

# これからの土木事業における維持管理について (京都大学渡邊英一名誉教授を囲んで)

出席者：講演者	渡邊英一京都大学名誉教授，駒井ハルテック社外取締役（技術顧問）
座長	北垣会長（副社長）
鉄構営業本部（原価管理室）	長谷川取締役（執行役員）
橋梁営業本部	鷲尾副本部長，巽総合評価対策室係長，森川同係長，安永同係長，
生産本部技術グループ	木曾橋梁設計部長，直江大阪設計課長，本間大阪設計課課長
生産本部工事グループ	鮫島執行役員，松本執行役員，落合工事計画部長，三輪架設計画課課長
原価管理室（企画・管理本部）	富本執行役員
企画・管理本部	中山経営企画部長
司会	高瀬技術研究室長

上記カッコ内は平成23年8月，座談会当時の役職

**開会のあいさつ(北垣座長)** 東京オリンピックや大阪万博時代に大量に整備された社会資本は、40～50年を経て補修保全が必要な時期に入ってきています。団塊の橋梁群と呼ばれているこの時期の橋梁に対する維持管理事業は、当社だけでなく業界各社にとっても、経営におけるきわめて重要な命題と位置づけられます。当社においては、中期経営計画の中でも重要な施策の一つと位置づけ、活動することとしています。その中でも補修保全技術の差別化をキーワードに全社を挙げて活動してほしいと思っています。本日は、当社の技術顧問に就任いただいている、また、学界では橋梁の維持管理の権威としてこの分野に高い見識を持たれる渡邊英一先生を囲んで、橋梁の維持管理、保全事業についての座談会を企画しました。この座談会の議論を今後の当社の維持管理に関する方向性に活用したいとも考えていますので、活発な議論をお願いします。

**司会** 座談会に先立ち、渡邊先生から橋梁業界が抱える維持管理の全体像について「橋梁ファブリケータの立場からの橋梁維持管理の事業性を考える」と題してご講演をいただきたいと思います。

**渡邊先生(講演)** 私は、命題をいただいて講演に臨むと普通は自信を持って講演を始めるのですが、今日は、大変重たい命題であり、自信がありません。この問題は、一会社だけの問題ではなく、全国的に産官学が力を合わせて、それぞれの立場で活動し、有機的に連動を図ることです。もう一つは、会社は、維持補修に関してある方向性を宣言して活動するものではなく、日頃から維持管理に関してそのニーズと対応策をきちんと整理しておいて、官側からあるニーズが発生した場合に、いち早く対



写真-1 渡邊英一先生講演状況

応できるアイデア、能力を持っておくことが重要なことだと思っています。そのような観点で、ファブリケータが求められることをまとめてみました。

現在は少子高齢化が進み、汗をかかなくて済む職業が好まれます。だから、次世代の技術者の育成と技術の継承が重要な問題となってきています。また、建設の世界では新設一途の状況が一変し、如何に既存構造物の維持管理を行うかが重要な課題です。さらに、構造物の長寿命化、延命化も求められる技術となってきています。国の予算を概観すると、図-1に示す平成14年の国土交通白書によると、建設投資額全体では約20兆円規模であり、その内訳は、維持管理費が3.8兆円、更新費が0.3兆円、新規投資が15.9兆円でした。また、2025年度の予測では、建設投資額全体が20兆円規模と変わらず、その中で維持管理費が6.2兆円、更新費が3.7兆円、新規投資が9兆円でした。しかし、図-2に示す平成21年度の白書によると、

