特定課題セッション：計画・環境・安全グループ

自転車社会の近未来

コーディネーター

山中　英生　徳島大学大学院ソシオテクノサイエンス研究部教授

パネリスト

吉田　長裕　大阪市立大学大学院工学研究科都市系専攻講師

山口　博久　枻出版社バイシクルクラブ編集部副編集長

芳賀　教人　宇都宮市総合政策部交通政策課課長

田中　元次　三鷹市都市整備部道路交通課課長補佐

大脇　鉄也　国土交通省国土技術政策総合研究所道路研究部道路研究室主任研究官

1.　概　　要

自転車は，環境に優しい乗り物として注目される一方，対歩行者事故の増加など安全面での課題を抱えている。そのため，近年の道路行政の中でも自転車を安全に利用できるよう道路空間を改めていく検討が進められているが，現場においては様々な苦労が発生している。

本セッションでは，先行的に自転車空間整備を行った際に，あるいは今後の都市全体の自転車空間整備に向けて，さまざまな計画論を進める中で生じてきた議論の主要なポイントを取り上げ，調査研究から得ている知見も交えて討議を行った。

2.　討議における主な発言

（1）　自転車走行空間整備の目標像

最初の話題は自転車走行空間整備，自転車政策の目標をどう捉えるかであった。大きな題目とともに，市民と対話を進める段階において，どのような目標像を描き，市民にメッセージとして渡していくかということについて，世界各都市における事例を交え議論した。

・大脇　近年の日本の自転車施策の背景として，地球環境の問題と交通安全の問題がある。ある程度自転車利用が進んでいる日本では，量を直接的に増やす政策より，安全性と円滑性の向上を同時に図る方策，歩行者と自転車の分離といった対策が中心となると考えられる。

・芳賀　宇都宮市の現在の自転車利用・活用計画が策定

された平成15年当時は，自転車政策というよりも，放置自転車や通行マナーの悪い自転車が注目され，その対策的意味合いが強い計画となった。策定中の次期計画では，スポーツ，観光，健康，環境といった新たな視点を加えて，市民とともに目標設定を検討している。その背景として，（1）宇都宮市は「ジャパンカップサイクルロードレース」が毎年開催される都市でもあることから，町の中でもかなり頻繁にスポーツ系の自転車を見かけるようになったこと，（2）放置自転車対策として始めたレンタサイクルを，出張で宇都宮に来た営業マンがレンタカーの代わりに結構遠くまで利用するケースが見られるようになったこと，（3）10km 以上離れた郊外の工業団地に，スポーツ系の自転車で通勤する市民もいることなどがある。

・吉田　コペンハーゲンでは，通勤通学の自転車分担率を50％まで引き上げるとか，市街地の自転車の速度を自動車並に引き上げるといった目標を据えていること，他の海外諸都市でも同様な通知表のような仕組みがプロモートのうまい都市には導入されている。

・山口　（いくつかの調査結果を挙げつつ）国民の多くが自転車の交通ルールを知らないまま自転車に乗っているのは危険なことだ。

・山中　（市民は）ルールを知らないから安心しているが，実はかなりリスクの高い行動を大丈夫だと思い込んでいることがある。安心する空間と安全な状況は違っていて，目標像はそのことを念頭に置いて議論すべきだ。

この議論は最後に，分かりやすい目標を的確に立て，定期的に進捗を出してゆく作業，実際の実務と目標像をつなぐ作業が非常に重要だということで総括された。

（2）　安全で快適な自転車走行空間の整備方策

次に，自転車にとってすべての道路ユーザーにとって安全で快適な空間をどう整備するかについて，国内の事例紹介を受け，一方で海外の事例を比較しながら，我が国独特の課題について議論した。

