

道路橋保全の基本的視点（案）

《進行する高齢化》

- ・2015年には6万橋が橋齢40年超
- ・鋼及びコンクリートの経年劣化
- ・劣化損傷が多発する危険

《要求性能の高度化》

- ・地震への対策
- ・車両大型化への対応
- ・最新基準への適応

《道路橋保全の現状》

見ていない

- ・市町村道の88%が未点検
- ・構造的な特性に対して未対応
- ・損傷を見ていない危険

見過ごしている

- ・点検していたのに国内の国道2橋で主鋼材破断
- ・損傷を見過ごしている危険

遅れがち

- ・点検先進国・米国で高速道路橋が崩落
- ・補修補強が遅れがちとなる危険

このままだと

《 重大事故につながる危険な橋の増大 》

- ・損傷や耐荷力不足による通行規制 → 社会的損失
- ・大規模な補修や架替えの発生 → 膨大な費用
- ・崩落事故等に至るような重大な損傷 → 人命の危険

《目標》

- ・国民の安全安心の確保
- ・ネットワークの信頼性確保
- ・効率的な橋梁資産管理

【発想の転換】

1. 路線機能に応じた効率的な保全
7. 国民の理解

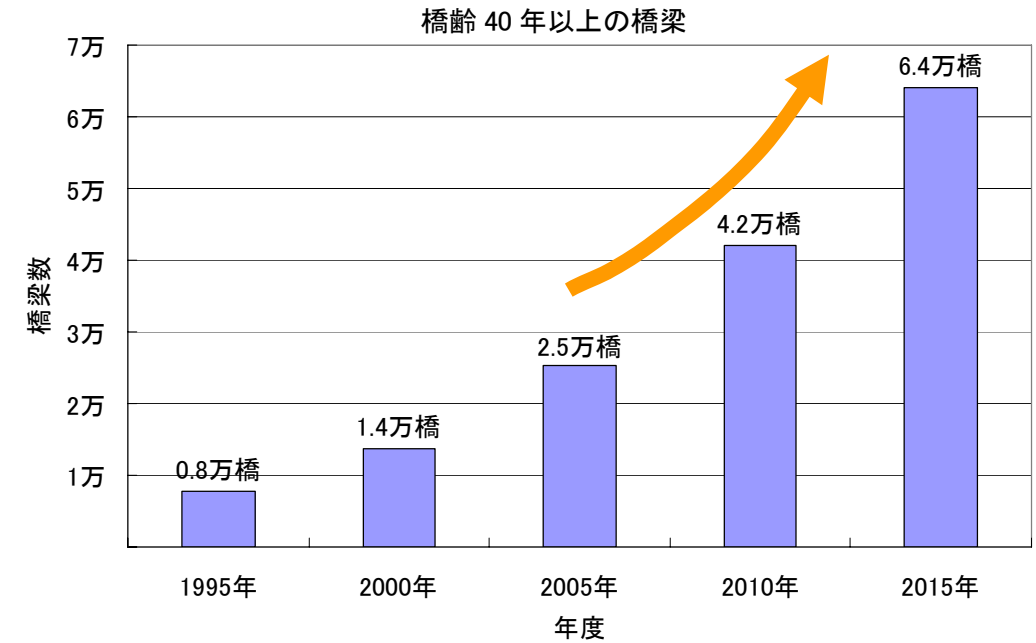
【保全体制の構築】

2. 保全の制度化
3. 保全の品質確保 (基準・点検資格)

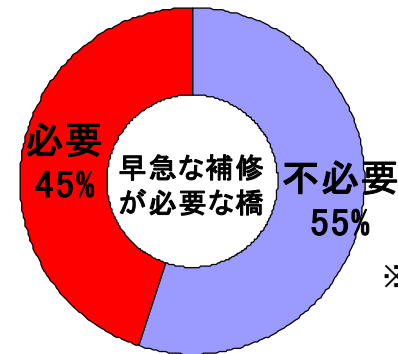
【保全技術の集積】

4. 研究開発
5. 技術の拠点化
6. データの蓄積・共有

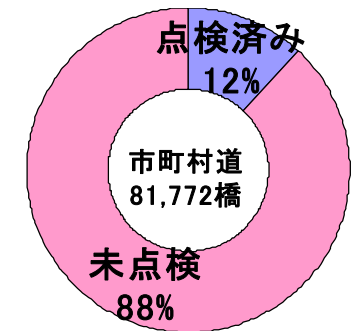
橋齢 40 年以上の橋梁が急増



橋齢 40 年で 45% に損傷発生



身近な橋に潜む危険性



続出している重大損傷と通行規制



<木曾川大橋(国道 23 号)>
・斜材の破断(2007.6.20)

19週間通行規制

<新那珂橋(栃木県道)>
・支承部の亀裂(2008.1.25)

通行止め

<本田橋(秋田市道)>
・鉛直部材の腐食(2008.1.25)

