成26年度から平成29年度にわたり補修対象橋梁の約60%が修繕済となっている。

### (3) 道路メンテナンス研修の取り組み

- ・職員の維持管理に関わる人材育成を目的として道路メンテナンス研修を実施している。研修内容は定期点検マニュアルの説明・損傷事例の紹介などの座学のほか、実際の橋梁における近接目視点検および診断の実地研修を行っている。
- ・定期点検結果がまとまった段階において、職員同士による発表や考察の場を設けてメンテナンス技術力の向上に努めている。

## 2.3.4 富山県が管理する橋梁の維持管理の状況（富山県土木部 道路課 亀谷靖文 氏）

### (1) 富山県が管理する橋梁について

- ・県内における長さ2m以上の橋梁数は国管理のものが約900橋、高速道路会社管理のものが約500橋、県管理のものが約3,500橋、市町村管理のものが約8,000橋となっている。県と市町村が管理する橋梁が県内の約9割を占めており、県管理橋梁のうち15m以上の橋梁は平成29年4月現在で約800橋となっている。

### (2) 富山県橋梁長寿命化修繕計画

- ・本県が管理する橋梁の多くは高度経済成長期以降に整備されており、今後修繕時期が集中することが想定される。現在、架設から50年以上経過している橋梁は約20%だが、30年経過すると全体の87%近くを占める割合となる。
- ・本県では、これまでの対症療法型の維持管理から予防保全型維持管理への転換を図ることによって長寿命化によるライフサイクルコストの縮減や補修・更新費用の平準化を図ることを目的に平成23年2月に富山県橋梁長寿命化修繕計画を策定した。また昨年2月に最新の点検結果や補修履歴等を踏まえて計画を見直した。
- ・平成23年からの10年間で、点検で補修が必要と判断された橋梁の補修を集中的に実施し、最初の10年間は少し投資する予算が増加するものの、全ての補修を完了させた後は定期点検を実施し劣化の兆候が見つかり次第対処する予防保全型の維持管理へと転換していく。

### (3) 橋梁点検・診断する技術者の育成と確保

- ・第一に点検・診断する技術者の確保と育成が必要となる。正確な点検・診断、また補修を実施するか否かの判断や、補修実施の優先順位を判断するという重要な役割を担う。県庁の土木技術職員は約500人いるが、そのうち橋梁の維持管理に携わる職員は十数人で、しかも抱えている仕事は橋梁の維持管理だけでない職員がほとんどである。また2年から3年で異動となってしまうため継続的な技術者の確保と育成が重要となる。
- ・点検・診断する技術者の確保と育成の取り組みとして技術研修への参加があり、一般財団法人橋梁調査会の「道路橋点検士技術研修会」、名古屋大学橋梁長寿命化推進室ニューブリッジ「橋梁保全技術研修」、国土省北陸地方整備局の「橋梁初級研修」、国土交通大学校各種橋梁研修などへ積極的な参加を呼び掛けている。
- ・次に、橋梁点検研修（県・市町村合同）を実施している。県外での研修には派遣人数も限られ

ることから、より多くの職員が気軽に参加できるよう、県が主催の橋梁点検研修を毎年継続的に実施している。昨年は、富山県橋梁点検マニュアルについて解説した後、現場にて実際に鋼橋およびコンクリート橋の点検を実施した。実地研修については実際の点検の流れを体験することができ、理解を深められたなどの感想があり好評であった。今後もニーズに応じた研修を実施していく予定である。

- ・地域一括発注の実施について、市町村の人材不足・技術力不足を補うために、市町村の点検・診断業務を県が一括して発注し、業務の監督・進行管理を建設技術センターが実施するもので、点検業者の打合せや検査には市町村職員も立ち会い、点検委託業務のノウハウを吸収する効果が期待される。平成27・28年度においては砺波市・南砺市の点検業務を県が一括して発注した。

#### (4) 維持管理費用の確保

- ・平成26年度から実施の近接目視点検とそれ以前の点検費用を比較すると相当程度に膨らんでいる。このため点検予算を捻出するため補修予算がしわ寄せになる事態が生じかねない状況になっており、予算規模の小さい市町村ではより深刻になっていると考えられる。
- ・点検費用の増大に対する検討として、職員直営による点検の実施が挙げられる。現行の富山県橋梁点検マニュアルでは、15m未満の小規模橋梁や簡易な構造の橋梁について、職員自ら点検が実施できることを念頭に調査票を簡素化している。これにより業者委託による点検費用の抑制や職員の技術力の育成・向上が期待される。
- ・しかし、専門職員がいないなかで適切な点検・診断を行い、診断結果の品質が確保できるのかといった課題がある。
- ・IT技術やドローンなどを活用した点検作業の効率化も期待している。

## 2.4 パネルディスカッション1.

### 「北陸三県コンクリート診断士会および教育機関による人材育成の取り組み」

#### 2.4.1 概要

金沢フォーラムにおける2つのパネルディスカッションのうち1つ目の「北陸三県コンクリート診断士会および教育機関による人材育成の取り組み」と題するパネルディスカッションを行った。まず、石川県、福井県、そして富山県各コンクリート診断士会の会長または副会長から、それぞれの診断士会による人材育成の取り組みについて話題提供して頂き、さらに石川工業高等専門学校津田誠准教授から教育機関による人材育成について話題提供を頂いた。そのうえで石川県コンクリート診断士会の嶋田浩一副会長のコーディネーターにより会場の意見も交えながら、地域における維持管理に関わる人材育成の課題、人材育成のポイントを取りまとめた。

#### 2.4.2 話題提供「石川県コンクリート診断士会による人材育成の取り組みとこれからの役割」

(石川県コンクリート診断士会 古川 博人 会長)

##### (1) 石川県コンクリート診断士会の活動内容

- ・石川県コンクリート診断士会の活動目的は主に3つあり、1つは会員の診断技術と資質の向上、2つ目はコンクリート診断士の社会的評価と地位の向上、そして3つ目が社会貢献である。
- ・診断技術と資質の向上として会員向けの講演会、技術セミナー、現場見学会、そして会員による診断事例発表会などを定期的に行っている。また社会的評価と地位の向上として県市町職

員、建設会社、およびコンサルタントの技術者向けの県主催のコンクリート維持管理研修へ講師を派遣している。さらに社会貢献として市民や子ども向けのコンクリート出前講座を実施している。

## (2) インフラの維持管理に携わる人達

- ・建物、水路、看板、電柱など、インフラは地域に沢山あるが、実際にインフラの維持管理に携わり活動している人達は一部である。維持管理に携わる人達をピラミッドに例えると、インフラを所有し管理する県市町技術職員を頂点とし、次に専門性を持つ大学の研究者、技術士、コンクリート診断士、そして現場実務を行うコンサルタントや建設関係技術者など、そしてエンドユーザーである一般市民というふうに形づくられると考えられる。

## (3) 維持管理における課題

- ・インフラ管理者側の課題として、技術力不足、人員不足、予算不足などがあり、地域住民の声にすべて応えることは困難な状況である。
- ・研究者、技術者側の課題として、効果的・効率的な点検手法を模索中であること、また技術者による診断レベルに差が生じる場合があること、さらに研究開発と現場技術者、そして管理者の間の連携ネットワークが機能しづらいということがある。
- ・人材育成面では、専門性が高過ぎるのではないかとという点もあり、簡易な点検・診断があつて良いのではないかと考えている。また技術士やコンクリート診断士などの資格取得へのハードルが高いとも考えられる。

## (4) 診断士会としての今後の在り方

- ・先ほどの維持管理に携わる人達をピラミッドで考えると、図 2.4.1 に示すようになりその中間くらいに位置するコンクリート診断会が、これまでも増して県市町への技術提供を行い、一方で維持管理のすそ野を広げるために市民や学生を巻き込んだ活動を行っていくことを考えている。

## (5) これからの活動および取り組み

- ・コンクリート診断士会の活動範囲を拡大し知ってもらうために、これまで開催してきた講演会、技術セミナー、診断事例発表会、コンクリート体験会などを市民オープン参加型として開催していく。また県市町への技術提供のために小規模な市町との直接提携、技術者講師派遣、診断アドバイスなどを実施していく。
- ・すそ野を広げる活動として市民と官のつなぎ役を目指す。そのための診断士会の NPO 法人化、学生の活動との連携、また誰でも維持管理に興味を持つきっかけ作りとして SNS や Facebook、コンクリート診断検定「石川県版」などの企画を考えていく。

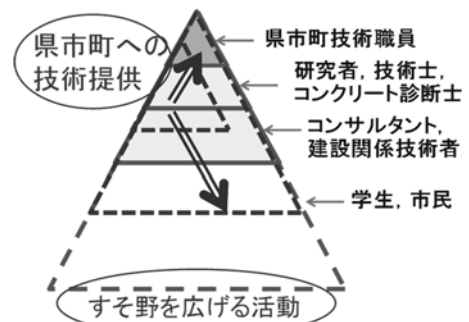


図 2.4.1 診断士会の今後の在り方

### 2.4.3 話題提供「福井県コンクリート診断士会による人材育成の取り組みとこれからの役割」

(福井県コンクリート診断士会 石川 裕夏 会長)

#### (1) 福井県コンクリート診断士会の人材育成への関わり

- ・福井県コンクリート診断士会は2004年3月全国に先駆けて設立した。現在の正会員は140名となり、内訳は建設会社、コンサルタント、官公庁、コンクリート製品会社、調査・試験会社、生コン会社など多くの業種にわたっている。とくに官公庁の入会率が高く、これにより地元の自治体と良好な関係を築いており自治体との連携・協働事業も多い。
- ・福井県コンクリート診断士会の人材育成の活動は自治体職員や地域の学生などを対象に幅広く行っている。

#### (2) 地元自治体支援の背景（自治体のヒアリングから）

- ・ヒアリングから見えてきた自治体が抱える課題として、維持管理の財源不足、技術職員の技術不足、技術職員の絶対数の不足、とくに町では技術職員がいない、などであった。
- ・一方、福井県コンクリート診断士会に求めることとして、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支援や技術協力・助言、県内のコンクリート診断士の絶対数の確保、一般市民に向けた広報など、多岐にわたるものであった。
- ・これらは福井県が抱える課題であり、また地域のニーズでもある。

#### (3) 人材育成支援活動（自治体職員向け研修会・学生向け現場学習会・会員向け研修会）

- ・自治体職員向けの研修では、座学のほか実橋梁にて点検の実習や非破壊検査機器を用いて各種調査（電磁波レーダー法、電磁誘導法、自然電位法など）の実習を行った。
- ・学生向け現場学習会では、福井大・福井工大・福井高専の学生らを対象とした現場学習会を、実橋梁を用いて開催した。平成28年度は35名、平成29年度は87名が参加しメンテナンスの理念や仕事の理解を深めてもらうことができた。
- ・平成28年2月に福井県コンクリート診断士会の活動が国土交通省選定の“グッドプラクティス”として選出され、インフラを支える優れた実践事例として地域のコンクリート構造物の維持管理に貢献する活動が認められた。
- ・平成29年3月には福井県道路メンテナンス会議と「道路施設の点検・診断等の支援に関する協定書」を締結し、福井県道路メンテナンス会議の構成員（国、県、市町）が実施する点検等に関し、福井県コンクリート診断士会が支援を行い、確実な点検等の履行と職員の技術向上を図ることを目的とした。
- ・自治体への技術支援はコンクリート診断士が高い技術力を有していることが前提であり、そのため会員向け研修会を年8回程度開催している。地域の構造物の劣化状況や補修・補強工法の理解を深めるための現場見学会（年数回の開催）、会員自身の業務経験を発表する技術交流会（毎年開催）、会員以外も参加可能なオープン形式の診断技術セミナー（毎年開催）などを毎年必ず開催している。
- ・コンクリート診断士の取得を目指す方への受験対策セミナーを毎年開催している。セミナーに係る費用は福井県建設技術公社が負担することで参加費無料にて過去9回の開催実績がある。現在、福井県のコンクリート診断士の登録者数は人口あたりで全国トップ（2.3人/1万人あたり）となっている。

#### (4) 人材育成への取り組みの現状と課題

- ・コンクリート診断士会はボランティア組織であり、この会単独での人材育成への対応にも限界

がある。これまでの人材育成の取り組みは単独・単発の事業で、計画的・体系的に取り組んでいるとは言い難い。単独で続けていくことはなかなか大変である。

- どのように人材育成を進めるべきかについて会員アンケートを実施したところ次のような意見が多くあった。「魅力ある業界であることを学生らに発信することが大事である」「学生が維持管理に興味を持つように、地元の大学とタイアップして活動を行う」「地域密着型の就労環境の整備、産官学が一体となったライフサイクルデザインを目指した取り組みが必要である」「組織ごとに人材を育成するにも限界がある」「コンクリート診断士会や大学、建設技術公社が協働で人材育成に取り組んではどうか」などであった。

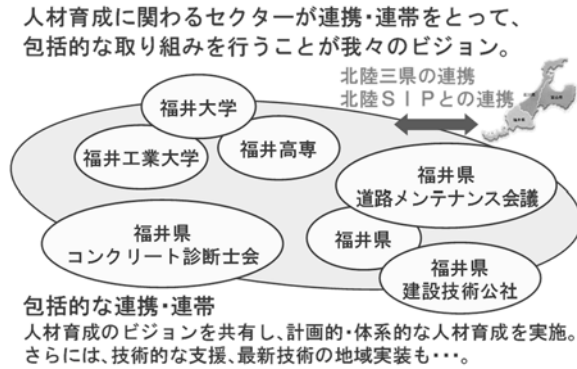


図 2.4.2 これからの人材育成

#### (5)これからの人材育成に向けてのビジョン

- これまでの人材育成の取り組み事例では、例えばコンクリート診断士会と福井県・建設技術公社・市町などの自治体、あるいはコンクリート診断士会と福井大学・福井工業大学・福井高専などの教育機関というような相互関係はあるが、各セクター間の包括的な関係にはなっていない。
- これからの人材育成に向けての我々のビジョンは、図 2.4.2 に示すように人材育成に関わる各セクターが連携・連帯をとり包括的な取り組みを行っていくことである。包括的な連携・連帯により人材育成のビジョンを共有することで、計画的・体系的な人材育成を実施できると考えている。さらに、これにより技術的な支援や最新技術の地域実装も同時に推進していくことが可能となる。
- 維持管理の人材にも地産地消の考えで、この地域に愛着を持つ若い人がこの地域を守る魅力的なメンテナンスの仕事に関わり、未来の地域のために貢献できるような仕組みを創ることが人材育成における我々の役割である。

#### 2.4.4 話題提供「富山県コンクリート診断士会による人材育成の取り組みとこれからの役割」

(富山県コンクリート診断士会 森 直生 副会長)

##### (1) 維持管理を担う人材と富山県コンクリート診断士会の活動

- これからの維持管理を担う人材を挙げると、劣化性状や劣化因子の的確な判断と補修方法の選択が可能で提案ならびに施工可能な人材、また予防保全技術を積極的に学び習得し LCC を考慮した施工を提案し実施可能な人材、そして産学官民の協力を促すためにコーディネイトやプラットフォームとして活躍できる人材、などを考えている。
- 人材育成のために行ってきた富山県コンクリート診断士会のこの 10 年の活動は、年に一度の総会と年に 2~3 回のセミナーや現場見学会の実施であり、その主な目的は会員であるコンクリート診断士のスキルアップと会員の横の繋がりであった。

##### (2) 人材育成における現状の問題点と診断士会の役割

- 労働人口が減少するなか、個々のスキルアップと同時に人材の育成・確保が困難になってきている。そして現在建設業に携わる産学官民の横の繋がりが今一つ不足してい



る。

- ・ 結成 11 年目の富山県コンクリート診断士会のこれからの役割は、図 2.4.3 に示すように会員のスキルアップはもちろんのこと、産学官民をより効果的に繋げるプラットフォームの一つになることであると考えている。
- ・ 診断士会の会員各自の得意分野を活かすことが大切である。例えば、コンクリート診断士会の会員は各種団体にそれぞれ所属している。すなわち、同じコンクリート診断士同士であっても所属する業態が多岐にわたっており、発注者から実際の維持工事に直接従事するものまで、得意分野が違うスキルを持った技術者が揃っている。それをコンクリート診断技術が結び付けている。違いは「宝」、違いは「力」である。その違いをコンクリート診断士会が一つに束ねる役割を担っている。

### (3) これからの診断士会の具体的な活動

- ・ これまでの会員向けの活動を会員外参加のセミナーや現場見学会として開催していく。また各団体（産学官民）への講師派遣、各団体への当会の PR 活動、さらに診断士受験支援を積極的に行っていく。
- ・ 今年度より連携強化のため、各道路管理者（国土交通省・富山県など）、各大学（富山大学、富山県立大学など）、業界各団体（富山建設業協会、生コンクリート工業組合など）に改めて総会出席ならびに各セミナーへの参加を依頼している。

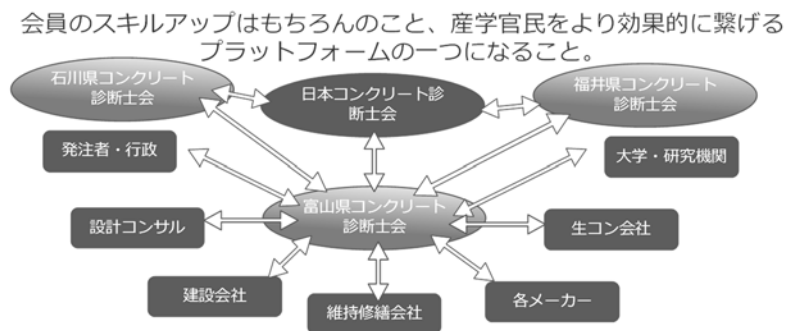


図 2.4.3 診断士会のこれからの役割

### 2.4.5 話題提供「教育機関における人材育成の取り組みとコンクリート診断士会との連携」

(石川工業高等専門学校 津田 誠 准教授)

#### (1) 石川高専の学生への教育

- ・ 平成 28 年 3 月以前の卒業生は維持管理工学が選択科目であったが、現在 5 年生では必須科目となっている。
- ・ 実験や実習を重視した授業内容となっており、専門科目の時間数の 1/6 を実験・実習・製図などに当て、卒業後に実社会で技術者として活躍していくために必要となる専門性の高い実践的能力が身に付くようにしている。

#### (2) プレートガーダーの模型作成および実橋現場に出かけての維持管理の説明

- ・ 鋼構造学（橋梁工学）の授業ではプレートガーダー橋について学び、合わせて設計製図の授業では 1 人ずつ写真 2.4.1 に示すようなプレートガーダーの模型を作成した。模型は A3 のケン  
ト紙 1 枚のみを使用し作成し、それぞれ班単位ごとに異なる条件で実施した。

- ・プレートガーダー橋を構成する部材の役割について模型を通して理解し、合わせて供用時の維持管理上の留意点について解説を行った。
- ・模型により得られた知見を基にレポートを作成させると、模型を作成したときに部材が重なっているところや密集しているところは接着しづらかったので、実橋においても再塗装の施工や錆などの発見がしづらく維持管理が困難で劣化しやすいと指摘していた。また、ガセットプレート部のボルトは再塗装してもくぼみができたりするので錆びやすい、プレートガーダー橋の力学的特徴に合わせて供用中や維持管理上の留意点等についても指摘していた。
- ・学校から近いプレートガーダー橋を高架下から見学した。これまでは座学で橋梁の構造のみの説明であったが、今年度現場にて維持管理について説明を合わせて実施した。
- ・現場にて、桁の外側と内側では内側の方が、錆が多く発生していることが分かった。普通ならば雨が多く当たる外側がさびる傾向にあるのに対し、内側が錆びていることから冬の期間に道路に撒かれた凍結防止剤が雨や風によって桁の裏に運ばれ、桁の外側は降雨によって流されるが内側は雨が入らずに残ってしまうため内側が外側よりも錆びていると説明した。構造とともに維持管理について現場にて説明すると理解が早い。

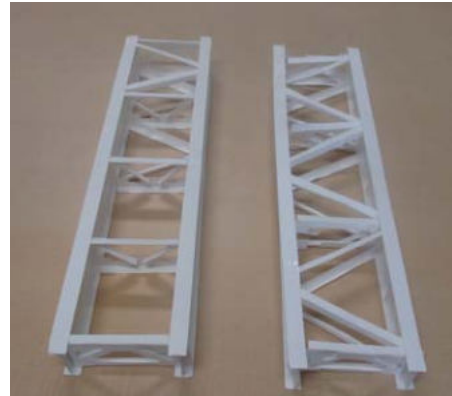


写真 2.4.1 プレートガーダーの模型

### (3) 未来の土木技術者を目指す学生を増やす

- ・少子化の状況において裾野を増やす取り組みとして、理系の学問に興味を持ってもらい、将来の進学先に土木関係の学科を選択してもらおう。民法放送局のキャンペーンの一環として、夏休みに「こども石川高専」を実施した。対象は小学校4年生～6年生親子200組で12の学習テーマがあった。

### (4) 診断士会との連携について

- ・教育機関と直接的連携による人材育成として、点検概要や点検実習などの出前授業の実施、ジャンカやコールドジョイントを意図的に発生させた教材の作成などの取り組みを通して連携を図りたい。
- ・産官学と地元との協働参画による人材育成として、地元と高専の学生による橋梁の簡易点検の実施、産官学と地元住民による橋梁の日常保守業務の実施、産官学と地元住民による農道の簡易コンクリート舗装の実施など、コンクリート診断士会による橋渡し役を期待している。
- ・診断士会に先生役になって頂き、学生の技術力向上、地元の方の意識の向上、さらに教えることにより診断士の方のさらなる技術力の向上が図られるのではないかと考えている。

#### 2.4.6 パネルディスカッション1.

「北陸三県コンクリート診断士会および教育機関による人材育成の取り組み」

##### (1) コーディネーターとパネラーの紹介

- コーディネーター 石川県コンクリート診断士会 嶋田浩一 副会長
- パネラー 石川県コンクリート診断士会 古川 博人 会長  
福井県コンクリート診断士会 石川 裕夏 会長  
富山県コンクリート診断士会 森 直生 副会長  
石川工業高等専門学校 津田 誠 准教授

##### (2) パネルディスカッション1.

コーディネーター：嶋田副会長（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活動も最近幅広くなってきたが、さきほどの話題提供におけるビジョンについて人材という観点からお話があればどうぞ。

パネラー：古川会長：（石川県コンクリート診断士会）

診断士会の行事に参加している人がある程度限られている。したがって、診断士会のなかから講師として外へ向かっていける人材を作っていくことも1つの課題になっている。



パネルディスカッション1.