・田中　（三鷹市かえで通りの自転車道整備について事例紹介の後）自転車道を選択した理由は，かえで通りでは整備前の朝の時間帯に自転車利用者の70％以上が歩道を通っていたこと，歩道通るのは車道を走り慣れておらず怖いためであることを踏まえてのことである。なお，自転車道のシフト長など自転車の円滑性にも十分配慮した設計を行った結果，整備後の利用は上々で94％の自転車が自転車道を通行している。

・芳賀　宇都宮市では，概して道幅に余裕がないため，その中でも比較的車道に余裕があるところでは自転車専用通行帯（自転車レーン）を，その他の道では路側のカラー化等によりドライバーに対する注意喚起を図っている。カラー化した6路線，4.6kmにおいては，前年度13件あった事故が8件に減った。またドライバーアンケートの結果では，認知度は82％，走りやすさに肯定的なのは37％程度であるが，整備推進については70％近くが肯定的であった。

・吉田　コペンハーゲンにおけるサイクルトラック（自転車道）は歩道とも車道とも段差で区分されるのが標準。それで十分機能している。サイクルトラックは一方向に走るものである。市内の幹線道路にほぼ完備され，中には近年自転車交通量が3万台/日を超え，容量不足から自転車レーンを併設して自転車空間を拡幅した場所がある。合理的な空間整備法としては，アメリカのComplete Streetの考えや，それを踏まえたNew York，Portland等における検討例が参考になる。日本におけるこれまでの自転車空間整備と海外を比較し，大きな違いは，自転車道が双方向通行であること。この双方向性が交差点におけるドライバーによる自転車の認知に問題をもたらし，事故の危険度を高めている可能性がある。バリアフリー化のため広くフラットにした歩道が，自転車の道路端での双方向通行を促進するとともに走行速度が向上し，安心かもしれないが危険を増す結果になっている可能性がある。

・山中　議論を踏まえると，この問題は，空間的制約，法的制約の下での自転車通行空間の選択とその利用方法についての市民合意形成を同時に行う必要が生じるところに難しさがあり，また予算制約も加わって短期間に整備できない点も問題を生じさせていると考えられる。

・大脇　自転車通行空間のよりよい整備手法は，今は各地の事例を踏まえて年々更新されて行っている状況にある。今，合意の得られた一つの案で整備するにしても，将来的に別の案が良かったとの話になった際に備え，変更可能な設計，特に地下構造物等動かすのに多大なコストを要する施設をどちらの案にも通用するよう，冗長性を持って設計をしておくことが必要ではないか。

この議論は，自転車専用信号の導入など，日本にはない手法との組み合わせにも話が及び，まだまだ議論が続く状況であった。

（3）　自転車走行空間の正しい，マナーの良い利用

最後に，自転車利用者にルールに従いかつマナーよく道路を利用してもらうにはどうしたらよいかについて，自転車のルールが果たして今の日本の状態に対して適切かどうかも含めて議論した。

・山口　ルールを守ってもらうには，わかりやすいルールが必要で，わかりやすいルールとするには，自転車の道路左側通行（道路各則での一方通行）だ。今の交通ルールでは，車道（自転車レーンを含む）を通るときは左側通行で，自転車道や自歩道，路側帯を通行するときは道路各則の双方向通行が許され，更には車道上でも自転車横断帯は相互通行である。例えば道路右側の自転車道（相互通行）から横断帯を進行すると，横断帯が切れた先は車道逆走になり違法となる。しかし，これを利用者に理解させるのは難しい。

・大脇　自然とルールを守れる道路設計や，ルールを浸透させるためのソフト施策も重要だ。

この議論は，特に車道上の通行について追加の議論がなされ，山中教授より「そこにどうやってルールを見せるかというデザインの工夫」「本来のルール＝車道の左側を明記していく作業」が非常に重要と総括された。

3.　まとめと謝辞

本セッションは最後に，山中教授より「様々な制約の中で自転車の空間を確保することになる。それ故，完璧なものにはならないかもしれない。しかし，土木技術者として，是非それでも最後の仕上げは美しく。市民が，『何かいい感じになったな』と感じていただけるように。」とまとめの言葉をいただき，閉会となった。

