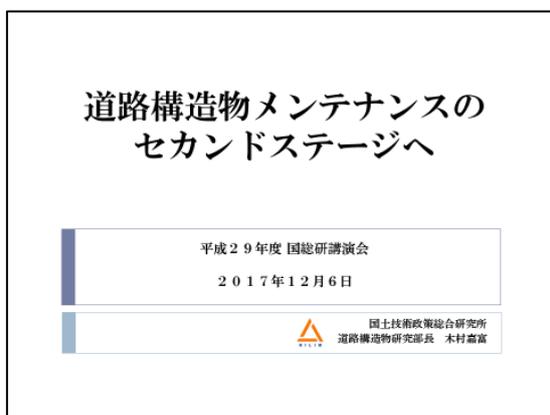


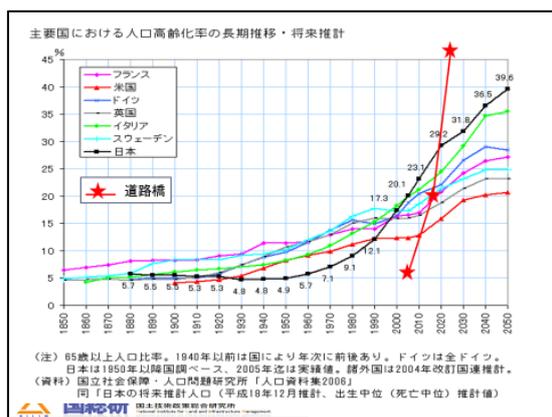
3.10 道路構造物メンテナンスのセカンドステージへ

(道路構造物研究部長 木村 嘉富)



ただいま紹介いただきました道路構造物研究部長の木村でございます。よろしくお願いいたします。5時を過ぎておりますが、もう1コマだけおつき合いいただきたいと思います。

本日は、「道路構造物メンテナンスのセカンドステージへ」と題し、先ほどの下水道や空港に引き続き、橋やトンネルといった道路構造物の維持管理への取り組みについて紹介させていただきます。



この図は、お手元にはございませんが、主要国における人の高齢化率の推移を示したものです。一番左側が1850年で、2050年までの将来予測も含めて示されています。線がいっぱい入っています。色がついているのが欧米各国の高齢化率の推移です。黒が日本の高齢化率です。急速に日本人の高齢化が進んでいるという状況が分かります。高齢化率が高くなると、病氣も増えてきたり社会保障費等も増加する一方で若い人が少なくなり、い

ろいろな社会の仕組みを変えていく必要があります。税金の負担のあり方も含めて変えないといけないということで、色々な議論が進められています。

この図に、インフラの高齢化として道路橋の例を星印で記載してみました。道路橋で建設後50年以上経過したものの比率です。こんな勢いで急速に高齢化が進んでいきます。今、2017年ですからちょうどこの辺ですか。3割ぐらい、人の高齢化と同じぐらいの状況になっております。

土木研究所では2008年に構造物メンテナンス研究センターCAESARという組織が設立されています。ちょうどこの辺りです。私も設立時に所属してまして、当時は今やれば間に合う、と思って取り組んでいました。それから10年近く経過し、高齢化率が上昇する一方、その間、定期点検も含めた制度や技術開発も積極的に進められています。

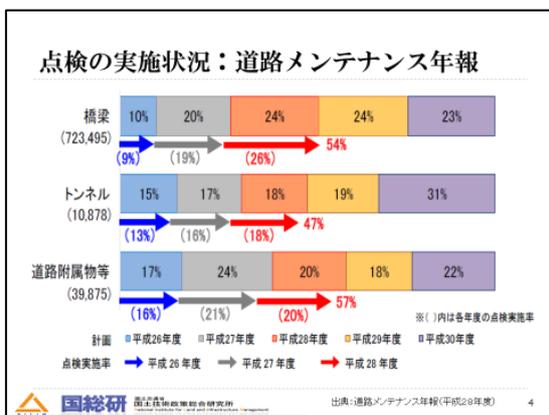


これは、橋梁、トンネル、舗装、土工、附属物等、各道路構造物の点検要領の策定状況を示したものです。今から5年前、平成24年12月2日に生じた笹子トンネルの事故を受けまして、25年6月に道路法を改正し、国交省としてもインフラメンテナンス元年と宣言して、いろいろな取り組みが始められています。国総研も翌26年4月には、今、私が所属しております道路構造物研究部という組織を新たに立ち上げて、取

り組んでいます。

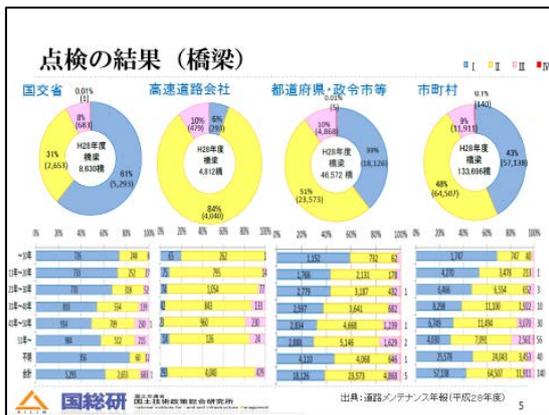
点検要領については、まず第1弾として、橋梁、トンネル、シェッド・大型カルバート、横断歩道橋、門型標識の5つの構造物について、定期点検要領を定めています。これらの5つの構造物は、万が一落橋したり、トンネルが崩れますと、利用者を巻き込んでしまいます。重大な損傷が生じた場合に人命等に影響が及ぶものについては、5年に1回、必要な知識・技能を有する者が、手で触れる程度まで近づいてしっかりと点検しようと定められています。

それ以外の構造物についても、高齢化に対応する必要がありますので、逐次、点検要領を定めています。去年の10月には舗装、ことしの3月には標識や照明柱等の小規模附属物、夏には土工構造物について定めています。全ての道路構造物について点検のルールを定め、実施をしているという状況です。これがファーストステージといえます。



点検結果については、毎年「道路メンテナンス年報」としてとりまとめ、国交省のWebで公開されています。ここでは、28年度までの点検結果等について紹介します。

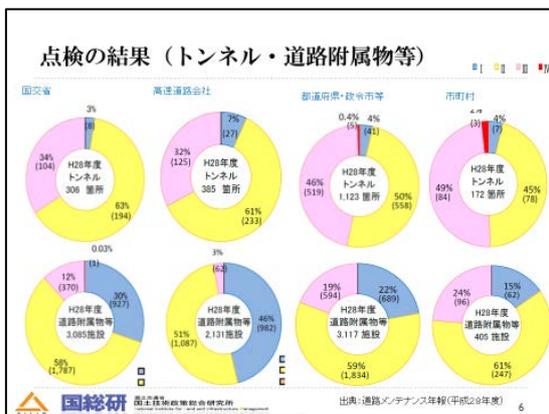
こちらは5年間の点検計画と、実施状況です。国のみならず市町村も含めた全道路管理者の合計です。26年度は、年度途中から点検が始められたため低くなっていますが、計画に従って着実に点検が進められています。