通行止め

1. 路線機能に応じた効率的な保全

(1) 現状

- ・高速道路と直轄国道では5年毎の点検が実施されるなど整合が取れた管理水準が保たれているが、都道府県では管理水準がバラバラ、市町村では多数が点検されていないなど、広域ネットワークとして統合された管理水準となっていない。
- ・わが国の道路橋の中には、過去に点検されておらず危険な状態を確認できていないものもある。また、今後橋梁の急速な高齢化により橋梁の劣化や損傷が続出する可能性が高い。
- ・道路ネットワークを構成する橋梁の保全については、道路管理者ごとに設定した独自の手法や水準の点検によって維持管理が行われている。

(2) 課題

- ・管轄エリアを異にする道路管理者が管理する道路ネットワークを有効かつ広域的に機能させるために必要な道路管理者間の連携や、路線毎に担う機能や交通量などに応じた合理的な管理水準（点検の内容・頻度や、補修補強の対策レベルなど）が設定されていない。
- ・道路ネットワークが持つ機能を区分した上で、その機能を効率的に維持するための適切な管理水準のあり方とその設定方法が確立されていない。

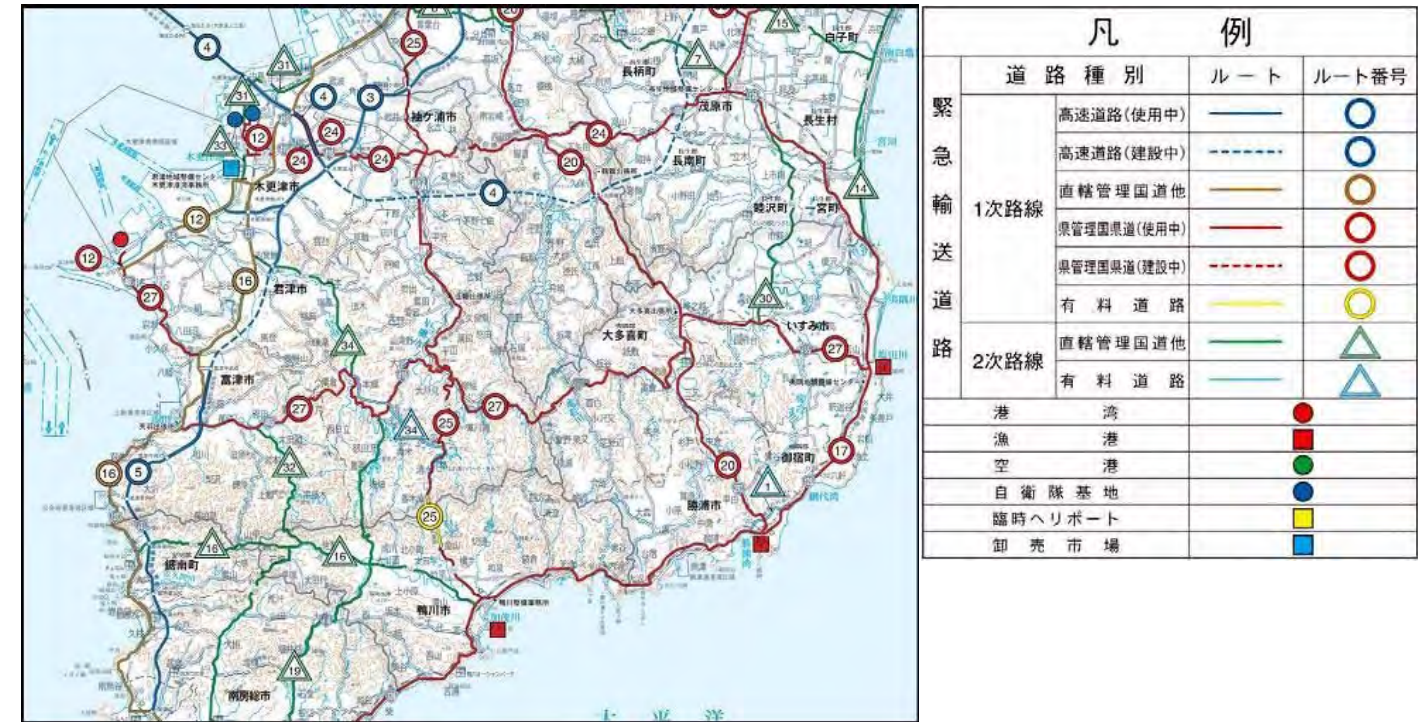
(3) 基本的視点

- ・社会経済活動や日常生活を支える道路網を、災害時における迂回性等も含めて検討し、路線機能や交通量などに応じた効率的な保全を実施していく必要がある。
- ・道路ネットワークに関わる道路管理者が連携して、求められる管理水準を設定する必要がある。
- ・既設橋への要求性能の高度化に対して、限られた資源で安全を確保できるよう、計画的に保全対策を進める必要がある。