コーディネーター：嶋田副会長（石川県コンクリート診断士会）

自治体の皆さんにわれわれ診断士会は何ができるのか。例えば石川県や自治体の職員に対する研修会を行っておられるが、研修会の内容の決め方や評判はどうか。

パネラー：古川会長：（石川県コンクリート診断士会）

もともと石川県からコンクリートに関する研修会の依頼があり始まったことで診断士会のなかにも専門のスタッフがいるので対応してきた。当初、県の職員の方々がそれほどコンクリートに関する知識を持ってない時期から始めてきたが、今は県の職員の皆さんもアル骨とか塩害など基礎的なことは修得されており、次は市町職員の方々に展開していく時と考えている。

コーディネーター：嶋田副会長（石川県コンクリート診断士会）

石川県の職員の皆さんの評判はいかがでしょう。

会場から：高田氏（石川県）

私自身は受けたことはないが、職員のなかでも若い人たちが受講しており、石川県におけるコンクリートに関する幅広い課題などについての内容であると聞いており職員にとって役立っている。

コーディネーター：嶋田副会長（石川県コンクリート診断士会）

福井県診断士会のほうでは道路メンテナンス会議に協力する活動を行っているがもう少し詳しく教えてほしい。

パネラー：石川会長：(福井県コンクリート診断士会)

道路メンテナンス会議から依頼を受けた時、やはり現場研修をしてほしいという依頼があった。現場における点検のポイントや評価など、あるいは非破壊検査機器の特徴などを現場でレクチャーしている。

コーディネーター：嶋田副会長（石川県コンクリート診断士会）

次に教育関係についてお聞きしたいが、津田先生はユニークな授業をやられているようだが、学生は我々の業界業種をどのように見ているのか。

パネラー：津田准教授：(石川高専)

学生もこれからはメンテナンスの時代になることは分かっており興味を持っている。推薦入試の面接のときもメンテナンスをやりたいという学生もいた。メンテナンスの意識は高まっている。

コーディネーター：嶋田副会長（石川県コンクリート診断士会）

富山県でも大学との連携を考えておられるが、どういった切り口でいくのか。

パネラー：森副会長：(富山県コンクリート診断士会)

学生ではなく大学の先生方の知識を、コンクリート診断士会を通して、例えば施工者や発注者の方々へ伝えることから取り組みたいと考えている。最新の研究成果では多岐にわたる劣化原因についての知見がありこれらを伝えたい。とくに施工者はそのあたりが良く分かっていないようである。

コーディネーター：嶋田副会長（石川県コンクリート診断士会）

石川県診断士会はこれまで大学・高専との連携はあまりなかったようだが今後どう考えていくのか。

パネラー：古川会長：(石川県コンクリート診断士会)

県と市町の連携は石川県まちづくり技術センターを通して行っているが、診断士会と市町が連携することは今までなかった。大学・高専との連携とともに、維持管理の人材や財源不足の課題がある市町との連携を強めていきたい。

コーディネーター：嶋田副会長（石川県コンクリート診断士会）

会場の中から、診断士会に今後もっと期待することはないでしょうか。

会場から：(PC橋梁メーカー関係者)

石川高専の津田先生は先ほど鋼橋についてわかりやすく模型を作って授業を進められていたが、今後PC橋についても同じようなことをやられることはないのか。とくに石川県、福井県はPC橋発祥の地であり、北陸三県はPC橋がたくさんあるので、学生の中から教育をして頂けると有難い。

パネラー：津田准教授：(石川高専)

私の専門はコンクリートですので、今回はPC部材を薄く作って同じような授業をする予定です。

コーディネーター：嶋田副会長（石川県コンクリート診断士会）

先ほど皆さんの取り組み事例のなかで、一般市民、とくに子供たちへの働きかけがありました。が、出前講座や現場体験会など、福井県診断士会ではどのような取り組みを行っているか。

パネラー：石川会長：（福井県コンクリート診断士会）

福井では大学生と高専生までを対象として研修会を行っている。広い意味で一般市民に向けた行事を診断士会が企画するのは、優先順位としては低いと考えている。一般市民への広報や啓蒙活動は、やはりメディアを使って行っていくのが現実的だと考えている。

コーディネーター：嶋田副会長（石川県コンクリート診断士会）

自治体支援をするにも専門性の高いことが要求され、診断士がもっと技術を持たないと支援活動もできないと考える。同時に診断士会の組織をしっかりしたものにしていくことも求められる。そういう意味で石川県診断士会のNPO法人化についてお話をください。

パネラー：古川会長：（石川県コンクリート診断士会）

これまでは診断士会員に対する資質や技術力の向上を目的として活動してきたが、もう一步踏み出して社会貢献のやり方として、NPO法人化や大学との連携をそれほど我々の負担がない範囲で広げていきたいと考えている。

コーディネーター：嶋田副会長（石川県コンクリート診断士会）

皆さん、活動範囲を広げていくということが共通の課題であると思います。自治体や大学等と連携していくためには、我々診断士会の技術力向上も大切なことです。今後も皆さんの力を借りながら活動を続けていきたいと思っておりますのでよろしくお願ひします。これでこのパネルディスカッションを終了したいと思います。皆様有り難うございました。

## 2.5 パネルディスカッション2.

### 「北陸S I Pによる地域実装支援から見えてきたコンクリート診断士会への期待」

#### 2.5.1 概要

金沢フォーラムにおける2つ目のパネルディスカッションは「北陸S I Pによる地域実装支援から見えてきたコンクリート診断士会への期待」と題して、金沢工業大学の宮里心一教授のコーディネーターのもと、市町村自治体におけるインフラ維持管理への取り組みと北陸S I Pによる地域実装支援活動、そしてコンクリート診断士会への期待という流れで会場の意見も交えながら執り行われた。

パネリストとして市町村自治体から宝達志水町と氷見市の行政担当者の方に参加して頂き、また北陸S I Pから富山県立大学の伊藤始教授と金沢大学の深田幸史教授の2名の先生方に加わって頂いた。パネリスト4名の方々は北陸S I P若手連携会議による市町村ヒアリング調査の際に維持管理に関する様々な課題を共有された経緯があった。

パネルディスカッションでは、まずパネリストの方々から話題提供をして頂き、その後市町村の維持管理に関わる人材育成とその支援活動について今後の方向性を考えながら取りまとめた。

## 2.5.2 話題提供「インフラ管理者（宝達志水町）の取り組みと課題」

（宝達志水町 地域整備課 北篤 志 主任）

### （1）宝達志水町について（町の概要）

- ・宝達志水町は石川県のほぼ中央部にあたり能登半島の入り口に位置し人口約1万3千人、面積約110km<sup>2</sup>である。距離関係では金沢駅まで車で約30分、能登空港まで約1時間、小松空港まで約1時間10分となっている。
- ・当町の魅力は、東に能登最高峰の宝達山、西に世界でも有数の車で走れる海岸“千里浜なぎさドライブウェイ”といった観光資源に恵まれ、食べ物はイチジク、ルビーロマンといったものがあり、町おこしとしてオムライスに力を入れている。興味がある方は是非当町のホームページをご覧ください。

### （2）管理橋梁の状況と土木分野の職員数

- ・当町の橋梁の状況は管理橋梁が133橋でそのうち15m以上は38橋、15m未満は95橋となっている。平成29年度までの点検結果で判定区分Ⅰが66橋、判定区分Ⅱが18橋、判定区分Ⅲが8橋、判定区分Ⅳは「なし」であり、判定区分Ⅲの8橋のうち未補修の橋梁が7橋といった状況である。これまで橋梁長寿命化計画に基づき15橋の補修を実施している。
- ・宝達志水町の行政職の職員数は160人で、私が所属する地域整備課には14人在職しており、このうち橋梁、道路、河川、住宅といった土木分野の業務に携わる職員は平成30年度から3人となっており、人数に対して業務量が大変多い状況となっている。技術職採用がないため今後の人材確保が1つの課題となっている。

### （3）橋梁点検の状況

- ・橋梁点検は今年度で一巡目の完了を予定しており、今年度の点検数は41橋で跨線橋も含まれており、昨年度に比べて事業費が倍増している。
- ・点検の診断結果については私がすべて携わることができたため、バラつき等はなかったと考えている。
- ・橋梁点検での課題は、点検費用が毎年かさむため他事業への影響が大きいといった点がある。今後、5年に1回と定められている点検の頻度を橋の重要度によって見直しすることや、小規模な橋梁の点検の必要性について検討するなど、何らかの対応がないと財政の圧迫は必須となっている。
- ・当町では点検費用を抑えるために、職員による点検の導入ができないか今後検討していくこととしている。しかし、職員不足や技術力不足が大きな課題となると考えている。

### （4）橋梁補修の状況

- ・橋梁補修についても点検と同様に財源の確保が最大の課題となっている。点検は回せても修繕は追いつかない状況となっており、補修しなければいけない橋梁がストックされていくといった悪循環となっている。
- ・当町においては、これまで一度も点検してこなかった小規模な橋で補修の必要な損傷が発見されるケースが多いが、現状では財源の制限から1年間に補修できる橋の数が限られており、補修する橋梁の優先順位をつける必要がある。ところが、この優先順位のつけかたが難しく、損傷度や耐力など数値化できれば優先順位等が簡単に付けられると考えている。また小規模な橋梁が多いため、どのレベルの橋梁まで補修するかが課題となっている。

- ・今年度から過去に補修を行った橋梁を点検することになるが、ASRの進行具合の確認も必要となってくるため、今後の補修方法や管理がさらに煩雑となることから、講習会やフォーラムを通じ情報収集やスキルアップを図り、維持管理の時代を乗り切りたいと考えている。

### 2.5.3 話題提供「インフラ管理者（氷見市）の取り組みと課題」

（氷見市 建設部 道路課 田島 成夫 技師）

#### (1) 氷見市の概要

- ・氷見市は富山県の北西部に位置しており人口約4万8千人、面積約230km<sup>2</sup>である。県境を介して宝達志水町とも隣接しており、毎年1回交流を交わしている。

#### (2) 管理橋梁の分布

- ・管理橋梁数は352橋あり、そのうち橋長15m以上は83橋、橋長15m未満は269橋となっている。橋梁の位置は平地部に集中しており、その他は谷地形沿いに分布している。

#### (3) インフラ管理の課題

- ・橋梁点検に関して5年ごとの点検頻度の増加による負担、小規模橋梁に対する近接目視点検の義務化などの課題が挙げられる。
- ・インフラのストックに関して年々増大する老朽化橋梁への対応、長寿命化修繕計画における計画策定の遅れなどの課題がある。
- ・管理橋梁の補修状況は年間10橋程度を対象に実施しているが、50年以上経過する老朽化橋梁は10年後に全体のほぼ40%に達する見込みである。

#### (4) 橋梁点検を例にとった氷見市の取り組み

- ・課題として、職員の点検や診断のレベルの平準化を行っていくこと、そのための知識の向上が必要となってくる。また点検業務は委託業務として行っているが成果品の診断結果等のバラツキ防止が求められる。さらに技術職員の人員不足が課題として挙げられる。
- ・取り組みとして、研修会やフォーラムへ参加することによる情報収集を行っていくこと、また自主点検の試行を今年度は数橋を実施する予定である。さらに北陸SIPとの協力により長寿命化計画策定時における要補修橋梁に対する助言等を頂ければと考えている。
- ・目標として、点検に対するマニュアルやチェックリストの作成、職員向け講習会などの開催、職員が移動になった場合の引き継ぎ時の技術の継承などを考えている。

### 2.5.4 話題提供「市町村自治体へのヒアリング調査から見た維持管理の実状と課題」

（富山県立大学 伊藤 始 教授）

#### (1) 北陸SIP若手連携会議による市町村自治体へのヒアリング調査

- ・北陸SIP若手連携会議のメンバーは5つの大学、2つの高専からなり計12名となっている。月に1回の割合で会議を行っており、長岡、上越妙高、金沢、そして福井などいろいろな場所で開催している。
- ・会議の検討内容は、維持管理に関する市町村のヒアリング調査に関する情報共有、地域実装支援体制の検討、維持管理の手順の検討などを行っている。本日はこのうち市町村のヒアリング調査に関する情報共有に関して話しを進める。

- ・調査でまわった市町村は16市町村で回数は1市町村あたり1~3回程度まわり延べ31回となった。本日のパネリストの宝達志水町と氷見市へはそれぞれ3回ずつまわっている。この調査で出てきた市町村の要望について分類し紹介する。

### (2) 市町村からの要望①（支援体制）

- ・国、県、市町村が集まる各県の道路メンテナンス会議では点検の実施率、点検予算などの話しが多くを占め技術的な相談を気軽にできないということであった。技術的相談ができるセンターなどを設立してほしいという要望があった。先ほどの福井県の道路メンテナンス会議ではコンクリート診断士会が会議に加わっていると聞き少し驚いている。
- ・道路橋データベースの登録料は高価だがそれに見合うフィードバックが少ない。維持管理の合理化に資するデータベースを設計し運用してほしいという要望があった。
- ・維持管理に関する最新技術や採用事例を知りたい、技術展示会などを実施してほしいという要望があった。展示会については昨年11月に金沢と富山で実施しており、展示数は18ブース、参加延べ人数は225名であり、このうち市町村の職員が31%を占めたのが特徴的であった。また開催頻度の希望は年に1回程度が最も多かったので今年度も開催を予定している。
- ・これらの要望への支援として、例えば福井県建設技術公社が県内市町を支援する体制が既にあるので北陸SIPとして診断・点検や補修・補強・更新の分野で公社を支援するような取り組みを考えている。

### (3) 市町村からの要望②（計画）

- ・更新も含むLCCを踏まえてアセットマネジメントの最適化を図りたいという要望があった。例えば建設費用は従来通りで劣化しやすいものから、建設費用は多少高いが高耐久で長持ちするものに変えていくLCCを考慮した仕組み作りはどうすればよいのかといった要望があった。
- ・予防保全への移行を希望するが、現時点では計画ができていない。事後保全が未達成な状態であり予防保全は後回しになる。予防保全への積極的な取り組みのためのインセンティブ、例えば財政支援が受けられるなどがあれば良いという意見があった。また現時点で対策しなくても安全なので予防保全の必要性が見出せないといった意見もあった。
- ・点検が一巡したがその結果を生かしていないので長寿命化修繕計画改訂時に参考となるモデルを提供してほしいといった要望があった。
- ・管理対象から外したいが橋梁を撤去できない。例えば都市部で複数の橋梁が近接している箇所において、1つの橋梁を撤去するため住民に説明するための根拠が欲しいといった要望があった。このような課題に対し住民への説明の例として富山県立大学の立花先生が富山市と実施した橋梁群のうち1つの橋梁を撤去した前後における住民への影響を分析する手法があり参考になる。

### (4) 市町村からの要望③（点検）

- ・橋梁の重要性や形式などに応じて点検プロセスを変化させたいという要望があった。例えばSIP技術を用いてスクリーニングした後に、重点的・部分的に近接目視点検を実施することがあってもよいのではないか。
- ・橋長が長い、重要性が高い、劣化度が大きい橋梁など、高度な点検が求められるものはコンサルタントに委託し、橋長が短い、重要度が低い、比較的健全な橋梁は自治体職員で点検したい



という要望があった。ただし、その際は簡易に点検を行いたいというであった。また点検診断結果の正しさも確認したいということであった。

- このような要望に対する維持管理の手順について、まずグルーピングと維持管理レベルの設定が重要である。そのための判定区分に応じたグループ別の保全方法等の資料を北陸S I Pで作成しており、今後改良を加えていきたい。
- 簡易に点検を行いたいという要望に対して、長岡高専の井林先生が開発され既に新潟市で実用化されているタブレットを用いた点検方法がある。また点検結果からとくに劣化原因を特定せず近々の事後保全に対応し補修方法を選択できるフローを作りこんでいき、自治体職員はそれを見れば対応できるのではないかと考えている。

#### (5) 市町村からの要望④（処置・風土）

- 点検費用を確保するために補修費用を捻出しづらく、一方補修費用の制約から健全度評価に影響が及ぶ場合がある、そして未補修の構造物が年々蓄積されるという意見があった。これに対して点検で要補修と判定された場合、同時に簡易な設計と補修を行うことができる仕組みを構築していきたい。
- 再劣化した事例などがあり適切な補修方法や補修効果が分からないので、維持管理レベルに応じた有効な補修工法を知りたいという要望があった。これに対して目的を満足しない補修工法の排除や補修後の再劣化を防止することなどを目的とし、補修材料ごとに性能とコストを示した参考データの情報を提供できるようにしたい。

北陸S I Pでは、以上のような要望に対して地域に根差し継続できる維持管理の仕組みづくりを目指している。

### 2.5.5 話題提供「S I P技術の地域実装支援の取り組みにおけるコンクリート診断士会への期待」 (金沢大学 深田 幸史 教授)

#### (1) S I P技術の地域実装支援と地域の大学

- 5年間のS I Pプロジェクトの出口戦略として、効率的なインフラの維持管理・更新、地方創生への貢献、財政健全化への貢献、そして国際貢献などを最終目標としている。研究テーマごとに開発技術を実用化、そして事業化していくこと、また地方創生型のインフラ維持管理のビジネスモデルを構築していくこと、すなわち社会実装していくことが求められている。
- 現在、S I P地域実装支援チームは地域拠点として11箇所に展開しているが、全国を最終的に5つのブロックに分ける構想がある。われわれ金沢大学チームは北陸S I Pと呼ばれているが、石川県、福井県、富山県、そして新潟県、さらに長野県までの広いエリアで活動できれば良いと考えている。
- 地域の大学の位置付けとして、大手企業で開発した技術を自治体へ導入する橋渡し役になるとともに、地域内の企業、NPO、市民などの人材ネットワークを繋ぐことなど、重要な役割があると考えている。

#### (2) S I P技術の構築

- 維持管理に関して実際に市町村に出向いて実施したニーズ調査では、やはり相談窓口があれば良いという意見が多くあった。そこで維持管理に関して助言できる機関があれば良いと考えている。

- ・データベースについては既存のものを持っているところや、今作っているところなど、いろいろだが、収集されたデータを分析しフィードバックできるような仕組み作りをしていきたい。
- ・LCCを踏まえたアセットマネジメントの最適化を図っていくうえで、S I Pまたは大学の知見を市町村へ取り入れる仕組みを考えていきたい。
- ・小規模な橋梁に対して簡易に点検できる技術、橋梁の重要性に応じた点検プロセス、維持管理レベルに応じた補修工法、これらの課題に対して技術展示会など通じて技術を提供していきたいと考えている。
- ・地方自治体に共通のデータベースを導入することで、社会インフラである道路や港湾などの管理者による構造物・設備・施設の一元管理を実現し、点検・診断・補修のサイクルを円滑に回せるようにサポートするためのプラットフォームを構築していきたい。
- ・現在、福井県とデータベースの共同開発を行っている。これから周辺の自治体へも浸透を図ってきたい。これは北陸地方という同じ環境条件下にあるインフラを維持管理していくにあたり、地域の情報の共有化をはかり効率的に進めていくために必要だと考えている。

### (3) コンクリート診断士会との連携

- ・北陸地方に見られる劣化損傷の点検診断に関する人材育成をコンクリート診断士会と連携して取り組んでいきたい。
- ・産学官連携による点検データの判定会議のなかに、北陸S I Pのメンバーとともにコンクリート診断士会にも入って頂きたい。
- ・北陸S I Pではシンポジウム、公開実験、メンテナンス会議など様々な行事を開催しており、これまでもコンクリート診断士会とともにやってきたが、今後さらに連携を深めたいと考えている。
- ・北陸S I Pの技術はホームページに掲載されているので是非とも参考にして頂きたい。

## 2.5.6 パネルディスカッション2.

「北陸S I Pによる地域実装支援の取り組みから見てきたコンクリート診断士会への期待」

### (1) コーディネーターとパネラーの紹介

- コーディネーター 金沢工業大学 宮里 心一 教授
- パネラー 宝達志水町 地域整備課 北 篤志 主任  
氷見市 建設部 道路課 田島 成夫 技師  
富山県立大学 伊藤 始 教授  
金沢大学 深田 宰史 教授



パネルディスカッション2.

### (2) パネルディスカッション1.

コーディネーター：宮里教授（金沢工業大学）

まず宝達志水町の北さんと氷見市の田島さんにお聞きした

い。これまでこのような場で発表して頂ける市町村の方がおらず今日は感謝している。お二人にとって道路橋のメンテナンスといった仕事上のモチベーションを高めるところはどのあたりにあるのか。

パネラー：北 氏（宝達志水町）

金沢工業大学の土木出身でこの分野について興味がありそれがモチベーションになっている。

パネラー：田島 氏（氷見市）

補修工事が終わった後、地元の方から感謝された時にモチベーションが上がる。

コーディネーター：宮里教授（金沢工業大学）

人材育成にとって本人のやる気が大切であり、北陸SIPも支援していきたいと思っており、今日お二人がこの場に来て頂きありがたいと思っている。ここで会場からの意見を伺いたい。会社内で技術の伝承をどのように行っているか。

会場から：（ネクスコ関連会社関係者）

コンクリートの点検診断、そして補修提案まで社内の大先輩から教えを受けて技術を受け継いできた。また社内事務所で講習会を開いており、その講習会を診断士会のなかで開催していけば良いと考えた。

コーディネーター：宮里教授（金沢工業大学）

会場に土木学会の教育企画・人材育成委員会で活躍されていた方がおられますが、社内の技術伝承、人材育成をどのようにされているか。

会場から：（建設コンサルタント会社関係者）

コンサルタントは現場の状況を分からずに補修の設計をやってしまうと言われることもある。個人的取り組みとしては社内で1年に1回の割合で維持管理講習会を開催しており、生コンの品質管理、点検、補修設計まで、これまで4年継続しており、題材として新設から維持管理まで一通りの講習会が開けるようになった。今後これを継続するためにモチベーションを保っていくことが大切だと考えている。

コーディネーター：宮里教授（金沢工業大学）

モチベーションアップについて高専ではどのようにされているか津田先生にお聞きしたい。

会場から：（津田 准教授）

テストが付いてくると学生のモチベーションは上がるが、それ以外でも試行錯誤しながらやる中で教科書だけでなく実際の物を見せる、または触れさせると非常に興味を持ってくれる。学生達が今勉強していることが実際このように役立つと教えるとモチベーションも上がってくる。

コーディネーター：宮里教授（金沢工業大学）

管理者でありまた診断士でもある立場、さらに福井県コンクリート診断士会でも活躍されている立場より人材という点からお話ください。

会場から：（福井県 出口氏）

石川会長の話にもあったように、福井県コンクリート診断士会は役所の人の構成率が高く、毎年2~3名診断士に合格している。活躍の場を与えられるので、資格を取るメリットがあるということでモチベーションが上がっていると思われる。

パネラー：伊藤教授（富山県立大学）

お聞きしたいが、福井県のなかで診断士の資格があると活躍の場を与えられるというのは具体的にどのようなことか教えて頂きたい。

会場から：(福井県 出口氏)

診断士を取得したことで私の場合、補修グループに配属となり平成20年～平成23年の間に鳥居先生の助言も頂きながら長寿命化計画の策定に取り組んだ。その後、現場に出ても診断士を持っているということで同僚からいろいろな質問を受けることが多い。

パネラー：伊藤教授（富山県立大学）

人事の面からも資格との関連があるということですね。わかりました。

コーディネーター：宮里教授（金沢工業大学）

伊藤先生の教え子が来られています。若手の市の技術者として維持管理に携わっていますが課題はないですか。

会場から（富山市関係者）

今年から橋梁保全対策室ができたが、補修工事や更新工事をする際、やはり住民の方のストレスが大きく、どうすれば理解が深まるかが課題となっている。今日紹介のあった住民や子供達を巻き込んだイベントを参考にして土木のことを住民の方に理解してもらえるよう考えていきたい。

コーディネーター：宮里教授（金沢工業大学）

再びここで田島さんと北さんにお聞きしたい。1つの市町村の中で他の市町村の維持管理に関する情報など聞く機会がありますか。北陸SIPが実施したヒアリング調査の際は他の市町村が困っていることなどを伝えることは出来たと思うし、また診断士会の様々な行事を通じて情報を得ることが出来ると思うが、実際どういった状況なのか。

パネラー：田島氏（氷見市）

自分の視野を広げる意味でも北陸SIPや診断士会との情報交流は良い機会だと思っている。

パネラー：北氏（宝達志水町）

町のなかで相談できる人が少ないのでそのような機会でも情報をもらうのは有意義である。

コーディネーター：宮里教授（金沢工業大学）

市町村にとって診断士会や北陸SIPが関わることによって、情報共有ができるということですが、そのあたり深田先生いかがですか。

パネラー：深田教授（金沢大学）

そういう点は成果が出ている。加えて、市町村の職員の皆さんも一度直営点検を数橋でもよいのでやってみるのが良いと考えている。そこで出てきた課題について診断士会に相談するといった流れが出来れば市町村の職員の方も技術が向上していくのではないかと。先ほど富山県の方では直営点検の実施を検討していくということであったが、小規模な橋梁からでもタブレット端末などを使った点検を始めるのが良いと思う。

コーディネーター：宮里教授（金沢工業大学）

同感です。直営ですることによって現場で初めて発見できることや問題点が明らかになることがある。松田先生、ここまでの話で長崎県から見て何かコメントはございますか。

会場から：松田教授（長崎大学）

九州では大分県のコンクリート診断士会の活動が活発である。長崎は道守の会が8地区にあるので北陸三県に見習って活動していきたいと考えている。

コーディネーター：宮里教授（金沢工業大学）

道路を一括管理されている舗装会社の方が会場に来ているが、今後市町村の道路や下水道にも同様なことが出てくることもあるが、実際管理されて行政側のメリットなどあれば教えてほしい。

会場より：（舗装会社関係者）

当社は道路運送法上の有料道路10kmを1本所有している。ちょうど今の時期は凍上がおさまり舗装の穴埋めをやっている時期です。町村合併があつて、ある政令指定都市は道路延長が約3倍になって、これまで舗装点検などやったことがなかった、舗装点検要領が定まりいきなり点検しなさいといわれ、いかに実行するか悩んでいる。どうして道路を所有したかは、民間が日常の維持やメンテナンスを請け負っていけるのか、道路管理者の瑕疵責任を回避するため行政側とお互いの合意点、性能発注的な要素をどれくらい会社として実感できるかなど、それが道路を保有した最大の理由である。舗装点検要領が有る無しにかかわらず、道路管理者の目線で背筋が寒くなるような想い（過去に何件か経験しているが）をきちんと抑えておかなければならないこと、あるいはこれだけは絶対やろうというルール作りなど、これらを社員に教え込みたいということである。

コーディネーター：宮里教授（金沢工業大学）

そろそろ時間になります。当委員会の石川委員長に最後に聞きたいのですが、今日は宝達志水町と氷見市の職員の方に話題提供して頂いたが、これから診断士会としてどのように市町村のサポートをできるのかお話しください。

会場から：石川会長（福井県コンクリート診断士会）

今日の市町村の方々のお話は率直な内容であり現場で苦労されていることがよく分かった。北陸SIPの先生方のニーズ調査においても本音のところを引き出されており、先生方が進められている地域実装に診断士会としても支援していきたい。自治体と大学の関係の中に診断士会が入っていく、そのような枠組みを作っていきたい。その中でとくに大学の役割が大きいのではないかと考えている。北陸地方は人的ネットワークが深いと感じており、このネットワークを生かす大学、自治体、診断士会の体制を構築していくのが良いと考えている。

コーディネーター：宮里教授（金沢工業大学）

今日は良い討論になったと思います。最後に登壇して頂いた4名のパネリストの皆さんに拍手をもってこのパネルディスカッションを終了したいと思います。有り難うございました。

## 2.6 金沢フォーラムの講評（金沢大学 鳥居和之 特任教授）

### (1) 北陸三県の枠組みづくり

- ・これまで学会等で厳しい意見を交わすことはあったが、講評はしたことがなく、今回が初めてである。
- ・今日私がとくに感じたことの1つは、北陸三県という富山県、石川県、福井県の枠組みを大切にしていきたいということ。これは結構難しく、皆さんご承知のとおり富山県、石川県は北陸地方整備局、そして福井県は近畿地方整備局に属しており、我々がS I Pを申請するときも全て北陸三県でやっていたが、なかなかそれを認めてくれないところがあった。この北陸三県の枠組みは今後も守っていきたい。



