

第40回原子力委員会定例会議議事録

1. 日 時 令和6年12月3日（火） 14：00 ～ 15：10

2. 場 所 中央合同庁舎第8号館6階623会議室

3. 出席者 原子力委員会

上坂委員長、直井委員、岡田委員、岡嶋参与、

小笠原参与

内閣府原子力政策担当室

徳増審議官、山之内参事官、武藤参事官

橋梁調査会

木村専務理事

4. 議 題

（1）放射線を活用した橋梁等インフラの検査について～S I P第Ⅲ期での取組～

（一般財団法人橋梁調査会専務理事 木村嘉富氏）

（2）その他

5. 審議事項

（上坂委員長）時間となりましたので、令和6年第40回原子力委員会定例会議を開催いたします。

本日の議題ですが、一つ目が、（1）放射線を活用した橋梁等インフラの検査について。昨日が笹子トンネル事故から12年目とのことで、ニュースなどで取り上げられていましたが、社会インフラの管理はこれからますます課題になっていくこととなります。こうした課題に対して、非破壊検査は有効な手段の一つとして期待されております。本日は、その研究の進捗を御説明いただきます。

二つ目が、（2）その他であります。

それでは、事務局から説明をお願いいたします。

（山之内参事官）一つ目の議題、放射線を活用した橋梁等インフラの検査についてでございま

す。

一般財団法人橋梁調査会専務理事、木村嘉富様から御説明いただき、その後、質疑を行う予定でございます。

本件は、「原子力利用に関する基本的考え方」の3の8「原子力に係るイノベーションの創出に向けた取組」に主に関連するものとなります。

それでは、木村専務理事から御説明、よろしくお願いいたします。

(木村専務理事) ただいま紹介いただきました一般財団法人橋梁調査会の木村でございます。

本日、よろしくお願いいたします。

今、私、橋梁調査会におりますが、もう一つ、ここにありますようにS I P、内閣府の科学技術予算でございますS I Pの一つ、スマートインフラマネジメントシステムの構築におけるサブPD並びにメンテナンス系のプロジェクトマネージャーを行っておりまして、この立場で今日御説明させていただきます。

タイトルが「S I P第Ⅲ期での取り組み」としてございますが、ちょっと私の経験も踏まえて、今の橋梁等のインフラの現状と、なぜ放射線に期待しているのかと、その辺を含めて紹介させていただきます。

こちらが経歴でございます。

建設省、国交省へ入りまして、つくばが長い人間でございます。20代、30代の頃、橋の耐震設計で、阪神大震災の後の耐震設計基準なんかを担当します。その後、行政を経験し、平成20年から土木研究所の中で、構造物メンテナンス研究センターというところで、コンクリートなり非破壊検査等を担当いたしました。このときに上坂委員長、当時、東大にいらっしゃいましたけれども、X線等を紹介していただいたというところがございます。

そういう経緯もあり、平成26年だから、ちょうどS I Pの第Ⅰ期が始まりまして、このときに参加。第Ⅱ期はなかったんですけども、PRISMというまた別な内閣府の制度ございまして、そちらの方でもお手伝いさせていただきました。その後、国交省退官した後、令和5年度、昨年度から始まりましたS I P第Ⅲ期に参加しております。その前の年もFSとしていろいろ勉強させていただいたと。

本日は、こういう背景で紹介させていただきます。

まず、こちらがインフラの高齢化です。

これ、線がいっぱい描いてございます。ここは人の高齢化が、ここで線でいっぱい描いています。1950年から現状、さらに将来予測まで含めて、欧米各国の人の高齢化に対して

日本、青でございますけれども、急速に日本人の高齢化は進んでいるというのは皆さん方御存じかと思えます。

そこに、インフラの一つとして橋の高齢化を重ねますと、こんな状況でございます、近年急速にインフラの高齢化が進んでいるというところ等でございます。これまで先輩方、橋を造る技術についてはしっかりとあったわけでございますけれども、維持管理する技術についてはまだまだ十分開発されていない。あるいは社会制度も含めて、維持管理についてはまだまだこれからだというようなところでございます。急速に高齢化は進んでいますので、今すぐ対応しなきゃいけないというところ等でございます。

ただ、高齢化イコール長生きなんで、必ずしも悪いわけではないとも思いますが、やはり高齢化はリスクがあります。二つあると認識しています。

一つは、維持管理費の増加でございます。人でいいますと、医療費の増加でございます。

このグラフは、縦方向が橋を造ってから10年ごと。10歳、20歳、30歳、10年ごとです。

横軸は色が4種類ございまして、Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ、Ⅳを分けています。Ⅰは健全。Ⅱが少し変状があるかなと。ピンク色、Ⅲというのは少し傷んでいるんで、次の点検、5年ごとに点検しますけれども、次の点検までに直してくださいと。Ⅳ、ほとんどございせんけれども、Ⅳは直ちに何か直してくださいという形でございます。

やはり人と同様、インフラにおいても建設してから時間がたてば、何らかの変状、何らかの措置を取るべきものが増えてくるということで、維持管理コストが増えてしまうというリスクがございます。

もう一つは、落橋等重篤な損傷が発生するリスクが高まってくるということです。

これは平成19年でございます。アメリカで高速道路の橋が落橋してございます。

この動画がウェブ等で公開されておりましたので、今日御紹介をさせていただきます。トラス橋は一つの形式でございますけれども、部材と部材をつなぐ部分が原因となりまして落橋してしまったというのが平成19年にございました。

平成19年といいますと、日本でも同じような橋梁形式、トラス橋という橋梁形式で、左側にございますように、部材の一部が破断して、あわや落橋というような事態になりました。

平成19年、アメリカで橋が落ち、日本でも落橋寸前の状態だということで、いよいよ日本の橋も危ないんじゃないかということで、当時、国土交通省の方で有識者で委員会を設け、提言を頂きまして、道路橋、これは橋梁に限定でございましたけれども、道路橋を長持ちさ

せるためには、点検の制度化、信頼性確保、技術開発、さらにはデータベースとともに技術拠点を作りましょうということで、つくばにあります土木研究所の中に構造物メンテナンス研究センター、CAESARと呼んでおりますけれども、こういう組織を新しく作って、維持管理系の技術開発をしっかりとやっていこうということになりました。

これを作るときに私も呼ばれて、その中で、コンクリート構造物、非破壊検査を担当することになりました。

これ、写真示してございますけれども、橋を下から、横から見上げたものでございます。奥の方に少し白くなっておりますのは、これは道路の部分でございまして、後ほど紹介します、塩が付いてくる、塩が付いて浸透しますので、塩が浸透しないように表面に塗っております。塩が入るのをカバーしている。したがって、奥の方は健全なんですけれども、手前の方は歩道橋、自転車道でございまして、お金がないのもあり、十分何も対策してなかったんで、かなりボロボロな状態になっていました。これはちょっと落ちてもおかしくないということで、架け替えることになっていました。