なお，本セッションでは大変多くの事例が紹介される予定であったため，各パネリストには予め当日の話題提供内容をポスターにまとめ，会場の通路に展示することを試みた。本稿では断片的にしか紹介できなかったが，こうした事前準備を含め，討議に協力・参加いただいた皆様に，誌面をお借りして御礼申し上げる。

（文責：国土交通省国土技術政策総合研究所
道路研究室主任研究官　大脇鉄也）

特定課題セッション：道路管理・修繕・更新グループ

社会資本ストックの管理に求められる技術力とその継承

～道路橋を素材として～

1. 概　　要

我が国の社会資本は高度経済成長期に集中して整備されたことから，今後老朽化が進み，本格的な維持・更新の時代を迎える。道路においても，構造物の経年劣化，また，橋梁，舗装については交通荷重の影響による損傷が発生することから，道路の安全性や信頼性を確保し，また施設を長寿命化することが，道路管理者のみならず，我々社会資本に携わる技術者の使命でもある。

そのような背景のもとで，本セッションでは，今後，中心的に活躍してもらう必要がある，いわゆる技術の担い手，例えば若手技術者や学生の方々へのメッセージとして，以下について討議した。

①維持管理に必要な技術力とその継承をどうすべきか

②道路の維持管理の魅力とは何か

最初に，土木学会において技術公務員に必要な技術力等を議論している金沢工業大学の中村一平教授から，「道路の維持管理に求められる技術力とその伝承」と題して基調講演をいただき，その後，パネリストから，それぞれの立場，分野での取り組みをご紹介いただいて，議論を深めた。

基調講演（アドバイザー）

中村　一平　金沢工業大学 教授

パネリスト

大川　宗男　本州四国連絡高速道路(株)坂出管理センター 橋梁維持第一課長

今野　和則　国土交通省北陸地方整備局 道路保全企画官

高山　正憲　山形県土木部道路課 保全整備室長

西尾　浩志　(社)プレストレスト・コンクリート建設業協会 企画委員

野澤伸一郎　東日本旅客鉄道(株)構造技術センター副所長

吉岡　　淳　(独法)土木研究所構造物メンテナンス研究センター（CAESAR）グループ長

司会進行

今野　和則　国土交通省北陸地方整備局 道路保全企画官

2. 基調講演（概要）

維持管理工学は，人体の健康管理と同じである。人体では，健康診断→診察→治療・手術→術後観察といった手順になるが，社会基盤ではこれが，点検→判定→補修・補強→追跡調査となる。人体の健康管理が医者の責務であるならば，社会基盤の維持管理は土木技術者の責務である。

今の学生の維持管理に関する意識としては，国内外の大惨事などの報道を通して維持管理の必要性や重要性は認識している。しかし，大学での講義は座学がほとんどであり，現場を見る機会が少ないため，維持管理の実態，どのような損傷が発生しているかを知らず，実物の構造細部を知らないため，補修方法などに興味がわかないというのが実態である。また，維持管理は地味である，維持管理の仕事の今後（将来性）はどうなのか，という意識も持っている。このため，金沢工業大学では，維持管理に関する講義として，3年生の前期に選択必須科目として3単位（45分×3／週，16週）を開講している。講義では，管理しなければどうなるのかを発展途上国の状況などを紹介しながら教えている。また，建設の現場，維持管理の現場において，健全な構造物，損傷

が発生している構造物を実際に見学することが望ましいと考えている。

今後の担い手に技術を伝承していくことは，多くの現場を経験した世代の責務である。徒弟制度や技術伝承塾，経験（損傷）事例集を通して，伝える必要がある。損傷事例を新設設計へ反映することの大切さや，現場で現物とつきあう素晴らしさを伝えてほしい。また，社会の要請も変化しており，頭の切り替えとともに社会基盤の医師としての喜び，自覚，矜持を持つことが重要である。内向きには「before & after」の達成感，素晴らしさを伝える仕組みづくりが必要であり，外向きには広報が重要となる。