鳥居和之 特任教授 による講評

### (2) 北陸S I Pの特化した取り組み

- ・われわれ北陸S I Pは地方の道路橋をいかに維持管理していくか、これに特化していきたい。この理由は、国直轄の施設、ネクスコの施設、そして電力およびJ Rの施設については、点検なり対策なり人材もお金もすべて揃っている。
- ・今日のフォーラムで出てきた人材もお金も不足する市町村がどのように維持管理をやっていくか、これは知恵と工夫しかない。S I Pの残り1年はこの問題に特化してやっていきたい。
- ・もう一つの私の役割は、S I Pの取り組みを次に如何につなげていくかということ。そのためいろいろな仕掛けしているがS I Pの継続もその1つである。

### (3) イノベーションの源

- ・S I Pに限らずイノベーションつまり技術革新は“若者”バカ者”そして“よそ者”が起爆剤となって推進される。若者としてS I P若手連携会議と呼んでいるが何か違和感がある。私と比べて若いというだけで、彼らは決して若くない。皆50才手前くらい。
- ・バカ者は明らかに私のことであり、いろいろな場所でいろいろな意見を言ってきた。
- ・そしてよそ者は、まず宮里先生は沖縄出身、伊藤先生と私は愛知県名古屋市出身、そして深田先生は静岡県出身で、皆さんよそ者です。われわれはこのようなメンバーでイノベーションを推進してきた。

### (4) 今回の調査研究事業の新しい試み

- ・今日のフォーラムは良かったし有意義だと思った。私は思いつきでものを言う方で、石川さんと麻田さんにJ C I 中部支部でこのような調査研究事業があるので絶対やった方がよい。申請書を書きなさいということで取り組んだ経緯がある。
- ・これまで日本コンクリート工学会のなかで、このような調査業務を診断士会に委託する仕組みを持っていなかったが、いろいろな人のおかげで新しい試みとして診断士会に調査業務を委託して頂いた。
- ・今日発表された津田先生は良い先生になった。首都高、石川県、そして高専へと赴任されたが、今日良い話しを聞くことができよかった。

### (5) 次回の福井フォーラムへ向けて

- ・次回は技術開発について福井で開催されますが、皆さん大勢参加して頂きたい。私自身は次に繋がるようにこの1年間やっていくので皆さんのご支援をよろしくお願いします。

## 2.7 金沢フォーラム参加者のアンケート調査結果

### 2.7.1 アンケート調査の概要

金沢フォーラムの参加者にフォーラムに対する評価や維持管理を担う人材育成への取り組みに対する意見や考えを把握するためにアンケート調査を実施した。調査方法は会場の受付時にアンケート用紙を配布しフォーラム終了後に回収する方法を取った。なお、金沢フォーラムの参加者は184名（事前登録者187名）であった。

アンケート調査項目は大きく分けて次の6項目とした。

- 1) どこから来られました。
- 2) ご所属はどちらですか。
- 3) 今回のフォーラム全体についてどのような印象を持たれましたか。（意見と合わせて）
- 4) プログラムの内容は満足いただけましたか。（時間、内容、理解度の各項目について）
- 5) 今後、維持管理を担う人材の育成への取り組みにどのようにかかわりたいと思っていますか。（意見と合わせて）
- 6) 維持管理を担う人材の育成についてご意見やご要望があればご記入ください。

### 2.7.2 アンケート調査結果の取りまとめ

#### (1) 業種別の金沢フォーラム参加者数

アンケートの有効回答数による金沢フォーラムの各県別の参加者数は、石川県から78名（53%）で最も多く、次いで福井県から34名（23%）、そして富山県から20名（14%）、その他の地域から14名（10%）であった。

業種別の参加者数は図2.7.1に示すように、施工会社が62名（42%）、次いでコンサルタント54名（37%）、そして行政機関11名（8%）の順であった。施工会社とコンサルタントを合わせた参加者が116名（79%）となり、全体の8割程度が民間企業からの参加者となった。これは平日開催のフォーラムということもあるが、産官学連携による人材育成の視点から見ると、行政機関や教育機関からの参加者を増やすことが今後の課題であると考えられる。

#### (2) 金沢フォーラム全体の印象

金沢フォーラム全体の印象についてのアンケート調査結果を図2.7.2に示す。「大変有意義だ

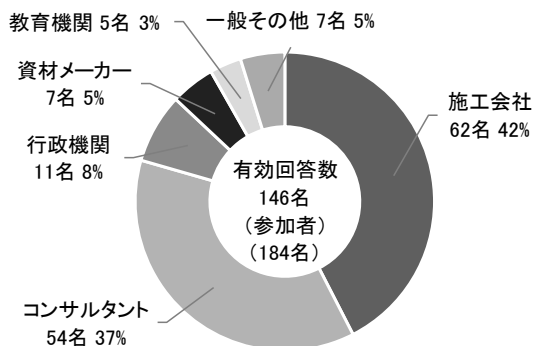


図 2.7.1 業種別の参加者数

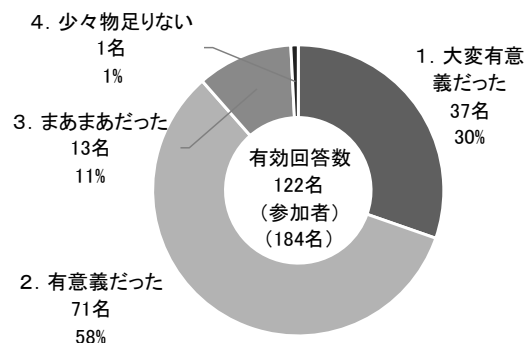


図 2.7.2 金沢フォーラム全体の印象

った」と「有意義だった」を合わせると、全体の9割（88%）近い参加者が有意義であったと回答しており、金沢フォーラムは全体的に意義のあるものであったと考えられる。

このアンケート項目では、「金沢フォーラム全体についてどのような印象を受けたか」についての意見も調査しているので、一部であるがその意見を以下に示す。

**【金沢フォーラム全体に対しての主な意見】**

- 今回の様な切り口のフォーラムはなかったと思います。良い問題提起となったと考えます。
- 人材育成，人材不足が大きな課題。土木の魅力を発信し業界を盛りあげていく必要がある。
- 人材の育成とコンクリート技術の向上の関連がむずかしい。
- 人材育成の取り組みに学校側もかなり積極的に行っていると感じた。
- コンクリート診断士となるべき人材育成のテーマと発表内容にズレがある。
- コンクリート診断士の方々の思いがどの範囲まで浸透し、影響を与えるかが今後の課題。
- 市町村の悩みを再認識することができた。
- 産官学それぞれの話が聞けて有意義なフォーラムでした。特にパネルディスカッションがよかった。
- 内容が濃く充実していて半日では時間が足りない。もう少し時間を延長して頂ければもっと理解が深まるとの印象を持った。
- ディスカッションの時間が足りないと感じた。

以上の内容をまとめると、産官学それぞれの立場から維持管理に関する人材育成への取り組みがなされていることが理解できた一方で、実際にその成果を上げていくことが、今後、これから求められることである、というのが全体的な意見であると考えられる。

**(3) 人材の育成へのかかわり方**

維持管理を担う人材の育成への取り組みにどのようにかかわりたいかについてのアンケート調査結果を図2.7.3に示す。「積極的に参加したい」と「時間があれば参加したい」を合わせると、全体の9割以上（96%）の参加者が人材育成へのかかわりに肯定的な意見であった。ただし、日常業務に追われ人材育成のためだけに時間がなかなか取れないといった意見や、自分自身も勉強不足を感じることも多くどのように人材育成にかかわれるか不安があるといった意見もあった。

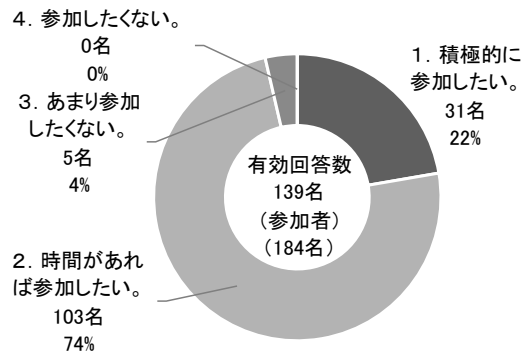


図 2.7.3 人材育成へのかかわり方

**(4) 維持管理を担う人材の育成について意見や要望**

アンケート調査の最後に「維持管理を担う人材の育成について意見や要望」について意見を伺ったので、一部であるがその内容を以下に示す。

**【維持管理を担う人材の育成についての主な意見や要望】**

- 診断士会を媒介とした横のつながりといっても、現状自主努力のウェイトが非常に高いような気がする。より活発なつながりのために、例えば各業者の実務内容や業者のつながりを紹介するなどが良い。



- 専門業者の育成もあわせて考慮されるべきである。
- 若手技術者がもっと積極的に参加し易い環境としてほしい。管理者、コンサル、施工業者が活発な意見交換できる場がほしい。診断士会がセカンドオピニオンの立場になるのもいいかと思う。
- 現役を退職した人の活用。官民の技術系職員OBを再教育して、現住所近くの地域を担当してもらおう等。
- 一般市民や学生は土木に対するイメージがあまり良くない。ますます少子化が進む中で、土木の必要性、物を造る楽しみなどを一般の方々に伝え、すそ野を広げる必要があることを改めて感じた。
- 地元の道・橋に関心をもってもらう目的で町会レベルでの勉強会を計画してもらいたい。
- 道守橋守でのお話のように、市民やOBの活用が大事だと感じた。
- 維持管理も地産地消とのお話に共感した。
- 専門力をもっと深めるべき。
- 相談窓口の整備が重要と思います。
- 学生や子ども、親の参加型のおもしろい企画をもっと広めれば良いと思った。
- 維持管理に特化した人材育成を図るのではなく、広い範囲の工学（土木）に関する人材育成を図り、すそ野を広げる活動をした方がよいのでは。
- 維持管理の取り組みを一般の方に知っていただく努力が必要と考えます。方法としては、テレビ、YouTube等で宣伝を考えてはどうかと思います。
- 世の中から必要とされる業務であれば、自然と教育が充実し、人が集まる。評価が低ければ人は定着しない。評価を上げるための活動に取り組むべきだと思う。
- 維持管理について学生へ指導する。その先、維持管理の仕事についてももらえるようにしてあげたら良いと思う。
- 若者の土木に対するイメージは良いとは言えない。日常で当たり前になっているインフラを今一度具体的にどうなっているかを知り得る機会を設ければ人材の収集、育成につながると思う。
- 人材の育成が主題であったが、専門職レベル、少々知識ありレベル、一般人レベルで維持管理が可能なのか判断できるような点検要領が必要なのかと思った。
- やはり一般の人たちにインフラ維持管理の大切さを知ってもらうことが大切だと思っています。メディアを味方に付けないといけないが、一番難しいことでもある。北陸からウェーブを起こしてください。
- 大学のはたすべき役割について何名から意見が出ていたが、積極的な北陸の動きをぜひ波及させてほしい。
- 客観的に維持管理技術はマイナーなイメージが強い。広く一般に興味をもってもらう努力が必要ではないか。石川高専の取り組みのような土木全体のイメージから変えていくことも必要。
- ボランティアに頼りすぎているように思います。

以上の内容をまとめると、維持管理を担う人材育成のためにコンクリート診断士会の会員がさらにそれぞれの分野の専門技術力を磨くとともに、その一方で将来を担う学生や地域の住民へ広く、インフラメンテナンスの重要性を広報していく取り組みが必要である。そのために大学が果たす役割に期待するところが大きい、というのが全体的な意見であると考えられる。

## 第3章 これからの維持管理の技術を考えるフォーラム IN 福井

### 3.1 福井フォーラムの概要

近年、コンクリート構造物の維持管理の重要性が高まっており、点検や調査診断、補修や補強工法などの維持管理の技術開発が急速に進められている。ロボットやドローン、ITなどを用いた維持管理の技術開発も目覚しく、これらの新技術の活用が大いに期待されている。しかしながら、その一方で、維持管理の最前線に立つ現場技術者が求めるニーズが正しく反映されていない事例や運用上の課題も見受けられ、「現場が求める維持管理の技術とはいったい何なのか」を正しく見出し、その共通認識を得ることが求められている。

福井フォーラムでは、維持管理の現場での技術的課題や技術ニーズを見出すとともに、「現場が求める維持管理の技術とは何なのか」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以下のプログラムで開催した。

#### これからの維持管理の技術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30年11月21日（水）13:00～17:00

##### 2. 開催場所

福井県民ホール

##### 3. プログラム

13:10～ I. 基調講演

「ロボット技術による橋梁定期点検の効率化・高度化と交通規制の大幅短縮  
～岐阜大学SIP地域実装チームの活動より～」 （岐阜大学 特任教授 六郷 恵哲 氏）

14:00～ II. 北陸から発信する最新技術

- ① 橋梁点検支援ロボットの開発経緯とこれからの可能性  
（ジビル調査設計株式会社 取締役調査部長 南出 重克 氏）
- ② ドローンを活用した打音検査技術の紹介と今後の展望  
（新日本非破壊検査株式会社 メカトロニクス部 技術部長 和田 秀樹 氏）
- ③ フライアッシュを用いたコンクリートの床版更新工事への適用に関する検討  
（株式会社日本ピーエス 技術本部 研究開発グループ 谷口 正輝 氏）
- ④ 施工・維持管理の簡略化に向けた流電陽極による腐食緩和の提案と今後の展望  
（金沢大学 客員教授 石井 浩司 氏）

15:10～ III. 自治体関係者や現場技術者が求める維持管理の技術と課題

- ① 福井県による維持管理の現状とこれから求める維持管理の技術  
（福井県 土木部 道路保全課 課長 平林 透 氏）
- ② 富山市による維持管理の現状とこれから求める維持管理の技術とは  
（富山市 建設技術統括監 植野 芳彦 氏）
- ③ 新潟市による維持管理の取り組みとマネジメントに関する課題  
（株式会社アイ・エス・エス 代表取締役社長 丸山 明 氏）
- ④ 維持管理の現場での技術的課題と求められる技術  
（北陸三県コンクリート診断士会 麻田 正弘 氏）
- ⑤ これからの大学の技術的役割と課題、今後の展望

(福井大学 学術研究院工学系部門 建築建設工学講座 准教授 鈴木 啓悟 氏)

16:10～ IV. パネルディスカッション 「現場が求める維持管理の技術とは」

コーディネーター 富山県立大学 工学部 環境・社会基盤工学科 教授 伊藤 始 氏

パネラー 岐阜大学 特任教授 六郷 恵哲 氏

福井県 土木部 道路保全課 課長 平林 透 氏

富山市 建設技術統括監 植野 芳彦 氏

福井大学 学術研究院工学系部門 建築建設工学講座 准教授 鈴木 啓悟 氏

株式会社アイ・エス・エス 代表取締役社長 丸山 明 氏

北陸三県コンクリート診断士会 麻田 正弘 氏

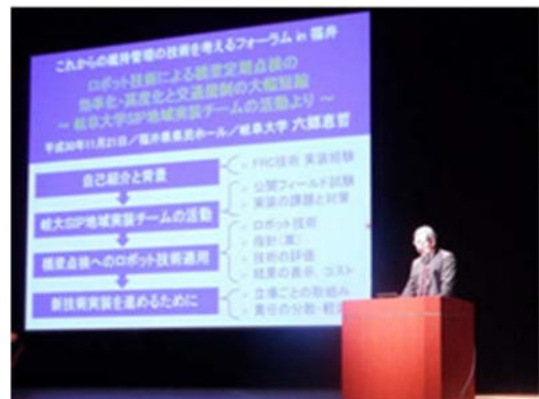
V. 講評 (金沢大学 特任教授 鳥居 和之 氏)

3.2 基調講演 (岐阜大学 六郷恵哲 特任教授)

3.2.1 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、維持管理の分野で新技术を導入するためのポイントや現状の課題を明確にすることを目的としている。

基調講演の講師には、岐阜大学S I P地域実装チームの研究責任者として、橋梁の定期点検にロボット点検技術を導入する試みを、各務原大橋をモデルにして取組まれている岐阜大学の六郷恵哲特任教授をお招きし、「ロボット技術による橋梁定期点検の効率化・高度化と交通規制の大幅短縮 ～岐阜大学S I P地域実装チームの活動より～」をテーマにご講演を頂いた。



六郷恵哲 特任教授による基調講演

3.2.2 ロボット技術による橋梁定期点検の効率化・高度化と交通規制の大幅短縮

～岐阜大学S I P地域実装チームの活動より～ (岐阜大学 六郷恵哲 特任教授)

(1) 岐阜大学S I P地域実装プロジェクトの概要

- ・ これまで材料の分野を研究してきたが、「新しい技術をどうやって導入するか」ということにずっと悩んできた。それが現在取り組んでいる橋梁点検におけるロボット技術の導入の試みにも繋がっている。新技术の導入には、既存の技術では“非常に困る”というような強いニーズと新技术のシーズをうまく結びつける仲人的な人や組織の存在が大切であるということ、さらには使いこなす技術者集団とのネットワークの構築が重要であると感じている。
- ・ 技術開発者からは「良い技術を開発しても使ってもらえない」、また自治体の方々からは「技術の中身よりも予算不足が先に立ち、何をどうすればいいのかわからない」といった声が上がっている。具体的には、橋梁点検での点検費用をとにかく抑えたいといった要望が強い。これらを支援する動きとして2年ほど前からインフラメンテナンス国民会議とS I Pインフラ地域実装活動が始まっている。

- ・ 岐阜大学 S I P では、使いたくなる実装ということで様々なことに取り組んでいる。“使いたくなる”というのが当 S I P のキーワードで、これが人の気持ちを動かすポイントになる。トンネルの点検や堤防の点検、舗装道路の点検などの点検技術の紹介を行う説明会を開催したり、フィールド試験を実施することで、いろいろな意見を頂き、それを開発者に伝えるという取り組みをおこなっている。これは、今まであまりなされていなかった取り組みであり、非常に面白い。

## (2) 新技術実装への障害、課題と対策

- ・ 新技術を実装するうえでの障害に関するアンケートを行ったところ、発注者の立場からは、「組織としてのミッションが不明確である」「変化への抵抗感がある」「会計検査への対応等、導入のための労力が大きい」「トラブル発生時のリスクが大きい」といった意見が寄せられた。また、開発者からは、「ニーズがよく分からない」「発注者による導入条件がわからない」などの意見が挙げられた。こういったことを調べ、何をすべきかを考えて各務原大橋における橋梁点検でロボット技術の適用の試みを進めてきた。
- ・ 新技術の実装に向けての課題は、技術的なシーズとニーズの出会いの場が今までは少なかったことである。東京などではビッグサイト等で毎週のように出会いの場があるが、全国で見るとこういう機会は少ない。今回は、大学を中心として説明会や実証実験を実施することで、地域実装化が進められ、この点は非常に良かった。また、各務原大橋での経験から「基準類が合わない」という課題が浮き彫りになった。現在の道路橋定期点検要領では「5年に1回近接目視を行う」ということだけが示され、新技術等をどのように使うかについては、使ってよいとも悪いとも、何も書かれていない。新技術を使おうとすると、自分たちでルールを作って少なくとも会計検査に向けた対応が必要である。現在の指針や要領を改訂するためにはロボット技術を使っての点検が可能であるという実例を示さなければならず、その第1号として各務原大橋でその実証を図ろうとした。
- ・ 「技術のわかりにくさ」も大きな課題である。新技術の性能の評価が必要であるが、大学が介在することで、評価基準を設けて公平な評価ができるようになった。ここがまた S I P インフラの地域実装活動の非常に大きな特徴である。さらには新技術の活用方法までを示すことで、複数の企業の技術を組み合わせる使用ができるようになる。あわせて、コストについても考え方を示している。また、面倒や不安、責任、変化への抵抗といった心理的な要因をいかに取り除くかという点も重要であり、心理的な負担の軽減や負担の分散がポイントであるほか、大学の人材育成とか企業などの組織の中で、変化することを楽しめるような人材を増やすということも重要である。

## (3) 各務原大橋の橋梁点検へのロボット技術の適用

- ・ 各務原大橋は非常に大きな断面を有する特殊な大型コンクリートプレストレストコンクリート橋梁であり、通常的手法による点検が非常に難しい橋梁形式である。5～6千万円ほどかかる点検費用を何とか半分にできないかということが各務原市のニーズであった。そこで、岐阜大学のチームのロボット技術を取り入れた点検を提案した。橋梁定期点検の課題として、コストや交通渋滞の発生などが挙げられるが、ロボット技術を組み合わせた事前調査と近接目視点検を実施することで、交通規制を10日間から4日間へと大幅に短縮できることが実証できた。

- ・各務原大橋で用いたロボット技術は、効率化タイプと高度化タイプがある。効率化タイプはロボットカメラ系でロボット操縦者は点検技術者が行うタイプ、高度化タイプはドローン系で専任オペレーターによって操縦が行われるのが特徴である。高度化タイプは、大量のデータが取得でき、後からの照査が可能となる。
- ・各務原大橋は、長さが約 600m で両側に 3m の歩道が設けられている特殊な橋梁で、曲面状の構造を有している。このため、点検時に、従来の大型橋梁点検車が使用できず、超大型の特殊な橋梁点検車を使用しなければならない。
- ・ロボット技術を橋梁点検に適用しようとした際に生じた技術内容、点検ルールといったいろんな疑問点をまとめた。特にコストの低減効果については、事前調査をスクリーニングに変えることで、コストが下がることを具体的に提案している。
- ・各務原大橋での試行をふまえ、ロボット技術を取り入れた橋梁点検指針（案）を作成した。人による近接目視点検を様々な機能により「支援」することを基本とし、ロボット技術を活用した「事前調査」に重点を置いた指針（案）となっている。新しい橋梁点検技術の適用性評価委員会を設け、要求性能を示したうえで実際にフィールド試験をして頂き、その結果を用いて性能を満たしているかどうかを判断して、ロボット技術を取り入れた橋梁点検指針（案）を策定している。
- ・この適用指針の対象は、地方自治体が管理するコンクリート橋の点検である。事前調査にロボット技術、その後、事前調査の結果をふまえて人が近接目視をする。事前調査+近接目視による作業とし、取得精度は健全性判定区分Ⅱの変状が把握できれば良いとしている。
- ・ロボット技術による取得情報に求める内容は、損傷の有無をはじめ、損傷位置や損傷範囲、損傷の原因、損傷の大きさや変位などである。
- ・実証試験の結果、一つの技術であらゆることができるというものはなく、「それぞれの技術の特徴を生かして、複数の技術を組み合わせよう」という提案になった。
- ・ロボット技術を取り入れた橋梁点検の費用をどのように圧縮するかであるが、ロボット技術を用いて事前調査を行うことで、技術者による近接目視の費用は大幅に圧縮される。ただ、高度化タイプのロボット技術を用いれば、膨大で高度な内容の情報を取得できるが、この高度情報管理が現在よりもコスト増になってしまう。将来的には、その事前調査をスクリーニングに置き換えて、近接目視をする必要がある箇所だけを点検するにすれば、点検費用は安くなるだろうと考えている。また、AI等の支援も受けて、より簡単、確実に点検や診断ができるようになると想定している。
- ・高度情報管理とは、「損傷のない範囲を確認できる情報の記録」「損傷図作成のための広範囲を確認できる映像記録」「3次元情報として管理できる機能の提供」などを指す。これらは、新たな価値や機能を付加する高度化技術であるが、使い方が未確立のため現時点では積算が困難で発注も難しいと思われる。

#### (4) 新技術実装を進めるためには

- ・ 立場によって、維持管理の目標は異なり、お互いの立場を理解しておくことが新技術の実装を進めるうえで重要である。自治体や管理者の場合、予算不足や人手不足、技術不足の課題があり、これらの課題を解決できる技術がほしいことをアピールすることで新技術の実装につながる。ただし、これらの課題が解決できれば必ずしも新技術でなくてもよいということもあり得る。国交省の場合は、新技術を適用するための基準類や要求性能、評価方法、積算方法等などの整備を進めることが重要である。また、新技術の開発者の場合は、実装活動を意識したうえで技術の開発に取り組むことが重要であり、従来技術に新しい技術を上乗せするというのも一つの道筋である。さらに大学の場合は、実装の支援を研究活動の一つに位置付けることが重要である。最後に、受注者の場合は、プロポーザル等を通じて新技術を積極的に活用する姿勢が重要である。
- ・ 新技術実装には、「組み合わせ」と「責任の分散・軽減」がポイントである。新しい技術の組み合わせで課題解決を図り、責任を分散することで関係者の心理的な負担を軽減することが非常に重要である。新技術を評価したり、規定を作成するような委員会を設けて責任の分散を図ったりすることなどが求められる。

### 3.3 北陸から発信する最新技術

#### 3.3.1 概要

S I P の取組みの影響もあり、維持管理に係る技術の開発が急速に進んでいる。第Ⅱセッションの「北陸から発信する最新技術」では、維持管理に貢献する新技術のなかでも、特に、この北陸での技術導入が期待される新技術を取り上げ、実装につなげることをねらいとしている。

ロボットやドローンを用いた新たな点検技術のほか、フライアッシュコンクリートを用いた補強技術や流電陽極による腐食緩和技術などの新技術に関する発表を頂き、これらの技術の特徴や適用範囲についての見識を深めた。



南出重克氏による発表

#### 3.3.2 橋梁点検支援ロボットの開発経緯とこれからの可能性

(ジビル調査設計株式会社 南出 重克 氏)