こういうコンクリート橋を見て、このまま通して大丈夫でしょうか、あるいは、直すときに直せますか、架け替えないと駄目ですか、経過観察でいいですか、こういう判断をしないといけないというのがコンクリート管理に求められるわけでございます。

ここで、ちょっとおさらいになりますけれども、コンクリート橋の構造でございます。

左上にございますように、これ、橋の桁を並べて、上に板を載せて橋は成立してございます。

右側のように、その上に車が通りますと、上側では圧縮、下側では引っ張りの力が働きます。コンクリートは非常に硬いんですけれども、引っ張るとポキッと折れてしまいますので、引っ張り力が働く下側に、この下側にございますように、鉄筋なるものが入っております、この鉄筋で橋はもっているというものでございます。逆に言いますと、この鉄筋が機能しないと橋が落ちてしまうという構造でございます。

先ほどのぼろぼろになった状態の橋がどれだけ耐力があるかというのを調査するために、この橋を架け替えるときに、つくばまでもらってきて、いろいろ調査をしてございます。

その一つとして、X線を使って中のPC鋼材とかその状態を確認してございます。これをつくばの方に持ってきて、当時300kV、X線の装置を当てまして測定してございます。

結果はこれでございまして、一般的な部分においては、コンクリートの厚さが160mm、16cmでございますので、300kVでも3分当てると、この写真にございますように、

鉄筋とかP C鋼材の周りのシースの中でグラウトが入っていないところ等についても、16 cmだと見えますが、一方、端っこの方ですと、左側にございますように、部材の厚さが40 cmになってしまいます。40 cmですと1時間当て続けてやっとこういう画像が見えるところで、なかなか、実験レベルではいいんですけども、現場では実用的ではないという問題意識を持っておりました。

このようなときに、当時、東大の上坂先生の方から情報を頂きまして、医療用に開発したX線をインフラ用に小型化されているという情報を頂きまして、ここにございますように、0.95とか3.95 MeVの、現場に持っていけるような小型化の装置はございましたので、この装置に対して、先ほどの桁の一部、左側にございますように、桁の一部を先生の方に持ち込みまして実際に測っていただきました。そうしますと、40 cmは、数分も掛からなかったと思いますけれども、こういう透過画像が見えたというところ等で、非常にこの技術は使えるのではないかと期待したところでございます。

ただ、非常に下側の方、鉄筋なるP C鋼材が錯綜しておりますので、単純に透過しただけでは十分見えないのではないかとということで、できればコンピュータトモグラフィー、CTみたいに複数の角度から撮影できれば再現できるのではないかとということで、当時、部分CTのための、動かすための装置も併せて開発していただきまして、取り組んでいたというところ等でございます。この情報は、当時、テレビ東京の「WBS（ワールドビジネスサテライト）」等でも紹介されてございます。

こうやって開発しているうちに、先ほど冒頭御紹介いただきました、ちょうど12年前の昨日、12月2日に笹子トンネルの天井板が崩落した事故があったというところでございます。

この構造でございます。車が通っている上に天井板、板をつり下げてございます。この板をつり下げているのが、右上にございますように、長さ5.3 mのロット、鋼材でつり下げてございまして、その上がトンネルのコンクリート中に埋め込まれています。一応点検はするんですけども、5.3 mと非常に高いところですので、そこまで人が近づいて点検していなかったんで、この埋め込み部が緩んでいるのに気が付かなかったと。で、あるときにこれが落ちてしまったということで、こういう事故につながったというところ等でございます。

これから分かりますとおり、やっぱり部材についてはしっかりと近づいて、人が触ってみないと駄目なのではないかということで、この笹子トンネルを契機としまして道路法という法律を改正しまして、5年に1回近接目視、人がちゃんと近づいて見ようというのは法制化

して、平成26年から5年に1回の定期点検が始まってございます。

点検した結果は、健全性をⅠ、Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ。Ⅰは健全。Ⅱは、予防保全。ほっといてもいいんだけど、ほっとくとひどくなるんで、今だったら比較的安く直せますという予防保全。Ⅲが早期措置で、次の定期点検5年の間に直しましょうと。Ⅳが直ちにというところ等でございます。

ちょうど昨日の笹子トンネル関係のテレビ報道等でも、このⅢ、早期措置をすべきなんだけど、地方自治体等では予算が十分ないんで、これが十分直せていないというのが報道されたかというのがこの部分でございます。

こういう中、平成26年には併せて、内閣の方で科学技術予算のプログラム、S I Pの第Ⅰ期が始まってございます。その中で、平成26年から5年間、インフラ維持管理・更新・マネジメント技術ということで、当時、横浜国大の藤野先生をPDにし、維持管理系、点検・モデリング、ロボット、情報、材料あるいはアセットマネジメント、幅広い維持管理関係の技術について研究開発が進められてございます。このときに、右側、専門委員として、いっぱいいらっしゃいますけれども、この中の一人として、アドバイスをするという立場で参画をさせていただきました。

この中におきまして、具体的には高出力のX線・中性子源ということで、当時からコンクリートについては非破壊検査不可欠でございましたので、こういうX線とか中性子についてもS I Pの方で取り組んでいただきました。

可搬型のX線を用いて、左下でございますように、左下の方はまた後ほど紹介しますが、実際に架かっている、国が管理する橋で計測し、それを基に3次元モデルにして解析してございます。

また、中ほど右下でございますけれども、通常、桁橋においても、複数の桁から成る橋についてX線で調べ全体解析をしたということで、日本で初めて、こういう可視化で実際に使ったという成果が得られてございます。

また、右側でございますが、あわせて中性子線についても、これはどちらかといいますと室内実験レベルではございましたけれども、どう使っていくのかという基礎的な研究もされてございます。

こういう中で、S I P第Ⅰ期が終わったところでございます。

第Ⅱ期はS I Pとしてはなかったんですけども、再び昨年度からS I P第Ⅲ期、スマートインフラマネジメントシステムの構築ということで、東北大学の久田先生をプログラムデ

イレクターといたしまして、私の方は、右側にありますサブPDとしてPDを支える立場、あるいは下の方でございます、この後紹介しますサブ課題として、インフラメンテナンス関係のサブ課題のプロジェクトマネージャーとして、研究者をサポートしているという立場でございます。

スマートインフラは、プロジェクト全体の構成がこういう形でございまして、下の方でいきますと、左下から革新的な建設技術、自動化、自律化、機械化施工をどんどん進めようとしてございます。

また、中段でございますが、真ん中でございますけれども、先進的な維持管理システムということで、後ほど紹介しますけれども、点検、診断、措置のサイクルについてどんどん高度化していこうというもの。

さらには、それを使いこなせる地方自治体の人材も必要でございますので、こういう地方自治体の人材育成を行ってございます。

あと、上の方でございますけれども、インフラとしてグリーンインフラについても積極的に評価していこう、あるいは、政策において合理的な判断するためのシステムを開発していこうと。

もろもろの個別技術をつなぐものとして、中段にございますように、デジタルを使いましてデジタルツインの中で、言わばこういう技術を総合的に使っていこうと。こういう一体となった技術開発を進めているというのが今のスマートインフラプロジェクトでございます。