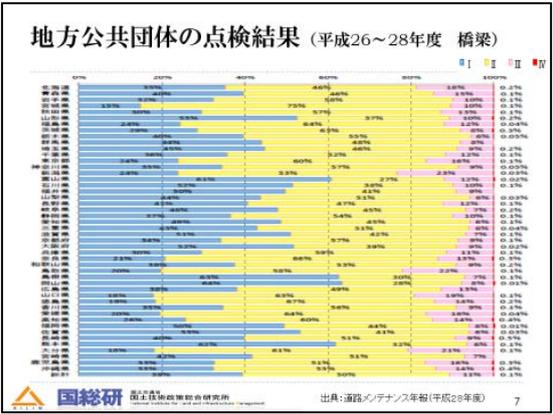
点検結果の一部を紹介します。28年度の橋梁の結果です。国交省、高速道路会社、都道府県、市町村ごとに、橋の状態がどうなっているのか示しています。色分けしています。水色が判定区分Ⅰで、健全なもの。黄色はⅡで、予防保全段階。何らかの損傷があるけれども、機能に支障が生じておらず、次の点検まで経過をみましょう、経過観察でいいですねというもの。ただし、予防保全の観点からは措置を講じた方がよい。人も同じです

が、病気が重くなってから治療するよりは、軽いうちに、早期の段階で治療すると、手術などの痛い思いをしなくて済む、経費も安くて済むというものです。ピンク色はⅢで、早期措置段階。構造物の機能に支障が生じる可能性があり、早期に、次の点検までには直しましょうというもの。それから、ほとんどありませんけれども、赤色はⅣの緊急措置段階。構造物の機能に支障が生じている、あるいは、生じる可能性が著しく高く、すぐ通行止めや荷重規制等の対策をしてくださいというものです。図の下方には、経過年数毎の判定区分の比率を示しています。

管理者が異なっても同じような傾向となっていますが、高速道路会社だけが他に比して黄色のⅡが多いという状況になっています。高速道路は、交通量も多く、使われ方も激しいかなと思いますし、また、軽微な損傷もしっかり見つけているというところもあろうかな、と思っております。



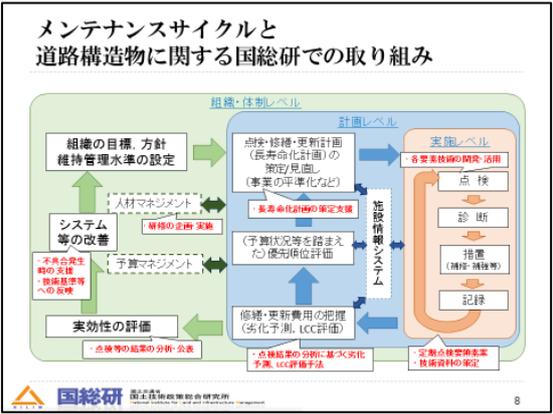
こちらは、上がトンネル、下が道路附属物です。トンネルは橋とは状況が異なり、Ⅱの黄色、あるいはⅢのピンク色が多くなっています。トンネルでは、1キロとか2キロ、3キロの長い区間の内、1カ所でもコンクリート片が落ちてきそうであれば、措置が必要になるという状況等のためと思われます。横断歩道橋や標識といった道路附属物は、橋よりやや健全性が悪いという状況です。



の、一方、秋田県と山形県、島根県と鳥取県も同じような条件と思われる。私は島根の出身ですが、鳥取県と場所を間違える人もいるぐらいです。しかしながら、両県で随分傾向が異なっています。まだまだ点検が始まったばかりですので、もう少し点検技術、診断について蓄積が必要かなと感じています。

お手元でも細かい図となっておりますが、都道府県毎に点検結果を比較したものです。県や市町村等が管理する橋梁の状態を整理しています。日本列島は南北に長く、地域によって環境が大きく異なっていますので、当然、差が生じています。よくみますといろいろなことがみえます。

例えば栃木県と群馬県、岐阜県と長野県、同じような地形、環境でございますので、結果についても大体同じような傾向になっております。

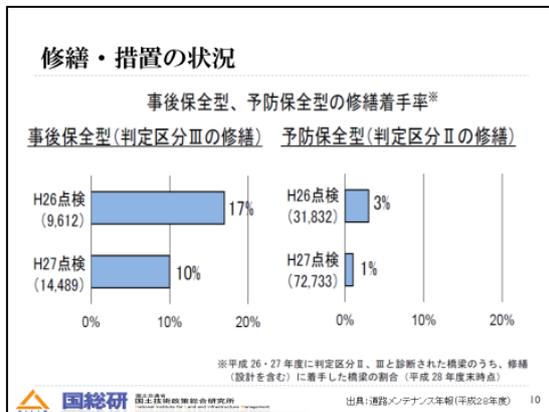


このように定期点検が進められている中で、国総研でも道路構造物の維持管理について、いろいろ取り組みをしています。こちらは、ISO55000シリーズ、アセットマネジメントのISOに従って整理したものです。メンテナンスにおいては、点検、診断、措置、記録という個別構造物でのメンテナンスサイクルを回すというのは当然ですが、中程に示す、1段階上、国交省の国道事務所レベル、県レベルでは、管理している100とか200

の構造物群のメンテナンスサイクルをいかに回していくのかという計画をつくる必要があります。さらに一番外側は、本省レベルとなりますが、政策としてうまくいっているのかも考える必要があります。このように、3つのサイクルを回さないといけないというのが55000シリーズの概念です。この中で国総研としても赤字で示したようないろいろな取り組みを行っています。

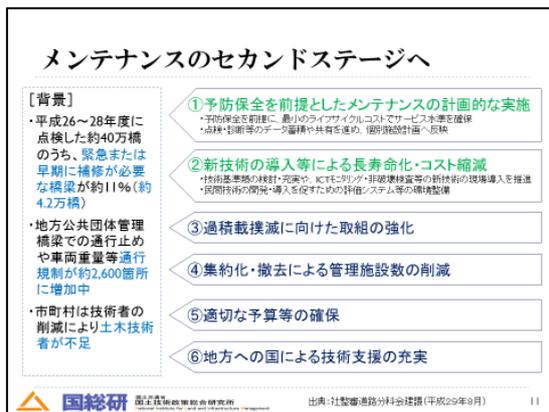
点検を確実に実施して頂くための取り組み例を紹介します。点検要領の素案を検討するほか、点検を行う者の研修を支援しています。点検を着実に実施するために、5年間で5,000人の研修を行い、技術者を育てようという方針が示されています。毎年1,000人ずつの研修等をお手伝いしております。研修に用いるテキストや実技のポイントについても国総研のWebで公開しています。また、

損傷が見つかった橋に対して相談を承りますし、その相談によって集められた知見についても、例えば国総研が編集協力しています「土木技術資料」において「現場で学ぶメンテナンス」というコーナーを設けて、ノウハウ等を皆さんに提供しています。