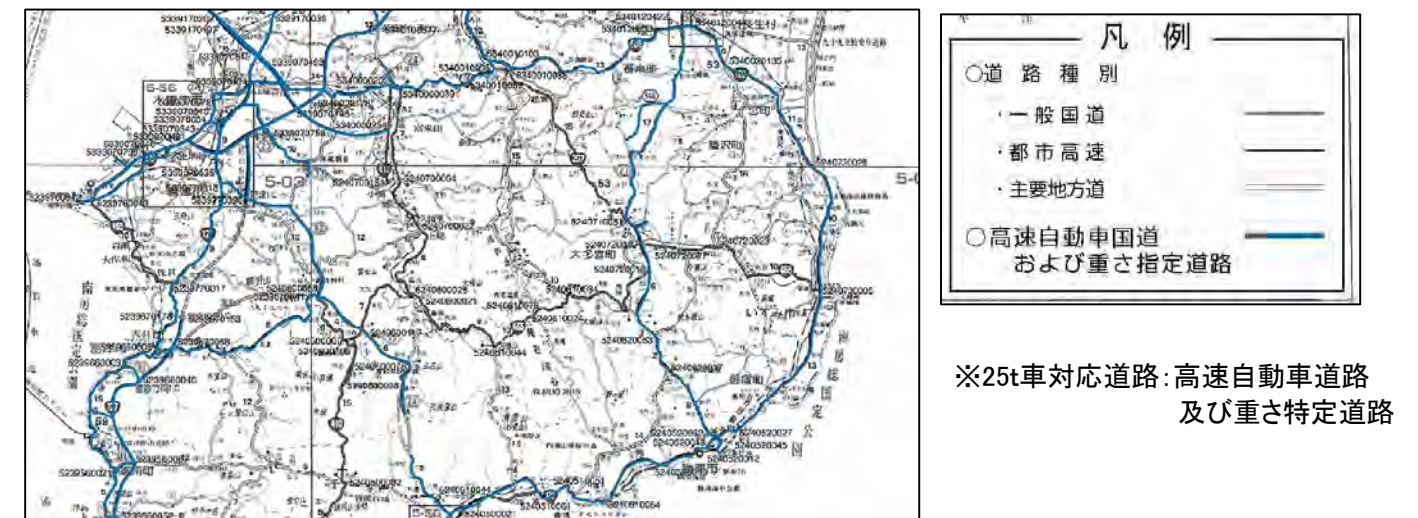
<委員の主な意見>

- ・問題が生じた場合に通行止めのできる道路や、通行止めが難しい直轄国道など、路線によって求められる機能が異なることを念頭に置くことが重要である。
- ・落橋に至らなくても、一旦重大な損傷などで通行止めになると、その社会的影響は甚大なものになる。
- ・同じ損傷「評価」が下された橋でも、その判定におよぶ道路網への影響を考慮する「ネットワークでの評価」が必要である。加えて、その結果が及ぼす影響も小さくないため、評価手法の明確化も重要な課題となる。
- ・ライフサイクルの長い道路橋の維持補修は不可避であるため、事後評価の概念を導入し、それを管理するシステムを作れば、改築業者などは良いものをつくるインセンティブが働き、たとえ初期コストが高くなっても維持補修を考慮したトータルコストが低減される可能性が高くなる。
- ・重点的な点検、橋梁の絞り込みや点検周期なども、技術的には合理的に設定可能である。
- ・清洲橋や永代橋など、当初の設計水準、施工管理水準を高くすれば、初期建設コストはかかるが、寿命も長く、維持管理コストも手間やコストをかける必要がない橋もある。
- ・木曾川橋の破断箇所は今では絶対に適用しないディテールであり（当時はそういう認識がなかった）、いわゆる既存不適格な橋梁といえる。ミネソタの橋で注視されているガセットプレートは、かなり薄いもので設計時点でのミスがある。点検は一般に劣化の進展を主に調べるもので、既存不適格や設計ミスを検出するものではなく、これらを見落とす可能性がある。点検を実施したからと言って、見えない部位も多く、事故を防げないということである。点検ですべての問題が解決できるわけではない。

①緊急輸送道路ネットワークの例



②25t車対応道路※のネットワーク例



※25t車対応道路: 高速自動車道路及び重さ特定道路

| ネットワークの持つ機能 | 求められる管理水準 | | | | | |
|---------------|--|-----|------|------|---------|---------|
| | 耐震性 | 耐荷性 | 点検内容 | 点検頻度 | 維持管理レベル | 補修補強レベル |
| 広域幹線ネットワーク | 検討の視点 <ul style="list-style-type: none"> ・ネットワークの機能に応じて適切な保全を実施。 ・道路管理者の連携を重視。 ・維持管理にかかるコスト効率の向上を目指す。 ・逐次PDCAサイクルによる見直し。 | | | | | |
| 拠点連絡ネットワーク | | | | | | |
| 生活・産業確保ネットワーク | | | | | | |
| 日常生活基盤ネットワーク | | | | | | |

2. 保全の制度化

(1) 現状

- 環境による違いはあるものの、放置された道路橋は確実に劣化が進行しているため、現状把握や監視が不可欠であるにも関わらず、全国の半数以上の道路橋は定期点検が行われていない状況下にある。
- 定期点検が行われている直轄国道においては、約4割の橋梁に早急な補修を必要とする損傷が報告されていることから考えれば、定期的な点検が行われていない橋梁では、重大事故につながる損傷が放置されたままになっている可能性が高い。