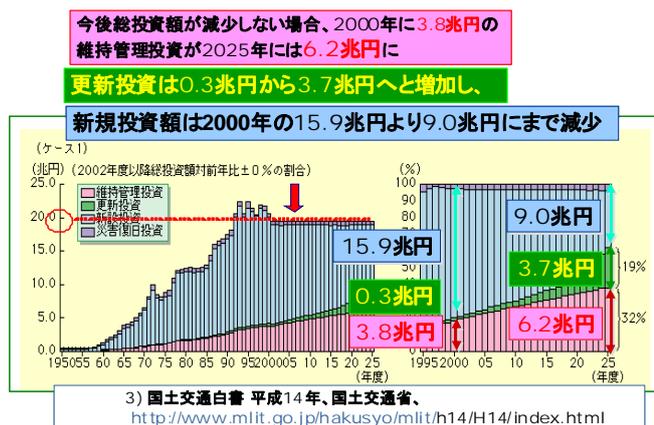


図-1 平成14年国土交通省白書

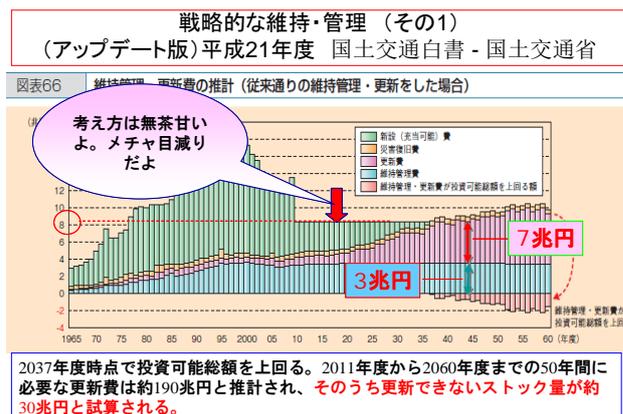


図-2 平成21年国土交通省白書

建設投資額全体が約8兆円と半分以下になり、維持管理費が3兆円に抑えられています。また、2040年頃には、更新費が7兆円を超え、新設構造物はほとんどなくなると予測されています。たかが7年間で大きな政策の変更と議論になっています。そのように、緊縮予算になっているためにも、長寿命化、延命化技術が求められるわけです。

橋梁の架け替えの理由を調査した結果では、昭和52年から61年までの調査では、耐荷力不足、構造上の欠陥、下部構造の損傷など橋梁の物理的寿命により架け替えに至った割合が43%であったものが、10年後の平成8年度では約20%に減少している。これは、技術の進歩により損傷の削減が図られた面が大きいと思われる。つまり、架け替えの主な理由は、道路線形改良や河川の改良工事、交通混雑緩和のためなど、社会システムに対して機能的寿命のために、言い換えれば橋が古臭くなったための架け替えであることがわかります。その後、10年たった平成18年度の調査でも同様の傾向が出ています。

以上の観点から私は橋梁の維持管理にいくつかの方向性を持った方がいいと思っています。

まず、橋梁のファブリケータは、工場を抱えており工場の活性化のためには、新設橋梁の受注が最優先であることが第一です。その中で維持管理を考えた場合、全国的視野で考えると日常的な橋梁維持管理は、原則的に地方に根付いたコンサルタントや建設業者によって行われるものと考えます。その上で、橋梁の設計や機能修復、修理、架け替えなどファブリケータが得意とする分野で貢献すべきであると考えます。その一つとして、長寿命化技術への取り組みがあると思っています。耐久性の高い構造物を構築する技術やアイデアを持つこと、さらに構造物をきちんと維持管理できる点検やモニタリング技術が重要です。鋼橋の損傷部位別に損傷要因をしっかりと研究し、その損傷が発生しないようにまたは発生が遅くなるような対応ができるのが、ファブリケータと

しての重要な責務であると思っています。その研究においては、従来の鋼橋分野にとらわれずに、異業種分野との協力、連携が差別化技術を構築するためにも重要であると思っています。

また、橋梁の更新に対して、新設橋梁と同様に貢献すべきです。橋梁の架け替え理由を見ても、道路システムのグレードアップのために橋梁が架け替えられる事例が非常に多くなってきています。その場合、架設技術は、新規建設よりは数段厳しい現場条件となります。それに対応する技術力を持つことが重要です。さらに、甚だしい高齢橋は、予防保全よりも更新の方が経済的となる場合があります。そのことも十分に検討すべきであると考えます。

橋梁の維持管理において、特に全国の市町村の状況を把握することが重要であると感じています。私の活動の中で、道路橋予防保全における地方自治体への技術支援を行っています。長寿命化修繕計画における平成21年度の橋梁点検状況の結果を見ると、都道府県や政令指定都市では95%近くの実施率となっていますが、市町村においては半数以上がまだ実施されていなかったのと報告がありました。その理由は、①専門的知見がない、または不足している。②財政的に実施困難、③土木技術者がいない。とのことでした。私としては、古田均（関西大学教授）を理事長として設立されたNPO（関西10大学）と連帯して、国土交通省や学界、民間協会等と共に、市町村の技術者教育への支援を強めることを考えております。

最後に、橋梁のファブリケータおよびそれに属す技術者には次の観点から橋梁構造物の維持管理に携わっていただきたいと思っています。さらに、橋梁の維持管理にあたりBMS (Bridge Maintenance System) の理解と教育を行っていただきたいと思っています。私からの要望事項を以下に示します。