点検について紹介してきましたが、点検は目的ではなくて、しっかりと維持管理するというのが目的です。点検した後、ちゃんと直せているのが重要です。健全性の判定区分がⅢとされたものは、次の点検までには直しましょうというものです。これについては、図の左側のように、実施されつつあります。その一方、右側のⅡ予防保全と判定されたもの、早い段階で直せば安くできますという予防保全については、

なかなかまだ対応できていない状況と認識しています。



現在の状況としては、点検を始めたファーストステージの段階です。点検が進むと損傷が生じているものが把握されます。市町村等を含めて、通行止め、通行規制のものも増加しています。その一方で、市町村では土木技術者が不足しています。このようななかで、国交省からメンテナンスのセカンドステージへとして、今後の取り組みとして6つの政策が示されています。

技術面でいきますと、新技術も活用し、点検をいかに効率的に実施するかが重要となります。また、点検して終わりではなくて、点検した後、効果的な措置をどうやっていくかがポイントになってまいります。

既に、残された私の講演時間が少なくなってきましたが、各構造物においてどのような取り組みをしているのかを紹介させていただきます。



最初は、藤沢先生が格好いいといわれた橋梁で
ございます。



二つの橋梁の写真、私が撮影した写真です。
改めて思ったのですが、藤沢先生がおっしゃっ
たように下から撮っていますね。どちらも沖縄
の橋で、かなり劣化して、鉄筋がむき出しにな
っています。この橋をこのまま通して大丈夫な
のか、どうやって対策をすればいいのかを、道
路管理者が判断しなければなりません。これの
ような技術がまさに求められています。

お手元には掲載しておりませんが、高速道路を
またいでいる跨道橋での事例です。ゲルバー形式の橋で、桁を受けている部分においてひび割れが
みつかりました。コンクリート片が落ちましたので、通報があって、技術者が確認しています。そ
の1時間後か2時間後に落橋してしまったという事例です。まさに点検、診断は非常に影響が大き
い技術といえます。



国総研では土木研究所と連携しながら、損傷が
みつけた構造物に対して、耐荷力照査法や補修
補強設計法について研究しています。非破壊検査
も含む損傷状況の調査法、損傷を考慮した部材の
耐荷力評価法、交通実態に応じた照査用荷重設定
法、補修・補強時の限界状態や安全余裕度等です。

近年の改定の経緯と今回の主な改定内容

「橋、高架の道路等の技術基準」は、地震等への対応、社会ニーズ、最新の知見や技術を踏まえて、適宜改定を行っている。

- 平成6年改定
 - 車両大型化対応（設計自動車重量25トン）
 - 大型車の交通状況に応じた2種類の活荷重を導入（A活荷重、B活荷重）
- 平成8年改定
 - 兵庫県南部地震を契機とする耐震設計の強化
- 平成10年改定
 - 性能規定化型への転換
 - 疲労、衝撃に対する耐久性能の考え方を導入
- 平成24年改定
 - 東北地方太平洋沖地震を契機とする設計地震動の変更
 - 構造設計上の維持管理への配慮事項を規定（具体的な方法についての規定なし）

今回改定予定

- ① 多様な橋梁や新材料に対応する設計手法の導入
 - 荷重、社会ニーズ、地震ニーズに即した設計が可能となるよう、新たな設計手法を導入
 - 部分係数設計法と、これに用いる部分係数を導入
- ② 長寿命化を合理的に実現するための設計の充実
 - 設計使用期間を明確化し、点検頻度や手法、補修や部材交換方法等、維持管理の方法を設計時点で考慮
 - 耐久性確保の具体的な方法を規定
- ③ その他の変更
 - 熊本地震を踏まえた対応等

国総研 国土交通政策総合研究所

このうち、安全性の照査や補修・補強設計について紹介させていただきます。新設の技術基準である道路橋示方書が、今年の7月に改定されました。細かくて済みませんが、ポイントとしては、許容応力度設計法から限界状態設計法、部分係数設計法への移行です。今さらかといわれまです。鉄道では20年以上前に変わっていますし、港湾でも変わっておりますけれども、やっと道路橋がこの7月に変わりました。

交通実態等に応じた照査法の検討
～ 部分係数設計法の導入 ～

新設構造物の設計

許容応力度設計法 (H24)
標準的な構造・材料を前提し、荷重や調査・施工管理によらず、一律の安全余裕度を設定。

$$\frac{(\text{荷重1}) + (\text{荷重2}) + \dots}{(\text{降伏応力度})} < (\text{安全率})$$
 (荷重組合せによる割増係数)

部分係数設計法 (H29)
多様な構造・材料を活用できるよう、荷重特性や構造・材料の信頼性、解析精度等に応じて複数の安全係数を導入。

$$\frac{(\text{係数1}) \times (\text{荷重1}) + (\text{係数2}) \times (\text{荷重2}) + \dots}{(\text{係数1}) \times (\text{係数2}) \times \dots} < (\text{限界状態})$$
 ・100年に一度の断面力を与える荷重
 ・交通状況は2、3種類
 ・標準的な施工法による強度のばらつき
 ・解析、調査精度に応じた係数

既設構造物への適用 (部分係数設計法)

- ↑ 供用年数、交通実態に応じた照査用荷重の設定
- ↑ 実構造物で確認した材料強度の活用

国総研 国土交通政策総合研究所

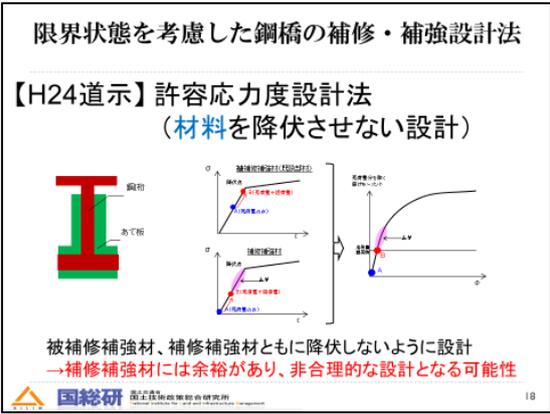
ご存じのとおり、許容応力度設計法においては様々な不確定要因を一つの安全率で処理しているのに対し、部分係数設計法においては荷重係数、抵抗係数というように、不確定要因ごとに安全係数を設定しています。

新設においては、これまでつくってきた橋と大体同じような橋ができるように部分係数を調整していますので、従来の構造や材料においては直接的なメリットは少ないかなとは思いますが、既