(2) 課題

- 市町村などで定期的な点検が実施されていない主な理由として、厳しい財政事情と技術者の不足が指摘されており、これらの問題が克服できていない。
- 市町村が管理する跨道橋・跨線橋については、橋梁が損傷した場合に広域的な交通ネットワークへの影響が大きいにも関わらず、適切な点検が実施されていない。
- 道路管理者においても、人的資源の不足等から必ずしも十分な知見を有する技術者を管理部門に配置できていない。

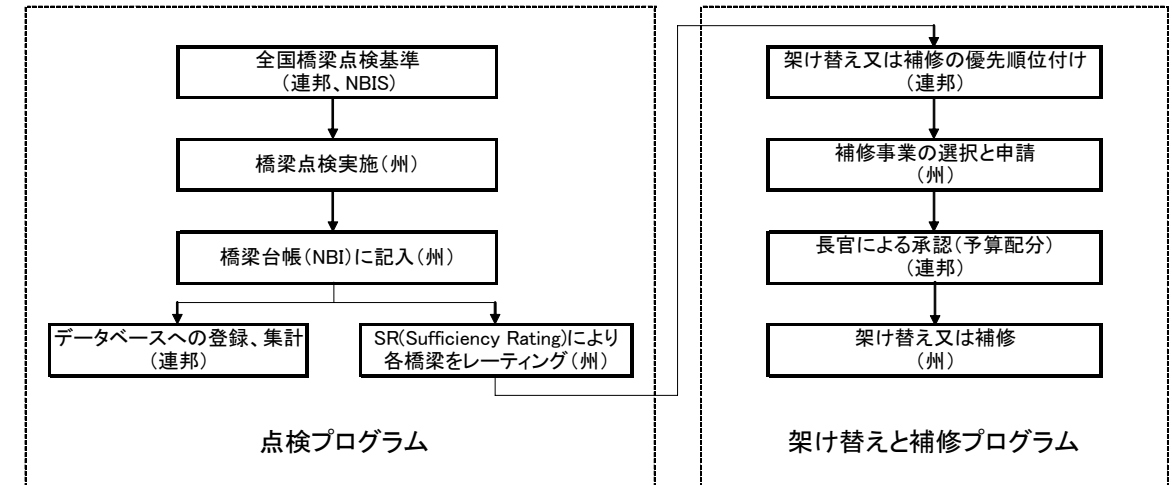
(3) 基本的視点

- 道路橋に重大な損傷が生じ、通行規制すれば国民の社会生活に多大な悪影響を及ぼす。万が一でも崩壊事故となれば国民の生命に危険が及び、他の道路施設と比較して復旧に長期間を要する。
- このため、直轄で4割の橋梁に補修が必要な損傷が報告されていることも踏まえ、現在点検が進んでいない市町村道も含めてすべての橋梁について点検によって現状を把握する(できる)仕組みが必要である。
- 点検、補修補強を含めた道路橋保全のマネジメントサイクルを確立する必要がある。また、道路橋保全に関する恒常的な仕組みを構築し、全国の橋梁保全を一元的にとらえる必要がある。