- ・ 橋梁点検支援ロボットは、自走式車両をベースマシンとし、片持ち式の水平アームに複数の点検台車を搭載した点検支援システムである。橋面上からの遠隔操作で点検支援を行い、現地で点検技術者が直接、操作点検を行うことを基本としている。
- ・ 従来の方法では点検困難な橋梁形式（トラス橋、歩道橋、幅広歩道等）が存在することをふまえてこのロボットの開発を進めてきた。福井大学と共同で開発を進め、平成 28～29 年には NEDO の助成事業にも採択されている。
- ・ 当支援ロボットは、「橋梁点検車の使用が困難な特殊橋梁形式の点検に最適」「特殊な点検仮設

に対して低コストで点検が可能」「橋面上での落ち着いた作業環境で安心しての点検が可能」  
「現地にて直接、高詳細なライブ映像を見ながら健全性の診断が可能」「点検画像が鮮明で近接目視以上の確認が可能」「損傷の近接撮影が可能で経年変化の確認に最適」といった特徴を有する。

- ・ 幅広歩道橋梁や歩道橋など、全国で311橋の使用実績（平成30年3月末時点）がある。次世代社会インフラ用ロボット現場検証委員会で一定の評価を得た技術として認められている。
- ・ 実用化に向けたこれからの取り組みとして、「ロボット性能検証の継続」「全国ネットワークの構築とオペレーターの育成」「全国ネットワークを拠点とした点検支援業務の開始」を掲げる。

### 3.3.3 ドローンを活用した打音検査技術の紹介と今後の展望

（新日本非破壊検査株式会社 和田 秀樹 氏）

- ・ 橋梁点検の効率化・低コスト化に加え、技術者の能力に依存しない定量評価の確立などを目的として、ドローン技術を用いた飛行型点検ロボットを開発した。
- ・ 当点検ロボットは、「ドローンの飛行と駆動車輪を融合、飛行機能で車輪を接触」「走行状態で近接目視と打音検査を同時に実施」「信号解析により異常部を自動検出」「有線による電源供給で運転時間の制限を解消」「飛行範囲の制限による安全性を確保」という特徴を有する。
- ・ 位置情報取得機構や近接目視機構を搭載しているほか、打音検査も実施可能である。打音検査では、その評価法として、健全部評価指数による打音信号評価法を確立した。
- ・ 当技術は各務原大橋のほか、鳥取県の江島大橋などで実証実験を重ねてきている。地域実装支援チームが提供する様々な橋梁での実証実験により、床版や桁などの部分的な点検で実用が可能であることを確認済みである。
- ・ 本開発で得られた画像や打音信号の解析技術は、人が実施する点検にも適用可能である。
- ・ 現在、作業手順、安全対策などの効率的な運用方法の確立を進めている。今後は、さらなる適用範囲の拡大を目指し、橋脚等の垂直面に適用可能な機構の完成を急ぐ。

### 3.3.4 フライアッシュを用いたコンクリートの床版更新工事への適用に関する検討

（株式会社日本ピーエス 谷口 正輝 氏）

- ・ 北陸自動車道の床版更新工事（平成29年度竣工）で、耐久性の向上を目的としてフライアッシュを用いたプレキャストPC床版を製造した。
- ・ 湿潤養生の条件がフライアッシュコンクリートの耐久性に及ぼす影響が大きいと考えられたため、通常の養生に加えて、ミスト養生の工程を新たに追加することとし、フライアッシュコンクリートの耐久性の検討を行った。トレント法による透気係数試験の結果、蒸気養生と気中養生の間にミスト養生の工程を加えることで、材齢4週、8週、13週の全ての材齢で「良」の結果が得られた。また、塩水浸漬試験の結果、見掛けの拡散係数は、早強セメント配合の40%程度になった。ミスト養生により、高い耐久性が得られることを確認できた。

- ・力学特性の検討もあわせて実施した。定着長測定では、道路橋示方書で想定されている付着性能と同等の性能を有することが確認できた。また、載荷実験では、ひび割れ発生荷重および破壊荷重が計算値を上回る結果となり、耐荷力を有することも確認できた。この結果、フライアッシュを用いたプレキャスト PC 床版も、通常、製作されるプレテンション構造と同様の設計手法で設計ができると考えられる。
- ・今後は、さらなる品質向上を目指して、促進養生の条件や配合の見直しを適時行い、最適化を図っていきたいと考える。

### 3.3.5 施工・維持管理の簡略化に向けた流電陽極による腐食緩和の提案と今後の展望

(金沢大学 石井 浩司 氏)

- ・「小規模橋梁」「容易な施工」「安価な施工費」「容易な維持管理」といった開発のキーワードのもとで、流電陽極による腐食緩和工法の開発を行った。この工法は、陽極材の取替えが容易で、防食率は低下するがその分コストの低減が可能となる。コスト縮減、維持補修費の平準化を目的として、腐食の停止ではなく腐食を緩和させる方法があっても良いと考えている。このため、復極量 25~50mV 前後を目指すこととしている。
- ・開発した流電陽極材を用いた腐食緩和工法は、流電陽極材として防食亜鉛を用い、バックフィル粉体としてベントナイト等、バックフィル混和剤として LiNO<sub>2</sub> 等を使用している。表面設置タイプと内部挿入タイプの 2 種類の開発を行っており、表面タイプは、表面の鋼材の腐食緩和を目的として使用するもので、内部挿入タイプは、内部の鉄筋の腐食も緩和することを目的として使用するものである。
- ・塩害劣化したプレテン I 桁や道路橋 RC 床版、グラウト充填不足部、漏水の多いトンネル、RC 栈橋等で実証実験を行い、一定の結果が得られた。
- ・電気防食工法は管理が面倒という課題があるが、この腐食緩和工法では電気が流れていれば良いという考え方のもと、より簡便な方法で維持管理ができるということを基本にしている。
- ・流電陽極材の配置間隔次第で、電気防食にもなり得る。この場合、当然コストは上がるが、構造物の重要度に応じて緩和か防食かを選択し、地元の業者によって施工を行い、10 年ごとに陽極材を交換するサイクルが構築できればよいと考える。
- ・多くの方に使っていただき、「腐食を良い意味でコントロールして腐食緩和させる」技術をみなさんとオーソライズさせたい。

## 3.4 自治体関係者や現場技術者が求める維持管理の技術と課題

### 3.4.1 概要

第Ⅲセッションとして行った「自治体関係者や現場技術者が求める維持管理の技術と課題」は、自治体関係者や現場技術者が抱える維持管理の技術の課題やニーズの把握を行うことを目的としている。

このセッションでは、インフラの維持管理に実際に携わっておられる福井県や富山市の行政担当者や新潟市のインフラの維持管理を支援されている民間事業者から維持管理の取組みの現状と



課題を中心に発表を頂いた。また、北陸三県コンクリート診断士会から現場技術者の目線で維持管理の課題や今後の展望についての発表を頂いたほか、福井大学からは、これからの大学の役割やこれからのビジョンについての発表も頂いた。

#### 3.4.2 福井県による維持管理の現状とこれから求める維持管理の技術（福井県 平林 透 氏）

- ・ 福井県の平成 30 年度の道路関係の事業予算は 367 億円である。年々、この道路事業費は減っているが、そのなかの維持管理系の事業費は、ほぼ横ばいになっている。これは、維持管理系の事業の割合が大きくなっていることを意味している。
- ・ 福井県内の県が管理している道路延長は約 2,200km である。そのうちの施設種別は、橋梁 2,351 橋、トンネル 137 本、シェッド 136 基、カルバート 11 基、横断歩道橋 20 橋、門型標識 12 基であり、30 年度内に点検率は 100%になる。
- ・ 橋長別の橋梁の数は橋長 15m 未満の橋梁が全体の 66%であり、10m 未満が 5 割以上を占めている。また、現時点で約 4 割以上の橋梁が架設から 50 年以上を経過しており、あと 10 年で 6 割以上の橋梁が架設後 50 年以上となる。橋種は、コンクリート橋が全体の 8 割以上を占めており、鋼橋は全体で 14%である。
- ・ これまでの点検結果で、判定Ⅳはなかった。しかし、判定Ⅲは、橋梁では約 1 割、トンネルでは約 8 割、道路付属物では約 4 割となっている。これらの判定Ⅲの構造物の修繕着手率は、橋梁約 7 割、トンネル約 8 割、道路付属約 5 割となっている。
- ・ 橋長別で、判定Ⅲの占める割合に特徴はない。ただし、橋種別では、PC 橋より RC 橋の方が、さらにはコンクリート橋より、鋼橋の方が判定Ⅲの割合が多くなっている。また、当然ながら、架設年度の古い橋梁が判定Ⅲの締める割合が多くなっている。さらに、部材別では、主桁、床版で判定Ⅲの割合が多くなっている。また、床版の判定Ⅲの劣化は、剥離・鉄筋露出による損傷の割合が多い。また、塩害、ASR、凍害による劣化は、全体の約 10%を占めている。
- ・ 福井県では、S I P で開発された新たな橋梁の管理システムの導入を検討している。これまでは、橋梁諸元などのデータが網羅した施設台帳システムと点検結果が入った橋梁点検システムが別々に存在し、それぞれの連携が取れないという問題があった。また、国への報告は手作業で行わなければならなかった。新たなシステムは、橋梁諸元と補修点検履歴を一元的に管理でき、国への報告が軽減されるほか、クラウドシステムを導入することにより、現場においてその補修履歴や点検履歴をタブレットで見ることができる。
- ・ 福井県の組織体制として、法定点検制度が始まった平成 27 年度からは、それまでの管理地域の区分けから道路課と河川砂防課という区分けに改変した。これにより、新設とメンテナンスを一貫して管理できる体制になっている。
- ・ 道路管理者向けの研修としては、県と国が主導して、道路メンテナンス研修を年、数回実施している。平成 29 年度は、計 5 回の福井県道路メンテナンス研修を実施した。また、学生向けの現場学習会ということで福井県のコンクリート診断士会の協力を得て、地元の大学や高専の

学生を向けの学習会も実施しており、この取組みは新聞にも取り上げられた。

- ・ 今後、S I Pで開発された新たな橋梁の管理システムの導入をはじめ、効率的で確実性の高い新技術を活用し、安全安心をもたらすインフラメンテナンスに取り組んでいきたい。

### 3.4.3 富山市による維持管理の現状とこれから求める維持管理の技術（富山市 植野 芳彦 氏）

- ・ 富山市の管理橋梁は約 2,200 橋で、そもそも管理橋梁が多すぎる。国や県からの移管橋梁が増え続けるという問題もある。こういった状況から、持続可能な橋梁マネジメント基本計画を策定した。
- ・ 持続可能な橋梁マネジメント基本計画は、「限られた資源において実行力のあるマネジメント」「新たなしくみの導入により業務の効率化や高度化を推進」「選択と集中によるメリハリのあつたマネジメント」の3つの基本方針で構成している。
- ・ 橋梁マネジメントにおける技術的課題としては、第一に、設計荷重が2等橋（TL-14）の橋梁が大半を占めることである。また、地元コンサルとの技術力不足や職員の「わかつたふり」も問題であり、これらが多数の施工不良を生んでいると考える。
- ・ 官や民の技術力が低下するなかで、点検精度を確保するために、富山市ではセカンドオピニオンの取組みを行っている。これは、点検を行った民間の方と顔をあわせて、写真を一枚一枚示して、橋梁点検の結果の確認や見直しを行う取組みである。このセカンドオピニオンの取組みから、「橋梁トリアージ」という選択と集中の考え方にもつなげている。また、大学や民間の技術やノウハウを積極的に取り入れることを目的として、京大や阪大、土木研究所や土木学会、民間企業などとの連携体制も構築した。
- ・ 補修・補強の現場では再劣化が多く生じており、補修・補強の新技術に対しては検証が必要である。新技術は、NETISの取得では不十分で、技術審査証明の取得くらいは最低必要と考える。また、新たな技術評価制度を構築し、責任の所在を明確することも求められる。こうしたなか、来年度は、富山市で補修オリンピックをやらうと考えている。
- ・ 橋梁の架替えは必ず発生する課題であり、架替えのマネジメントが必要である。長寿命化計画では、架替えのマネジメントが抜け落ちている。CIMやi-conの導入も欠かせない。
- ・ 一番重要なのは、人材の育成である。僭越ながら植野塾を毎月開催し、職員の意識改革を進めるとともに、インハウスエンジニアとしてのマネジメント意識を持ち、考える職員の育成を目指している。
- ・ これからのインフラメンテナンスは、総合的なマネジメントが必要である。また、マネジメントの広域展開も求められ、共通の課題を有する他の自治体との協力体制も必要である。また、役所のニーズにあつた技術が必要であるほか、アセットマネジメントの思考のもと、各自自治体でのオーダーメイドによるメンテナンスが重要である。

### 3.4.4 新潟市による維持管理の取組みとマネジメントに関する課題

(株式会社アイ・エス・エス 丸山 明 氏)

- ・平成 27 年度から新潟市が取り組んでいるメリハリのある維持管理計画の策定・実施を当社が支援している。戦略的な維持管理体制への進化というテーマで検討を始め、長寿命化修繕計画の見直しと社会実験を行っている。平成 28 年度は詳細計画を立案し一部実施、平成 29 年度は実施結果に基づいて改良案を策定、平成 30 年度もさらなる改良に取り組んでいる。これらから、新潟市では維持管理の PDCA サイクルが回り始めていると感じている。
- ・新潟市の橋梁は 3,940 橋あり、これらの橋梁は、規模や特性、環境条件や劣化進行状態が大きく異なる。限られた予算を適切に投資するためには、橋梁の規模や重要性、条件等に応じて、それぞれに適切な維持管理方針を策定することが重要であり、メリハリの効いたマネジメントが求められる。
- ・新潟市では、橋梁の維持管理区分ごとに細かくシナリオ設定を行い、PDCA サイクルのためのアクション体系化を図っている。また同時に、長期的な投資計画の策定とアクションによる効果の定量的把握を行っており、これらの連動を図るとするのが新潟市の大きな特徴である。
- ・小規模橋梁については、小規模橋梁点検モデル事業としてタブレットによる点検を実施している。長岡高専で開発されたタブレットシステムを使って、地元の建設業者による点検業務を進めている。これにより、点検費用の削減が図れるほか、地元の建設業者が点検に関わることで、災害時の対応力の強化も図れると考えている。
- ・この小規模橋梁点検モデル事業の評価としては、タブレットを活用することによって効率的な点検が行え、生産性の向上につながったという一定の評価が得られている。また、点検の精度についても、建設コンサルタントによる点検結果との合致率が 6~7 割で、一定の精度が確保できていると評価している。その一方で、今回のモデル事業だけでは、災害時の対応力の強化が図れたかどうかについての確証は持てないという意見があったほか、点検者は知識や経験の不足から点検時の判断に不安を抱えているという課題が浮き彫りになった。このため、点検者が判断に迷わないための解説を伴ったタブレット点検教材の開発も進めている。
- ・その他の事業として、管理水準を下回る橋梁を予防保全に移行するための事後保全脱却モデル事業も実施した。これは補修設計と補修工事を同時にするという新しい取組みであったがうまくいかなかった。また、手厚いメンテナンスによって、とにかく長く供用することをねらいとしたスーパーハイスpekメンテナンスシナリオ事業を来年度から実施する予定である。
- ・PDCA のサイクルを永続的に回すためには、モニタリングの取組みも必要である。新潟市のインフラメンテナンスの各階層の PDCA サイクルが互いに連動して機能させることが重要である。
- ・課題は、新しい仕組みを導入するのが非常に難しいこと。現状の課題に対応するための新たな取組みの導入は比較的容易であるが、将来的に発生が予想される問題に対応するための新たな取組みに対する合意はなかなか得られない。“マネジメントの予防保全”が進まないことが課題であると感じている。

- ・従来の長寿命化修繕計画は、通常 50 年程度先を見据えるが PDCA サイクルを持続させる仕組みは弱い。このため、長期的な見通しをもとに、5 年程度先の実現可能な「あるべき姿」を示し、その実現に注力することで PDCA サイクルの持続が図れると考える。

### 3.4.5 維持管理の現場での技術的課題と求められる技術

(北陸三県コンクリート診断士会 麻田 正弘 氏)

- ・全国の橋梁の 66% を市町村が管理をしており、点検の効率化が求められている。また、市町村には、石積みアーチ橋や吊橋、パイルベント橋脚といった特殊な橋梁や吹付けモルタルのみのトンネルや素掘りのトンネルといった特殊なトンネルなども存在し、これらの特殊構造物に対する対応も現場では課題となっている。
- ・インフラメンテナンスでは、再劣化が問題となる。「劣化診断が不適切である」ことが再劣化の要因の一つでもあり、劣化診断技術のさらなる向上が求められる。
- ・予防保全を進め、構造物の長寿命化を図るということが求められているが、実際の現場での対応は非常に難しい。例えば、塩害などに対する劣化は、外観変状が見られない状態で予防保全を進めなければならない。地域ごとの環境条件や使用条件、劣化特性を把握した上で対応しないことには、いろんな取組みも絵に描いた餅で終わってしまう。
- ・市町村には、国や県から移管された構造物があるが、その構造物の建設年が不明であったり、設計図書がなかったりというように、メンテナンスに必要な記録や情報が全くないようなケースも見受けられ、これも大きな課題になっている。こうした状況のなか、共通のデータベースを整備することが求められる。
- ・今後、求められる技術として、点検の分野では「点検の効率化と高度化」が求められ、新技術の積極活用も必要である。また、診断の分野では、「劣化診断技術のさらなる向上」が求められ、措置の分野では、「地域の使用・環境条件に則した補修技術の構築」が必要である。さらに、記録の分野では、「データベースの共有」が進められるべきである。
- ・北陸三県コンクリート診断士会の役割として、さまざまな主体と連携を拡大することが求められる。そのために、地域の産官学と協働することや市民参加型のインフラメンテナンスの取組みの支援、さらにはインフラメンテナンス国民会議との連携も模索していきたい。

### 3.4.6 これからの大学の技術的役割と課題、今後の展望（福井大学 鈴木 啓悟 氏）

- ・大学の主な役割は、「研究」「人材育成」「社会貢献」である。しかしながら、大学教員への評価は研究の成果に偏重しており、社会貢献などは二の次になりがちであることが課題である。また、学生に土木工学への興味をどうもたらすか、産官の連携をどう構築するかも課題である。
- ・大学では、維持管理の効率化、高度化を目指す技術開発を進めている。省力センシングに基づく車両重量算出手法の開発や超音波で高度に画像化する非破壊検査技術の開発、橋梁モニタリングシステム的设计や提案などの取組みを進めている。
- ・道路保全マネジメントに関して、東京都が以前に出した有名な資料がある。この資料では、250

億円の先行投資を10年間行うことで、その後の20年間の予算を平準化することができるとされ、この予防保全の取組みによって今後30年の事業費を1兆円縮減できるとの試算が提示されている。このように、予防保全が理想であることは明らかである。しかしながら、予防保全の対象となるような判定区分Ⅰ、Ⅱは、交付金の対象外であり、予防保全の対応までに手が回らないのが実情である。このため、判定区分Ⅲの事後保全型の対応に終始している。

- 道路点検の基準見直しが進められつつあり、ロボットやセンサーなどの新技術の活用も促進される方向にある。また、構造物の重要度や劣化の状況を考慮して、点検の内容や方法を何パターンかに分けて設定する方向も示され、構造物のグルーピングのながれが進んでいくと思われる。北陸版のグルーピング案をすでに考案しており、橋長や交通量、立地場所などから橋梁を区分けしているほか、塩害やASRによる劣化が懸念される橋梁については、特に高い管理レベルとして保全を行うような案を示している。グルーピングに応じて、新潟市で行われているようなタブレットを用いた点検の運用も今後は進んでいくと思われる。
- 大学は、常に中立的な立場にある。また、全国の大学のネットワークに関与しながら、この地域の郷土愛も有しており、地域の自治体や建設関連の方々と同じ目線での連携が可能である。今後は、福井県建設技術公社や各自治体、北陸における大学や高専、技術士やコンクリート診断士らと連携をとって、インフラメンテナンスに寄与できればと思う。特に、今後はインフラのデータベース化が進むと思われるが、データ分析の段階において、学識関係者やコンクリート診断士会が関わる仕組みを構築したい。
- 日本では、判定区分がⅠ～Ⅳの種別となっているが、アメリカやカナダでは、LRFR（荷重抵抗係数評価法）という手法が用いられて、各橋梁の状態を一つの数値として表す手法が用いられている。今後は、日本もこの手法が用いられていくのでは、と考えている。
- 人材育成に関して、大学院の授業などを社会人にもっと開放できればと思う。また、学生や教員、シニアエンジニアらに実橋を点検してもらい、点検の判定や診断に関するコンテストのような取組みを構想している。

### 3.5 パネルディスカッション「現場が求める維持管理技術とは」

#### 3.5.1 概要

フォーラム最後のプログラムとなる第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、「現場が求める維持管理の技術」についての意見交換や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伊藤始教授（富山県立大学）、また、パネラーには、基調講演を行っていただいた六郷恵哲特任教授（岐阜大学）のほか、第IIIセッション「自治体関係者や現場技術者が求める維持管理の技術と課題」で、ご発表を頂いた方々にご登壇を頂き、「現場が求める維持管理の技術とは」というテーマで会場の参加者も含め活発な討議を頂いた。



パネルディスカッションの様子

#### 3.5.2 パネルディスカッションのテーマ

「現場が求める維持管理の技術とは」

#### 3.5.3 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	伊藤 始	富山県立大学 工学部 環境・社会基盤工学科 教授
パネラー	六郷 恵哲	岐阜大学 特任教授教授
	平林 透	福井県 土木部 道路保全課 課長
	植野 芳彦	富山市 建設技術統括監
	鈴木 啓悟	福井大学 学術研究院工学系部門 建築建設工学講座 准教授
	丸山 明	株式会社アイ・エス・エス 代表取締役社長
	麻田 正弘	北陸三県コンクリート診断士会

#### 3.5.4 パネルディスカッションでの議論内容

コーディネーター：伊藤氏（富山県立大学）

まずは、これまでの講演や発表に関して、パネラー間で何か質疑やご意見があれば伺いたい。

パネラー：平林氏（福井県）

六郷先生への質問。各務原大橋での取組みは、インフラメンテナンスの分野でこれから目指すべき方向であり大変参考になった。このような新たな取組みを行うには、「人をいかに動かすか」ということが大事になるかと思うが、そのヒントを教えてください。

パネラー：六郷氏（岐阜大学）

「各務原大橋を何とかうまくメンテナンスしていきたい」という強い思いでやってきた。私の発表が全てではないが、新たなことに取組むには、とにかく「それぞれの立場を考える」ということが人を動かすうえで、とても重要と思う。

パネラー：植野氏（富山市）

麻田さんに質問。法定点検を進める中で、国は点検率ばかりを気にしている。しかしながら、大事なことは、点検率よりも、補修設計に大きく影響を及ぼす点検精度であるはず。この点について、コンクリート診断士会としてどのように考えているか。

パネラー：麻田氏（北陸三県コンクリート診断士会）

市町のアンケートでも、点検の質が心配だという意見が多数示されていた。橋梁の規模や重要度などに応じて、どこまで踏み込んだ点検を行うかなど、メリハリをもった点検が必要であると思う。

パネラー：鈴木氏（福井大学）

平林氏に質問。行政の取組みに対して、大学側がサポートできるのはどういう部分か。

パネラー：平林氏（福井県）

新たな取組みを行うにも、中立的な立場にある大学の先生が存在は極めて重要である。新技術の導入にも、大学の先生による客観的な評価があると導入しやすくなる。

パネラー：丸山氏（株式会社アイ・エス・エス）

植野氏への質問。橋梁の架替えや廃橋について、富山市の考え方を教えてほしい。

パネラー：植野氏（富山市）

廃橋については、市民の反発が大きく対応に苦慮しているのが実情である。まずは、通行止めにして、その時の市民の反応も伺っている。架替えのマネジメントは、廃橋のマネジメントでもあり、今後の大きな課題である。

パネラー：麻田氏（北陸三県コンクリート診断士会）

架替えのマネジメントにすごく関心がある。老朽化した橋梁の補修を繰返すケースも多いが、管理者は、架替えを前提としたマネジメントを行っているのか。それとも、自分が異動するまでの期間さえ大丈夫であればよいという考え方なのか、そのあたりの実情を教えてほしい。

パネラー：植野氏（富山市）

「異動を前提にした無責任な対応はするな」と指導をしているが、架替えのマネジメントは、今までになかった考え方である。“長寿化”という言葉自体が、一般市民の方々に誤解を与えてしまっており、“構造物は永遠の命を有するもの”と誤った認識をされてしまう。「老朽化した構造物に対してさらなる延命を図るために、今まで維持管理にかけていた費用をこれからも支出し続けるのか」と一般市民に問いながら理解を得られるようにしないといけない。

コーディネーター：伊藤氏（富山県立大学）

会場の福井県内の市町の方から、維持管理で困っていることなど、何かご意見は。

会場から（自治体関係者）

点検の結果、判定区分Ⅲ以上は交付金の対象となるが、Ⅱ以下の判定では交付金の対象とならない。このため、予防保全が行えず、判定区分Ⅲの構造物を対象とした事後保全の対応ばかりになってしまうというのが現状の課題である。

管内には、ロープアクセスによる点検を行わなければならない橋梁があり、ロープアクセスに代わる高度化された新たな点検技術を早く活用していきたい。

会場から（建設コンサルタント関係者）

市町が管理する橋梁が大半を占めるが、農作業用の車両などしか通らないような小規模橋梁にもT-25 荷重を適用しなければならないのはおかしいと思う。また、国や県から移管され、管理だけを任されるのは非常にけしからんと思う。国の考え方だけでなく、市町の考えを取り入れた柔軟な対応も必要であると思う。