3. パネルディスカッション（概要）

各パネリストの発言要旨は以下の通りである。

・高山　技術力向上とその伝承には，OJT と研修の適切な組み合わせが有効である。「つくる」から「使い続ける」への意識転換が必要であり，維持管理は百年規模の取り組みなので計画的に永く続けることが重要である。業界も含めた地域全体としての技術力の底上げに努めたい。

・吉岡　メンテナンスは現場の技術であり，情報・経験の蓄積が重要となる。現在，CAESAR を拠点に各地方整備局にブロック拠点を置き，重大損傷情報を含めたメンテナンス情報の共有化を進めている。また，底辺の拡大と底上げが重要であり，地方の大学，高専と連携して技術者育成の取り組みも進めている。研究開発においては，通行止めさせない（機能の保持），落橋させない（利用者の安全）ための臨床研究を中心に進めている。現場での判断に迷うときは，ためらわずに土研に相談をしてほしい，高度な技術支援を用意している。

・大川　本四連絡橋は架け替え困難，厳しい腐食環境下など特殊な事情もあり，会社として組織を設置し，技術の継承に取り組んでいる。維持管理に必要な技術力は問題の解決力であり，人から人への継承が必要である。管理の期間は非常に長く，技術は多種多様であるため，専門家の育成が重要である。

・野澤　JR 東日本の鉄道橋は平均経年 55 年を迎えており，維持管理に力を入れている。技術継承の研修体系として入門基礎，応用，エキスパート 3 段階のレベルに分けて実施している。維持管理には，変状を見て原因を洞察できる力，運行管理・経営状況と橋梁の状況から検査・診断する想像力，補修に関する新材料・新工法への好奇心が求められる。

・西尾　共同研究も含めて PC 橋の健全性評価手法の研究，PC 構造物の復元設計手法の技術開発など進めている。PC 橋の維持管理の方向性として，維持管理システムの構築支援，「コンクリート構造診断士」，「PC 技士」などの資格制度による技術者の養成と継承を進めたい。

・今野　北陸地域は過去 3 回の大きな地震を経験しているが，最初の中越地震の現場経験がその後の地震対応に活かされている。橋梁の技術力向上の取り組みとしても，まずは現場に出られる環境づくりを，と考えている。

4. 総　　括

討議を総括すると以下の通りであった。

・伝承は人づくりと仕組みづくりが重要であり，そのためには現場に行く機会をつくることが必要である。
・維持管理の技術は，問題解決の技術であり，問題解決 know－how の伝承が重要である。
・魅力アップには臨床研修的なイベント（現地載荷試験など）も一つの方策である。
・維持管理の魅力は現場ごとに考えるクリエイティブさにある。
・創意工夫の余地が多く，住民がその場で反応を返してくれることに魅力がある。

最後に中村教授から以下のアドバイスをいただき，セッションを締めくくった。

・維持管理は奥が深い分野であり，技術相互の連携と体系化が必要である。
・人材育成は時間が掛かる仕事であるが，伝承は先輩の使命である。
・維持管理はそれぞれが自信を持って，自覚を持って取り組むことによって，魅力アップとなる。
・「before & after」の達成感，充実感が最大の魅力である。