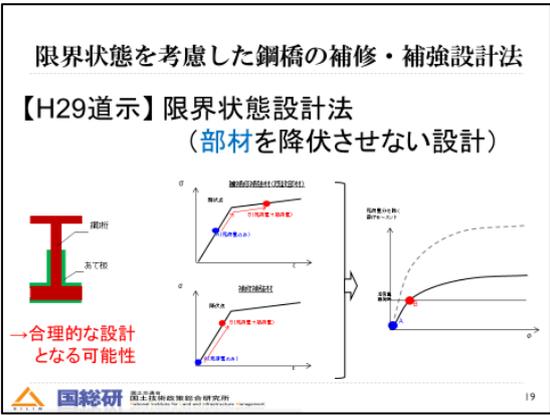
設橋の照査においては、その特徴を活かすことができます。設計する段階では使用材料や施工法が決定されていないので、ある程度の安全余裕度を確保していますが、既設構造物では、確認された事項についてはその分の余裕度を削ることができます。荷重についても、あと何年使いますかとか、交通実態に応じて適切な荷重を設定することができます。このような部分係数設計法を既設橋の照査でうまく活用したいと思っております。



補修・補強について。この写真も下から撮影していますね。鋼橋の主桁において、既設部材に鋼板を当てて補強しています。その場合の設計法についての事例です。



今までの設計法である許容応力度設計法は、局部的な応力度、つまり、材料に着目しています。全ての部位において、材料を降伏させないという設計法をとっています。このため、既存の当て板においても発生する応力度を許容応力度以下に抑えるようにするためには、発生ひずみを抑えるために剛性を上げる必要があります、相当厚い板を当てることとなります。その際は、緑色の当てた板には余裕が生じてしまいます。

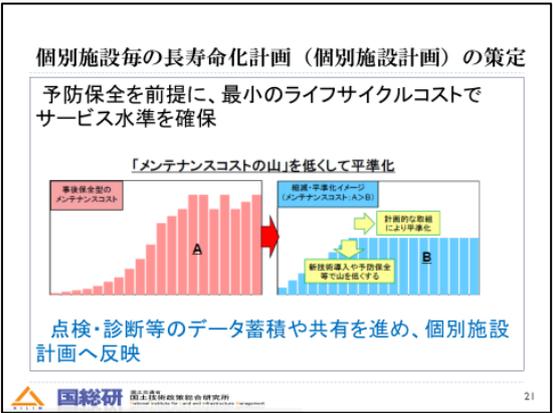


本来は、橋全体として所要の耐荷力があればよく、それを構成する桁として持てばよいという概念が可能です。具体的には、部材断面として降伏させないという設計です。元の鋼I桁の部分は若干降伏を超えていても、補強された断面全体として降伏範囲以内とするというものです。ただ、そのためには、塑性設計を導入しないといけませんので、現時点ではできないところです。道路橋示方書が改定されたことによって、

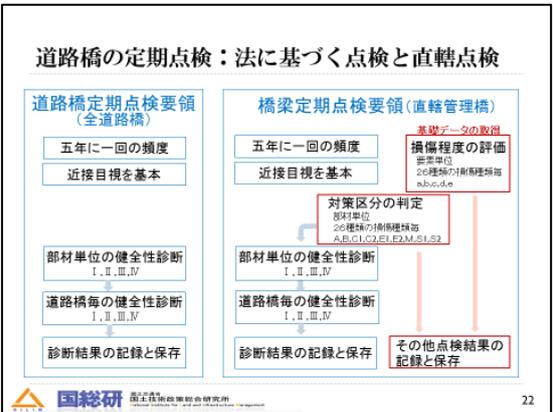
こういう設計体系が可能になりますので、今後、これらについては共同研究等で進めていきたいと思っております。



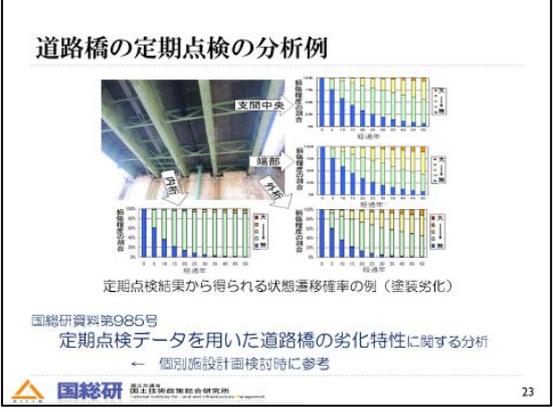
また、これから建設していく橋については、長持ちするもの、維持管理しやすいものとする必要があります。既存の橋をみると、左側のように、点検しにくかったり、補修する作業スペースがなかったりするものがあります。また、水に対する配慮が不十分な事例もあります。これらに配慮した具体の構造について、関係機関と共同研究で取り組んでいます。時間がないので、詳細は別の機会とさせていただきます。



個別の橋をどうするかだけではなく、管理している多くの構造物をどの順番で直していくか、どう計画的に直していくのかということも大事です。そのため、長寿命化計画、個別施設計画を各管理者が策定しています。その際には各構造物、橋がどう劣化していくのかを予測して、最適な修繕計画をつくる必要があるわけですが、劣化予測のデータがなかなかないというのが現状です。

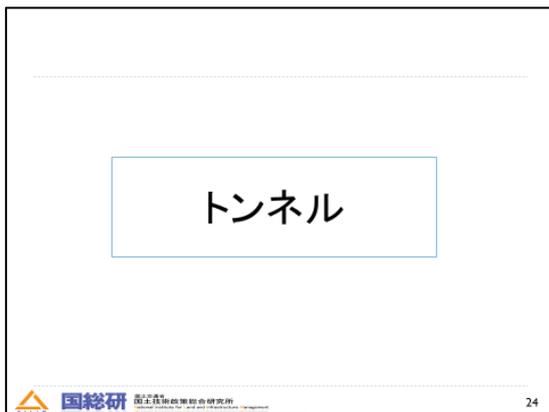


国においては、橋梁の定期点検の際に、健全性診断のみでなく、構成する部材毎、劣化現象毎に、損傷程度のデータを記録しています。平成16年度の点検から行っていますので、現在、3回目のデータが蓄積されつつあります。そのデータを分析することにより、個別部位ごと、劣化現象毎に、どう劣化が進行していくのかという劣化予測曲線を設定することができます。



このほど、この研究成果を国総研資料としてまとめ、公開しました。この図はその一例として、鋼橋の塗装の劣化について示したものです。外桁か内桁か、支間中央か端部かによって、劣化の進行状況が異なります。このように、損傷の種類、部材の種類・位置、環境条件等の条件毎に272の劣化特性を整理し、劣化曲線を示しています。個別の施設計画をつくられる際には、参考にしていただければと思っております。

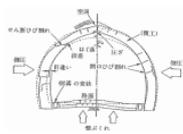
す。



次は、トンネルです。

トンネルの変状

①【外力】
トンネルに作用する**外力**によるもの
圧ぎ、ひび割れ、変形等
(原因: 緩み土圧、偏土圧等)



②【材質劣化】
トンネル覆工のコンクリート等の**材質劣化**によるもの
ひび割れ、うき、はく離等
(原因: 中性化、ASR等)



③【漏水】
漏水自体が問題になるもの
漏水、土砂流入等
(原因: ひび割れ等+地下水)