コーディネーター：伊藤氏（富山県立大学）

国から県、県から市へ移管された構造物をどうしていくべきか。

パネラー：平林氏（福井県）

県から市へ移管する場合は、できる限りの点検を行い、補修工事を行ってから移管をしている。一方的に、管理を押し付けるようなことはない。また、先ほど、小規模橋梁の話があったが、小規模橋梁も大規模橋梁と同じように積算を行って大きな点検費用を支出しているが、これは非常にもったいないと思う。この費用を点検に使わず、補修に使うなど、お金を有効に使えるようにしていくべきである。このことについては、福井県道路メンテナンス会議で意見を集約して、国へ申し入れを行うところである。

パネラー：植野氏（富山市）

県から移管を受ける場合には、移管を受ける前に、私が一通り確認するようにしている。現場に行ってみると感じるのは、国や県、市の職員の方は、わかったふりをせず、わからないことはわからないと言うべきということである。また、先ほどは小規模橋梁の設計荷重の話があったが、対応荷重はグルーピングによって分けるべきである。一律の基準で行うのではなく、実情にあった対応を行うことで、構造物をより長持ちさせることができると思う。

コーディネーター：伊藤氏（富山県立大学）

大学などで開発された新技術を自治体に導入するためには、どうすればよいか。

パネラー：鈴木氏（福井大学）

地元の企業などを通じて、地元で使ってもらう努力が必要である。大学は、基礎研究がベースになりがちであり、それを現場に適用するには企業の力を借りなければならない。このために大学と民間企業が情報共有を図る機会をつくることが重要であり、大学のシーズと企業のニーズをマッチングさせる機会を生み出すことが必要と思っている。また、これまで大学は特許を取らない



方がよいとされてきたが、私はむしろ、大学で特許は取得すべきと考えている。特許を取得したうえで、広く社会で使って頂くようにすべきである。

コーディネーター：伊藤氏（富山県立大学）

新潟市では、新たな取組みとして小規模橋梁を対象にタブレットによる点検を行っているとの発表があった。この新たな取組みを自治体に広めるうえで、ハードルはなかったか。

パネラー：丸山氏（株式会社アイ・エス・エス）

ハードルは特になかった。1度使って頂きさえすれば理解が得られる、と考えていた。このように、今現在の課題を解決するための新しい技術はすぐに受け入れられるが、将来起こりうる課題に対して、今からやろうということに関しては合意を得るのが難しい。

また、新潟市で取り組んだ事後保全脱却モデル事業はうまくいかなかったが、何が原因でうまくいかなかったかを把握することはできた。この失敗を生かして、来年度以降は新たな仕組みでの発注を予定している。自治体においても、失敗をしながらも改良をしてチャレンジしていくことが、技術の進歩に寄与すると考えている。

コーディネーター：伊藤氏（富山県立大学）

新潟市で進められている「スーパーハイスペックメンテナンスシナリオ事業」の補修技術の考え方は。

パネラー：丸山氏（株式会社アイ・エス・エス）

今まさに議論中であるが、200年くらいは架替えを行わなくてもすむようにしたいと考えている。点検の回数を増やして損傷発見頻度を上げたり、構造的な弱点を早めにカバーをしたり、専門家の知見を早めに展開できるような取組みを進めようと考えている。具体的な内容は、来年度以降に決めることになっている。

コーディネーター：伊藤氏（富山県立大学）

再度、会場から何かご質問やご意見は。

会場から（高専関係者）

どこの市町村においても時間やお金が限られているなか、管理橋梁を減らすというのは、とてもホットな話題である。我々も、インフラメンテナンスへの市民参画を進めることで、管理橋梁の削減についての合意形成を円滑に進め、将来的には持続可能な状況にしていければよいと考えているが、管理橋梁を減らすということについて何か良い考えがあれば教えてほしい。

パネラー：植野氏（富山市）

合意形成を得るといのが公共事業の理想的なカタチではあるが実際は難しい。いざ自分が利用する橋がなくなるといことになると“反対”ということになり、これは大変難しい問題である。官庁の取組みの一番の目的は市民の安全・安心であり、持続可能な社会をつくることである。このことをふまえて、現状の説明の責任を果たすことが非常に重要であり、これからは広報にも力を入れていかなければならないと思う。

会場から（高専関係者）

広報を行うにも、点検結果を含めてネガティブな情報を出しにくいといった側面があり、そこがハードルになるのでは。ネガティブな情報を正確に伝えず、耳あたりのよいマイルドな情報の広報のみに留まっていると住民との間で危機感を共有できないのではと思う。

パネラー：植野氏（富山市）

そのとおりである。橋を通行止めにしていたところ、市民の方には意地悪をしていると思われ、「すぐに開通させろ」と言われたことがある。私は、「意地悪をしているわけではない。皆さんの安全が第一です。」と伝えたのであるが、こういったことを理解して頂くというのは本当に難しい。富山市の八田橋の架替え工事では、橋のたもとに「なぜ架替えなければならないのか」をパネルで展示しており、これを一般市民の方が時々立ち止まって見ておられたりしているので、こういった取組みも効果があるのではと思っている。

パネラー：平林氏（福井県）

福井県で実は今年初めて、IV判定の橋梁が出てきた。これをネガティブに捉えるのではなく、新聞に橋梁名も含めてカラーで大きく取り上げて頂き、報道を通じて、こういった橋もあるということや点検を行っていることで落橋もなく安全で済んだということを広く市民の方々に示すことができた。インフラが置かれている厳しい実情などをマスコミなど通じて発信し、一般市民の理解を得ることも大事と思う。

コーディネーター：伊藤氏（富山県立大学）

最後に六郷先生と麻田さんから一言ずつコメントを頂いて終わりにしたい。

パネラー：六郷氏（岐阜大学）

我々が取り組んできたS I Pとは何であったかを考える非常に良い機会になった。「新技術も使わなければ何も前に進まない」、このことを理解することが大事と思う。新技術を実装するためには、人と人のネットワークを活用し、関わる人のそれぞれの立場でいろんな工夫を行うとともに、それぞれの立場を正しく理解することが何よりも重要である。

パネラー：麻田氏（北陸三県コンクリート診断士会）

このフォーラムは、北陸三県のコンクリート診断士会や北陸S I Pの先生方に協力して頂いて開催することができた。コンクリート診断士会には、いろんな業種の方がおられ、絶えず連携をとって行動している。今後は、北陸S I Pで培われた大学や自治体、コンクリート診断士会のネットワークを活用して、この連携のもとで、この地域に合った技術を生み出していくことが必要である。

### 3.6 福井フォーラムの講評（金沢大学 鳥居和之 特任教授）

当フォーラムを閉会するにあたり、当委員会の顧問である鳥居和之先生（金沢大学）から、次のような講評を頂いた。

- ・ 今回のフォーラムの参加者の事前登録が約 360 名ということで、これだけ多くの方に我々の取組みに関心をもってもらったことが何よりも大きな成果である。
- ・ これまでの S I P の取り組みで残ったのは、「ネットワークの体系化」である。この地域の大学や自治体のネットワークのもと、若手の先生方に市町の職員と話をして頂き、維持管理の現場のいろんな意見を吸い上げることができた。その中で、特に感じるのは、「市町では、点検に多くの費用を使ってしまい、補修などの予算が全くない」ということである。今後、こういう現場の実情を広く発信していければと思う。
- ・ この福井県と石川県では北陸新幹線工事のピークを迎えつつある。コンクリート構造物の品質を確保することが何よりも大事であり、それが 30～50 年後の維持管理にも繋がっていく。今日のフォーラムは、メンテナンスの話が中心であったが、今から新たに造るコンクリート構造物は、丈夫で、美しく、長持ちするものでなければならない。このことも忘れてはいけないと思う。

### 3.7 福井フォーラム参加者のアンケート結果

#### 3.7.1 参加者の業種別構成

当フォーラムには、計 294 名の方にご参加を頂いた。業種別の参加者数は、図 3.7.1 のとおりであり、自治体などの管理者による参加も多く、幅広い業種の方々にご参加頂いた。

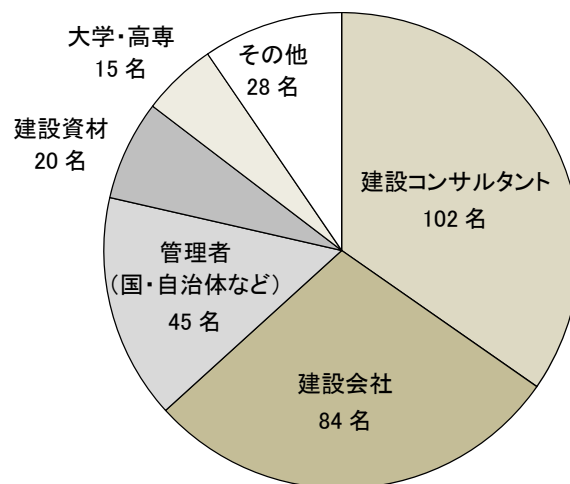


図 3.7.1 業種別の参加者数

### 3.7.2 アンケート結果

フォーラム終了後、当フォーラムに関するアンケートを行い、204名の方から回答を得た。

#### (1) フォーラムの満足度

フォーラムの満足度を「大変有意義だった」、「有意義だった」、「普通」、「もの足りなかった」、「全くもの足りなかった」の5択で尋ねた。その結果は、図 3.7.2 のとおりであり、参加者の満足度は非常に高かった。

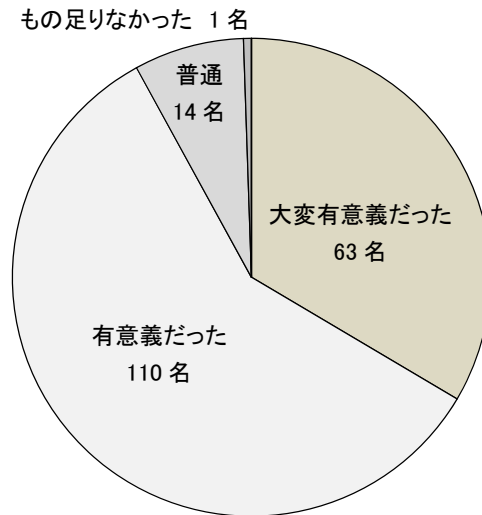


図 3.7.2 参加者の満足度

#### (2) フォーラムに参加しての主な感想や意見

- ・ 何かに偏ることなく、様々な立場の方から現実的な話が聞けてよかった。
- ・ 先進的な技術を学習できた。
- ・ 北陸三県の今後の課題や最新技術がよくわかった。
- ・ 最新の点検手法や各行政の取組みを直接聞くことができてよかった。
- ・ 現場の経験にもとづく工夫、試行錯誤、知見が得られてよかった。
- ・ 新技術の活用は民だけでなく、官も求めていることがあらためてわかった。
- ・ 維持管理に関する総合的な知見を得ることができた。
- ・ 維持管理の将来に向けて、多方面で試行錯誤されている現状に触れることができ、大変参考になった。
- ・ 行政、民間、大学のそれぞれの考え方がわかり有意義であった。
- ・ 今後の維持管理のあり方について、いろいろと考えさせられた。

#### (3) これから求められる維持管理の技術についての意見

- ・ ロボットによる点検の精度が上がり、人間がどうしても近接目視しなければならない範囲が少なくなれば労力、費用ともに少なくなる。点検後の補修や補強工事により多くのエネルギーを注げるような技術の進歩に期待したい。
- ・ ドローンやレーザーを用いた革新的な技術が進歩しているが、さらに詳細な部分も見られるようになればより良いと思う。
- ・ 建設業界では、女性活用を推進している。ロボット技術やAIなどが本格的に運用されれば、

女性が活用できる環境が生まれると思う。

- ・点検ロボットやAIなどが活用できるようなマニュアルや指針の策定を望む。
- ・効果的で安価な点検診断技術の組み合わせが必要と感じた。
- ・人手不足や予算の減少も考慮して、全ての構造物を維持管理していくのではなく、供用を停止する判断も必要である。
- ・地元の施工業者が地元のコンクリート構造物の点検ができるようなシステムの構築を望む。
- ・ロボット技術は今後ますます導入されると思うが、点検結果の評価の標準化が必要である。
- ・点検にコストがかかりすぎて補修補強工事に手が回らないのが現状である。より安価で点検ができるようにロボット技術の進歩を望む。
- ・点検の分野で、より一層の機械化が必要。同時に、点検結果を判断できる人の育成も重要である。
- ・新技術を積極的に取り入れていくべき。
- ・点検の質を確保することが重要である。費用を抑えても、質が伴わなければコストダウンとは言えない。
- ・新技術の開発や進歩が速く、人材の育成が急務であると感じた。
- ・点検ロボットの開発が想像以上に進んでいると感じた。試行錯誤しながら開発を進めることが大事と思う。
- ・小さな自治体でも使えるような技術の開発が求められる。
- ・北陸だけでなく、他地域とも産官学の連携を進めて、より有効な技術開発を進める必要がある。
- ・ロボットのような新技術を活用したいが、自治体として活用できていない原因を今一度整理する必要がある。
- ・時代の変化に対応した新たなチャレンジを止めてはいけないと思う。
- ・点検のあり方が変わっている。対象構造物の重要度などに応じた対応が必要。
- ・「架替えのマネジメント技術」が今後の重要なキーワードになると感じた。
- ・技術の進歩や向上には、これまでのデータを共有できる仕組みが必要。
- ・現状は、点検データの収集のみが目的になっているように感じる。点検結果を評価・判定する技術も必要である。

## 第4章 これからの維持管理を支える技術と人材を考えるフォーラム IN 富山

### 4.1 富山フォーラムの概要

#### 4.1.1 フォーラムの目的

近年、コンクリート構造物の老朽化と早期劣化の問題が注目されるなか、効率的かつ効果的な維持管理を如何に持続可能とするか、試行錯誤しながら様々な取り組みがなされている。しかし、それを支える技術の開発と維持管理に携わる人材育成が大きな課題となっている。

これまでに開催した第1回の金沢フォーラムでは、自治体が抱える人材育成の課題の抽出や人材育成のポイント、地域における人材育成のあり方などを整理し、第2回の福井フォーラムでは、北陸S I Pで構築された最新技術の情報共有や、現場が求める維持管理技術、地域実装支援の実現や課題などについて議論してきた。

今回の富山フォーラムではこれまでの議論を踏まえ、これからの維持管理を支える技術の活用、将来を見据えた人材創出など、維持管理の未来に向けての技術的課題や人材育成についてさらに議論を深めることを目的としており、新たな試みとして大学生からの意見も取り込んで、維持管理技術の向上と人材育成の取り組みを情報発信することにより、北陸地方の維持管理に関わる技術者や若手研究者、自治体職員等の意識の活性化を図り、インフラメンテナンスのセカンドステージへの出発地となるものとした。

#### 富山フォーラムの目的

- ▶ インフラの維持管理を支える技術と人材育成の課題について、共通認識を高める。
- ▶ 学生が提案する維持管理や人材育成の斬新なアイデアに学び、将来像のあり方を考える。
- ▶ 北陸三県の診断士会、北陸S I P等産官学の連携強化により課題解決に向けた取組みを情報発信する。

#### 4.1.2 フォーラムのながれ

富山フォーラムは、まず基調講演として鉄筋コンクリート構造物の性能評価をテーマに研究されている名古屋大学大学院の中村教授をお招きし、「臨床教育による人材育成とコンクリート片剥落に対する予防保全技術」と題してご講演頂き、N<sup>2</sup>U-BRIDGEを活用した臨床型教育による人材育成の必要性やひび割れの進展挙動、点検・診断の予防保全技術等について見識を深めた。

学生セッションでは「私達が考えるコンクリート構造物の未来のすがた」と題して、富山県立大学の伊藤始教授をコーディネーターとして、金沢大学、金沢工業大学、石川工業高等専門学校、福井大学、富山県立大学の学生グループが「未来の点検技術」「未来の構造物」「未来の維持管理システム」の3つをテーマとして、VRやAI技術の応用など、学生らしい斬新かつ独創的なアイデアや発想が紹介され、メンテナンス技術の将来像のあり方を考えさせられる発表となった。

金沢フォーラム報告（石川県コンクリート診断士会）、福井フォーラム報告（福井県コンクリート診断士会）では、自治体への人材育成支援、維持管理のすそ野を広げる活動、ネットワークの拡大など、北陸が抱える課題とそれぞれの診断士会における人材育成の取組みについて話題提供を頂いた。また、富山県内の官学を代表して、まず昨年4月に富山大学に新設された都市デザイン学部の河野准教授から、「土木分野における技術者創出の取り組み」と題して、学生が豊富な知識と幅広い視点を持つための教育方針とこれからの活動、取り組みについて話題提供を頂くとともに、富山県土木部、富山市建設部の担当部署から、自治体のインフラ施設の維持管理状況と維持管理上の課題、取り組み等について発表を頂いた。

最後に、本日の講演者をパネラーとして「これからの維持管理を支える技術と人材に何が必要か」と題して、パネルディスカッションを執り行った。産官学それぞれの立場から維持管理を支える技術と人材育成に関する現状や課題について意見を頂き、会場からの活発な意見も交えながら、解決に向けた取組みについて議論を深めた。これらの話題に関して、北陸S I P研究責任者の金沢大学 鳥居和之特任教授からコメントを頂き、意見の取りまとめを行った。

#### 4.1.3 フォーラムのプログラム

富山フォーラムのプログラム概要は以下のとおりであった。

これからの維持管理を支える技術と人材を考えるフォーラム IN 富山	
1. 開催日時	2019年2月15日（金）13:00～17:10
2. 開催場所	タワー111 3階 スカイホール（富山市牛島新町）
3. プログラム	<p>13:00～ 開会挨拶：JCI 中部支部 調査研究事業委員会 石川 裕夏 委員長</p> <p>13:10～ 基調講演「臨床教育による人材育成とコンクリート片剥落に対する予防保全技術」 名古屋大学 大学院 工学研究科 中村 光 教授</p> <p>14:20～ 学生セッション「私たちが考えるコンクリート構造物の未来のすがた」 コーディネーター：富山県立大学工学部 環境・社会基盤工学科 伊藤 始 教授 発表：金沢大学・金沢工業大学・石川工業高等専門学校・福井大学・富山県立大学 （協力：長岡技術科学大学・長岡工業高等専門学校・富山大学）</p> <p>15:10～ 金沢・福井フォーラムの報告と富山県自治体そして大学の取り組み</p> <p>① 金沢フォーラム「維持管理を担う人材育成とそのあり方」から見えてきたもの 石川県コンクリート診断士会 古川 博人 会長</p> <p>② 福井フォーラム「維持管理技術の課題と地域実装」から見えてきたもの 福井県コンクリート診断士会 山川 博樹 会長</p> <p>③ 土木分野における技術者創出への取り組み 富山大学 都市デザイン学部 都市・交通デザイン学科 河野 哲也 准教授</p> <p>④ 土木施設の長寿命化にむけた取り組み 富山県 土木部 建設技術企画課 吉岡 浩二 課長</p> <p>⑤ インフラを守る時代のマネジメント ～富山市スタイル～ 富山市 植野 芳彦 建設技術統括監</p> <p>16:15～ パネルディスカッション「これからの維持管理を支える技術と人材に何が必要か」 コーディネーター：富山県コンクリート診断士会 副会長 森 直生 氏 パネラー：名古屋大学 大学院工学研究科 中村 光 教授 富山大学都市デザイン学部 都市・交通デザイン学科 河野哲也 准教授 富山県 土木部 建設技術企画課 吉岡 浩二 課長 富山市 植野 芳彦 建設技術統括監 石川県コンクリート診断士会 古川 博人 会長 福井県コンクリート診断士会 山川 博樹 会長</p> <p>17:00～ 講 評：金沢大学 鳥居 和之 特任教授</p> <p>17:05～ 閉会挨拶：富山県コンクリート診断士会 安川 栄志 会長</p>

## 4.2 開会挨拶

(公益社団法人 日本コンクリート工学会中部支部調査研究事業委員会 委員長 石川裕夏 氏)

コンクリート構造物においては、アルカリ骨材反応、塩害、凍害等の各種劣化が報告されており、中でも北陸地方は最も過酷な環境と言っても過言ではない。これら社会問題化している構造物の劣化に対し、北陸三県のコンクリート診断士会は未来の社会を担うものと確信している。また、国家プロジェクトとして進められている戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）において、次世代メンテナンス技術の研究開発が進められており、平成28年からは地域実装に着手している。



石川委員長による開会挨拶

北陸三県のコンクリート診断士会、北陸SIP、コンクリート工学会中部支部連携のもと、本フォーラムは技術の実装、診断と対策のための人材育成、産官学のネットワークを約束するものであり、新たな技術情報の発信場所として位置付けている。

金沢フォーラムでは人材育成の在り方、福井フォーラムでは新技術の地域実装に向けてのニーズの共有、そして今回の富山フォーラムは、これまでの各フォーラムの締めくくりとして、これからの技術と人材を考える最も重要な総括の場と位置づけ、インフラメンテナンスに携わる技術者、研究者としての心構えを再認識し、新たなメンテナンス時代に突入することを宣言する場と捉えている。

## 4.3 基調講演（名古屋大学 中村光 教授）

### 4.3.1 概要

富山フォーラムの基調講演は、これまでコンクリート構造物の構造性能評価や非破壊技術、コンクリートのメゾスケール解析など幅広い研究に取り組まれている名古屋大学の中村光教授をお招きし、人材育成の観点と第三者の安全を脅かす損傷の一つであるコンクリート片の剥落に対する予防保全技術をテーマとして、コンクリート構造物の維持管理に携わる技術者への激励を交えてご講演いただいた。



名古屋大学 中村 光 教授による基調講演

### 4.3.2 「臨床教育による人材育成とコンクリート片剥落に対する予防保全技術」

#### (1) これからのメンテナンス技術者像

- ・コンクリート構造物は、造る時代から守る時代へとシフトしてきたことで、技術者に求められる能力も変化してきている。造る時代の「設計」は、決められたルールの理解と想像的な思考であったのに対し、守る時代の「維持管理」は、劣化や損傷などの問題がなぜ起こったのかを、不明確なことが多い実構造物から得られる情報のなかで考えることが求められる。つまり、設計とは順番が逆の概念であり、造るよりも難しい行為である。そのため、個別の構造や



症状の理解と臨床的な思考が求められ、過去の破壊事例から学ぶことは多い。維持管理の中には、変状をただ治すという対処療法のみを実施していることもあるが、それでは根本となる原因の除去を行っておらず、維持管理を行っているとは言えない。維持管理に携わる技術者は、難しい行為に向き合っていることを自覚し、社会情勢や歴史的背景、構造、材料、各種検査機器といった幅の広い知識と、それぞれの変遷について理解しておくことが大切である。そのうえで、「安全」が第一であることを認識しておかなければならない。

## (2) 臨床型教育による人材育成

- ・「臨床」とは、医療分野の領域において、医療などの行為により介入を行う「現場」、あるいは「現場を重視する立場」を指す。医療は病気の種類や程度は千差万別で、一律の知識では対応できないため、多様な症例の知識と経験が必要となる。そのため、医療分野では臨床という考えができ、医療技術の高度化や専門化に伴って技術者に求められる能力が高くなったことで事故が発生したり、患者の要求が多様化したりと、医療従事者に求められる知識と能力が高く、且つ幅広くなったことが、教育のモチベーションとなった。こうした医療分野の教育背景は、インフラの維持管理技術者の置かれた状況にそのまま読み替えることができる。
- ・実際に運用、活用されている臨床型教育のモデルとして「N<sup>2</sup>U-BRIDGE（ニュー・ブリッジ）」を紹介する。ニュー・ブリッジは、全国で更新に伴い撤去された橋梁の部材を再構築した実橋モデルを用い、技術者の臨床教育の場として活用されている。教育に用いられている施設は、初期欠陥を再現したパネルおよび点検機器の実験フィールドや、コンクリート橋・鋼橋および付属物の劣化状態を実際に観察することができ、教科書などには掲載されることが少ない劣化の早期事例なども観察することができる。
- ・この取り組みは、橋梁保全技術者を対象に教育から資格認定までを事業化しており、常設研修としての3コース（基礎コース・検査点検コース・診断評価コース）のほかに、企業や自治体を受け入れたオーダーメイド研修や地域研修などの研修支援も行っている。これからニュー・ブリッジによる実践的な教育を受けた研修修了者が活躍する機会が増えていくことを期待するとともに、橋梁の維持管理を担うこれからの技術者の方には是非この研修事業を活用してもらいたい。

## (3) 鉄筋腐食による内部ひび割れ進展（コンクリート片剥落リスクの要因）

- ・2012年に発生した笹子トンネルの天井板落下事故を受け、2013年をメンテナンス元年と位置付け、各種構造物のメンテナンス技術に関する法制度は次々と改正された。ここで、橋梁の健全性（安全性）の診断を例にとると、点検要領の判定区分IV（緊急措置段階）は、一見、損傷としては判定区分III（早期措置段階）に見えるものもあるが、構造的に危険であるため、判定区分IVと判定されるものがある。つまり、構造的な知識が必要である。なお、落橋につながるような甚大な損傷の発生は少ない一方で、第三者被害に対する危険性を持った損傷はまだ多いと考えなければならない。
- ・第三者被害や劣化進展に重大な影響を及ぼすひび割れに対する知見として、かぶりや鉄筋径によってひび割れモードに違いがあることを知っておく必要がある。ひび割れのモードは、かぶりや鉄筋径をパラメータとする値に依存することが既往の研究で明確になっている。このひび割れモードを知り、表面に現れている損傷から、内部で見えていない損傷の可能性を考えておく必要がある。また、内部で見えていないひび割れ（鉄筋位置から表面方向に向かって進展するひび割れ）の進展状況が、コンクリート片剥落リスクの要因となる。