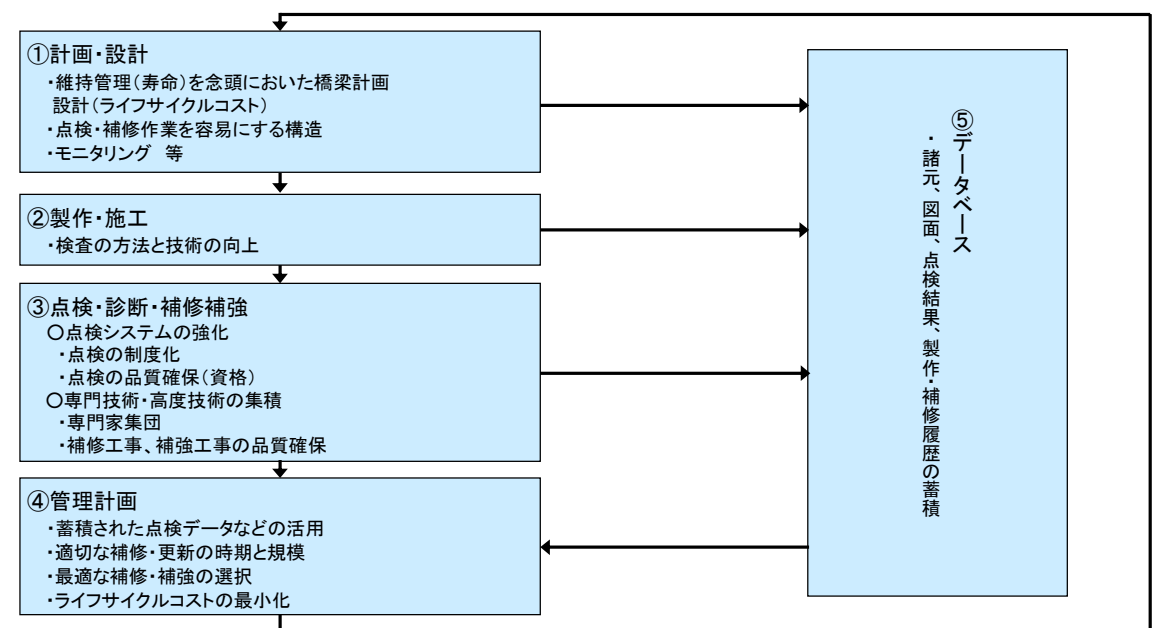
<委員の主な意見>

- 緊急インフラ調査・補修補強プロジェクトが展開されるのが望ましく、いろいろな状況が明らかになったあとに、地方公共団体を含むすべての橋梁の点検の義務化を導入してもよい。しかし、それが進まないのであれば定期点検を導入することになる。
- 地方公共団体の保有する橋梁は数の上では圧倒的に多く、9割を占めている。定期点検を導入しても、予算上の制約からかなりの期間が必要と想像される。
- 外国では点検の実施をルール化しているところが多い。現状実施できていない市町村に対しては、点検の必要性を説明すべきである。国がそれこそだけ援助できるかも、検討する必要がある。
- 定期点検に係る費用の問題は大きいですが、点検をしないまま損傷が進展し重大な事故につながる場合や、大規模な補修が必要となる場合など、かえって多大な費用となることも懸念される。
- 塗装塗り替えの際に、その足場を利用して点検を行うことを義務化するなど、現場主義の合理的で理解しやすい点検の仕組み作りが必要である。
- インハウスの技術者が補修補強工事の設計・工事のチェック全てに対応することは現状では困難と思われる。
- 地域の実情を把握している都道府県が、技術職員の不足する市町村に対して橋梁点検・診断等の技術指導を行い、取り纏めるといった仕組み作りが重要である。
- 点検においては、時系列で損傷の変化を見ることが大切で、その意味で点検水準のばらつきを抑える施策も重要であるが、単年度契約を基本とする発注制度では運用に限界がある。
- 点検水準をそろえる方策として、同じ人間や組織が一貫して長期間(例えば、20年間位)点検を行うシステムの検討が重要である。
- 道路橋で発生した疲労亀裂の多くが施工の不具合を原因としている。実際に橋を検査する事が重要。

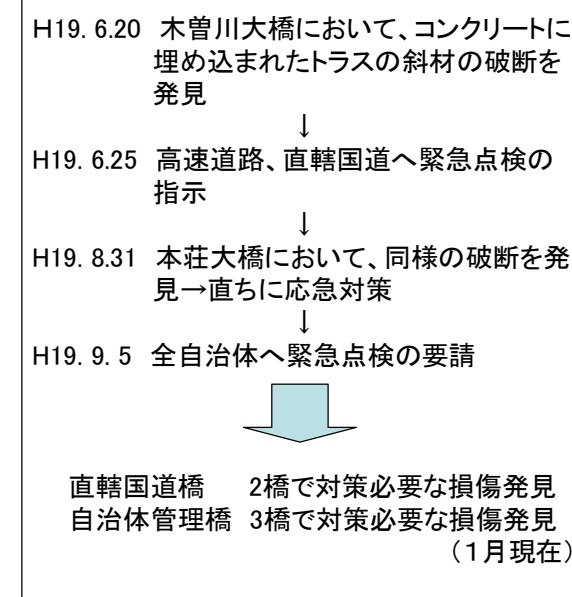
米国における橋梁保全の流れ



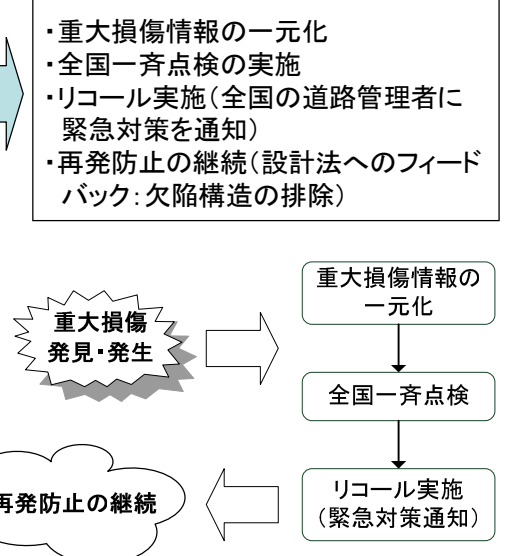
道路橋保全のマネジメントサイクル



鋼トラス橋における鋼材 破断への対応での事例



恒常的な仕組みの構築



3-1. 保全の品質確保（基準）

(1) 現状

- ・国の定期点検は、橋全体の機能に着目した健全性ではなく、部材ごとに発生している損傷状況の把握により評価を行なっている。
- ・補修や補強の必要性や対策の緊急性の判断は、道路管理者毎に行われているが、統一的な評価基準はなく、その判断は技術者の能力に大きく依存している。