- ① 維持管理の経営を考えた場合、橋梁メンテナンスに

特化した会社をもっと見習い、研究してほしい。

- ② 海外、特に中国、韓国など急激に社会資本への投資が進んだ国では、その陰で建設に伴う不具合や破損が目立つ。そのような海外での需要に対して迅速に対応できるよう準備を行ってほしい。
- ③ 橋梁の長寿命化に必要な最新技術を調べ、異業種を含めた適切な技術を持った会社と連携を図り、新材料、長寿命化、計測技術を学習する。
- ④ エネルギーや食糧など人類の恒久的な重要な課題にかかわり、それを踏まえて橋梁技術へ貢献を考える。
- ⑤ 二主桁などの省力化された構造物の劣化や施工の安全性をさらに研究する。その上で、維持管理が容易な構造や将来の損傷の予測などを研究し提案する。甚だ雑駁な議論でしたが、以上で私の講演を終わります。

**保全事業現状の把握**

**司会** 先生の講演の内容を踏まえて、まず現状の認識から議論を進めていきたいと思えます。道路橋の維持管理は、管理者、発注者側から見て近年さらに重要な課題となってきました。国土交通省においては有識者会議を設置して国として維持管理の方向性を定め、土木研究所に構造物メンテナンスセンター (CAESAR) を設置し損傷の調査結果から要因分析、対策の立案などを専門的に検討する部門を作り、多様化する損傷状況に対応する仕組みを作っていると聞いています。さらには、地方での維持管理活動に対して、その促進を狙い、長寿命化修繕計画の実施し、そのデータベースの活用した維持管理活動を進めています。学においても、技術公務員の教育や劣化構造物の判断基準の策定、データの収集や構築などが進んでいます。また、新設工事においても、維持管理性がよい、ライフサイクルコスト (LCC) を考慮した構造物の提案が求められています。

その中で、民間企業にいる技術者は、何が求められて



写真-2 座談会風景

いるのでしょうか。どのように考え、日常の新設工事や補修工事の如何に対処すべきなのか。まず基本となる維持補修への各位の考え、ご意見をいただければと思えます。

**本間** 橋梁設計部の本間です。先日、保全事業をどのように考えたらいいか、ブレインストーミングをする機会があったため、その時に議論した内容をご紹介します。

公共事業の削減が加速するとともに、インフラの劣化損傷が社会問題化するといった2つの流れから、工場における収益を主力とするファブリケータの課題として大きくなっていると思えます。社会は大きく動き、収益性の変革が迫られてきていると思えます。

現在の保全工事は、図-3に示すように分類されると思えます。この中で特殊工事は、我々のような施工技術を持ったファブリケータが受け持つ工事ではないかと思っています。しかし、このような工事は発注件数が少なく、ある一定の売り上げを期待する我々には、物足りないと思えます。このような面からも、保全工事は会社収益の大きな柱となりえていないことがうかがえます。

次に、保全工事全体としていくつかの問題があります。

工事種別	特徴	受注状況	技術レベル	採算性	発注件数
A 特殊工事	施工条件が厳しく、特別な技術や機械を要する工事。場合によっては構造解析やリアルタイムでの判断業務を伴う工事。 例) 橋梁拡幅(主桁増設)、ケーブル補強、アーチ等の耐震補強、跨道橋の補修工事	ファブリケータ	↑ 高 ↓ 低	↑ 高 ↓ 低	↓ 高 ↑ 低
B 一般的工事	一般的な技術で対応できる補修工事。(元々は特殊工事であったが、技術情報の公開や施工技術、施工機械の開発により要求技術レベルが下がった工事も含む。) 例) 支取替え、耐震補強	ファブリケータ、地元ゼネコン、補修専門会社	↑ 高 ↓ 低	↑ 高 ↓ 低	↓ 高 ↑ 低
C 簡単な工事	特殊な技術を必要としない、鋼橋周辺の補修、補強工事 例) 塗装の塗り替え、ひび割れ注入、剥落防止、橋梁の清掃	地元ゼネコン、補修専門会社	↑ 高 ↓ 低	↑ 高 ↓ 低	↓ 高 ↑ 低