- ・現在、表面ひび割れを見る技術はさまざま開発されているが、そのひび割れの情報から何がわかるのかを考えなければならない。そもそも、点検→診断→措置→記録→点検といったメンテナンスサイクルは、「診断を行うための点検」「リスクを除去するための措置」といったサイクルの一つ先を行うためにそれぞれの行為があるということを十分に理解しておくことが重要である。つまり、診断に使えない点検では、点検を行ったとは言えない。
- ・供試体の電食実験では、鉄筋かぶりや腐食の程度によるが、内部の水平ひび割れが進展しても表面のひび割れ幅が大きく変化しないことや、表面ひび割れ幅が小さい段階で水平ひび割れが大きく進展しているなどの結果が得られている。そのため、どのようにひび割れが発生しているのか、どのように進展するのかを知り、それに伴うリスクについて考えなくてはならない。

#### (4) 鉄筋腐食と内部ひび割れに対する非破壊試験

- ・人材不足を補い、労力の負担を軽減させるため、「人による点検」を「ロボットによる点検」に置き換える技術開発が行われている。その一つが打音評価法の開発である。従来の打音評価法は、欠陥部の特徴を捉えた指標に基づき判定を行っていたが、欠陥部の打音特性が条件ごとで変化してしまうことが問題であった。そこで、欠陥部ではなく健全部の特徴を指標化して判定することで、欠陥部のない現場の構造物にも、それぞれの構造物に即した指標で判定を行うことができる。
- ・打音検査法は、かなり労力のかかる検査法である。ロボット技術と組み合わせるべきであり、打音検査法以外で内部損傷を、少ない労力で探知できる非破壊検査技術の開発をもっと進めるべきである。
- ・内部ひび割れの非破壊試験の一つに電磁波レーダによるひび割れ探査がある。しかし、一般の電磁波レーダ波形の可視画像では、深さに関係なく可視画像からひび割れを視認し、定量的に評価することは非常に困難である。そこで、機械学習の「教師なし学習」の一つである自己組織化マップ（SOM）を利用して、健全なデータと欠陥部のデータの差分に着目させて多次元データの類似性からグループ分けすることで、内部ひび割れだけでなく、鉄筋腐食位置の判定が可能となる研究結果が得られている。

#### (5) これからのメンテナンス技術者へ

- ・社会が続く限り、社会インフラのメンテナンスには終わりが無い。つまり、メンテナンスは、終わりのない「日々の活動」である。これを同じことの繰り返しと考えるのではなく、日々の改善の機会があると考えることが大切である。失敗が改善の源であることを認識し、失敗を認め、その失敗から何を学ぶかという考えを持たなければならない。
- ・メンテナンスサイクルを意識し、点検では診断のためにどんなデータが必要であるか、措置では将来に渡るリスクをどう減らすかというように、何のために開発した技術を使うのかを考えながら、構造の安全を確保しつつ、継続的な改善を行っていく必要がある。

#### 4.4 学生セッション「私たちが考えるコンクリート構造物の未来のすがた」

(コーディネーター：富山県立大学 工学部 環境・社会基盤工学科 教授 伊藤 始 氏，  
 学生発表：金沢大学，金沢工業大学，石川工業高等専門学校，福井大学，富山県立大学)

##### 4.4.1 活動内容

本フォーラムでは，図 4.4.1 に示すように，未来の維持管理技術や人材育成を考える学生セッションを企画した。ワーキングに参加した教育機関は，金沢大学，金沢工業大学，石川工業高等専門学校，福井大学，富山県立大学の5校の学生であり，アンケートにはこれらの5校に加え，富山大学，長岡技術科学大学，長岡工業高等専門学校の3校の学生にも協力して頂いた。活動の流れは，まず8教育機関の学生に対してアンケートを配布し，質問の内容は，(1)未来の点検診断技術（装置，方法等）(2)未来の補修補強技術（材料，方法等）(3)未来の維持管理システム（発注方法，人材育成，費用，NPO等）(4)未来のコンクリート構造物（橋梁，トンネル等）とし，1つの問いにつきイラスト，テーマ名，説明を各自で記入してもらい回収した。学生から提案された総数は58件で，それらのアンケート結果を分類し，第1回ワーキング（H30.12.21）を石川工業高等専門学校で開催し，3つのグループに分かれてアンケート内容を整理し，その中から発表する重点テーマを選定した。第2回ワーキング（H31.1.21）では，重点テーマについてさらに意見を掘り下げ，新たなアイデアを追加して，発表スライドの作成に着手した。この活動の内容については，北陸中日新聞や建設工業新聞から取材を受け，取り上げられた。

学生セッションのコーディネーターの伊藤始教授からは，今回の取り組みの成果として，1つ目は金沢大学の鳥居和之特任教授が研究責任者を務められる北陸SIPの活動を通じて，8高等教育機関の教員同士のネットワークが培われ，そのつながりを学生同士の横のつながりに発展できたこと，2つ目は土木分野や維持管理分野の担い手であるコンクリートや橋梁を研究している学生達が，未来の維持管理について時間をかけて真剣に考えたことをあげられた。



学生セッション（左：第1グループ発表，右：コーディネーター 富山県立大学 伊藤 始 教授）



図 4.4.1 学生セッションの活動内容

#### 4.4.2 検討テーマとアンケート全体の結果

- ・検討テーマを「未来の点検技術」「未来の構造物」「未来の維持管理システム」の3つとして、**図 4.4.2**に示す3グループに分かれて、各テーマについて検討した。
- ・「未来の点検技術」では、**図 4.4.3**に示すように、主に「AI、自動車、システム、装置、ドローン、ゴーグル」の6種類の技術が提案された。
- ・AIの技術では、人型の点検診断ロボットがひび割れや塩害劣化を発見し、その状況を画面に表示するものや、自動車を用いた点検技術では、走行中の車両から構造物に伝わる振動による加速度や音のデータを継続的に収集し、その変化から異常を検知するものが提案された。
- ・システムの技術では、高解像度の人工衛星画像から橋梁のひび割れなどの劣化状況を判断し、点検する時期や内容を調査するものや、劣化予測モデルで構造物の劣化状況をあらかじめ予測し、タブレット端末と併用して比較し、点検結果の精度向上を図るものが提案された。
- ・装置については、超音波を搭載した特殊な手袋で表面を触れるだけで、材料の品質がデータ化される手袋型のものや、劣化状態を把握したい箇所に投げるだけで、内部の状態を予想するボール型のものが提案された。
- ・「未来の構造物」では、**図 4.4.4**に示すように、構造形式として油による撥水効果を付加した構造物、水分と反応して熱を発生する材料を用いて雪をとかず道路や、材料のアイデアとして自己ひび割れ充填コンクリート、微小な炭素繊維による補強が提案された。
- ・「未来の維持管理システム」では、**図 4.4.5**に示すように、人材育成についてはスマートフォンの学習アプリ、VRで点検方法等を学習すること、新人が相互に授業を行うこと、学生の専門分野の早期決定などが挙げられた。費用と発注方式については、人件費削減、時間短縮、工事や点検の技術者の確保に関するアイデアが提案された。



図 4.4.2 活動したグループメンバーとテーマ

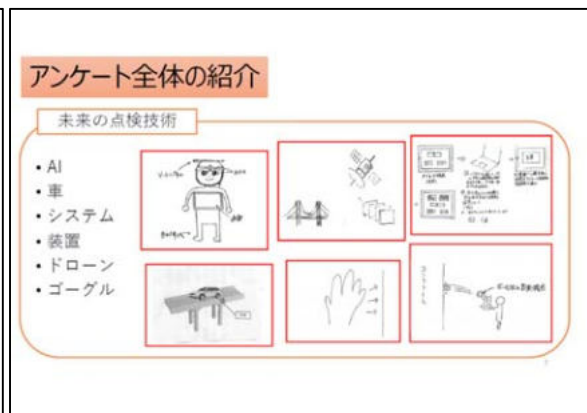


図 4.4.3 未来の点検技術のアイデア



図 4.4.4 未来の構造物のアイデア

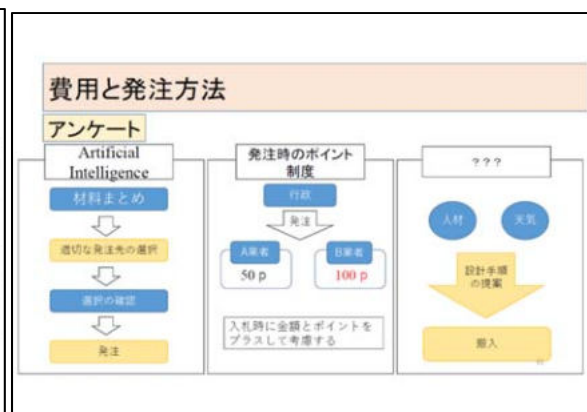


図 4.4.5 未来の維持管理システムのアイデア

### 4.4.3 第1グループ「未来の点検技術」について

- ・第1グループは「未来の点検技術」をテーマとして、現在の社会の問題点として、人口減少による担い手の不足、技術の継承の不足に焦点を当て、それらを解決する技術として「ゴーグルを使用した点検作業」「ドローンをを用いた点検作業」の2項目を深く掘り下げて検討した。
- ・「ゴーグルを使用した点検作業」は、図4.4.6に示すように、知識や経験を持たない人でも容易に点検できるようにゴーグルを通して欠陥を把握するもので、内部の点検には超音波を、外部の点検にはX線を使用している。
- ・超音波は、装置をコンクリート表面に取り付け、その伝搬状況を3次的に把握するもので、X線はゴーグルからの照射で把握するものである。欠陥の判別方法は波の反射により生じる振幅変化を色覚的に判断し、利点として時間短縮、3次的な点検、経験が不要であること、欠点として各手法の従来からの課題や、X線では特に取り扱いが課題となることが挙げられた。
- ・「ドローンをを用いた点検作業」は、図4.4.7に示すように、無人操縦による「点検の自動化」とアームの装着による「点検の高度化」が提案された。
- ・「点検の自動化」は、昼間にプログラミングすることで、ドローンが夜間に無人操縦により基地から構造物に移動し、自動で縦横に漏れなく点検ができ、点検後には基地に戻り、ドッキングステーションに接続してデータの格納や充電を完了させるなど、ロボット掃除機のような点検が可能となる。また、付随するAIにより夜間にデータが整理されるため、昼間には診断を人間が実施可能となる。
- ・「点検の高度化」は、アーム2本を取り付けることで、打音やチョーキング、撮影などの付加的な作業を行うことができる。



図 4.4.6 未来の点検技術・ゴーグルの活用

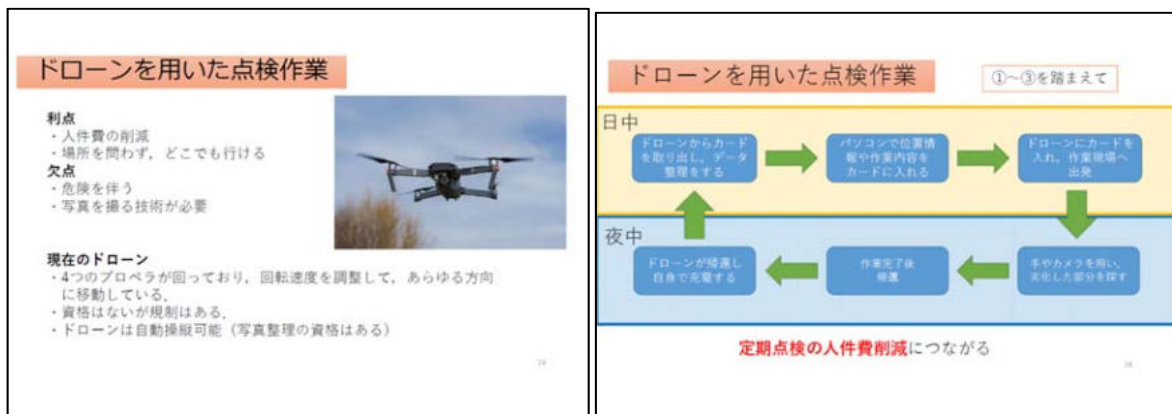


図 4.4.7 未来の点検技術・ドローンの活用

#### 4.4.4 第2グループ「未来の構造物」について

- ・第2グループは「未来の構造物」をテーマとして、「パーフェクトロード」「Visible Concrete」「RRC Bridge」の3項目について、深く掘り下げて検討した。
- ・「パーフェクトロード」は、図 4.4.8 に示すように、太陽光と振動発電により道路に必要な電源をまかなうことを目指した道路で、側道に充電ステーションを設け、電気自動車を充電するとともに、街灯を光らせ、さらに雪と反応して熱を発生する材料を路面に使用するもので、10年後の実現を想定している。利点は、自然に優しいこと、凍結防止剤による塩害がないこと、欠点は、初期費用が掛かること、交通量や天候により発電量が変動することなどが挙げられた。
- ・「Visible Concrete」は、図 4.4.9 に示すように、特殊な光源を当てることで透明になるコンクリート、劣化箇所が分かるコンクリートで、透明になることで内部の鉄筋の劣化や配筋状態が一目でわかる技術で、劣化現象によって色が変わることも提案された。ダイヤモンドにブラックライトを当てると青色に光ることにヒントを得ている。
- ・「RRC Bridge」は、図 4.4.10 に示すように、「Recycle Reinforced Concrete Bridge」の略称で、空き缶やビニール袋、ペットボトルなどをシート状にして、コンクリート橋梁を強固に補強する橋梁構造で、長所は、強固なため橋脚が必要ないこと、構造的な欠陥箇所が減少すること、廃棄物を使用するため環境にやさしいこと、経済的であることなどが挙げられた。実現への課題として、廃棄物から強固なシートを開発すること、廃棄物を安定的に得ることなどが挙げられた。

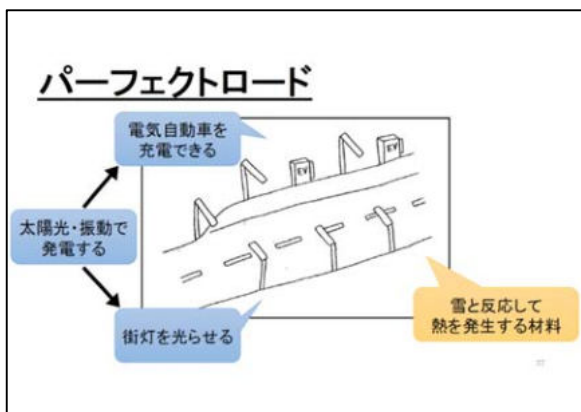


図 4.4.8 未来の構造物・パーフェクトロード

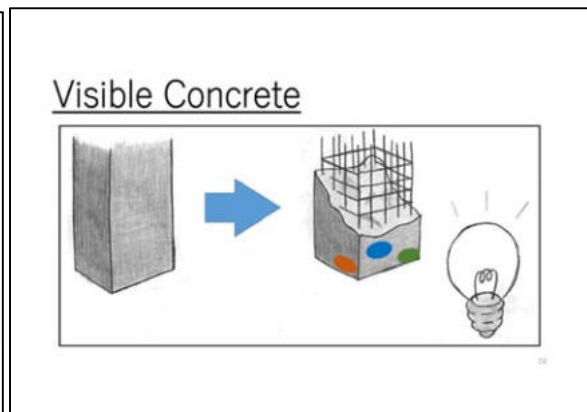


図 4.4.9 未来の構造物・Visible Concrete

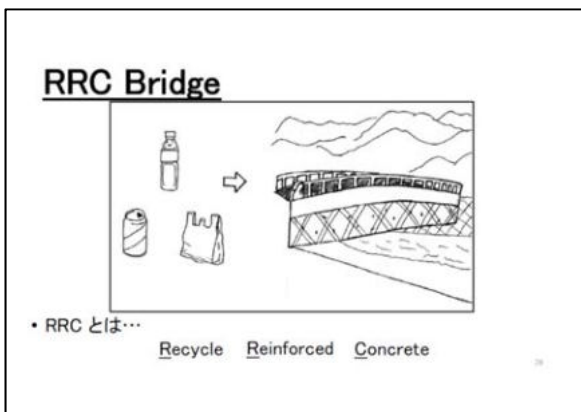


図 4.4.10 未来の構造物・RRC Bridge



第2グループの発表

4.4.5 第3グループ「未来の維持管理システム」について

- ・第3グループは「未来の維持管理システム」をテーマとし、「人材育成」と「費用と発注方式」の2項目について、深く掘り下げて検討した。
- ・「人材育成」は、図4.4.11に示すように、スマートフォンのアプリやVRで点検方法等を学習することで、そのメリットとして、専門用語を共有し検索できること、動画などを見聞きすることで理解が深まること、VRで新人が経験できないような作業を体験できること、が挙げられた。また、新社会人が同じ新社会人に対してローテーションで授業を行うことによる相互学習の効果、教えることで自ら学ぶ効果を得ること、学生が専門分野を早期に決定することで専門性を高めることなどが挙げられた。しかし、専門分野の早期決定は、人材の集まる分野が限定される懸念があり、オールマイティ型の人材を育てることが望まれることが説明された。
- ・「費用と発注方式」は、図4.4.12に示すように、現状の課題として点検の実施、結果の診断、工事の発注、工事の実施までの流れを人間が行っていることが挙げられた。このため、省人化を目的として各作業をロボットに実施させることが提案されたが、すぐにロボットにすべてを任せることは難しいため、5年間隔で段階的に人間の作業をロボットに変えていくこととし、最初に①工事の発注をロボット化、次に②点検の実施、最後に③結果の診断、の順にロボットに任せることとした。ロボットの開発費や購入費は高額であるものの、人件費が削減されるため、10年間程度でメリットが出てくると考えている。

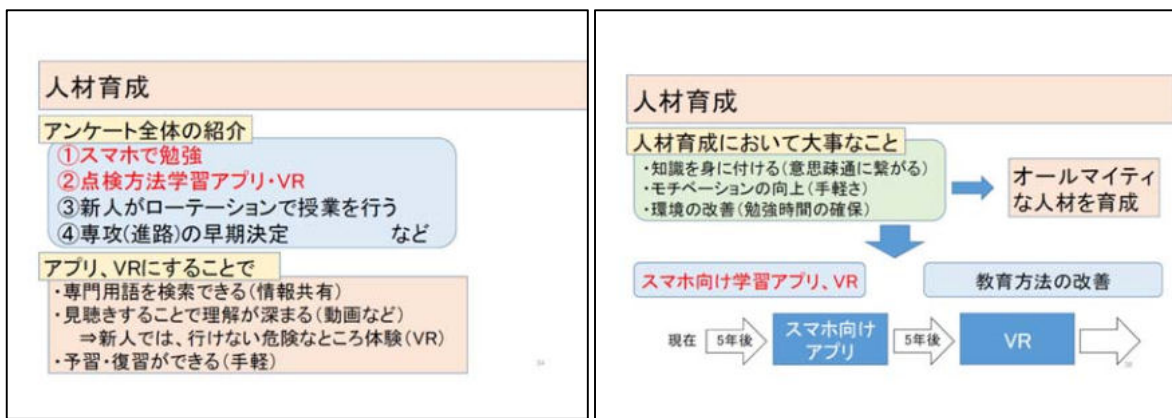


図 4.4.11 未来の維持管理システム・人材育成



図 4.4.12 未来の維持管理システム・費用と発注方式

第3グループの発表

## 4.5 金沢・福井フォーラムの報告と富山県自治体そして大学の取り組み

### 4.5.1 概要

本セッションは、これまで石川県（H30.4.27）と福井県（H30.11.21）で開催されたフォーラムの内容について、石川県、福井県のコンクリート診断士会会長から報告して頂くとともに、富山県内の官学を代表して富山大学河野准教授をはじめ、富山県、富山市の行政担当者から、維持管理を支える技術や維持管理の人材育成についての課題や解決への取り組みについて発表して頂いた。

### 4.5.2 金沢フォーラム「維持管理を担う人材育成とそのあり方」から見てきたもの

（石川県コンクリート診断士会 会長 古川 博人 氏）

#### (1) 維持管理における課題

- ・自治体側の課題である、「財源不足」「人不足」「職員の技術力不足」は周知の事実である。
- ・技術者側としては、「ボランティア活動としての限界」「産学官民の連携不足」「高度な専門性を要する」ことが課題である。



石川県コンクリート診断士会 会長 古川 博人 氏

#### (2) 維持管理に関与している人たち

- ・維持管理に携わる人たちを図 4.5.1 に示す。ピラミッドで考えると、インフラを所有し管理する自治体職員を頂点とし、次に専門性を保持する技術者、実務の建設関連業界、そしてエンドユーザーである一般市民ということが形づくられている。

#### (3) 今後のあり方

##### 【自治体に対して】

- ・中上位に位置する「診断士会」が、管理者（県市町村）への技術支援及び人材育成支援を行う。それにより管理者の技術レベルが向上し、研究者、技術者及び管理者間の連携ネットワークが機能しやすくなる。

##### 【一般市民に対して】

- ・一般市民を巻き込んだ活動を行っていく。例えば「維持管理者のすそ野を広げる活動」として実施した、「橋梁きずなプロジェクト」（橋梁清掃活動）のような市民オープン参加型の体験会等を開催していくことにより、一般市民が主体となってインフラの異常の察知を可能とする。

##### 【技術者に対して】

- ・北陸三県の「教育機関」「診断士会」「自治体」が、包括的に連携を図る。そのために「診断士会」は「一般市民」と「教育機関」「自治体」とのつなぎ役を担う必要がある。それにより北陸特有の劣化に対して、効率的・効果的な維持管理が可能となる。

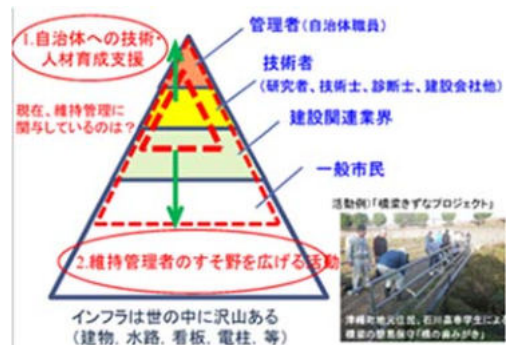


図 4.5.1 診断士会の今後のあり方



#### (4) おわりに

- ・インフラの効率的、効果的な維持管理を実行していくにあたり、「すそ野を広げる活動」（市民と自治体のつなぎ役）が重要となる。
- ・北陸三県の「産学官民」の包括的な連携を図ることにより、その地域ごとにインフラを支える体制が構築されると考えている。

#### 4.5.3 福井フォーラム「維持管理技術の課題と地域実装」から見てきたもの

(福井県コンクリート診断士会 会長 山川 博樹 氏)

##### (1) 維持管理技術の課題と地域実装

- ・新技術実装のためには、国、地方自治体、技術開発者、受注者、大学等がそれぞれの立場で工夫することが必要である。
- ・重要なのは現状のままでは非常に困っている強いニーズがあり、ニーズとシーズをうまく結びつける仲人的な人や組織、使いこなす技術集団、人とのネットワークが大切である。

##### (2) 福井フォーラムから見てきたもの

- ・ここ数年ですさまじい勢いで進化しているロボットやAIを使った技術や、新工法も増えてきており、コスト削減や耐久性向上などとどまらず、今後女性や若者の活躍の場が増加する可能性も期待できる。一方、基準類、要求性能、評価方法、積算方法等が整備されておらず、あらゆる構造物に新技術が対応可能ではない。
- ・自治体、大学、実務者のいずれも、それぞれの立場に応じて、様々な工夫や新たな技術の導入、開発を実施している。しかし、現実には財政や人材、技術等の面で理想を現実にしていくことは難しい。
- ・長期的な見通しに基づき、全国画一的な維持管理方針ではなく、地域の実情に応じた効率的で効果的な維持管理の実施が重要である。そのためには、産官学民の連携は欠かせず、同時に将来に向けた人材の育成も必要。維持管理の分野でも「i-Construction」が進み、関係者全てにとって「よりよい環境」となることに期待したい。
- ・人口減少や少子高齢化により建設業界に従事する技術者も減少し（担い手不足）、今後インフラを十分に維持管理していけるかどうか大きな問題となっていることは明白である。
- ・「これからの維持管理」には、如何に効率的で効果的な方法によって、より良い構造物を社会に提供していけるかが重要であり、我々の子孫に「負の遺産」を残さないように出来るか、このことが今まさに我々に求められていることを、改めて痛感している。



福井県コンクリート診断士会 会長 山川 博樹 氏

#### 4.5.4 土木分野における技術者創出への取り組み

(富山大学 都市デザイン学部 都市・交通デザイン学科 准教授 河野 哲也 氏)

##### (1) 自己紹介

- ・(独) 土木研究所入所後 12 年に渡り、道路橋（特に下部構造）の設計、施工、維持管理、補修・補強、性能評価、設計法の改良などの研究に従事してきた。
- ・H24,H29 年道路橋示方書、H24 年斜面上の深礎基礎設計・施工便覧、H27 年杭基礎設計便覧・施工便覧等、基準類の改定時には、改定案を執筆するなど、主体的に取り組んできた。
- ・フーチングにおける ASR に関する研究を学位論文として取りまとめた。北陸は ASR の多い地域であり、今後も継続して研究していく。