この中で、メンテナンス系につきましては、ここにございますように、点検、診断、措置、記録の中のメンテナンスサイクルの中で、個別の要素技術を開発するとともに、それらをうまくつなぎ合わせて、システムとして提案しようとしてございます。

また、今回におきましては、左上でございますけれども、デジタルツイン、バーチャルの中で3次元モデルを作りまして、その中で、将来どう劣化していくのか、あるいは複数の直し方をどうやっていくのかと、まさにデジタルツインでいろいろ最適な方法を選んで、実際の現場に反映させていこうというような構成で今取り組んでいるわけでございます。

本日は、この中で放射線関係でX線と中性子線の二つについて御紹介いたします。

まず、一つ目が高出力X線でございます。こちらの方は東大の長谷川先生の方で担当していただいております。

先ほど説明いたしましたように、上坂先生当時、医療用のX線、9.3GHzにつきまして、現場で持っていけるように0.95とか3.95のビームを開発していただきまして、

これを用いて引き続きやっているわけでございます。0.95ですと比較的取扱いできる。

3.95ですと、橋については現場に用いることができるということで、この技術を使って引き続き取り組んでいるところでございます。

こちらはSIPが始まる前の取組でございます。SIP第Ⅰ期の技術を使った事例でございます。

これ、新潟にございます旧妙高大橋。今はもう架け替えられてこういう状態ではございませんけれども、ここにございますように国が管理しているコンクリートの橋でございます。

左下に断面が描いてございます。これ、輪切りにしたところでございまして、コンクリートで箱を作って、これがずっと並んでいると。この箱の中にはPC鋼材、PCケーブルなるものが60本、60の束が入ってございます。

この橋におきまして定期点検をすると、橋の下側が、ちょっとコンクリートが異状がありましたので、そこを剥がしてみたら、右下にございますように、中のケーブルが切れていました。この断面で、60本中7本切れているという状態でございます。

心配になりまして、それ以外の場所を調べますと、いろんなところでケーブルは切れてございました。ただし、どのケーブルが健全かどうかは見るすべがございました。したがって、最低限のベント等対策するとともに、外側に補強をし、5年間で新しい橋に架け替えたということで、当時、この中のケーブルの状態を見る技術があれば、もう少しいろんな判断ができたんじゃないかという事例等でございます。

この橋につきまして、開発されたX線を基に、実際にこの橋の中で3.95MeVを用いて計測されてございます。

下側、さっきの断面の一部です。この断面でいきますと、部材厚が45cmでございます。45cmについては十分見えますが、このときは、左下図の方で斜め方向に、あえて一番見たいところ、ケーブルが錯綜しているところを計測されてございます。3.95MeVですと十分透過能力がございまして、60cmの厚さにおいても、ここにございますように、十分中の状態が見られたというところ等でございます。かなりの技術は当時から開発されていたというところ等でございます。

この技術をベースに、現在SIP第Ⅲ期として、透過技術とともに画像処理、画像解析で、より鮮明に見る技術等を開発するとともに、さらに、60cm以上、80cmまでチャレンジしていこうということで、あと3年半でございますけれども、こういう技術に取り組んでいるところでございます。これにつきましてはNEXCOさんと連携しながら取り組んで

ざいます。

その一例でございます。高速道路で実際使っていた橋を頂きまして、そちらが保管されている場所に行きまして、今時点でX線で計測をして、どの程度透過能力があるのか、あるいは得た画像で画像処理等をして、中の健全性の状態を把握する技術について今取り組んでいるところ等でございます。挟んで見ると。これについては、36cmぐらいの厚さでございます。透過化能力としては何も問題なく、十分見えているというところ等でございます。ちょっと今日はまだ結果が公開できる状態ではございませんで、取り組み状況の説明でございます。

また、先ほど申しましたように、透過だけですと十分できるんですけども、非常に複雑な構造、複数のPC鋼材が重なった状態でございますので、それをちゃんと見るためには、透過画像を組み合わせ、CTとして見ると非常に診断に役に立ちますので、それ、透過画像の解析についても併せて今取り組んでいただいているところでございます。

下側の方でございますけれども、部分的なCTをすることによって、うまく複雑な構造も復元できる可能性等もございます。また、その前段として、上の方でございますように、透過画像ですと少し不明瞭な点とか、なかなか解析にはそのまま使えない点等もございますので、こういうノイズ等を除去して、解析のために使えるような技術についても現在取り組んでいただいているというところ等でございます。先日この場で紹介されました技術等も連携しながら、X線の透過技術、こちらについて引き続き進めているというところ等でございます。

もう一つは、中性子線による非破壊検査技術でございます。こちらについては理化学研究所の方で取り組んでいただいているというものでございます。こちらの方もSIPの第I期から引き続きやっただいただいているところでございます。

中性子線については、透過という方法もあるんですけども、今は後方の散乱の方、そちらを用いていろんな開発に取り組んでいるところでございます。中性子線とX線の差をうまく使いまして、中性子線ならではの、水分とかこういう空洞等について特化して見られるんじゃないか、あるいは、下の方でございますけれども、コンクリート中の塩分がうまく見付けられるんじゃないかと、こういう部分に着目して現在取り組んでいただいているというところ等でございます。

皆さま方には釈迦に説法ではございますけれども、中性子線の特徴としては、非常に物質透過能が高い。一方、水等の軽い元素でも見付けることができる、場合によっては塩分濃度

も見付けることができると。こういう特徴を見据えますと、右側にございますように、この後紹介しますが、吊りケーブルの中の水が分かるのではないかと、あるいはコンクリート中の水とか塩分が分かるのではないかと。そうすると、橋梁等でもいろんな使い方があるのではないかとということで、現在取り組んでいただいているというところ等でございます。

少しこの技術の必要性について紹介させていただきます。

橋梁の一つとして、右側にございますようにアーチ橋という構造でございます。アーチ構造の中で、ケーブルで下の桁をつっているというアーチ橋という構造でございまして、こちらが、2019年、5年前ですか、台湾のアーチ橋は不幸にして落橋してしまったという事例がございます。

こちらでもウェブで動画は公開されておりました、本日持ってきてございます。右側の方にアーチ橋がございまして、このアーチで、中の方でケーブルをつてございます。下の方はちょっと船が走ってまして、左側の方がタンクローリーですかね、大型の車が通りかかっています。ちょうど桁の上に乗った瞬間に橋が落橋してしまったということでございます。ちょっと不鮮明で分かりにくいかと思います。

この結果については、しっかりと調査委員会の報告書が出されておりました、それを英訳して、日本の橋梁関係者に周知してございます。

左側にございますように、全体のアーチ構造から、支えている桁を、真ん中にケーブル、複数本でケーブルをつり下げてついていたわけでございますが、桁につり下げる、埋め込んだ部分が桁の中に入っておりまして、伝い水等がたまりまして、定着している部分で腐食して、これが腐食して支える力がなくなって落ちてしまったということでございます。