(2) 課題

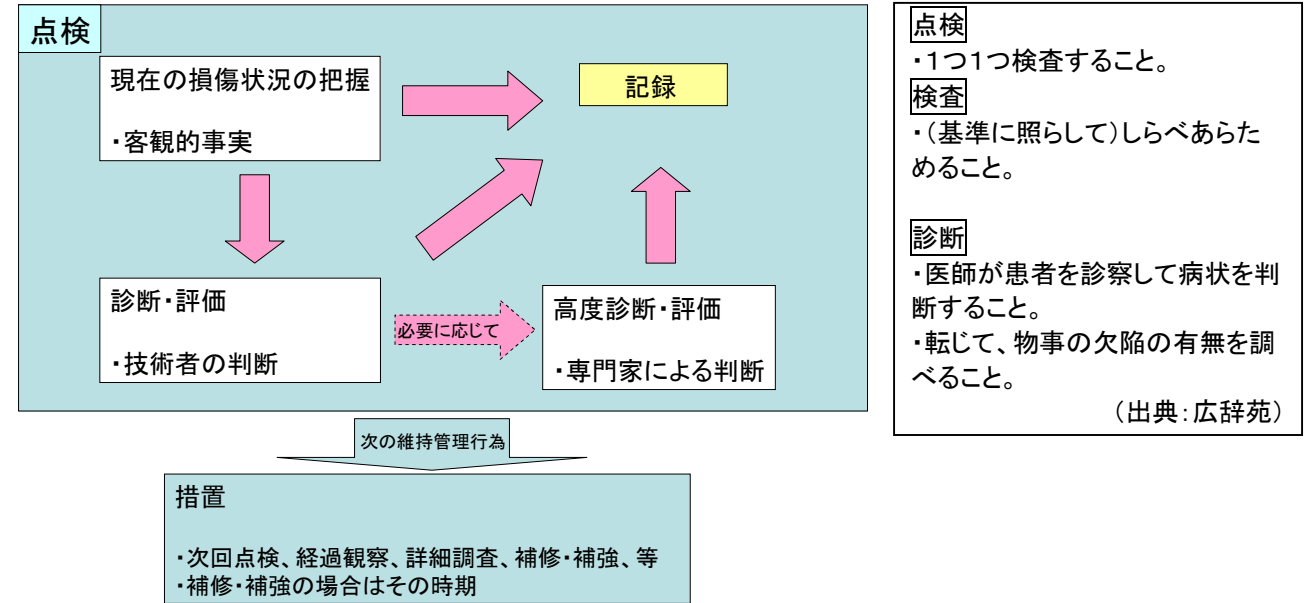
- ・点検は、部材単位の損傷評価のみであり、橋全体としての状態を評価しておらず、管理に反映されていない。
- ・点検は外観目視を主体としており、得られる情報は、適切な対策措置の判断などのために十分ではない。
- ・点検の評価基準は道路管理者毎に異なり、ネットワークの機能を踏まえた評価方法も確立されていない。

(3) 基本的視点

- ・高速道路から市町村道までを一律の点検ではなく、全ての橋梁で実施されるべき基本的な項目など点検に関する最低限のフレームワークと、求められる管理水準に応じたレベルを明確に構築する必要がある。
- ・橋梁の構造的な特性、海岸に近いなどの環境特性、大型車交通量が非常に多いなどの交通特性など、損傷・劣化の原因・メカニズムを踏まえた点検の基準が必要である。
- ・損傷発生の確率が高い部位に着目するなど、効率的な点検が行えるような基準が必要である。
- ・目視によって確認できない、あるいは、症状がつかみにくい事象があることを踏まえて点検のシステムや基準を構築する必要がある。

<委員の主な意見>

- ・橋梁点検には2つの観点がある。第1は非部材の日常メンテナンスを目的とした長寿命化のための健全性評価。第2は落橋を防止するためのクリティカルな部材の耐力、変形性能の評価と、クリティカル部材の破壊が橋全体の崩壊に与える安全性評価。それぞれに必要なデータと判定手法を検討しておく必要がある。
- ・コンクリート構造物は、ひび割れを破壊の前兆としての確定的に捉える点検が必要。
- ・点検周期はアメリカは2年、欧州は5年である。わが国にふさわしい周期を、現在の点検システムを何年か実施した上で、橋梁形式や環境条件の過酷さや、損傷を見逃す可能性などの要因も加味して再考する必要がある。
- ・橋梁の部材をきちんと点検しても、橋梁全体で崩落する事象を見落とす危険性がある。
- ・既設橋梁の疲労照査が重要。すでに点検が実施されている橋のうちから疲労が疑われる橋を抽出して、再評価と診断を行う必要がある。疲労から見ると拙いディテールが使われている。
- ・橋梁の置かれた個々の特徴を考慮した診断ができる仕組みを用意し、設計、環境、交通量などの情報と点検データを組み合わせ、早期発見、早期対策が取れるようにする方策も検討が必要である。
- ・点検周期を短くすると、年あたりの対象件数が増え、必然的に点検内容が薄くなる。点検周期や、点検グレードは一律に決めるのではなく、点検の結果、要注意の損傷が出たものや、架設後30年以上経過した橋梁などについては、短い周期にするというような弾力的な制度設計が必要である。
- ・今まで点検を実施していない市町村などは、はじめは簡単で安価な点検方法で実施するだけでも効果が期待できるため、そのような簡易的な点検手法の開発を行うことが必要である。
- ・実行可能かつ、実効性のあるガイドラインを国が中心となって作成することが必要である。
- ・竣工検査時既にクラックが発生していた事例も考えられる。それをチェックしておくだけでも、後々役立つ。