25

トンネルにつきましては、その変状について、外力とか材質劣化、漏水というように、原因・事象毎に点検を行っています。外力の種類に応じて、覆工コンクリートに圧ぎ、ひび割れ、変形等の現象が生じます。材質の劣化としては、橋のコンクリート部材と同様、中性化やASR等によりひび割れやうき、剥離等が生じます。また漏水は、損傷を見つける手段でもありますが、土砂流入等、漏水自体が問題になることもあります。

ます。

トンネルの変状例：付属物

変状写真	概要
	【取付金具】 照明取付金具の腐食・欠損 落下の危険性がある
	【ボルト・ナット】 ボルト・ナットの腐食 落下の危険性がある
	【照明本体取付部】 照明取付金具の腐食・遊離 石灰の付着 落下の危険性がある

26

トンネルにおいては、このようにトンネル本体に加えて、付属物の点検も重要です。換気や照明等の他、情報通信のためのケーブル等も設置されています。トンネル内は、湧水等により湿度の高い箇所もあし、写真の様に取り付け金具やボルト・ナットの腐食が懸念されます。付属物の落下やたるみによる車への接触が懸念されますので、これらの点検も重要です。



トンネルの点検作業は、この写真からも分かりますように、暗いところで上を向きながら点検をするということで、非常に大変な作業です。これをいかに効率化していくのかというのが求められています。先程の下水道で紹介がありましたように、どういうところをしっかりと点検すべきかという、メリハリがつけられればということで、点検結果の分析に取り組んでいます。人も同じですよね。年齢によって20歳、30歳は健康診断の項目は少ないのですが、私みたいに50歳を超えると診断項目が増えてきます。

トンネルの定期点検結果の分析

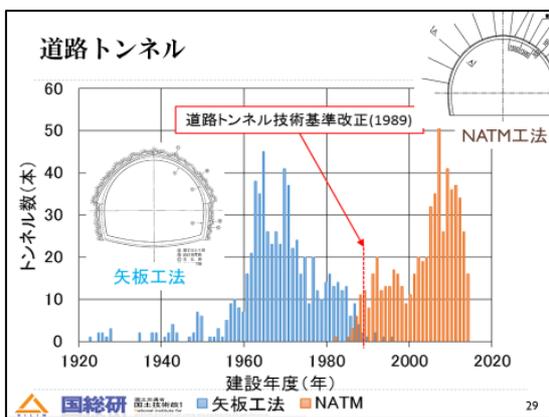
トンネルの変状発生に影響を及ぼす要因

- ・施工方法(矢板工法かNATMか)
- ・トンネル周辺地山の地質(地山等級)
- ・建設後の経過年数

→

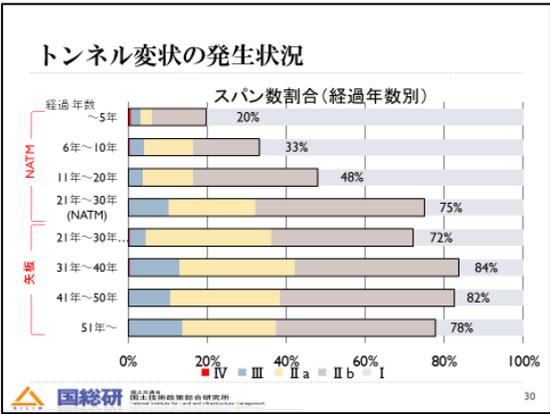
変状が発生しやすいトンネル条件を明らかにすることにより、**点検の合理化**を図る

トンネルについても、国交省管理分については平成14年度以降、点検を実施しています。先程紹介しました、外力、材質劣化、漏水といったトンネルの変状について、過去の点検記録との比較により、進行性があるかどうか、変状が発生しやすい条件とは何かを分析しています。変状発生に影響を及ぼす要因として、建設後の経過年数や施工方法、また、周辺地山の状況等に注目しています。

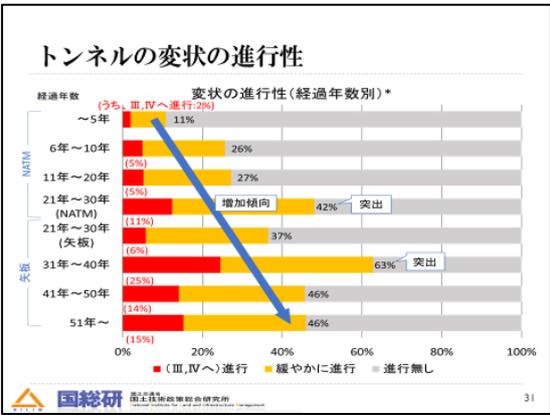


ています。

道路トンネルの施工法として、山岳トンネルでは、当初は矢板工法が採用されていましたが、技術開発や1989年の技術基準改正を契機に、近年ではNATM工法が用いられています。矢板工法とは、鋼アーチ支保工と矢板により地山を支持する工法で、内側の覆工コンクリートに外力が作用します。一方、NATM工法では吹き付けコンクリートとロックボルト等により支持し、覆工コンクリートには一般的に外力は作用させない構造となっ



点検結果を分析しますと、矢板工法においては、経過年数が多いという理由もあるでしょうが、変状が多くなっています。NATM 工法では変状が少なくなっていますが、NATM 工法の導入初期においては若干変状が多くなっています。工法を開発する段階でいろいろな試行錯誤を積み重ねてきたというものがみてとれるかなと思っています。



トンネルの変状が前回の点検から今回どう進化したかどうかという観点でも分析しています。ほとんど進行しないところについては、5年に1回ではなくて、少し延ばしてもいいのではないかという意見もあろうかと思えます。ただし、事故が生じた場合には影響が大きいため、どこまで合理的に緩和できるかについては、今後また関係する方々と議論していきたいと思っています。

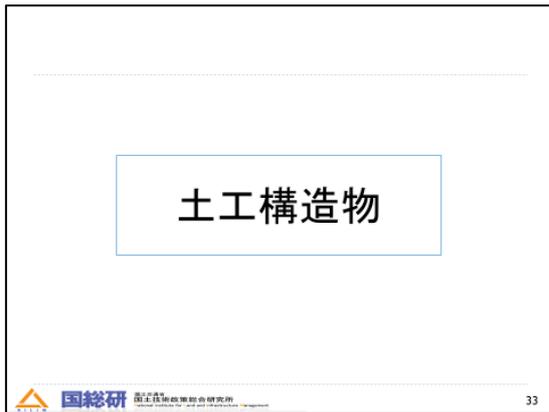
トンネルのはく落防止対策工の選定

- 変状トンネルの対策は、外力対策、はく落防止対策、漏水対策に分類されるが、はく落防止対策の採用頻度が高い
- はく落防止対策の主なもの、金網・ネット工、ひび割れ注入工、あて板工(シート系、パネル系、形鋼系)であるが、どの対策工を選定するかは個別に判断
- はく落防止対策の中には、対策実施後、比較的短い期間で対策工に変状が現れるものが見られる
 - はく落防止対策工の耐久性を評価するとともに、変状の状態(ひび割れ、漏水等)に応じた選定方法の確立が必要