実は日本でも、数年前に同じような構造で、和歌山の水道管、水管橋がやはりケーブルの途中に水が入って、腐食して落橋した事例等がございます。

現在、吊り材のケーブルの中の水を見付ける技術を、中性子線を使って開発中でございます。まだ要素試験の段階でございまして、実際のケーブルをもらってきてまして、中に水を入れて中性子線で見えるかどうかを、今、室内的に検証しているところでございます。こちらはまだ論文としては公開されてございませぬので、今日データを持ち合わせておりませぬけれども、また後日公開されるのではないかと思います。基本的には、ケーブルの中の水が見られることができたというところまでは今進んでございまして、次のステップに向けてやっているところでございます。

もう一つの事例が、床版の土砂化という損傷が、今、橋梁関係で大きな問題となつてござ

います。

左上にございますのは橋の構造でございます。車が走っている部分、メインは下にある桁で支えているんですけれども、その上にコンクリートの床、床版なるものがございます。

まさにこのフロアは床があるんですけれども、この床が、あるとき、右上にございますように、ぽこっと抜けてしまったということ等でございます。

この床版板を切ってみますと、左下にございますように、細かいひび割れとか、本来硬いコンクリートが割れていたり、ぼろぼろになって土砂のようになってしまっていたということが起きてございます。

この橋以外にも、幾つか起きてございまして、床版の土砂化という現象として私たちは認識しています。

こちらについては、研究の方である程度進んでございまして、メカニズム、ちょっと細かくて見づらいかもしれませんが、コンクリート中に、左上にございますように、舗装のひび割れ部から水と、寒いところだと凍結防止剤、塩分、塩をまいておりますので塩分が入って水が浸透していきます。それがだんだんと入ってきまして、鉄筋の周りの塩分濃度が高くなると鉄筋がさびて膨張します。そうすると、ひび割れが出まして更に水が入ってきて、そこで車がどんどん走ってくると、コンクリートが一気にぐしゃぐしゃになってしまったようなときに、左下にございますように抜け落ちてしまうという現象がございます。

したがいまして、抜け落ちる前にコンクリート中の、左下の4) 番目ですかね、土砂化、コンクリートが劣化した状態が見付けられれば抜け落ちる前に対策ができると。さらには、上側の2) 番目、水が入った段階で見付けることができればもっと早くできるという形で、こういうコンクリート中の水あるいは塩分等が見付けられないのかというのが大きな課題でございまして、こちらについて、中性子線で見付けることができますので、床版中に入った水が見付けられないのかというのを取り組んでございます。

こちらは以前やられたものでございまして、右上にございますように、これ、度模型供試体です。人為的に四角い箱を、矩形状に土砂化した部分、砂利を詰めた部分を作りまして、そこに水を入れた状態と入れていない状態で、左上にございますように、コンクリート中に水が入ったかどうかについては分かるところで。ただ、ここは3枚ですので、X線ほどシャープな絵にはなりませんけれども、散乱で見付けることができる可能性があるということでございます。さらには、このうちの塩分も併せて分かる可能性がございますので、これにつきまして、現在、実際の橋で使えるような技術開発、装置開発を進めていただいていると

ころでございます。

こちらはイメージ図でございます。トレーラーの中に、コンテナの中に中性子源の加速器を載せまして、そこで下方向に打ちまして、後方散乱から床板中の水とか塩分が分かるんじゃないかということで、今、基礎的な研究とともに、トレーラーに入れるような小型化、あるいは遮蔽関係の装置を開発されているというところ等でございます。こちらについてもちょっと、最新のデータは今まだ公開されておきませんので、現在、室内で開発中であるということを紹介させていただきます。

もう一つが塩害という現象でございます。先ほどの床版もちょっと水が入ってきたんですけども、こちらの方は海沿いの橋の塩害でございます。

この写真にございますように、海沿いに架かっている橋ですと、波しぶき等で塩がどんどん当たりまして、ほっておきますとコンクリート柱の中の鉄筋がさびてしまう。この橋をよく見ると分かるんですけども、一旦傷んでいますので、その外側に新しいケーブルで補強しているという橋でございます。

何もせずにほっとくと、こんな状態でございますして、もうぼろぼろになってしまうということでございます。

これ、メカニズムでございます。コンクリートの左側の表面で、途中にかぶりなるコンクリートの5 cmとか7 cmとか3 cmの位置に鉄筋というのが入っておりまして、コンクリート表面、①番、海から塩が付きますと中の方に浸透していきまして、鉄筋の周りのコンクリート塩分が高くなると腐食して膨張するというメカニズムでございます。

ここにございますように、緑色が、だんだん塩分濃度が高くなって鉄筋周りが発錆限界塩化物、要は、さび始める濃度より高くなりますとさびてしまうという。ここが限界でございますして、コンクリート中の塩分をどう見付けるかが問題でございます。

先ほど紹介しました、撤去した桁も解体調査しますと、ぼろぼろになっているすぐ横10 cm、これ、非常にぴかぴかの状態でございますして、場所によって随分塩分、さび方が違います。

下側は断面の塩分濃度でございますして、右下のように赤くて非常に塩分濃度が高い一方、すぐ横では余り塩分は高くないということでございまして、コンクリート部材の中で、どこに塩が多いのか少ないのかを、しっかりと見付けられないといけないということがニーズでございます。

こちらにつきましては、国土交通省の方で点検する際に新しい技術を使うときのひとつとし

て、塩化物イオン量を計測しようということが示されてございまして、この一つとして、中性子線を使った塩分濃度が測ることができるんじゃないかということで開発されてございます。

RANS- μ という装置が開発されてございます。こちらの方の中性子線は加速ではなくて、右上にございますように、カリホルニウムの線源を用いて、これで、能力としては小さいんですけども、これを用いて、コンクリート中、かぶり7cmぐらいのコンクリート塩分濃度が3層刻みで分かるんじゃないかということで、左上にございますように、橋梁点検車、バケットに載るぐらい小型化しまして、測定できる装置が開発されてございます。こちらについては、国交省の助成等を受けながら、あるいは評価を得ながら、現場で今進められているところでございます。

下側にございますように、線源とガンマ線の検出装置を組み合わせまして、コンパクトに持ち運びができるぐらいの装置として開発されてございます。

こちらは開発状況でございまして、最初は室内供試体レベル、3層の供試体レベルから開発し、基本性能を確認した上で実際の現場に持っていきまして、下側の右から二つ目でございます、橋梁点検車に乗せて測ることができるかどうかも含めて順次開発していき、現在、実際の橋で測るレベルまで開発されてございます。

これは実際の橋で測った場合でございまして、右側にございますように、橋梁点検車、このバケットに載るぐらい小型化で、人が2人乗ってございますけれども、こういう形で機動的に置けるぐらい小型化の装置でございまして、それが今、現場で試行がどんどん始められているところ等でございます。