図-3 補修工事の分類

第一には、設計・工事の品質確保に向けた技術基準・要領類の整備ができていない点です。できれば道路橋示方書において「鋼橋編」、「コンクリート橋編」などのように「保全編」の整備がされることが望まれます。第二には、発注図に既設構造物の採寸、詳細調査、細部設計がほとんど示されていないことです。つまり、既設構造物の取り合い調査や、機械搬入、部材搬入など施工の可否検討、内部鉄筋の調査などが適切に検討、設計されていないために、予定された施工ができずに、設計費が含まれていないのに詳細設計のやり直しが必要になる場合があります。第三には、最初に述べた技術基準同様、保全工事専用の積算基準がない点です。新設工事に比べ、制約条件が多く、難易度の高い施工が求められるため、施工計画や実施工コストも割高になりますが、積算にはその難易度などが十分に反映されていません。また、契約時に積算条件や数量が明確にされない一式契約のケースが多いのも実態です。

**安永** 新設工事の場合は、与えられた設計通りに施工し完成させることが目的で、事前に計画をして現場に乗り込み、ほぼ計画通りに施工をします。保全工事は、受注からすぐに現場に乗り込み、その後さまざまな問題点を確認しては、現場工期と競争しながら解決を図っていることが大変です。その中で企業として当初設計から収益を改善しなくてはならない。採算性の面からは手が出せていないのではないかと感じていました。

**木曾** 官側の管理者は、当社のようなファブリケータに対して、長大橋など複雑な構造物に対して施工で培った適切な高度技術の提供を求めていると思います。さらに、今まで誰もが挑戦してもできなかったような新しい高度技術を独自の技術とすることができれば、受注のフィールドが広がっていくのではないかと考えています。そのためにも、企業の存続上の高度な更新技術の開発などのような技術的な発展を目指していかなければならないと思っています。

### 保全事業の課題

**司会** ここからは、民間としての橋梁維持管理における課題点（収益性、技術的、人的）について、議論したいと思っています。

**森川** 私は、5年ほど前に耐震補強工事の現場を担当しました。その時に気が付いた課題について示します。補修工事において、発注書類に示される数量は、概略的な図面によって算出されているため、変更は必ず生じます。現場を詳細に調査した詳細設計でないので致しかたないものかもしれません。しかし、それを設計不備として、

官側へフィードバックしてしまうと現場がストップしてしまう。しかも、職人を事前に予定しているために、設計の修正に時間がかかるほどコストにかかわってしまうのです。よって、当方の負担で設計を行い、数量の変更手続きを行います。これが現実だと思います。

次に、客先の検査規格値に関する考え方が保全工事において整合性がとれていない点です。例えば、段差防止装置の施工でコンクリート天端から高さ50cmとなっている図面においても、実測結果として設計より天端が低い場合、桁との隙間を確保するよう高さの変更を求めましたが、規格値の範囲を超えるため変更をなかなか認めていただけませんでした。管理者に補修構造物そのものへの理解が不足していたのだと思います。そのような説明にも時間がかかってしまいます。怖い話ですが、補修工事で与えられた図面に、ただ忠実に施工する会社もあると聞きます。私は補修工事の設計図面は、単に寸法表示をするだけでなく、その数値の意味など基本的な考え方（必要ボルト本数、必要部材寸法など）を図面の中に書き込むべきだと思っています。さらに、技術をも備えたノウハウを生かすために設計込みの発注であるべきだと思います。

**直江** 補修工事における詳細設計込みの発注について、コメントします。現在補修工事における設計スタッフの稼働時間は、コンサルの成果が有り、その修正であっても新設工事の5倍程度の手間がかかっています。よって、調査検討からはじめる設計込の発注を希望すること、さらには維持補修工事の受注を増やしていくことは、現状の詳細設計スタッフでは足りません。しかし、現状の発注成果品は、森川さんの指摘のように精度の良いものではありません。よって、私としては、ベースは従来どおりコンサルタントで作ってもらって、我々が照査して、ミスがあってもフィードバックせずに、当方で検討、変更設計的な業務を行うことが現実的な対応ではないかと思っています。しかし、現状では、その場合設計費を変更で頂くことができません。よって、変更設計的な費用を提供していただけるようなシステム作りが必要ではないかと思っています。

**三輪** 設計についての課題点の議論ですが、私は、それに伴う積算基準についても課題があると思います。補修の場合は、コンクリートであったり、鋼部分であったり、また床版の断面修復から縦桁補強、支承、伸縮の補強など項目が多岐にわたります。発注が単一工種と多くの複合工種では、設計費も大きく変わってくるものだと思います。つまり、高力ボルトの取り換えだけであればそれほど設計費はかからないが、多くの複合工種が組み込まれた場