はく落防止対策工の採用内訳

繊維シート系当て板工

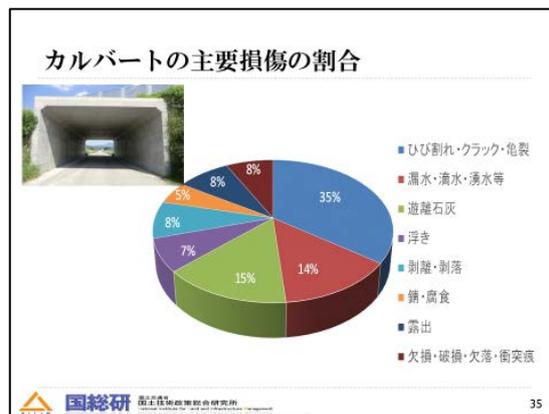
変状トンネルの対策としては、はく落防止対策採用頻度が高くなっています。対策工法としては、金網・ネット工、ひび割れ注入工、あて板工等があります。対策実施後、比較的短時間で対策工に変状が現れる事例も見られます。他の工法物にも共通する課題ですが、変状の原因や状態に応じた対策方法の選定法の確立や、対策工の耐久性の評価や対策後の点検も含む維持管理方法の確立が求められています。



次に、土工構造物でございます。



盛り土や切り土といった、土を盛ったり切ったりして道路を建設するのが土工です。土工構造物としては、切土・斜面安定施設や盛土、ボックスカルバートが該当します。土工構造物にもこの図の様に色々なものがある中で、大型のボックスカルバート、あるいはシェッドについては、中を車が通りますので、これについては5年に1回点検をしていこうという形で始めたところがございます。



大型ボックスカルバートの点検結果の事例です。鉄筋コンクリート構造物ですので、ひび割れが多くなっています。また、漏水や遊離石灰も比較的多く、土中にある構造物の特徴が現れています。

シェッド鋼部材の腐食



- ▶ 谷側柱基部においては、雨水や土砂堆積による湿潤状態となりやすい。
- ▶ 特に山間部においては、凍結防止剤の散布により腐食する傾向にある。
- ▶ また、海岸部では谷側柱だけでなく、全体的に腐食が進行する傾向にある。




谷側柱基部 頂版

国総研 国土交通政策総合研究所

シェッドについては、鉄筋コンクリート部材と鋼部材とが用いられています。点検結果を分析しますと、やはりシェッドにおいては、水がたまりやすい、塩がつきやすい、泥はねがある、あるいは土が詰まっているところ等では、腐食が進行する傾向にあります。この写真の様に、谷側柱の基部や、頂版です。また、凍結防止剤や海岸部では、塩害が生じています。

熊本地震による道路構造物の被害



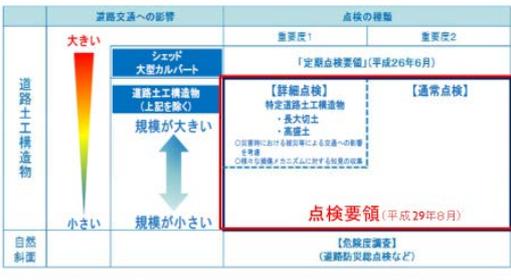
事象	緊急輸送道路	緊急輸送道路以外	計
道路土工構造物の損傷	46 (50%)	47 (50%)	93
斜面崩壊	40 (51%)	38 (49%)	78
切土のり面崩壊	4 (44%)	5 (56%)	9
盛り崩壊	2 (33%)	4 (67%)	6

国総研 国土交通政策総合研究所

平成26年度から始めた定期点検の対象としていない道路土工構造物の点検の考え方について紹介します。この図は、昨年の国総研講演会で、熊本地震の道路構造物の被害状況として紹介したものです。被害箇所数としては、土工構造物で多くの被害が生じています。ここで、着目していただきたいのは、緊急輸送道路とそれ以外の道路で土工の被害がどうだったのかというところです。橋については、緊急輸送道路は

耐震補強しておりますけれども、土工については行っていませんので、結果として、緊急輸送道路もそれ以外も同じような損傷状況となっています。

土工構造物点検の基本的な考え方



道路土工構造物	道路交通への影響	点検の種類	
		重要度1	重要度2
自然斜面	大きい	シェッド 大型カルバート 道路土工構造物 (上記を数々) 規模が大きい	【詳細点検】 特定道路土工構造物 ・長大切土 ・高盛り
	小さい	規模が小さい	【通常点検】

点検要領 (平成29年8月)
【危険度調査】
(運轉状況調査など)

国総研 国土交通政策総合研究所

いざ大きな地震が起こったときに、土工部分の被災により長期間通行止めになるのはやはりよろしくありません。土工についても定期的に点検し、変状を見つけて対策を行うのが理想でしょうが、対象箇所が膨大で、全てを一律に点検するのは大変です。このため、今年の8月に定めた点検要領では、緊急輸送道路における概ね15m以上の切土のり面と、概ね10m以上の盛り土のり面を特定道路土工構造物とし、定期的

に点検することとしています。それ以外については通常の巡視の際の点検でいいですよとしています。多くの土工構造物の中で、災害時に復旧が大変なもの、社会的に影響が大きいものについては、定期的に点検をし、対策していきましょうというものです。災害発生時のリスクに応じた点検方法といえます。

これからの舗装のマネジメントの方針

特性	分類	主な道路 (イメージ)	マネジメントのあり方
・高規格幹線道路等 (高速走行を目的とした 大車道の多い道路)	A	高規格幹線道路	・高層等の適時修繕による路盤以下の層の保護を目的に、点検を実施 ・走行性、快適性を重視した路面管理の実施
・損傷の進行が早い道路等 (例：大型車交通量が早い道路)	B	高規格幹線道路	・高層等の適時修繕による路盤以下の層の保護を目的に、点検を実施 ・修繕サイクルを長しめ、早期劣化防止の観点から適切な措置（マ、使用目標年）を徹底した管理の実施
・損傷の進行が緩やかな道路等 (例：大型車交通量が少ない道路)	C	高規格幹線道路	・走行性、快適性を考慮した路面管理の実施 ・基本的に長寿命であることから、各道路管理者が点検サイクルを定めて適切に管理
・生活道路等 (環境の悪化が極めて速く、工事等の影響が受けやすい長寿命)	D	生活道路	・点検の機会を通じた路面管理

舗装点検要領(平成28年10月)

44

このような舗装の劣化状況を受けて、これからの舗装のマネジメントの方針を議論し、昨年10月に舗装の点検要領が定められました。そこでは損傷の進行速度に着目しています。大型車交通量が多い道路等、損傷の進行が早い道路では定期的に点検を実施します。その一方、生活道路等、占用工事等の影響がなく長寿命となる道路においては、巡視の機会を通じた路面管理としています。