こちらについては、理研のベンチャー企業が実施されまして、技術研究組合として民間会社から成る組合を設けて、実際の現場測定業務が始められてございます。

これまで、ここにございますように、各県で50橋ぐらいが測られてございまして、今後とも測られていく予定等でございます。

中性子線につきましては、この小型化の方はBRIDGEの予算を使い、大型の方についてはSIP、二つの技術をうまく組み合わせながら、スクリーニングあるいは詳細調査としてやろうというところ等でございます。

SIPでございます。基本的には技術開発でございますけれども、SIPは、開発した技術を基に社会を変えていく、Society 5.0を実現するためが目標でございまして、技術開発に加えて、事業、制度、社会的受容性とを併せてやっていこうということで、必要

に応じて制度の改正提案等もやっていくという仕組みでございます。

今日紹介しました放射線、X線とか中性子線を更にインフラ検査で用いるためには、制度改正として今ある規制をより緩和していただければ、例えば4 MeV未満ですと橋にしか今使えない状態でございますので、橋以外でも使えるよう、あるいは4 MeVを更に緩和していただきますと、より分厚いものにも使える可能性等はございますので、ニーズに応じて、是非この辺についてもお願いしたいと思っております。

以上、ちょっと少し予定をオーバーしましたがけれども、インフラの維持管理の高度化のためには放射線技術、非常に期待しておりますので、よろしくお願いいたします。

以上でございます。

(上坂委員長) 木村さん、総合的に放射線等を使った橋梁検査の現状を御説明いただきまして、ありがとうございます。

それでは、委員会の方から質疑をさせていただきます。

それでは、直井委員からお願いします。

(直井委員) どうも、木村さん、ありがとうございました。

笹子トンネルの事故後にスタートしました戦略的イノベーション創造プログラム、S I Pの中で実施してきた、また、そのプログラムの外でも実施してきた、X線だとか中性子線を使った橋梁等の点検の技術、検査技術について、様々な成果について御説明いただきました。インフラの高齢化が進む中で同じような事故が発生しないように、放射線をうまく使って検査技術を高度化していくということが必要だなというふうに強く感じた次第でございます。

それで、まずS I Pプログラムについては、第Ⅰ期でスタートしたのが2014年。2014年にスタートして、今、第Ⅲ期に入っているというようなことだったんですけれども、この第Ⅲ期につきましては、ほとんどX線についてはかなりもう実用化、もう社会実装に入っていて、中性子線についても、ランズビューについてはかなり実装レベルに入ってきているというようなことで、第Ⅲ期については、とにかくこういった技術を社会実装につなげていくということが大きな一つの目標になっているというふうに理解してもよろしかったでしょうか。

(木村専務理事) そうですね。S I P全体がそうなんです。やっぱり技術開発によって社会を変えていくと。そのためには実装、使ってもらわないと変わりませんので、社会実装に主に重きを置かれているというところでございます。スマートインフラに限らず、S I P全体が今そんな形で進められてございます。

(直井委員) ありがとうございます。

それから、笹子トンネル事故の後に、その点検結果を4分類に分けて、健全性の診断結果の分類ですけれども、例えば放射線使った検査ですと、定量的に、こういう数値だったら、これは区分Ⅲです、Ⅳですというふうな分け方ができると思うのですけれども、そういった定量的な基準というものはあるのでしょうか。

(木村専務理事) ありがとうございます。

このⅠ、Ⅱ、Ⅲ、Ⅳは定期点検でございまして5年に1回、全ての橋、2m以上で70万橋全て、それについて点検しますので、基本的には人、技術者が見た目、目視でやるという形でございますが、X線を毎回使うものではないということです。

人も一緒ですが、定期健康診断で少し異常が見つければ専門病院に行きましょと。だから、定期点検で異状が見つかったものについてX線を使おうかというような形で今考えてございます。

(直井委員) 分かりました。ありがとうございました。

それから、中性子線を使った検査装置、RANS- μ とRANS-Ⅲの開発、どちらもユニークな装置だなというふうに思ったのですけれども、まず、その中性子線の強度で比較すると、RANS- μ とRANS-Ⅲってどれぐらい違いがあるのでしょうか。

(木村専務理事) 私は土木系でございまして、その辺のものについては十分把握してございませんが、RANS- μ というのはカリホルニウムでございしますので、それほど大きくないと認識しています。

すみません、そこは専門メーカーに確認します。

(直井委員) 分かりました。

次、RANS- μ の、百何十か所でもう既に測定をされているということですが、この測定で、例えば先ほどの診断区分でⅢとかⅣだとかいうところに分類された結果が出ているような実例はあるのでしょうか。

(木村専務理事) 幸いにして、まだ直ちに直さないといけないという事例は見付かったと聞いておりません。

ただ、先ほど言いましたように、このRANS- μ では塩分を測りますので、これでⅠ、Ⅱ、Ⅲ、Ⅳが診断できるわけではないという状態です。ただ、何らかの異状が見つかった場合、塩がどれだけ入っている可能性があるのかが分かれば、そこをピンポイントでしっかりと調べることができます。

このRANS- μ については、やはりスクリーニング、比較的大変ではあるんですけども、精度の限界がございますので、橋全体の中で、どの辺が塩分がいっぱい入っているのか入っていないのか、そこをまず見極める形の使い分けかなと。

塩分が高そうなところをもう少し詳細にコアを抜いて調べてください。あるいは、中の鉄筋、PC鋼材が腐食しているのであればX線を組み合わせるとか、そういういろんな技術を組み合わせてやっていく技術と認識してございます。

ありがとうございます。

(直井委員) ありがとうございます。

最後の質問なんですけれども、RANS-Ⅲの方は、要は床版の土砂化を見ていくというようなことで、今開発が進められているということなんですけれども、少なくとも規制法上は、橋梁に使う場合には移動して持っていけるということだと思うのですが、床版になると、まず、そのRANS-Ⅲを適用するに当たっては、規制法を変えないと適用ができないということなのでしょうか。

(木村専務理事) ごめんなさい、私の理解は、床版も橋の一部です。橋梁の一部ですので、ちょっと法律の「橋梁又は橋脚」と書かれている橋梁並びに橋脚の定義次第なんですよ。橋梁関係の専門家からすると、橋梁の一部という認識でいます。

(直井委員) 分かりました。ありがとうございました。私から以上です。

(上坂委員長) ありがとうございます。

では、岡田委員、お願いいたします。

(岡田委員) 御説明ありがとうございます。

私の方は、2ページのところ、インフラの高齢化ということで、日本は、ほかの国のはないんですが、これだけ増えるってことは、1970年代に建築されているものが多いってことなんですか。

(木村専務理事) そうですね。1960年代、高度経済成長期に一気にいっぱい日本全国で造りまして、その後また余り造らなくなったんで、極めて60年代、70年代多いんで、こういう形になりますね。

(岡田委員) だから50年……

(木村専務理事) 足すとまさに今。

(岡田委員) 今問題になっているということなんですね。

(木村専務理事) はい。

(岡田委員) 分かりました。

それで、私の方は、やっぱり放射線を使って、それも放射線の種類がいろいろ、X線、ガンマ線、アルファ線も、中性子線を使って、これ、コンクリートの内部が可視化できるというのは非常にすばらしいなと思います。