（文責：国土交通省北陸地方整備局道路部
道路保全企画官　今野和則）

特定課題セッション：建設・施工技術グループ

構造物の信頼性の向上と設計・施工段階からの長寿命化への取り組み

コーディネーター

依田　照彦　早稲田大学理工学術院教授

パネリスト

高野　伸栄　北海道大学大学院工学研究科 准教授

真下　英人　土木研究所道路技術研究グループ長

久保　和幸　土木研究所上席研究員

石橋　忠良　ＪＲ東日本構造技術センター所長

髙木千太郎　東京都建設局道路管理部専門副参事

本間　淳史　NEXCO 東日本関東支社計画設計チームリーダー

1. 概　　要

米国ミネソタＩ－35 W橋の崩落事故や地震・災害などにより盛土の崩壊・落橋事故などが発生しているなか，構造物の信頼性の一層の向上が求められている。

また，社会資本ストックの増大や高齢化にともない，効率的な管理の重要性が高まっている中で，設計・施工段階から長寿命で維持管理しやすい構造への転換が求められている。

このような状況を踏まえ，構造物の設計・施工段階において，信頼性の一層の向上，長寿命化・維持管理の容易さ，環境負荷の低減などを実現するための具体的な方策について，実務で活躍されている関係各機関の方々から下記項目を中心にその取り組み方策や今後の方向性について議論をいただいた。

・新たな設計思想，求める性能・要求水準，構造形式
・新技術の開発（材料，施工方法）
・調達方式，技術評価のあり方
・施工技術，施工管理技術
・技術力確保・予防保全　など

本セッションの進め方は，基調講演とパネルディスカッションの構成とし，最初に「米国ミネソタ州Ｉ－35 W橋事故報告」と題して，早稲田大学依田教授に基調講演を行っていただき，その後，「構造物の信頼性向上と設計・施工段階からの長寿命化への取り組み」についてパネリストの方々によるディスカッションを行った。

2. 基調講演概要：依田照彦

2007 年 8 月 1 日の夕方に崩落事故は発生した。この事故が起きた箇所は，中央のトラスの部分であり，鋼トラスで約 300 mにわたって崩落した。50 台以上の車が転落し，取り残された車もあった。一番気になっている点は死者数が 13 人ということで，裁判が行われている状況にある。

崩壊メカニズムを解析した結果によれば，今回の崩落事故の原因は一部のガセットプレートが脆弱であったことにあり，ガセットプレートの厚さが 1 インチ必要なところ，0.5 インチと半分であったこと，また，ガセットプレートが約 0.5 インチ曲がっていたこと。さらに，事故当日は橋の上に工事荷重があったこと。これらをすべて同時に考えると確実に崩壊することがわかった。しかしながら，ガセットプレートが薄くても，曲がりがなければ，工事荷重があっても多分壊れていなかったと思われる。

また，ガセットプレートの厚さが設計どおりの 1 インチであったら，曲がりがあっても工事荷重があっても壊れないと思われる。そういう意味ではガセットプレートが薄かったことの影響も大きいし，曲がっていたことの

影響も大きい。さらに，ガセットプレートが薄く，曲がっていたとしても，工事荷重がないと，この場合も落橋しなかったと思われる。すべてを総合すると，本当に偶然が重なって落ちたということである。

今回の崩壊事故を契機に，過去のいろいろな橋梁の崩落のデータを参照すると，地震や衝撃のように短時間で損傷が発生する現象を除けば，じわじわと損傷が進む現象に対しては基本的に前兆が見られると考えられる。ただし，この前兆が見つけられるかどうかはわからない。それ故，予防保全が必要になる。

橋梁の信頼性向上と長寿命化，劣化対策，重大事故の撲滅，防災強化などは当然重要なこととして位置づけられるが，今回のような事故を見ると，このＩ－35Ｗ橋は生まれたときから弱かったと思われる。そういう意味で，建設時の品質管理，品質の確保・保証は，ほかの国だけではなく，我が国でも大変重要だと思っている。

このような観点から，本日のパネルディスカッションのキーワードを，「信頼性の向上と長寿命化」とさせていただいた。

3. パネルディスカッション（主な発言の概要）

（1） 新たな設計思想，求める性能・要求水準，構造形式

・久保　舗装の性能規定化の課題として，「何をやってもよい」とした結果，「何をしたらよいか分からない」という状況になり現場が混乱している。舗装に対する要求性能を明確にし，性能の評価法を確立することで性能規定化に基づく技術開発の促進，コスト縮減を実現しようとしているところである。