舗装点検技術の開発

【路面性状】

- 路面性状を簡単に安価で計測・分析・記録する技術
→ 一般車両にレーザースキャナ、カメラ等を取り付け、路面性状(ひび割れ、わだちずれ、IR)を計測
- スマートフォンにより路面性状を簡単に計測・分析・記録する技術
→ 加速度、GPS情報、動画などを計測することで凹凸を把握



【路盤等の健全性】

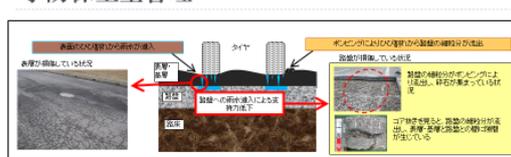
- 路上規制に伴わずに、路盤等の健全性を把握する技術
→ 走行しながら規制無しで、舗装のたわみ量を計測する技術(MWD*)



35

道路の舗装についても、先ほど飛行場で紹介されていましたが、新しい技術等を使いながら、点検の効率化を進めていきます。路面の状態については、レーザースキャナやカメラ等により把握する他、車に乗せたスマートフォンにより簡単に計測する方法も開発されつつあります。路盤の健全性は、従来は専用の試験車を停止させて実施する必要がありましたが、走行しながら測定する技術も試行しています。

予防保全型管理へ



表層だけの修繕の場合 切削オーバーレイ
施工量: 約600m³/日 費用: 約5千円/m²

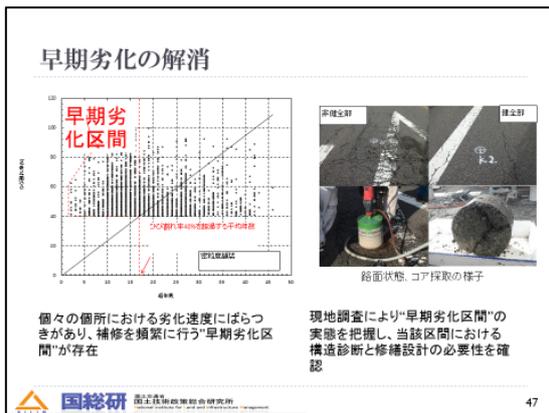
路盤も含め修繕した場合 打ち換え工法
施工量: 約150m³/日 費用: 約18千円/m²

費用は3倍以上、工事期間は4倍

路盤の損傷を防ぐ予防保全型管理

46

舗装を修繕する場合には、早期に修繕することが効率的です。この事例のように、舗装の表層の損傷を放置しておくと、路盤に雨水が浸入し、支持力が低下してしまいます。この段階での修繕は路盤も含めた打ち換え工法となり、表層だけの修繕に比して費用が3倍以上、工事期間も4倍となってしまいます。路盤の損傷を防ぐ予防保全型管理が有効です。先程の点検要領でも、損傷の進行が早い道路においては、表層の適時修繕による路盤以下の層の保護を目的に点検を実施するとしています。



点検結果を分析すると、個々の箇所劣化速度にはばらつきがあり、この図の様に、比較的短期間で補修を行う早期劣化区間が存在しています。このような早期劣化区間における適切な修繕設計方法を確立するため、現地における調査を行っています。調査においては健全部と非健全部において、試験車によるたわみ測定を行うとともに、右の写真のようにコアを採取し、強度や粒度分布を調査しています。これらにより早期劣化のメカニズムとそれを防止するための対処法を提案して参ります。

コンクリート舗装の適用性、維持管理手法の検討

○コンクリート舗装の適用性
コンクリート舗装の破損箇所の破損状態、破損原因、交通条件、道路構造条件等に基づくコンクリート舗装の適用性の整理

○コンクリート舗装の維持管理手法
コンクリート舗装の点検・診断手法及び損傷に対する補修工法の適用性の整理

コンクリート舗装の点検項目と損傷程度の評価区分の提案

損傷点検項目	評価区分(損傷程度の評価)			
	標準値	L	M	H
目地材の凸み出し・角部剥離	0%	50%未満	50%以上	—
ひび割れ	10mm未満	10~20mm程度	20~35mm程度	35mm程度以上
ポリアッシング	GL	—	—	あり
ポットホール	GL	P-1未満 または50%未満	P-2未満 または50%~20%	P-3未満以上 または50%~20%程度
スクレーピング(ラベリング)	GL	—	—	—
目地材角欠け	0%	角欠け幅150mm未満 深さ角欠け率50%	角欠け幅150mm以上 深さ角欠け率50%以上	—
貫通Coひび割れ(縦・横・隅角部)	0mm/m	0.1~20mm程度	20~40mm程度	40mm程度以上
段差(目地部・ひび割れ部)	5mm未満	5~10mm程度	10~15mm程度	15mm程度以上

国総研 国土技術政策総合研究所

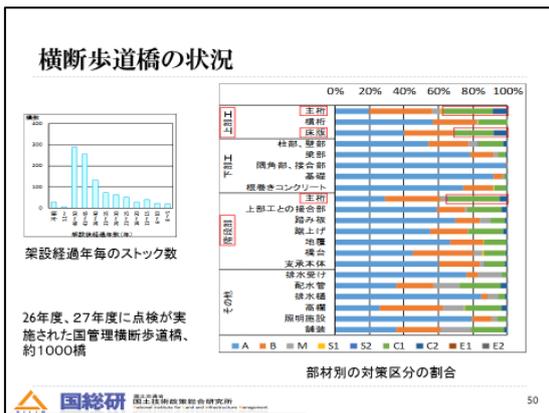
舗装の種類としては、紹介したアスファルト舗装の他、コンクリート舗装があります。コンクリート舗装は、一般的に耐久性に優れていますが、条件によっては短期間で破損したり、破損した場合の補修方法が確立されていない等の課題があります。適切に活用し、維持管理していくための手法について検討しています。

附属物等

最後に、附属物について紹介します。道路附属物には、横断歩道橋、道路標識、道路照明があります。

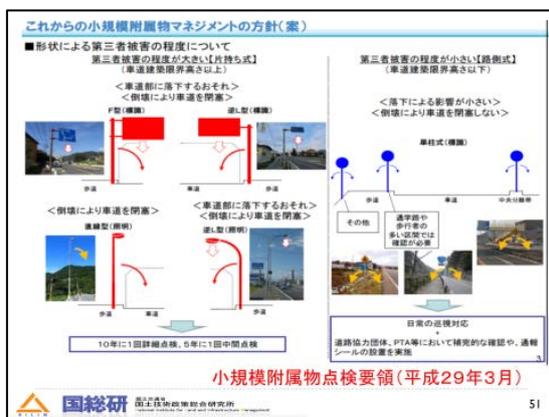
国総研 国土技術政策総合研究所

最後に、附属物について紹介します。道路附属物には、横断歩道橋、道路標識、道路照明があります。



このうち、横断歩道橋と門型標識については、平成26年度から定期点検を行っています。

この図は横断歩道橋の状況を示したものです。構造としては橋梁に近く、損傷の種類も橋梁と同様です。ただし、冒頭でも紹介しましたが、橋梁に比して、損傷が進んだものが増えていています。上部工の主桁や床版、また、階段について、損傷が進行しています。排水に起因すると思われる。