それで、49ページのところのカルホルニウムの線源で中性子を出して、ガンマ線で遮蔽していますよね。このときは塩素からガンマ線が出るから、それで遮蔽をしなきゃいけないということなんですね。

(木村専務理事) はい。カルホルニウム自体も遮蔽しますし、反射部分も遮蔽しますという理解でいます。

(岡田委員) それぞれ放射線の種類が違うから遮蔽の仕方も変わってくるけれども、そこをちゃんと守りながらこの技術を使っているという理解でよろしいでしょうか。

(木村専務理事) はい、そう理解しています。だから、人が近づく程度まで遮蔽されていると認識して。

(岡田委員) それから、私、女性を増やすことの方にいろいろやっているんですが、この土木関係は、皆さんの委員も1名だけ女性ですけども、女性はいらっしゃいますけれども、ほとんど女性がいらないですよ。これは現実としてしょうがないとしても、今後、こういうデジタル化とかいろんな先進技術とか、いろんなものが増えてくると、これは土木の方に女性がどんどん入ってきて、実際に画像を見ると、目で見て判断するとかという技術になると思うので、これ、女性が増えていくといいなと思うんですが、いかがでしょうか。

(木村専務理事) ありがとうございます。

御指摘ももっともでございます、SIPにおいても女性の参画が求められているってことでございます。

今お話しのように、現場においても、やはりどうしても今まで土木というのは現場に行って、夜間とか雨の中でも厳しい環境ですから、なかなか女性が入りにくいイメージがあったんですけども、こういう技術を使いますと、現場とともにデジタルに関する内容も随分増えてきますし、解析もありますので、できるだけ現場はロボットとかでやっていただいて、本当に技術者の中でしっかりと考えると、そういう意味で女性が活躍される余地は非常に広がってくると認識しています。

今、土木系の大学も、私の頃はほとんど男性でしたけれども、今は3分の1ぐらい女性が入っていらっしゃいます。その女性の方々が活躍できるためにもこういう新しい技術を使っ

て、是非と思っております。ありがとうございます。

(岡田委員) 是非、放射線のイメージもそうですけれども、いい方向に行くと思うんで、こういう技術使う。それと、女性にも非常にいい技術だということを広めていきたいと思います。よろしくお願いします。

(木村専務理事) ありがとうございます。

今、スマートインフラも、土木の技術のイメージを変えないといけないんじゃないかということ。S I Pの第一歩もそうだったんですけれども、土木以外の技術を使わないととても駄目だということで、積極的に従来の土木以外の技術を使っていこうという形で進めてございます。ありがとうございます。

(岡田委員) ありがとうございます。以上です。

(上坂委員長) それでは、岡嶋参与からも専門的な観点から御意見を頂ければと思います。

今日はリモートで御出席です。岡嶋参与、聞こえますか。

私、先にやっておきましょうか。そうですね。調整しておいてください。

それでは、岡嶋参与の前に、私、上坂からです。

今日はどうも、S I Pといいますか、国家プロジェクト、社会インフラ、総合的な検査技術開発と事業化、そして、その中でのX線と中性子の役割をより分かりやすく説明していただきまして、ありがとうございます。人の高齢化と社会のインフラの高齢化、対比していただきまして、人の高齢化に関しては、放射線は放射線医療という形で実施しております。是非、近い将来は、これからの社会インフラの維持管理にも放射線が、重要な役割が果たせるようにと期待するところであります。

その意味でもありまして、この原子力委員会の定例会議で令和5年の7月18日、東大の社会基盤専攻、石田教授に「コンクリート構造物の維持管理におけるDX」。今日の資料ですと、前のS I Pの成果、19ページの真ん中の下ですね。これは、X線で測った内部構造の変化を、構造強度劣化を、石田研の3次元の構造解析コードを使いまして、応力・ひずみ曲線も入れて計算して、そして抵抗力強度が5%ぐらい落ちているという解析結果です。この部分を主に、それとX線の検査のことを石田先生にお話しいただきました。それから、令和6年3月5日に、中日本高速道路総合研究所から「放射線によるインフラ検査の利活用」と。それから、11月5日に、NEXCO東日本新潟支社、ネクスコ・エンジニアリング新潟から「3.95MeV 高出力X線源によるPC橋のグラウト充填調査について」の御説明いただきました。それで、本日は橋梁維持管理プログラムの全体像という御説明を頂い

ているという位置づけでございます。

それで、その11月の5日のNEXCO東日本新潟の説明では、3.95X線源で厚さ約1mぐらい。それで中のPCのグラウト未充填が空間分解能1mm程度で見えていたと。NEXCO東日本では現在、WUTという広帯域超音波での検査をやっていると。そして、重度の未充填では再充填をすることを検討していると。そこに、この3.95X線の透過画像が得られたので、現在、プロトコルの見直しをNEXCO3社技術会議等で検討しているという報告を受けました。是非これも、今日の説明ではそこは入っていないのですが、進行中なので、是非NEXCOの東日本の結果もSIPに入れていただきたいと思いますのですが、いかがでしょうか、その辺のマージといいますかね。

(木村専務理事) ありがとうございます。

既に私たち、SIPにおいてもNEXCOさんの協力いただいております。また、今御紹介いただきました取組についても、今回を契機に改めて私も認識したところでございまして、是非同じような課題というか、ターゲットは一つでございますので、うまく連携しながら進めていきたいと思っております。NEXCOさんにつきましては、特にグラウトの充填の問題は、広帯域超音波だと分かるんだけど、細かいのが分からない。まさに透過でしっかり見たい。

(上坂委員長) そうですね。そういうことですね。

(木村専務理事) はい。

(上坂委員長) それから、東大の石田先生からは、高エネルギーX線検査。今日もいっぱい写真や結果が出ましたが、目視や打音の検査に比べて規模が大きいと。それから掛かる人も多いと。ですので、まず初めは高速道路橋の規模の検査から始まるのではないかとおっしゃっております。いかがでしょうかね、一般橋への可能性とか。その辺り、いかがでしょう。

(木村専務理事) 恐らく、これでないといけない場所、X線や放射線でないといけないものに対してまずは進めていく。当然そうなんですけれども。そうすると、国とか県で、海沿いの塩害の話については高速道路だけではなくて、かなり重大な問題でございますので、そちらについては、高速道路だけではなくて、いろんな管理者が用いるべきと思っています。

(上坂委員長) それから、42ページ、車両搭載型の中性子源、RANS-Ⅲですね。これは41ページに、これ多分実験室で測ったケースだと思います。床板を模擬して、水を満水にしたとき、実際の土砂化の模擬ですが、赤いのが試算の結果で。非常に強い信号だけど実際、それをだんだんと水の量を減らしたり中身を変えていくと、当然信号が弱くなる。ただ、測