合、それにより橋梁構造変更が生じ、設計費が工事費の10～15%になる場合があります。やはり、どのような補修工事であっても使えるような現場条件の係数などを掛け合わせた細かな部係をもった積算基準の整備が、最も急がれる課題であると思います。

**落合** 補修の現場では、受注して直ぐに現場代理人が配置されます。補修工事における現場担当者の概略的業務は、まず現場を見ます。すると、発注図と違うところがいっぱいあって、それを図面化して、積算をして、客先と交渉する。それを根気よく、ずっと続けるのが補修工事の代理人の仕事です。そのためにも、技術力のある、かつ粘り強い人間が工事部内に増やせるかがカギになると思っています。

**松本** ファブリケータ側の人的課題もありますが、客先の技術的な判断にも課題を感じています。我々が、工事に関して色々な検討を行っても、客先の判断が明確に帰ってこないことが多い。特に、規模の小さな補修工事では即答がいただきたい。しかし、相談しても即断してもらえない場合は、どこかで妥協しなくてはならない場合もあることも事実です。

**鷲尾** 営業部門からコンサルタントにおける補修工事への取り組みを見ると、設計の話は新規工事も補修工事も変わりはないと思います。極端な言い方ですが、コンサルタントは、積算できる工事内容を作ることが目的です。それを受けて、施工についてはそれぞれの会社の技術力で詳細のやり方を考えてくださいと言っているのだと思っています。補修工事全体の中で、橋建協会各社の受注が少ない理由の一つに発注図書の精度が不足している点が挙げられるのではないかと思います。しかし補修専門会社は受注を増やしているのです。補修工事に対する考え方を見直す必要があると考えます。

また、発注者は、維持補修の面において直ぐに対応してくれる地元企業を重要視しています。しっかりした仕事ができる地元企業が求められるのだと思います。よって地元企業であることを入札参加条件の中に入れていいるところもあります。体質を変えていかないと対応できないのではないのでしょうか。

渡邊先生のパワーポイントによると、平成14年の国土交通省白書では、新規投資額は2000年度の15.9兆円から2025年度には9兆円にまで減少となっていたが、平成21年の白書では2025年度は2兆円程度に過ぎないとのこと指摘です。つまり、鋼橋新設工事に回る予算が、3000億円台から大幅に減少するという事です。その代りに、補修工事は更新を含めて大幅に増加することになることから、予算のある補修工事へのシフトは重要な課題です。



写真-3 座談会風景

### 保全事業の将来性

**司会** このような課題の中で、当社として、または当業界の民間企業として維持管理をどのようにすれば、将来性のある事業として活用していけるのでしょうか。

**三輪** 昨今の補修工事の黎明期にあつては、なかなか補修補強工事では収益が出ていません。しかし、特定の会社は補修工事で大きくなってきています。それは、まず独自の補修材料製品を持っており、それを使うことで材料差益を得ていることです。また、自社製品だけでなく、他社の優れた製品を発見し、代理店になっていることもあります。さらに、補修工事の全国展開を行い、地元を固めていったことが重要です。営業マンでも現場を担当するように社員全体が現場を熟知していることも挙げられます。見習う点は多くあると思われます。その中で、当社としてできることは、2点です。まず、補修材料またはアイテムを開発し保有することです。次に、補修工事アイテムでの全国展開を図ることです。そのためには、地元から頼られる企業でなければならないと思います。私は、困っているところにビジネスおよび開発のネタがあると思っています。

**巽** 維持補修の工事はなくなることはありません。また、官側の発注体系が劇的に変わることもないと思います。客先はコストを意識し、安く確実に施工してくれることが第一だと考えているのではないのでしょうか。その課題点は今まで多く指摘されましたが、結局解決策は、我々のやり方を採算の取れるレベルに持っていく方法です。設計、工場、工事というこれまでの新設工事と同じやり方では採算性が悪い。営業所単位で設計から施工まで取り組む体制作りも必要であると思います。また、補修工事では地方に小規模な製作場所を確保したほうがよいのではないのでしょうか。

### 維持補修の事業性

**鮫島** 私は橋建協の保全委員会の委員も兼ねています。

その委員会では、国土交通省など官側との意見交換を頻繁に行っています。発注側もこの座談会と同様の議論を行っていると考えています。その中で最初に議論される内容は、工事の不採算性です。数年前までは、補修補強工事は不調になってしまいました。そのなかで、一部の特定会社が収益を上げるために努力してきたのです。それは我々が反省すべき事実です。