富山大学 河野 哲也 准教授

##### (2) これまでの経験から思うこと

- ・土木研究所の CAESAR という組織（H20 年に発足、橋梁・基礎・耐震等の既存研究グループを 1 つに統合した組織）において、それぞれの分野の専門の方と共同で研究を行うことで、全体を見渡した俯瞰的な視点を養えたことは貴重な経験であった。
- ・土木系職員や熟練技術者の減少や予算が縮減される一方、既設橋の維持管理や補修補強は待ったなし。少ない人と予算で対応するには、自ずと 1 人 1 人に求められる能力が高くなり、幅広い視点と豊富な知識、現地を見て考えること、知見を共有することが求められる。
- ・診断→措置→記録→点検のメンテナンスサイクルを確実にまわし、得られた知見を蓄積し、これらの知識を産官学の技術者で共有していくことも重要である。

##### (3) 都市・交通デザイン学科

- ・土木と建築のハードからソフトまで幅広い分野について勉強する学科である。
- ・入試方法が多様であることも学科の特色であり、AO・推薦・社会人入試で全体の 4 割を占めている。また、女子学生が 42 人中 14 人と 1/3 を占めているのも大きな特徴である。
- ・学生の知識の足元を固めるため、ハード系の基本となる数学、力学、物理をみっちり行う。
- ・豊富な実地体験を大切にしており、管理者や民間の協力の下、現場を見学させてもらう機会を多く設けている。また、授業とは別に、都市にかかわる課題に対して学生らが自主的に解決方策の検討等の活動（自主プロジェクト）を行っている。路面電車の大学構内への延伸計画など、12 の課題を設定し、現地調査や関係者へのヒアリング等を行っている。

##### (4) 今後に向けて

- ・これからの技術者には、幅広い視点と豊富な知識が必要である。
- ・そのために、基礎をしっかりと身に着けたうえで、たくさんの事例を見てしっかり考えること、そして、それらについて色々な人と話をするのが大切である。
- ・基礎的な知識や専門分野の掘り下げに加えて、1 学年の頃からできるだけいろいろな経験をさせたい。近隣の大学、役所、企業の皆様と積極的に交流させて頂きながら、学生と共に成長していければと思っている。
- ・本学科は富山大学に新設された土木系の学科ですが、引続きよろしくご協力致します。

#### 4.5.5 土木施設の長寿命化にむけた取り組み

(富山県土木部 建設技術企画課 課長 吉岡 浩二 氏)

##### (1) 公共土木施設の老朽化の現状と今後の見通し

- ・ 県管理の公共土木施設は高度成長期以降に整備されたものが多く、今後、急速な老朽化の進展が見込まれている。
- ・ 橋長 15m以上の橋梁は 825 橋あり、建設後 50 年経過しているものは現在 22%あるが、10 年後は 49%、30 年後には 88%になる。また、港湾の岸壁 52 施設においても、同様に老朽化が進んでいる。
- ・ 道路や消雪の管理延長は、平成 5 年よりも 3 割から 5 割増と大幅に増加しており、県単予算の維持管理費については、平成 5 年の 79 億円から平成 29 年の 104 億円と 3 割増となっている。
- ・ 今後の老朽化の進展に伴う維持管理費、更新費の増加を少しでも緩和するため、平成 17 年頃から公共土木施設の長寿命化に向けた取り組みを進めている。



富山県 建設技術企画課長 吉岡 浩二 氏

##### (2) 事後保全修繕（対処療法型）から予防保全型修繕への転換

- ・ 長寿命化計画はライフサイクルコストの縮減や維持、修繕、更新費の平準化に努めること目的に策定しており、これまでの事後保全による対処療法型の修繕から、予防保全型の修繕への転換を進めている。

##### (3) 長寿命化計画の策定状況（予防保全型の修繕計画）

- ・ 土木部では、平成 23 年の橋梁長寿命化修繕計画を皮切りに、これまでに都市公園、下水道の機械・電気設備、河川管理施設、ダムの機械設備・電気通信設備、港湾施設、砂防施設等の長寿命化計画を策定している。現在、ダムの土木構造物、海岸保全施設、地すべり・急傾斜地崩壊防止施設の計画策定を進めている。
- ・ 平成 29 年 3 月に見直した橋梁長寿命化計画では、従来の事後保全の対処療法型の修繕よりも、予防保全型の修繕にしたほうが予算は平準化され、コスト縮減を図ることができる。
- ・ それぞれの計画については、定期点検の結果を踏まえ概ね 5 年ごとに見直しを行うことにしている。

##### (4) 長寿命化計画の事例

- ・ 砂防設備では、堰堤工などにアル骨、摩耗や洗掘などの劣化がみられる。
- ・ 砂防設備の長寿命化計画の策定手順は、最初に点検・評価を行い、次に点検結果に基づき、「健全度」を算出し、点検結果に基づく健全度と社会的影響を踏まえた施設の重要度から「優先度」を設定し、優先度の高い施設から対策を実施する計画を考える。
- ・ 予防保全型はこまめに補修するが 1 回当たりの修繕費は安く、ライフサイクルコストは低減する。個々の施設ごとの予防保全型の修繕費用を積み上げ、年度毎の事業費の平準化を図っている。砂防施設についても、予防保全型による長寿命化計画の策定により、コスト縮減が図れるものと試算している。

#### 4.5.6 インフラを守る時代のマネジメント ～富山市スタイル～

(富山市 建設技術統括監 植野 芳彦 氏)

<予定時間が超過し、この前の発表終了時点で既にパネルディスカッションの開始時間になったため、植野氏からの提案により、植野氏の発表をとりやめ、次の「パネルディスカッション」に進むことになった>

<講演予定の内容>

- ・インフラメンテナンスの課題
- ・富山市の橋梁マネジメントにおける技術課題
- ・富山市の橋梁管理体制の改革
- ・持続可能な「橋梁マネジメント計画」
- ・富山の宿命ASR
- ・新技術への対応 実証と評価の重要性
- ・職員教育「植野塾」
- ・連携体制の確保
- ・橋を壊す体験を！
- ・自治体のインフラマネジメントで重要なこと



富山市 建設技術統括監 植野 芳彦 氏

#### 4.6 パネルディスカッション「これからの維持管理を支える技術と人材に何が必要か」

フォーラムの最終セッションでは、これまでのセッションでご講演頂いた方々にご登壇頂き、「これからの維持管理を支える技術と人材に何が必要か」をテーマに会場の参加者を交えて議論を行った。

##### (1) コーディネーターとパネラーの紹介

役割	氏名	所属
コーディネーター	森 直生	富山県コンクリート診断士会 副会長
パネラー	中村 光	名古屋大学 大学院工学研究科 教授
	河野 哲也	富山大学 都市デザイン学部 都市・交通デザイン学科 准教授
	吉岡 浩二	富山県 土木部 建設技術企画課 課長
	植野 芳彦	富山市 建設技術統括監
	古川 博人	石川県コンクリート診断士会 会長
	山川 博樹	福井県コンクリート診断士会 会長

##### (2) パネルディスカッションの内容

コーディネーター：森副会長（富山県コンクリート診断士会）

テーマは「これからの維持管理を支える技術と人材に何が必要か」となっている。そこで、まずは100年先の維持修繕，技術，人材を考える上で、今から10年の間に何が必要かという事について意見を伺いたい。



パネルディスカッション



金沢大学 鳥居特任教授のコメント

パネラー：植野氏（富山市）

今回、学生発表があったが、まず1つ目はそういう事を考えられる人材、これが重要だと思う。仕事は言われたからやるのではなく、自分がやるんだ、という気持ちで取り組む事が大事。それが人材育成の第一歩だと考える。2つ目は、マネジメント（戦略）を考える事である。つまり、与えられた資源の中で、それを如何に使うか。これは、人、財政、点検のツールなど様々なものが含まれる。予算は、これから10年、20年、経っていけばいくほど厳しくなっていく。10年間でやれる事を如何に考えていくか、という事が重要と考える。

パネラー：中村教授（名古屋大学）

戦略的なマネジメントで言うと、人材「ヒト」、技術「モノ」と、マネジメントなどの仕組み「コト」をしっかり行う必要がある。点検、診断のマネジメントサイクルは、ともすると小さいサイクル、いわゆる戦略ではなく目先のサイクルとなってしまう。それを如何に大きなサイクルで考えるか、予算や集約という議論を、如何に判断していくかが重要で、そこがないと結局うまく回らない。今は始まったばかりで、皆で走り出し、小さいサイクルで一周した。これからは大きいサイクルを考える必要がある。

コーディネーター：森副会長（富山県コンクリート診断士会）

では、この10年間で一番にやらなければならない事は何だと考えるか伺いたい。

パネラー：中村教授（名古屋大学）

様々な事をやらないといけないが、大学の立場から「学生の教育」という観点でいうと、構造をしっかり学ばなければいけない。コンクリート系の演習講義でも、構造物を設計する演習よりも、近頃は維持管理系（メンテナンス）の講義や演習が増えている。しかし、橋を設計するという行為をきちんと学んでいなければ、橋の安全を守るという点で、何が橋の維持管理の中で重要なのが分からなくなる。今、構造から離れている方も構造にもう一度立ち戻って、診断の観点で物事を考えて欲しい。そのためには、モノを作るというところを大事にする必要がある。

パネラー：河野准教授（富山大学）

大学は、技術者を育てる最初のステップである。研究所に在籍していた頃に“100年先に役立つ研究をなささい”という標語がかかっていた。100年先を見越して過ごす事が重要と思う。基礎的な知識をしっかり押さえ、多くの現場を見て現象を確認し、その知見を多くの人と共有して議

論し、また、教えを仰ぐ事が大切だと考える。それに加え、学生には、そうしていく事の楽しさだけでなく、難しさや責任感をしっかり伝えていこうと心掛けている。

コーディネーター：森副会長（富山県コンクリート診断士会）

楽しさを伝える事も大切だとあったが、石川県では子供たちに興味を持ってもらう活動をしていると報告がある。それについて伺いたい。

パネラー：古川会長（石川県コンクリート診断士会）

維持管理に携わる人の底辺を拡大する必要がある。そのため、10年、20年先を考えると、子供たちにこういった方面に意識を持ってもらう事が重要である。今我々ができる事は目の前にあるインフラの点検や維持管理もそうだが、教育という面に関しても力を注いでいかなければならない。そこで石川県では毎年、子供たちにコンクリート作ってもらうイベントをやっている。これは、モルタル補修材とミッキーマウスなどのキャラクターの型を用意して、実際に子供たちにモルタルを練ってもらうものである。コンクリートに触れてもらう事で、熱を肌で感じ、わずか数分で硬くなることを体験してもらっている。子供たちは初めての体験を楽しんで帰っている。

コーディネーター：森副会長（富山県コンクリート診断士会）

ここで少し、話題を変え、福井のフォーラムで議論した技術について、この先10年でどんな事が出来るか伺いたい。

パネラー：山川会長（福井県コンクリート診断士会）

キーワードは、効率的と効果的の2つであると考え。従来の点検のように作業が重労働で地味という印象があると、若い人達は避けやすい。そこで、新技術の実装を進め、認知され広まっていけば、興味を持つ人が増え、新たな建設業に携わる担い手の確保にも繋がると考える。

コーディネーター：森副会長（富山県コンクリート診断士会）

10年先を見据えて、何をしなければならぬかという議論では、予算の話も重要である。行政の立場から、もし予算が潤沢にあれば、今何をしないといけないとお考えか伺いたい。

パネラー：吉岡氏（富山県）

予算が潤沢にあれば、集中投資を行い、後々の維持管理費を少しでも軽減できれば良いと考える。人材面で、若者の担い手確保は、県としても大事な施策と考えている。県では、親子見学会、SNSによる情報発信、女性目線で作ったパンフレットの配布などを試みている。そのほか、高校への出前講座で建設関係の仕事への理解を深めてもらうとともに、モノづくりの達成感がある仕事である事を発信している。こういった取組みは、一朝一夕に効果は出ないため、毎年繰り返し継続して行っている。また、公務員には、幅広いスキルが求められ、高い倫理観、技術力、マネジメント力も求められる。ただし、なかなか専門的な知識を身につけるまでにはいかないのが実情である。そんな中、維持管理を担う技術者としては、現状分析、危険予知といった能力、設計や施工に関する知識、現場経験で培われた技術力、何かおかしいと感じ、その違和感を具体的に損傷と結びつけられる想像力などが必要と考えている。想像力は技術力を増幅させるため、若い公務員の方には是非、想像力を鍛えて欲しい。

コーディネーター：森副会長（富山県コンクリート診断士会）

ここで、参加者の方からのご質問を伺います。

会場：鳥居特任教授（金沢大学）

学生には志を持って頂きたい。志というのは、必ず責任や自覚が問われる。それを続けるとその先に希望や夢、楽しさが出てくる。最初から楽しさはない。つまり、自分の将来を具体的にイメージし、志みたいなものが少し芽生えてくると、そこから自覚が出てきて将来の楽しさに繋がる。それから、コンクリート診断士の方、役所の方にはプロフェッショナルとしての覚悟を決めて頂きたい。今は仲良しクラブでやっていけるような時代ではない。少なくとも今我々が抱えている問題は仲良しクラブでは解決出来ない。特にこの地域（北陸三県）では、人口は落ち込んでいき、財政も厳しい。しかもアル骨や塩害といった大きな問題もある。それを打破するには、仲良しクラブから抜け出さないといけない。これは、少子化に伴い非常に厳しい時代に入ってきた大学にも言える。

パネラー：植野氏（富山市）

コンサルタントなどの業者だけでなく、職員も覚悟を決めなければならない。職員のレベルは決して高くない。このままでは、技術の伝承というのはただの綺麗事になってしまう。そのため、大学の先生方には、学生の時からしっかりと鍛えて頂きたい。何が一番出来ていないかというところ、力学的思考である。これが出来ないと、何のどこが悪いのかチェックする事は出来ないし、大きな問題である。役人のこれからは覚悟と責任が大事だと思う。色々綺麗事を並べても、間違った設計を見逃していたら、市民の為にはなっていないのである。このままでは、これからまた10年間同じ事を繰り返してしまうので、最近特に厳しく言うようにしている。もちろん、民間企業の方にも勉強して頂きたいと思う。維持管理では、市民の方にも協力して頂く話も出てきているが、それはあくまでも一部であって、市民の協力だけで維持管理する事は出来ない。やはりプロの技術と目をもって、市民の協力も得ながら、ハードとソフトを兼ね備えてやっていく事が必要である。今は、そういう覚悟もないのが現状だと感じている。

パネラー：古川会長（石川県コンクリート診断士会）

関連するかもしれないが、今やっている事は全て一緒のレベルでモノを見ている。橋梁点検などは、ほとんど人が通らない橋でも多くの人を通る橋でも、同じような点検をして、同じような手間とお金がかかっている。そういうところを整理して、ある程度劣化の進んだ橋梁や多くの人を通る橋梁は必ず専門家が見て判断するなど、維持管理の棲み分けが必要だと考える。このままではいくらお金があっても足りないのではないかな。

パネラー：植野氏（富山市）

富山市では橋梁にランク付けをしており、1番から2,200番まで順位をつけている。そこで問題なのは、国や県からの指導の仕方や、管理者としての責任が挙げられる。民間に任せるという方法もあるが、管理者としての責任は市にあるので、一概に民間に任せると出来ないのである。これは多分ずっと続く問題である。これらをどう考えてどう協力して頂くかというところが大切で、新しい仕組みを作っていく事が必要という事である。

会場：鳥居特任教授（金沢大学）

フライアッシュコンクリートの例をとると、やっこの取り組みが動き出した。ここで苦労した

のは、自治体で認めるには市町であれば県へ、県であれば整備局へと認められた実績が必要となる。実際には富山、石川、福井の情報は、新潟は持っていませんという事を分かってもらうところから崩していく必要があった。実際にフライアッシュコンクリートは、鉄道・運輸機構が受け入れてくれた事がきっかけで動き出した。その後、北陸地方整備局も規格からフライアッシュコンクリートを検討する、となった。つまり、今までは下から上へあげていく議論はなく、必ず県の担当者レベルのところまで止まってしまう。それでは、駄目なので積極的に伝える事をやっていく必要がある。大学の先生も同じで、これから良い方向に導くには、打破していく力がある。これは組織として発言する事も有効であり、診断士会は100名位いるので、個々よりも発言に力があるし、北陸三県全体でまとまる事でより大きな力となる。是非、皆さん方から積極的に動いて頂きたい。この5年間のSIPで、大学の系列もなく、コンクリート、構造、地盤といった全体を網羅したネットワークを残せた。そして今、学生もその下で繋がってきた。これも、少しずつあらゆる事を打破する力になるのではないかという思いがある。富山・石川は保守的である。これからの10年と言っているが、このままではそこまでもたない。その意識を今日来られている方が、プロとして、土木技術者としての、覚悟と自覚を持って取り組んで頂きたい。

パネラー：植野氏（富山市）

富山・石川は保守的とあったが、結局、一人一人の人なのである。富山・石川は良く言えば真面目で慎重、結果なかなか決める事が出来ない。これが物事を遅れさせている。

コーディネーター：森副会長（富山県コンクリート診断士会）

コンクリート診断士会は、富山も石川も福井も本当にいろんな方がいる。このネットワークをしっかりと活用する必要がある。その中でこの場に参加頂いた診断士会の方々は皆、覚悟を持つ必要がある。ここで、診断士としての立場から意見を伺いたい。

パネラー：山川会長（福井県コンクリート診断士会）

この場で問われるまで、覚悟を持ってやっていたかと言われれば、そこまでの明確な意識は無かった。ただし、福井の場合は鳥居先生に委員長になって頂いたりしながら、診断士会の中で議論を交わしており、コンサルタントや建設会社とも人のネットワークを作っている。また、福井の診断士会のモットーを「地元のコンクリート構造物は地元の間人で守っていこう」として運営していく気構えで、これを機会にさらに踏み込んでいけるような活動を進めていきたい。

コーディネーター：森副会長（富山県コンクリート診断士会）

北陸三県に診断士会がある。しかし、行政に対してその存在はなかなか浸透しておらず、診断士会を利用してもらうためにも、もっとPRする必要があると感じている。これについて県としてのご意見を伺いたい。

パネラー：吉岡氏（富山県）

直接診断士会に業務を委託する事はないが、コンサルタントに診断士会の方が在籍しているため、間接的に活用していると考えている。橋梁点検では、国交省の登録資格制度によりコンクリート診断士に限らず、認められた民間資格を有する者を活用する事も行っている。

コーディネーター：森副会長（富山県コンクリート診断士会）

診断士会としては、勉強会や実際の調査、業務でなくてフィールドを貸してもらうなど色々な事



ができると考えるが、いかがでしょうか。

パネラー：植野氏（富山市）

そのような取り組みは積極的にやろうと考えている。ただし、まず協会から提案すべきである。そもそも、国交省の点検要領では、橋梁点検はどのような会社を実施するという明記はされていない。ゼネコンでも診断士会でも資格要件だけ満たせば行っても良い。ただし、厳しい言い方をすれば、コンクリート診断士会の方々はある程度の技術力は持っているが、橋梁の勉強が必要ではないかと思う。関わる覚悟と責任を持ってであれば、個人でも組織でも、提案にはどんどん来て欲しい。

コーディネーター：森副会長（富山県コンクリート診断士会）

ニュー・ブリッジで臨床教育による人材育成に力を入れておられる立場からご意見を伺いたい。

パネラー：中村教授（名古屋大学）

コンクリート診断士には、非常に優秀な方がいる一方、橋を診た事がない方でも試験勉強に特化した方であれば受かる試験である。コンクリート診断士会には非常に有能で知見の多い方もいるので、新しいコンクリート診断士の方がいたときに、実務として資格を活かせるようなレベルまで、診断士会として研鑽活動場の提供に努める事が必要と考える。現状は、能力の差が大きいと感じる。

コーディネーター：森副会長（富山県コンクリート診断士会）

個人の経験だが、診断士をもちながら橋梁の知識が弱かったので、ニュー・ブリッジで学んだ。維持管理の重要性が高まるなか、コンクリート診断士に求められる知識や能力の幅も広がっている。そのため、診断士会としても継続的な研鑽に努める必要がある。また、チャレンジする事も大切だと感じる。他に会場からご意見を伺いたい。

会場：伊藤教授（富山県立大学）

保守的な役所の体制を崩すという事、それに異議を唱えていくという事について、地域の事情を踏まえてご意見を伺いたい。

パネラー：中村教授（名古屋大学）

北陸に来て、先生方が積極的に発言されている事に驚いた。在住している愛知県では、橋梁の維持管理をどのように行っているのかの情報が入る機会は多くない。ただし、愛知県都市整備協会が主催する道路橋診断評価会議に、大学の教員がオブザーバーで参加する事が始まった。評価委員になって責任に関係する立場ではなく、オブザーバーで准教授や若い助教授が出る事で、多くの事例を知り、意見交換をする場であれば、協力するという形である。北陸は産官学が密になって進んでいるという事を感じたため、参加者の皆様はそれを利用できる場にいると言える。

パネラー：河野准教授（富山大学）

筑波（土木研究所）に在籍していたころは、富山だから石川だから保守的というイメージは持った事はない。逆に関東のコンサルタントにも保守的な方はいる。そういう意味で言うと、やはり「人」であると感じる。教育の話でも述べたが、責任感と覚悟、熱意（意気込み）を持っているか否かが重要になってくる。学生には、しんどい事があっても、最初の3年位は歯を食いしばっ

て頑張る覚悟を持って欲しい。是非、最後まで責任を持って頑張れるような「人」になって欲しいと思う。

コーディネーター：森副会長（富山県コンクリート診断士会）

これまでのご意見から、「責任」と「覚悟」、「ネットワーク」に加え、「学ぶ」という姿勢と行動を持って、維持管理に向き合っていきたいと思います。維持管理は、このフォーラムの議論で終わりはありません。皆様が感じた事を是非スタートであると思って頂き、今後とも皆様とネットワークを築いていきたいと思っています。ありがとうございました。

#### 4.7 富山フォーラムの講評（金沢大学 鳥居和之 特任教授）

<パネルディスカッションでのコメントより>

- ・学生には志を、コンクリート診断士の方や役所の方にはプロフェッショナルとしての覚悟と責任を持って頂きたい。
- ・北陸三県では、人口が落ち込み、財政も厳しく、アル骨や塩害といった大きなコンクリート劣化の問題がある。それを打破するには、閉鎖的、保守的な姿勢から脱却し、発注者、コンサルタント、建設会社の3者の仲良しクラブから抜け出さなければならない。
- ・これから良い方向に導いていくには、あらゆるものを打破していく力がある。そこで、北陸三県全体でまとまること、北陸SIPで残せたネットワークを活用することが重要である。
- ・これからの10年と言っているが、このままではそこまでもたないという危機感を持って、このフォーラムに参加された方々には、プロとして、土木技術者としての覚悟と自覚をもって取り組んで頂けることを期待する。

## 4.8 富山フォーラム参加者のアンケート調査結果

### 4.8.1 参加者の業種別構成

当フォーラムには、計 209 名の方に参加を頂いた。業種別の参加者数は、図 4.8.1 のとおりであり、学生 15 名を含む幅広い業種の方々にご参加頂いた。

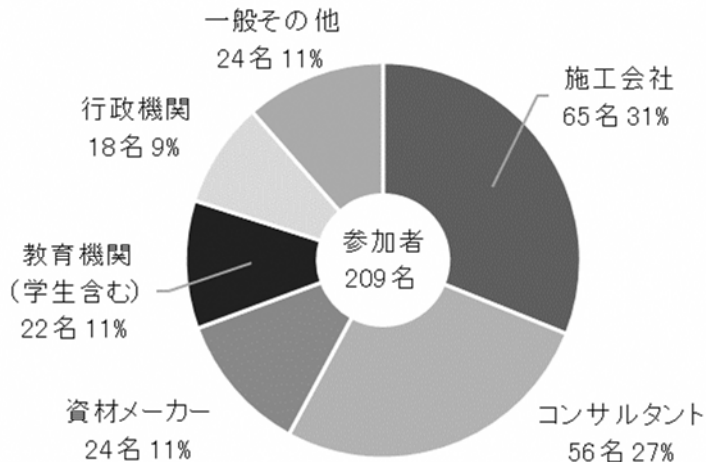


図 4.8.1 業種別の参加者数

### 4.8.2 アンケート結果

フォーラム終了後に当フォーラムに関するアンケートを行い、半数以上の方から回答を頂いた。

#### (1) フォーラムの満足度

フォーラムの満足度を「大変有意義だった」「有意義だった」「普通」「物足りなかった」「全く物足りなかった」の 5 択で尋ねた。その結果は、図 4.8.2 のとおりであり、「大変有意義だった」と「有意義だった」が有効回答数の 91%と、参加者の満足度は非常に高かった。