定時間はパルス中性子源なので十分だということで。しかしながら、実際はこの青や緑の結果が実際被ってくるのでは。しかも、現場へ行きますとなかなか、振動もあったり、距離も変わり、大きな装置の変形もありまして、被写体と計器の距離も変わったりする。この辺りの感度といいますか、性能の維持の非常に重要なと思います。また、例えば42ページで見て、非常に中性子源が大きいので、こういうトレーラーに載せて走るわけですがけれども、そうすると、床板のどこのラインを測るべきなのか。これが将来の話だと思うけれども。

(木村専務理事) ありがとうございます。非常に大事な点、幾つか指摘いただいております。

まずこちら、41ページの方なんですけれども、これは右上にございますように、あくまで模型供試体とございます。

非破壊検査系については、私は3段階ステップが必要と。

まずは基本原理としてちゃんと分かりますかと。こういう単純なもので本当に原理として分かりますかというのが1点目です。

二つ目が、実際はこんなに境界が明確じゃありませんので、だんだん遷移していきます。そうしますと、実際に傷んでいて、実際の損傷状態をもらってきて、それで測る必要がございます。

(上坂委員長) そうですね。

(木村専務理事) 本当にだんだん変わっていくもので、どこで分かりますかというのが二つ目です。

三つ目が一番難しい。現場で測れますかと。実験室内の安定した環境では測れるんですけれども、雨・風・振動等がある中で、かつ装置を現場に持っていけないといけませんので。じゃあ、実験室内ではうまくいくんだけど、現場に持っていく。

(上坂委員長) そうですね。

(木村専務理事) そこも含めて、3段階クリアして初めて現場で使えるようになると思っています。中性子線については、まだまだ室内で可能性として見付けた段階と思っています。

一方、RANS- μ については、現場の試行とか、今その段階で現場を取り回している。あとは、現場で用いる場合に、結線も含めて振動で外れたり、いろんな問題もありますが、装置としての堅牢性といいますか、あるいは使いやすさ、その辺もやっぱり併せてやらないといけませんので、現場で用いるといろんな課題等が出てきます。それ、どんどんステップアップするのは必要だなと思います。

もう一つ、このRANS-Ⅲ、トレーラーに載せた場合でございまして、確かに御指摘の

ように、実験室内の安定した状態では測れますが、本当に現場で振動がある中で丈夫ですか。あるいは重さについても、そもそも健全じゃない橋に対して余り重たいもの載せられませんので、それも含めて使えますかという御指摘だと思います。

こちらについては、既に今トレーラー、RANS-Ⅲの前、RANS-Ⅱをトレーラーに載せて、そこで実際に今測っている。外では測れませんので、理研の構内でトレーラーに載せて今測っているそうでございますので、そこですと測れていると伺ってございます。

あともう一つは、真ん中しか測れない、真下しか測ることができないというのも確かに御指摘だと思います。

結局、この装置をどう動かして使うのか、ここ、非常に大事な観点でございますけれども、ただ、床板の土砂化というのを考えますと、タイヤの下が大体傷みますので、タイヤの下が測ればかなりいけるかなと思っております。

ただ、こちらについてもまだまだデータがありませんので、本当に床板ではどの部分が傷んでいますとか、どこから水が入っていますかと併せて、そういうデータをしっかり私たち土木系の方が持ちながら、皆さん方の方に、こういうところを測ってくださいとか、そういうのをお伝えしながらかなと思って。まさにキャッチボールですね。

(上坂委員長) そうですね、はい。

それで、私も、今日御紹介いただきましたX線検査装置で、屋外で様々な橋梁検査を、効率を重視しながら実施しました。実は15年ほど前のJSTのプロジェクトで950 keVと3.95 MeVの2機作ったのです。

それから、主に化学プラントの配管とか反応塔の中を見たり。あと、まさに木村さんがいらした土木研のつくばのヤードで、屋外で測ったり、そういう練習しながら実橋梁検査をやっていきました。そのとき、本州では50%以上の確率で雨なのです。それは必然があります。年度当初は会計上できないんですよ。ですから、やれるのは6月からですね。それで、こういう劣化の進んだ橋というのは日本海側なのです。もう11月以降は雪が降ってできません。そうすると6月から10月と。そうしますと、これは梅雨か台風の時期になってしまうのです。50%雨降るといえるのは、必然なのです。

ですから、外の環境という以前に、雨の中でやるということも想定しないといけない。そうすると、一番弱いのが高電圧機器なのです。湿気で絶縁が弱くなっちゃって。大体、研究機関の実験室は湿度約20%ですから、非常に乾いている。外で雨降ったらもう90%程度ですからね。だから正直、何度か絶縁が不良で電圧が下がって、電流が低いということ

もあったのです。そういうことも経験しながら検査の品質を上げていただければと思います。

次に、 μ の方の、例えば49ページから51ページ。こちらが、中性子を当てて塩分の二次核反応が起きて、二次ガンマ線を測ると。

これが34ページ、結果の一例があった。これですね。34ページの右下に、二次ガンマ線のエネルギーで、それで赤が塩素由来のガンマ線で、1,951、1,995 NeVですね。95辺りということで、これもなかなか強い信号も出ないように思います。これもまた現場にいくと様々な測定状況なので。深さとかも変わるので。これも大分多くの測定をやられているようです。この辺りも是非、橋梁の維持管理やられている方の求めている塩分濃度、位置、測定時間、もっと言うとコスト。それらの議論があるかと思うのです。かなりやられているようですが、その辺りはいかがでしょうか。

(木村専務理事) こちらについては、実際の橋のデータを取るとともに、場所によってちゃんとコア抜きできる場所については併せてコアを抜いて、従来の方法で詳細なデータも合わせていただきながら、やはり精度を確認しながらというものを今積み重ねている段階でございます。

あとは、ここにございますように、いろんな方々にも使っていただかないといけませんので、技術研究組合の会員会社の方々にも装置なり技術をしっかり理解していただいて、まず、その結果を全部集約して行って、技術開発とともに、私たちも本当に、どう塩が入っているか是非知りたいわけでございますので、このデータを皆さんの財産として、土木系のデータとしても使っていきたいと考えています。

(上坂委員長) コンクリートの劣化測定はマイクロボーリングでもやりますね。直径数mmの穴を開けて、かなり深いところまでサンプル取り出して。そうしたら破壊検査で詳細に化学成分測れますね。そういうやり方と、こういう非破壊との兼ね合いがあるかと思いますね。そういう比較検討も是非今後やっていただければと思います。

それから、私も東大教員時1回目のSIPに参加して、最後の成果報告会が国際会議でありました。世界の土木検査のスペシャリストが10名ほど来て、我々の結果をレビューしていったのです。そういう縁もあってフランスの土木研究所相当に行きまして、フランスでの放射線による橋梁検査の状況を調べてきたのです。フランスは、当初は4 MeV X線源を使っていたのだけれども、周辺の放射線レベルが強過ぎたのか、今はこれを留めて、コバルト60とか、イリジウム199のようなラジオアイソトープガンマ線源を使ってPCのグラウ