点検
・1つ1つ検査すること。

検査
・(基準に照らして)しらべあためること。

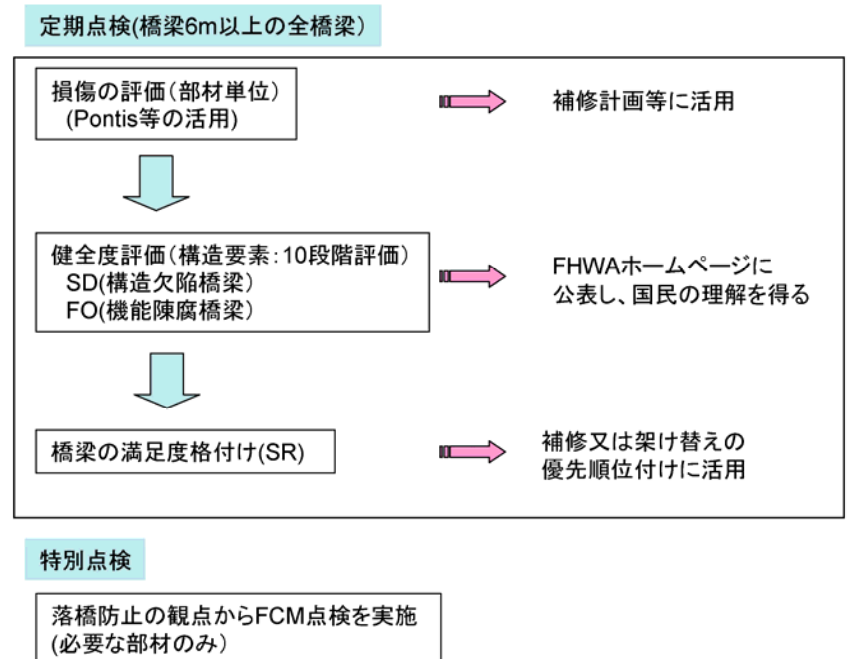
診断
・医師が患者を診察して病状を判断すること。
・転じて、物事の欠陥の有無を調べること。

(出典: 広辞苑)

| 内容 | (直轄国道)H16橋梁定期点検要領(案) | 長野県(信州発あなたにもできる橋の点検) | |
|-------|---|--|--|
| 目的 | 安全で円滑な交通の確保。維持管理の効率化に必要な情報の取得。損傷状況の把握、対策区分の判定、点検結果の記録。沿道や第三者への被害の防止 | できるだけ費用をかけないで社会資本を守る(主に重大な損傷の早期発見を目的とし、一次スクリーニング的な位置づけで実施) | |
| 点検部位 | 橋梁全体 | 損傷頻度が高い箇所 | |
| 点検方法 | 近接目視 | 遠望目視等 | |
| 点検の頻度 | 1回/5年 | 重要度判定よりA、B、Cのグレードに分類(グレードA:5年毎、グレードB:隔年、グレードC:年1回) | |
| 点検種別 | 鋼部材 | 腐食、亀裂、ゆるみ・脱落、破断、防食機能の劣化 | 脱落、腐食 |
| | コンクリート部材 | ひび割れ、剥離、鉄筋露出、床版ひび割れ、漏水・遊離石灰、抜け落ち、うき、コンクリート補強材の損傷 | ひび割れ、剥離、鉄筋露出、床版ひび割れ |
| | その他 | 路面の凹凸、舗装の異常、支承の機能障害、遊間の異常、その他 | 路面の凹凸、舗装の異常、支承の機能障害、遊間の異常 |
| | 共通 | 異常な音・振動、土砂詰り、沈下・移動・傾斜、洗掘、変形・欠損、変色・劣化、漏水・滞水、異常なたわみ、定着部の異常 | 異常な音・振動、排水の損傷及び土砂詰り、下部工のひびわれ・剥離、高欄の損傷、伸縮装置の損傷・段差 |

米国の橋梁点検の概念

<特徴>
・全国橋梁点検基準(NBIS)を連邦が定め、各州はそれに基づくマニュアルを策定して点検を実施。



3-2. 保全の品質確保（点検資格）

（1）現状

- 多くの道路管理者は点検を外部へ委託しており、点検員の技術力を橋梁設計の実務経験などを参考に判断している。

（2）課題

- 点検員に必要な技術力等を確実に判断できる仕組みがない。
- 損傷事例や補修方法に関する最新の知見を点検に反映できる仕組みがない。

（3）基本的視点

- 点検の品質を確保するため、点検者に求められる技術力のレベルを明確にするような資格制度が必要である。
- 技術力と責任にふさわしい「待遇」が必要である。
- 点検者が責任を持って点検を実施する仕組みを構築し、損傷や補修に関する最新の知見を反映した点検とするために、継続的な研修を義務づける必要がある。