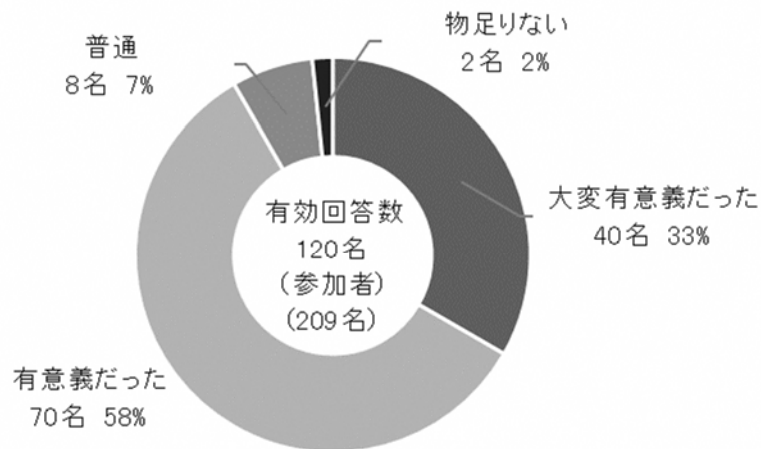


図 4.8.2 参加者の満足度

## (2) フォーラムに参加しての主な感想や意見

- ・産学官民の意見が聞けて良かった。
- ・学生のアイデアが斬新で、非常に良い経験となった。
- ・これからの技術・人材には、まだ多くの課題があり、官民学産のつながりが重要だと感じた。
- ・専門知識の理解はやや難しい所もあったが、学生（若い人）の自由な発想が実現すれば役に立つ、学生時代の研究で終わらず、ぜひ実現に向けて頑張ってもらいたい。
- ・土木構造物の今後長寿命化させるために必要な知識や取り組み方の重要性が認識された。
- ・診断をするための点検という考え方が、改めて重要だと気付かされた。
- ・鉄筋腐食による内部ひび割れの進展について、実務者としてこれまで表面のひび割れに対して注意してきたが、今後は内部に対しても注意を払っていく必要があると意識させられた。
- ・日進月歩的なコンクリートの情報をこのような講演で得たいと思う。

## (3) これからの維持管理を支える技術と人材についての意見

- ・AIを活用し、現状の写真を撮影するだけで、位置状況から橋梁名を検索し、過去の状況と比較することができれば、人材はそれほど必要ない。こういったシステムを元に海外展開すべきである。
- ・効率的な新技術が増え、生産性の向上が見込まれることは良いことだと考える。人材については建設業界に対するイメージはまだ悪いように感じられる。魅力的な環境を整備しないと育てる人材すらいなくなる。
- ・重要な場面での技術者のあり方、資格取得と、資格を取った後の研鑽の重要性について知ってもらえる場が多くあってほしい。
- ・新しいものを取り入れる柔軟な考えと現物に触れて体験するひとが重要。
- ・維持管理の重要性と人材（材）不足について、あらためて考えさせられるフォーラムだった。人材確保の難しいなか、維持作業も人材育成も大切だと感じる。今日の学生のような様々な発想から少しヒントがもたらえた。
- ・技術者の人材確保、育成は産官民ともに重要課題であり、急務だと思う。しかし、経験工学的な要素が高いので、長い目で育成するしかない。
- ・地域、環境に愛着を持って、そこに貢献したいと強く思える人が将来を担える人材になり得るし、また有効な技術を生み出せると思う。そういった人を多くつくるためのPR活動を行う必要がある。
- ・土木技術者の減少が進む中、IoTの導入などの高度技術を取り入れることで、人材不足を補うことが重要である。
- ・地域の大学を中心とした人材育成を進めていき、そこに行政と診断士会が加わり連携することで、地域のネットワークを形成していくべきである。
- ・優秀な学生を育てるために座学も大切であるが、現場をしっかりと見せて実態や現状を理解させる、触れさせることも重要である。
- ・労働時間削減を進める中、いかに効果的に人材育成を進めるのか課題。
- ・維持管理は魅力的なものにしていかないと人材が集まらないし、育たない。
- ・他分野（化学、電気、電子）との連携も大切と考える。
- ・労働人口が減少している中で、まずは人員の確保（土木、建設に興味を持ってもらう）ことが重要と考える。
- ・様々な新技術、新材料等を検証することや臨床データを多く保有するための予算等の確保が今後のインフラ構造維持には欠かせない。

## 第5章 本事業の成果と今後の活動方針

### 5.1 これからの維持管理を支える技術

#### 5.1.1 概要

塩害やアルカリシリカ反応、凍害などによる劣化が生じたコンクリート構造物が数多く点在し、劣化環境が非常に厳しいこの北陸地方で、今後我々は膨大な量のコンクリート構造物の維持管理を適切に行っていかなければならない。しかしながら、維持管理の現場では「維持管理を行うための財源の不足」「維持管理に関わる人手の不足」「維持管理に関わる者の技術の不足」の“3つの不足”が深刻になっており、今後維持管理を行っていくうえでこれらが大きな足枷となっていることが、金沢・福井・富山の各フォーラムを通じてあらためて確認された。これらは、北陸SIPの取り組みとして行われた北陸地方の自治体に対するヒアリング調査でも共通の課題として明らかになっている。「限られた資源（財源，人，技術）のなかで、いかに適切に維持管理を行っていくか」が我々に課せられた大きな命題である。

これまで行ったフォーラムでの議論などもふまえ、これからの維持管理を支える技術の方向性や課題について以下に示す。

#### 5.1.2 これからの維持管理を支える技術の方向性と新技術の導入に向けての取り組み

##### (1) これからの維持管理を支える技術の方向性

今後、限られた資源で維持管理を適切に行っていくためには、以下のとおり「効率的・効果的な技術」「汎用性が高く簡便な技術」の開発や実装がこれからの維持管理を支える技術の方向性として求められる。

##### ① 効率的・効果的な技術

維持管理に要する費用を抑えるためには、維持管理に係る点検などの業務の効率を上げることが必須である。

福井フォーラムでは、橋梁点検支援ロボットやドローンを活用した打音検査技術などが紹介され、これらを点検の分野で活用することにより、点検が困難な特殊形式の橋梁の点検が低コストで行えることや技術者の技量や能力に依存しない定量的な評価が可能になることなどが報告され、これらの技術の有効性が確認された。また、岐阜大学SIPでは橋梁点検へのロボット技術の適用に関する実証実験が各務原大橋をモデルに行われ「ロボット技術を取り入れた橋梁点検指針（案）」も提示されている。

現在の定期点検要領では、点検は目視（肉眼）による近接目視によって行うことを基本としているが、今後はこれらのロボット技術やドローンを活用した技術のほか、ITやAIなどを用いた技術の積極的な運用も視野に、より効率的で効果の高い技術の開発やこれらの実装を図るための環境を整備することが必要である。

##### ② 汎用性が高く簡便な技術

維持管理に関わる人手が不足するという現状において、今後は、より簡便で、より多くの人が使える技術の運用も求められる。

福井フォーラムでは、新潟市の取り組みとして小規模橋梁を対象に、長岡高専で開発されたタブレットシステムを用いて地元の建設業者による点検業務を試行的に進めており、生産性の向上に繋がっていることが報告された。また、東北大学SIPで開発された橋梁メンテナンス統合データベースシステム（DBMY）は、点検結果や補修履歴などの情報を一元に管理し、地図データも用いて、より簡便に必要な情報を閲覧、抽出できるシステムで、福井県などでの導入が進められて

いる。さらに、補修技術の分野では北陸SIPにおいて流電陽極を用いた腐食緩和工法が開発され、電気防食工法に代わる、より簡便な工法として今後の運用が期待されている。

これら技術のように、より多くの人により簡便に使える技術の開発や運用が今後さらに求められ、維持管理の技術については、“簡便であること”がこれからのキーワードの一つになると考えられる。

## (2) 新技術の導入に向けての取組み

「効率的・効果的な技術」「汎用性が高く簡便な技術」を新たに導入するためには、中立的な立場で地域でのネットワークを育み、郷土愛もある地域の大学の存在が重要となる。福井フォーラムでは「新技術の導入にあたっては、中立的な立場の大学の存在が極めて大きい」という自治体からの意見も寄せられ、新技術の導入において地域の大学が果たす役割は非常に大きい。橋梁点検へのロボット技術の適用に関する実証実験を行った岐阜大学SIPの取組みのように、今後は新技術の実装支援を地域の大学の研究活動の一つに明確に位置づけることも求められる。

また、この岐阜大学SIPの中心的な役割を果たされた六郷先生からは、福井フォーラムの基調講演において、新技術の導入には「技術の新しい組合せ」と「関係者の責任の分散・軽減」がポイントとなることを示して頂いた。これらのポイントも参考にして地域の大学を中心に「効率的・効果的な技術」「汎用性が高く簡便な技術」の新たな実装を地域の事情も汲みながら推し進めなければならない。

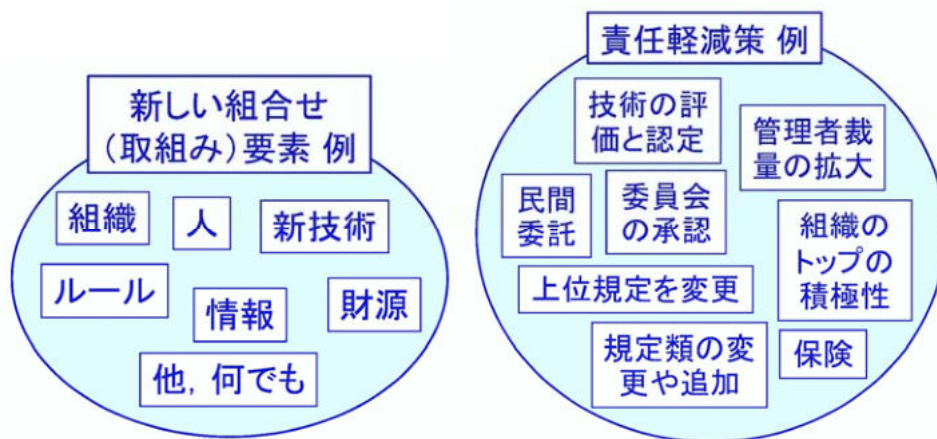


図 5.1.1 新技術を導入するためのポイント（岐阜大学 六郷先生の資料より）

### 5.1.3 維持管理の分野での技術的な課題とマネジメントの課題

これまでのフォーラムでの議論を通じて、維持管理の技術に関する多くの課題が抽出された。また、技術的な課題を要約するにあたり、マネジメント上の課題も浮き彫りになった。以下に、維持管理の分野での主な技術的課題とマネジメント上の課題を示す。

#### (1) 維持管理の技術的な課題

##### ① 点検を行うことが目的になっている

道路施設の点検が義務化されて以降、各地域で道路施設の点検が一気に進んだが、“点検をすること”，すなわち“点検率”ばかりに目を奪われがちになっており、点検を行うこと自体が目的に

なっている傾向が見受けられる。また、点検者の技術不足の問題もあり、点検の精度が確保されていないという指摘も多い。この状況をうけ、富山市では点検精度を確保するために、発注者と点検実施者による点検結果に対するセカンドオピニオン・カンファレンスを実施しているとの報告もあった。また、点検結果の判定に対して「区分Ⅱなのか、あるいは区分Ⅲなのか」の議論が現場では多く見受けられるが、「同じ区分Ⅱの判定でも、前回の点検から劣化が進行しているかどうかも含めて判定しないといけない。」という意見もあった。“点検率”だけでなく、“点検の質”をいかに確保していくかが現状の課題である。

また、点検そのものは、その結果をもとにその後実施する「診断」や「措置」に生かすための手段であるが、点検結果をどう診断に生かすのか、さらにその後の措置にどう生かすのかの議論がないとの指摘もあった。

## ② 診断技術や補修・補強などの措置に関する技術が未成熟である

これまでのSIPの取組みの影響もあり、近年、点検に関する新技術の開発は急速に進んだ。しかしながら、その一方で診断技術や補修・補強などの措置に関する技術は、まだ未成熟といえ、課題も多い。補修・補強を行った後に再劣化が生じた事例も数多く見られ、これは診断技術や措置の技術不足に起因するものである。福井フォーラムでは「補修・補強の新技術に対しては検証が必要である。新たな技術評価制度を構築し、責任の所在を明確することも求められる。」といった指摘もなされ、これまでの失敗事例の共有も含めて、診断や措置の事例の共有やデータベースの構築が求められる。さらに、今後は点検の技術開発のみならず、補修・補強の新技術の開発も推し進めなければならない。

## (2) 維持管理のマネジメント上の課題

維持管理のマネジメント上の課題として、福井フォーラムでは自治体関係者から「判定区分Ⅲ以上は国の交付金の対象となるが、判定区分Ⅱ以下は交付金の対象とならない。このため予防保全の取組みが行えず、事後保全の対応に終始しているのが現状である。」「小規模橋梁の点検に費用を掛けすぎで、補修にお金を回せない。より有効にお金を使えるようにしていくべき。」といった切実な声が聞かれた。これにあわせて「そもそも管理橋梁が多すぎる。これからは、橋梁を除去する廃橋のマネジメントも進めざるを得ない。」という意見もあり、橋梁の架替えのマネジメントとあわせて、“インフラの選択と集中”の考え方に基づく、マネジメント戦略の確立が重要であるとの認識を得ることができた。

インフラ構造物を一つ一つの個別で捉えるだけでなく、構造物を“群”として捉えて、構造物全体のマネジメントを行う思考が求められる。また、マネジメントには市民との対話や合意形成の進め方、広報のあり方や資産運用の知見なども必要となり、これまでの工学的な視点だけでなく、社会学や経営学、経済学などのより幅の広い理論や知識なども求められる。福井フォーラムでは、自治体関係者から「維持管理のマネジメントに関しては、技術論だけではうまくいかない。」との鋭い意見も出され、これからは単に工学だけの枠にとどまらず、社会科学などの異分野との連携や融合の取組みも今後は視野に入れなければならない。

## 5.2 これからの維持管理を支える人材と人材育成

### 5.2.1 概要

インフラの維持管理の分野でも、これまで第一線で活躍してきた技術者の高齢化に伴う技術の継承の問題や技術者の技術不足の問題が深刻化している。また、昨今の少子高齢化に伴う、新たな担い手の確保が難しいという人手不足の環境もあり、維持管理に関わる人材の育成が急務となっている。

これまでの活動をふまえ、維持管理の分野でこれから求められる人材像を示すとともに、人材育成の課題や人材育成のあり方を以下に示す。

### 5.2.2 維持管理の分野でこれから求められる人材像

これまでのフォーラムを通じて、維持管理に関わる人材の現状の課題として「官も民も技術力が根本的に不足している」との根本的で非常に厳しい意見を頂いた。「最大の課題はインハウスの能力不足と“わかったふり”にある」「プロとしての自覚や責任が感じられない」「官側に判断する能力がない」などの率直な指摘を頂くとともに、維持管理の分野でこれから求められる人材像として次のような考えが示された。

また、これにあわせて構造物を新設するための知識や技術、さらには構造の理解も維持管理には必要であるとの指摘もなされた。

#### **維持管理の分野でこれから求められる人材像**

- ・プロとしての信念や覚悟，責任を持った人材
- ・マネジメント思考を有し「考えられる」人材
- ・個別の構造・劣化の理解と臨床的な思考を有する人材
- ・技術におごらない姿勢，社会に対する責任感を有する人材
- ・地域に根ざして「郷土愛」のある人材

### 5.2.3 これからの維持管理を支える人材育成のあり方

これまでのフォーラムでの議論を通じて、これからの維持管理を支える人材の育成のあり方に関するいくつかの意見を頂いた。これらの意見もふまえ、これからの維持管理を支える人材育成のあり方を以下に示す。

#### ① 臨床型の教育による人材育成が必要である

金沢フォーラムでは、基調講演を行って頂いた長崎大学の松田先生から「医療の診断技術と構造物の診断技術は同じである」という考えを示された。また、富山フォーラムで基調講演を行って頂いた名古屋大学の中村先生からも「医療の現場と同じく、維持管理の分野でも臨床型教育が必要である」との考えが示された。維持管理に関わる技術者には、現場を正しくみる能力が必要不可欠であり、そのためには現場をみて考える経験や研鑽が求められる。金沢フォーラムで松田先生から示された「“道守”による現場研修や合同点検の取組み」、富山フォーラムで中村先生から示された「N<sup>2</sup>U-BRIDGEの技術者教育制度の取組み」は、まさに臨床型の教育を地で行く取組みであり、維持管理に係る人材育成の参考となるべきものである。

北陸地区には、「N<sup>2</sup>U-BRIDGE」のような研修用の施設は存在しないが、その代わりに劣化が生じた構造物が数多く点在しており、これらの構造物を活用しての研修を行うことも有効である。



また、金沢フォーラムでは「自治体も点検などを民間業者にすべて委託するのではなく、一部でも自治体職員が自ら点検を行う、直営点検の機会を残すべき」との意見も出され、自治体職員が自ら現場をみる機会を設けることも技術の継承や人材育成の観点から、今後求められる取組みの一つである。こういった現場目線での研修の取組みを通じて、臨床的な思考を有し、現場をみて考えられる人材を育成しなければならない。

### ② モチベーションを保つことが不可欠である

人材教育を推し進めるにも、教育を受ける側に“その気”がないと何も進まない。金沢フォーラムでは「人材の育成にはモチベーションのアップが不可欠である」との指摘があった。この指摘を受けてその後の議論で、モチベーションを保つためには「活躍の機会」「現場をみる機会」「交流の機会」を設けることが必要であるとの考えが示された。

また、資格の取得を推奨することもモチベーションの向上につながり、北陸地区の自治体のなかにはコンクリート診断士などの資格取得を職員に推奨して、資格取得者を優遇するなど、モチベーションの向上につなげているとの取組みも紹介された。「活躍の機会」「現場をみる機会」「交流の機会」の提供に加え、維持管理に関連する資格の取得を推奨するような取組みが今後求められる。これらの取組みによるモチベーションの向上にあわせて、プロとしての信念や覚悟、責任を持った人材を育成することが求められる。

### ③ 学生に対する人材育成の働きかけも重要である

人材育成の前に、新たな担い手となる人材の確保が必要である。そのためには、地域の大学や高専の学生らに対して維持管理の取り組みや仕事に対して興味や関心をもってもらうことが第一である。金沢フォーラムでは「学生にとって実構造物に触れる機会は貴重である」「維持管理の現場を経験する機会は非常に有意義である」との意見が大学や高専の先生方から示された。北陸地区ではコンクリート診断士会らの取組みとして、学生らに対して実構造物を用いて点検などの維持管理の現場を体験してもらう機会を提供するなどの活動を行っている。こういった取組みは、学生らに維持管理の分野の仕事に関心を持ってもらううえで非常に有効であり、今後もこういった活動を継続することが必要である。とくに、ロボット技術やドローン、ITなどを用いた新技術に学生に触れてもらう機会をつくることで、維持管理に係る仕事のイメージアップに繋がることも期待される。

また、富山フォーラムでは、北陸地区の大学や高専の学生らに「私たちが考えるコンクリート構造物の未来のすがた」を事前に検討してもらい、維持管理の分野で期待される新たな技術や新たな構造物、維持管理のシステムの未来についての発表を行って頂いた。このように社会人と学生とが入り交じってのフォーラムの開催は互いに刺激となるもので、学生に対する人材育成の働きかけとして非常に有益であった。

## 5.3 今後の活動方針

これまでの活動により「これからの維持管理を支える技術」や「これからの維持管理を支える人材育成のあり方」についての多くの知見や気づきを得ることができた。今後、これまでの活動で得られた知見や気づきをふまえ、新たな行動に移らなければならない。

これまでの活動をふまえ、今後、我々は以下の2点の取組みに傾注したい。

### ① 地域の維持管理を支える新たな技術の実装を支援する

維持管理に係る技術は、まさに日進月歩の状況にある。新技術の有効性を正しく見極めながら、

今後、限られた資源で適切に維持管理を行うために「効率的・効果的な技術」「汎用性が高く簡便な技術」などの新技術の導入を支援する。また、現段階で未成熟とも言える診断の技術や補修・補強などの措置に関する技術の確立を目指すとともに、その実装を図る。これらの取組みを地域性も考慮しながら推し進め、全国的な展開も視野に入れる。

## ② 地域の維持管理を支える人材の育成に努める

「プロとしての信念や覚悟，責任を持った人材」を育成するために，臨床型の研修機会を設け，現場をみて考えられる人材の育成に努めるとともに，モチベーションを保つために「活躍の機会」「現場をみる機会」「交流の機会」を生み出す取組みも進める。また，地域の学生や子供らに向けて，維持管理の取組みや維持管理の仕事に対する理解を深めてもらうための機会を設け，新たな担い手となる人材の確保にも寄与していく。

これらの取組みをこの地域で継続的に推進するためには，大きなエネルギーと幅広い分野での協力や支援が必要である。地域の大学や高専，自治体やコンクリート診断士会がそれぞれ個別で活動を行っても，その効果は限られる。ただ，有り難いことに，今回の我々の活動を通じて，既に，北陸地区を中心にした産学官の強固な信頼のネットワークが構築されつつある。

このため，今回の活動を通じて得られた北陸での産学官の信頼のネットワークを基盤にして，今後の取組みである「地域の維持管理を支える新たな技術の実装を支援する」「地域の維持管理を支える人材の育成に努める」を推進していきたい。相互の信頼関係をさらに深化させ，産学官の関連セクターが連携や連帯のもとで包括的な枠組みを構築し，それぞれの強みや特長を生かしながら，これからの維持管理を支える技術の実装やこれからの維持管理を支える人材育成の取組みを進める（図 5.3.1）。

この産学官のネットワークの体制のもとで，維持管理の技術の実装や人材育成に関する共通のビジョンを掲げるとともに，計画的，体系的な取組みを実施し，全国の維持管理のモデルとなるように先進的に取組んでいきたい。

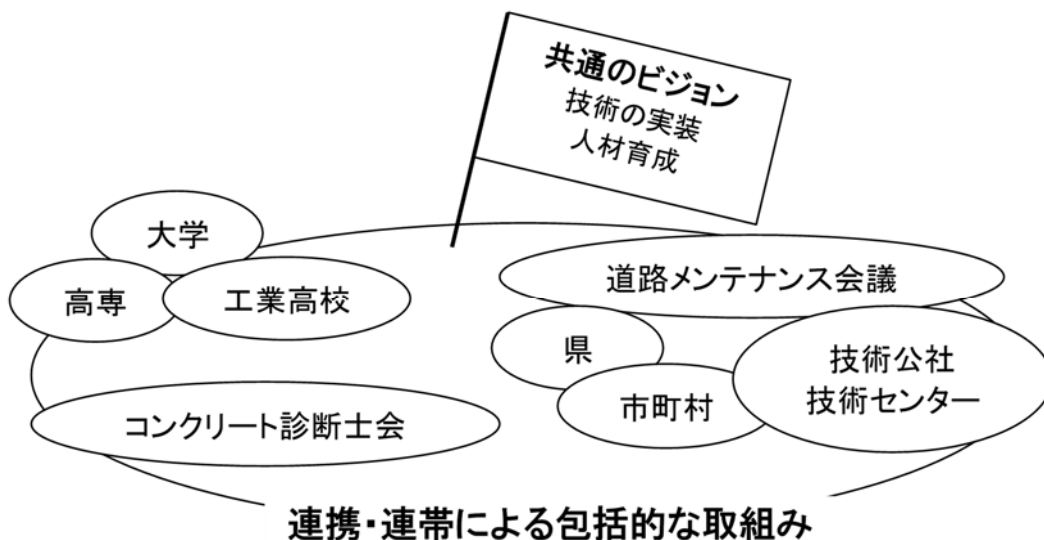


図 5.3.1 これからの取組みの新たな体制



## 編集後記

日本コンクリート工学会中部支部調査研究事業の公募に申請し、平成29年8月に承認をいただき本事業の取り組みをスタートさせました。本事業の委員会のメンバーは北陸三県（福井・石川・富山）の各地区のコンクリート診断士会と地域の大学・高専の先生方等で構成されています。

平成29年10月に第1回委員会を開催し、その席で本委員会の石川裕夏委員長から「北陸三県のコンクリート診断士のネットワークを生かしながら、北陸S I Pとも連携をはかり、2ヶ年に渡る活動を通じてコンクリート構造物の診断と対策技術をいかに伝承していくかについて取り組み、人材育成の糸口を見いだす委員会活動にしていきたい。」という活動方針が示されました。

この方針の具体的活動として、平成30年4月に人材育成を考える金沢フォーラム、同年11月に維持管理の技術を考える福井フォーラム、そして平成31年2月に技術と人材を考える富山フォーラム、これら3つのフォーラムを計画・準備し開催しました。そして、その成果を取りまとめたものが本報告書になります。報告書の作成は、第1章および第5章を石川委員長が執筆し、第2章、第3章、そして第4章を各地区のコンクリート診断士会と委員会メンバーが分担し担当しました。

さて、フォーラム開催にあたり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、そして富山県コンクリート診断士会の会長、副会長ならびに幹事の方々には、フォーラム開催へ向けての準備と当日の運営に対して大変ご尽力いただきました。誠に有り難うございました。また北陸S I P、そしてインフラメンテナンス国民会議の皆様にはすべてのフォーラムに共催していただき、この場を借りて厚く御礼申し上げます。とくに金沢大学鳥居和之先生が研究責任者を務められる北陸S I Pの皆様にはさまざまなご助言ならびにご支援をいただきました。そして、すべてのフォーラム会場の準備にあたりS I P研究補助員の片山恵子様にも大変お世話になりました。誠に有り難うございました。

最後になりましたが、本事業の成果が北陸地方から情報発信され、有意義な取り組みと認識され、維持管理に携わる皆様方の参考になることを切に願っております。

平成31年3月

公益社団法人 日本コンクリート工学会中部支部  
平成29年度 調査研究事業 幹事 麻田 正弘

編集・発行 北陸三県（福井・石川・富山）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  
〒910-0142  
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

NPO法人 石川県コンクリート診断士会 事務局  
〒920-0056  
金沢市出雲町イ-260（株式会社 ホクエツ北陸 内）  
TEL 076-233-1818

富山県コンクリート診断士会 事務局  
〒930-0857  
富山市奥田新町51-1（株式会社 新日本コンサルタント 内）  
TEL 076-436-2111