トを見る非破壊検査をかなりしっかりやっています。パリに研究所の本部があるのですけれども、実際、橋梁検査のグループはリヨンでした。

それから、ワシントンD Cにある土木研究所相当にも行きました。ここもヤードがあって、大きな実橋梁から切り出した試料での検査をやっていました。

将来、日本からX線源を持って行って、海外も同じ問題抱えていますから、合同検査を。今申し上げたように、必ずしも海外で放射線で行ってるわけではない。是非、S I Pの最後の成果として海外展開も考えていただければなと思いますが、いかがでございましょう。

(木村専務理事) ありがとうございます。

まさに「国際」も一つのキーワードになってございまして、日本の強みをしっかりと海外の方にやっているし、あとは、国際展開の場合には、研究者だけではなくて実際民間の方々も一緒に行く必要がございますので、民間の方々の理解も得ながら進めていくべきと思っています。

X線については、出す方と検出する方も併せて開発していているからこそ日本が進んでいるのかなと思っておりますので、総合的な技術であるというように認識しておりますので、是非引き続き御指導いただければと思います。

(上坂委員長) 是非よろしくお願いします。

別件なんですけど、今回のお話にはなかったのですが、例えば22ページの総合的な図があった中にあるかと思うんですが、たしかトンネルの形状変化をレーザーを使って、危険な部分にレーザーを回して、形、断面が変化していないかというのを見ている手法とグループがあって、NHK番組「サイエンスZERO」でも紹介されていたかと思って。あちらの方は。

(木村専務理事) 今回、レーザーについては、I期でもレーザー打音とかですね。計測については、既にもうL i D A R含めていろんな技術がございますので、形状計測とかはもうかなり実用化されています。今、レーザーで打音できないのかと。人が近づく代わりにレーザーで表面振動させる。これ、I期でもされていたんですけれども、レーザーでもちょっといろんな情報が分かるんじゃないかと。

(上坂委員長) そうですね。

(木村専務理事) そちらについても併せてやっていただきます。

(上坂委員長) X線の場合は透過なんで、反対側に空間がないと見られないのです。壁だと見えないですね。そういう意味では、レーザーでも反射見るといいのかなと思って。(木村専

務理事) 当然レーザーも限界がありますので。

(上坂委員長) はい、そうですね。

(木村専務理事) 恐らく、こういういろんな技術の限界をちゃんと理解した上で、コストも含めて組み合わせるのが必要かなと思います。ありがとうございます。

(上坂委員長) ありがとうございます。

岡嶋参与、聞こえます。

(岡嶋参与) はい、岡嶋です。聞こえますか。

(上坂委員長) ええ。お願いいたします。

(岡嶋参与) すみません、どうも。

どうも御説明ありがとうございました。非常に分かりやすく、また、ガンマ線とか中性子線の利用というのもよく分かって、非常に私は理解しやすかったと思っています。

2点だけ、ちょっと御確認させていただけたらと思っています。

1点は、S I P、資料でいうと56ページ、社会実装のための五つの視点での取組というのが述べられているんですけども、それから、S I Pというのは言わば技術開発だとおっしゃっているんですが、こういうものってどうしても、X線やガンマ線の適用のお話は多いんですけども、検出器開発がやっぱり僕は大事な要素の一つだと思っています。そういう点から見たときに、このS I Pの中の技術開発に、陽的にその検出器開発というのが挙げられていないんですけども、その辺りはいかがなものなのでしょうかとというのが、お伺いしたい1点です。

それからもう1点は、同じくそのスライドの中で社会的受容性ってのが挙げられてます。放射線の適用というのは非常に社会的受容性も大事なポイントだと思っています。この点について、例えばこういう検出器を利用してインフラのこういう点検をしていこうというときに、それぞれのところでその社会的受容性というのはどのような状況に今現在なっていて、今後どのようにしていこうとされているのか。あるいは、こういう社会的受容性のデータ等を、例えばどういうふうな形で共有化図っていくのかとか、その辺のところのお考えをちょっとお聞かせいただければと思います。

以上2点です。

(木村専務理事) ありがとうございます。

検出器の開発も非常に大事と認識してございます。私は実は、ちょっと今現時点においては、S I Pでそれほど注力できていないところではございますが、先ほど上坂先生の方から

NEXCOさんとかそちらの方の民間会社の情報も頂いておりますので、その辺のグループの情報も得ながら、全体としてX線がうまく使えるような取組として体制を拡充していくというのは、今日サジェスチョンいただいたかなと認識してございます。ちょっとまた関係者と詰めて、トータルで使える装置として高度化していきたいと改めて思ったところでございます。

社会的受容性については、一般の方々に正しく情報を発信して御認識していただく必要等がございます。そこにおきまして、実際にX線なり中性子線を使った場合に、どれだけ周りに対して放射線が出ていますか、出ていませんかというデータも含めて、しっかりと取りながら、それを見える化して伝えないといけない。あるいは、そのときにどういう組織から伝えられるのが一番効果的なのかについては、ちょっといろいろとまたこれ探りながら、特定の会社では、恐らく第三者的な、中立的な機関が望ましいと思いますので、例えば土木学会とかいろいろな組織もございますので、それらも含めて効果的な方法等をちゃんと探らないと、結局、いい技術が理解が得られなくて使えないのは非常にもったいないと認識しておりますので、そちらについても、またいろいろと御助言いただければと思っております。ありがとうございます。

(岡嶋参与) ありがとうございます。

検出器開発の方も是非、測定時間の短縮化等々に図れることがありますので、そういう点も含めて御検討いただければと思いますし、社会的受容性については、是非そういうおっしゃったような内容で、これからも進めていっていただければと思います。どうもありがとうございました。

(木村専務理事) ありがとうございます。

特に今回、X線で単に画像見るのではなくて、石田先生等の3次元の解析技術と組み合わせないともったいないわけですが、そのためにも検出器あるいは出た画像の処理、そこも合わせて非常に必要な技術と改めて認識しましたので、よろしくお願いいたします。ありがとうございます。

(上坂委員長) 岡嶋参与、ありがとうございます。

ほかに、岡田委員、質問ないですか。

それでは、木村さん、どうも説明ありがとうございました。

(木村専務理事) どうもありがとうございました。いろいろと御助言いただきまして、ありがとうございます。

(上坂委員長) それでは、議題 1 は以上であります。

次に、議題 2 について、事務局から説明をお願いします。

(山之内参事官) 今後の会議予定について御案内いたします。

次回の定例会議につきましては、日時、12月10日火曜日14時から、場所としましては中央合同庁舎8号館6階623会議室になります。議題については現在調整中でありまして、原子力委員会ホームページなどで後ほどお知らせさせていただければと思います。

以上でございます。

(上坂委員長) ありがとうございます。

その他の委員から何か発言ございます。

(岡田委員) ありません。

(上坂委員長) では、御発言ないようですので、これで本日の委員会を終了いたします。お疲れ様でした。ありがとうございます。

—了—