また、橋建協各社が受注している補修工事は「鋼橋上部」として発注された工事です。また、国土交通省では維持補修工事を1億円以上のユニットで発注されるため、我々でもやっと収益が出る工事規模なので参加できます。しかし、維持補修ではエントリーできても入札条件での地元点が高く、結果的に受注に至りません。都道府県では、我々は「鋼橋」といった分野で発注された工事ではか応札に参加できません。よって、橋建協各社の補修工事の受注金額は全体の10%以下のような数値になるのではないのでしょうか。私は、補修補強工事において以下の3つの方策が必要だと考えています。まず、客先にメタルの橋の良さを理解していただき、その補修工事で少しでも鉄を触るようなことがあれば、橋建協各社が競争参加できる仕組みを作ってお願ひすることが重要だと思っています。次には、駒井ハルテックとして地方に技術者を配置するなど、従来型から更なるコストダウンを図り、採算ラインをさらに下げ、トライできる工事を増やすことに努力しています。最後に、駒井ハルテックの補修工事に関するノウハウを駆使して、新製品や新材料の開発、販売を行うことが重要であると思っています。

**長谷川** 渡邊先生の講演の中で維持管理工事は社会的使命であるという基本的考え方が印象的でした。さらに、我々は、橋梁ファブリケータであり、民間企業として利益を求めなければならないと感じました。新設工事はそれなりの利益を上げることができます。しかし、補修工事は利益を上げることが大変です。それは今まで議論されてきた内容通りです。そのなかで、補修工事においては、新規工事と同様な営業、設計、製作、施工と、縦割りです。工事を進めると利益率が悪いのは必然です。より一体化した取り組みを考え、情報を共有化することが重要です。現状は補修補強工事の収益率は非常に苦戦しています。しかし、工事利益が苦しくても、このような投資をしなくては、これからの補修工事の技術や収益の改善にはつながらないと思っています。このような中から、収益改善に向けた戦略を立てていかななくてはならないと思います。それには、長期的な戦略と短期的な戦略があります。長期的な戦略には、技術開発、地元業者への連

携などがそれに当たると思います。短期的な戦略としては、技術者の教育、今までの要素技術をデータベースとしてまとめることなどが必要になると思われます。また、渡邊先生の講演にあった、予防保全より更新の方が経済的になる場合があるといった発想がありませんでした。架け替え更新工事にファブリケータとして大きな意味があると思います。

**中山** 震災、原発事故以来、社会資本の在り方は重要視されてきています。また、国土交通省からの発行物を見ても、社会資本は保全しながら使っていく時代だと感じます。今日の議論で考えなくてはならないことは、補修工事は、地元企業との連携を行い、様々な情報収集、交換を行い、関係者特に客先との信頼関係を築くことの重要性を感じます。

**富本** 世間では「橋は落ちないもの」という前提があります。安全の神話的なもので、橋の下のコンクリートがはがれて鉄筋が見えていても、橋が落ちると感じる人はほとんどいないと思います。しかし、今回のように原発での事故が起こり、世論の動向によっては、どのような事業に対して予算が出るような勢いです。保全事業が重要な社会資本整備の仕事であるといったことを一般の人の理解を頂き、公共事業が無駄な税金の使い方であるといった誤ったイメージの払拭ができれば、官側も変わるのだと思います。

**渡邊先生** 「味方は徹底的に使おう。」今日のように皆さんから意見を頂き、それを色々な機会を取らえて発信していきたいと考えています。先日、藤井聡京都大学教授に関西道路研究会で「公共事業は日本を救う」といった題目で講演していただきました。彼の発信力は素晴らしいものがあります。我々も、財団法人、任意団体、NPOなどのチャンネルを通じて声を国民に届ける必要があります。この適切な保全事業の在り方の検討は会社だけでできるものではありません。官、学とともにインターネットなどを使って国民全体で議論しなくてはなりません。正しい、現実の意見を発信していきたいと考えます。

**北垣座長** 非常に多岐にわたり意見が交換され、有意義であったと思います。皆さんの維持管理の苦勞と創造性が伝わりました。維持管理はますます重要なテーマになっていきます。定期的に議論して行きましょう。苦勞しているところをもっと深く議論しましょう。是非これからもがんばっていきましょう。本日はありがとうございました。

(文責 高瀬)