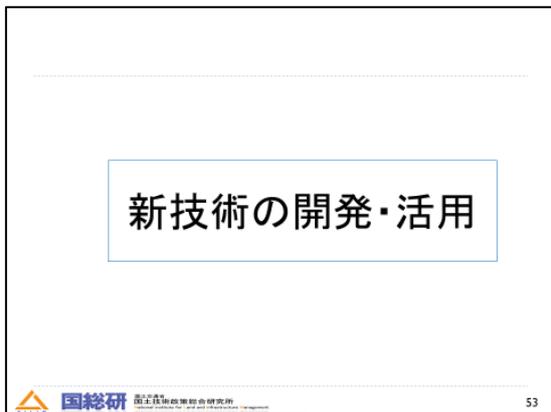


門型標識以外の標識や照明柱等の小規模附属物については、その数が膨大である一方、倒壊による事故も生じており、適切に管理する必要があります。図に示しますように、形状によって第三者被害の程度が異なると考えられます。このため、今年の3月に定めた点検要領では、倒壊時の被害程度が大きい片持ち式では、10年に一回の詳細点検と5年に一回の中間点検を行うこととし、倒壊による影響が小さい路側式では、日常の巡視対応としています。

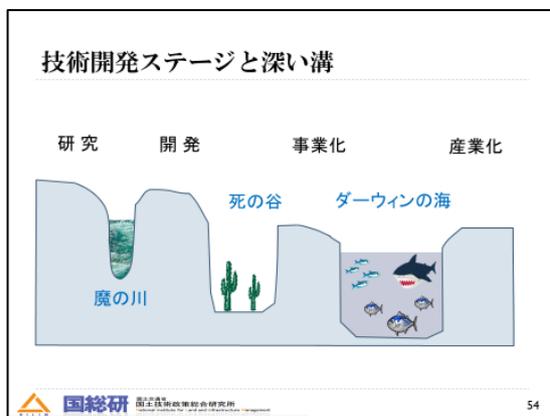
は、日常の巡視対応としています。



ここで、標識柱等の基部においては、土中やコンクリート埋め込み部で鋼材が腐食している場合があります。また、支柱部での亀裂点検には高所作業車等が必要となります。これらの点検において、例えば超音波探傷器による調査等の新しい技術について、その有効性を確認しつつ、使っていきたいと思っています。



ただ、新しい技術を使う、開発するというのは、いうのは簡単なのですが、実際はなかなか難しいです。開発者側からは現場ニーズに合致した技術が開発されているのか、開発した技術が現場で使われるのかが不安です。利用者側には、カタログや計測事例で紹介されている精度は、管理している実際の構造物で得られるのかが不明という声があります。

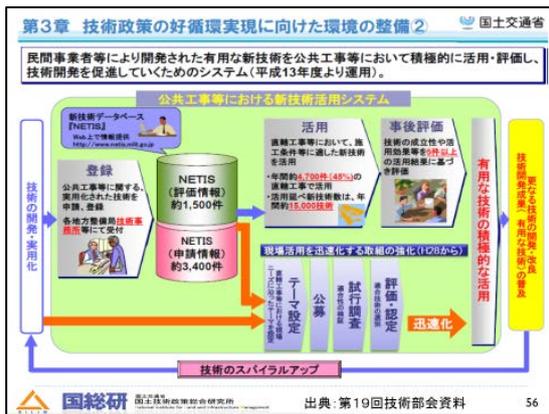


この図は技術開発ステージを進める中で、難しい3つの溝を示したものです。魔の川、死の谷、ダーウィンの海です。技術開発のスピードが非常に激しい中で、どの技術を使って行くのか見極めが重要。事業化するためには、予算規模も組織も研究開発段階とは桁違いとなるため、資金等が枯渇してくる。ひからびてしまう死の谷。事業化しても、既存の技術がある中でどうやって生き残っていくのか。この辺をしっかりと見極め、ニーズも踏まえて開発していかないといけないということです。

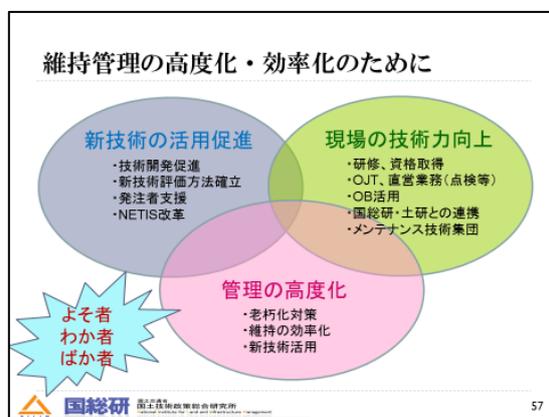
と見極め、ニーズも踏まえて開発していかないといけないということです。



この図は、国土交通省の技術基本計画の参考資料として示されているものです。国交省でもこういう問題意識のもと、技術開発についてはニーズをしっかりと示して、それに合う技術を段階的に進めていこうとしています。構造物の維持管理においても、いきなり目視点検の代替ではなく、まずは補助技術として活用し、その後、スクリーニング等、技術の開発状況に応じて行って行くというものです。



その過程においては、開発技術を現場で確かめていくことが不可欠です。公共工事等における新技術活用システムにおいても、ニーズに沿ったテーマを設定し、使える技術を公募し、現場で試行・評価を行ってしながら、有効な技術を積極的に活用しようとしています。



このように新技術の活用促進と共に、それを使いこなす現場の技術力向上も進めていき、管理の高度化につなげる必要があります。その際、まちおこしで知られる「よそ者、わか者、ばか者」が必要と感じています。従来の土木分野を超えた「よそ者」、しがらみなくチャレンジする「わか者」、信念を持って活動に打ち込む「ばか者」です。私は「ばか者」ですが。この3種類の人たちがうまく連携することが効果的とい

えます。



最後になりますが、新しい技術に対する姿勢を紹介します。こちら、日光東照宮の3猿、見ざる、言わざる、聞かざるです。8枚の額のうちの1枚です。若い頃には世の中の悪いことをみたり、いったり、聞かないということですが、新しい技術に対してはこの姿勢は疑問です。秩父神社には全く反対の3猿がいるそうです。みて、聞いて、話そうという猿です。お元気3猿というそうです。新しい技術に対しては、こういう姿勢で取

り組みたいと思っております。

ご清聴、ありがとうございました。

ご意見をお聞かせ下さい。

木村嘉富
kimura-y92tb@mlit.go.jp

2年前になりますが、NHKの番組において「国総研、日本国土の専門医、熱き心でインフラを守る」と紹介されています。ぜひ皆さん方と連携しながら取り組んでまいりたいと思います。

「ばか者」としましては、皆様方から色々な話を伺いたいと思っています。本日は機会がありませんが、このアドレスにメールをいただければと思っています。ご清聴、どうもありがとうございました。

—了—