・本間　長寿命化は，個人的には構造がシンプルな方向に向かうべきと思っている。シンプルになるとまず，設計が見えやすいこと，施工がしやすいことで当然品質もよくなる。それから，点検もしやすくなるし，何か損傷が起こったときに診断もしやすくなる。

（2） 新技術の開発（材料，施工方法）

・真下　トンネル関係では，材料については強度の高いコンクリートと粘りのあるコンクリート，それらの新しい技術の開発が進んでいるのが現状である。

施工に関しては，トンネルを構築する施工法全体を変える技術，特に耐久性を向上させるための技術の開発が今進んでいる現状ではないかと認識している。

（3） 調達方式，技術評価のあり方

・高野　総合評価方式の技術提案を受け入れることによって，当初想定した性能よりも優れたものが出来る仕組みにはなっていると思うが，同じ価格でより費用のかかることをしなくてはいけないという積み重ねがどんどん起きてくる。また，いろいろな技術提案がなされているが，その場限りの工夫として，個々の現場でいろいろなものがなされていくことになる。それが一つのノウハウとして，全体的に集約するフィードバックループがつくられていかないといけないことになる。そうなると逆の問題もあり，さらにその上のループがどんどんでき上がってしまう可能性もある。そういう意味でこの制度の行き着く先はどうなるのかと感じることもある。

（4） 施工技術，施工管理技術

・石橋　構造物は，造ってすべてが劣化するのではなく，設計，施工，材料に原因があるものが劣化して，かなりのものはほとんど手を入れないでずっと持っているのが普通である。原因がなければ劣化はしないと理解してもらったほうがよい。原因を１個１個つぶしていけば，基本的には長寿命のものがほとんどになるのではないかと思っている。

・本間　発注者として実施すべきは，施工段階で適正な検査を実施すること。検査を充実することにより，コンクリートのかぶり，単位水量，強度といった品質の向上を図って来た。品質管理ではなく，非破壊検査，微破壊検査といった検査の方向にシフトしていくために検査技術を確立しいてくことも重要である。

（5） 技術力確保・予防保全

・髙木　技術力の向上，品質確保が重要な課題となっているなかで，インハウスエンジニアの技術力向上と継承（マイスター制度など），官民双方の技術力を生かす仕組みづくり，入札契約制度の改革といったことが必要である。また，管理面では，戦略的な予防保全の推進や新たな取り組みとして，アセットマネジメントを導入している。

4. ま　と　め：依田照彦

設計思想，あるいは求める性能・要求水準，新構造形式については，性能設計を導入する方向で進んでいるのではないかと思っている。その際，すべての性能が照査出来るか，出来ないかを悩むよりも，透明性・説明責任を果たすことの方が大事である。

新技術の採用は絶対に必要であり，採用にあたってはきちんと検査をするべきであり，その検査のための技術力も同時に持っていないといけない。

調達技術評価のあり方としては，応札者の技術力も適切に評価しないといけない。そのためには発注者・受注者両方の技術力が是非とも必要になる。

施工と施工管理の技術については，品質の向上が欠かせない。そのためには適正な施工の実施と厳重な施工管理，これらを受注・発注両者ともきちんとやることが一番重要である。

維持管理については，対症療法型ではなくて予防保全型がよいと思われる。

技術力の確保・向上を考えると，少子高齢化で技術者が減って高齢化し若手が減ってくれば，技術の継承は難しくなる。我々は，若い人に対してよい仕事を残し，よい仕事を任せることが大事ではないかと思っている。

短時間で大変すばらしいパネリストの方々にお話をいただき，感謝の意を表したい。

（文責：国土交通省道路局
国道・防災課道路保全企画室
課長補佐　鹿角　豊）