＜委員の主な意見＞

- 現在、国内で行われている点検関係の資格制度（コンクリート診断士、土木鋼構造診断士、コンクリート構造診断士、構造物診断士など）の資格内容、適用、診断士数などを調査し、点検システムの法制度化に取り込むなどの施策の検討が重要である。
- 点検者と利用者に対する組織的な講義・講習会の受講が必要。現状では、個人差がありすぎる。上質で均質な点検データが得られる仕組み（技術者の育成、維持、講習会等を含めて）を作り上げる必要がある。
- 「良質な点検エンジニアグループ」と、「高度診断センター」の組織間の情報伝達においても、点検者がその次のステップにおいて、必要な情報を的確に伝える技術レベルの確保が不可欠である。
- 医者はカルテを見れば、担当医が変わっても、ある程度一貫した患者対応が可能。高度技術を有する医者どうしの間で、問題点と対応がある程度決まっているからであろう。橋梁点検カルテも高度な専門家が記入、利用しないと、膨大なデータを前に、何も見えない状態に立ち至る危険性がある。
- 実施されている構造物診断業務のお粗末さ。現在の点検・診断のやり方を全面的に見直す必要がある。亀裂等の損傷を見たことのない人間による点検と、レポートのみによる診断。塗膜剥れ、疲労亀裂、溶接剥れなどプロが見れば識別可能。事故が起きても当然と言わざるを得ない。
- 点検システムは非常に重要である。点検システムを支えている点検員の水準をそろえないと、予防保全に必要な正確な統計データは手に入らない。
- 点検診断を行う人の資格制度をどのような形で行うかも課題。当面の措置と長期的な体制の双方を議論すべき。
- 安易に大学の先生等に診断を依頼せず、これを本職とするプロに正当な対価で依頼することが重要。これが一種の職能として成立することが必要。

点検者に求められる能力の例

（1）理工学的な基礎知識

（2）経験

橋梁の保全、維持管理に関する技術上の実務経験

（3）倫理観

公共の利益の増進、私的利益享受の排除、資質向上意識

（4）知識

| 橋梁に関する幅広い知識 | 橋梁保全に関する専門知識 |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> ○ 橋梁形式 ○ 橋梁付属物 ○ 荷重・応力 ○ 架設工法 ○ 工場製作技術 ○ 防錆技術 ○ 設計法 ○ 材料 ○ 設計基準の変遷 ○ 地盤条件 ○ 安全対策 ○ 関係法令 | <ul style="list-style-type: none"> ○ 損傷のメカニズム <ul style="list-style-type: none"> ・腐食 ・疲労亀裂 ・コンクリート床版のひび割れ ・コンクリートのひび割れ ・アルカリ骨材反応 ・塩害 ・凍害 ・遅れ破壊 ・下部工の沈下・傾斜 ・洗掘 ○ 他 ○ 損傷の傾向 ○ 補修・補強の工法・材料 ○ 検査手法 <ul style="list-style-type: none"> ・目視点検 ・非破壊検査 ○ 検査機器 ○ 溶接技術 ○ 他 |

（5）判断

補修の必要性と時期、緊急対応の必要性、進行性の有無、通行止め・荷重制限の必要性を判断する能力

米国での資格制度

- 点検チームのリーダー資格（全国橋梁点検基準で規定）
実務経験 + 研修（連邦道路庁認定）
- 再教育などの品質確保方策については各州がマニュアル策定
＜オクラホマ州の例＞
 - ・2年に1度、州主催の訓練研修に参加すること。
 - ・訓練研修では、健全度評価の試験を実施。
 - ・健全度評価において同種の誤りが多い場合、資格取り消し。

出典：FHWA ホームページより

4. 研究開発

(1) 現状

- 橋梁技術の研究開発は、新設に関する技術開発を中心に進められてきたが、新設橋の建設減少などにより民間企業における研究開発費や研究者は減少する傾向にある。
- 現行の橋梁点検は目視による部分が大きく、技術開発により効率化する余地は大きいと考えられる。
- 我が国の橋梁点検は、1つ1つの部材単位について評価を行っており、橋梁全体の安全性を評価する概念がない。

(2) 課題

- 厳しい財政状況、限られた人材などの状況のもとで、高齢橋の急増に対応するため、IT技術などを活用して、点検、補修補強等の高度化、効率化に資する橋梁保全技術の研究開発を進める必要がある。
- 橋梁全体の安全性を評価するためには、米国のFCM（破壊危険部材）のような考え方で安全性を判断する技術が必要である。

(3) 基本的視点

- 橋梁保全の高度化、効率化には、IT技術等も活用した新たな技術の研究開発が必要である。
- 技術開発のニーズを明確化し、民間企業の研究開発を促す仕組みが必要である。
- 米国で実施されているFCM（破壊危険部材）の概念の導入なども検討し、橋梁全体の安全性の適正評価を可能とする技術開発が必要である。

<委員の主な意見>

- 橋梁点検や補修補強のやり方について、体系的な研究開発が行われてきたとは言いがたい。
- 保全分野の研究開発成果は、点検の効率化、補修補強設計・工事の合理化に大きく貢献でき、全体コストの低減も期待出来る。その利益は道路管理者を通して国民に還元される。
- 研究戦略を考えた上で、集中した技術開発を今後、数年間にわたって行うことが必要。細かいことが多いだけに、ばらばらとやるよりも組織的にやることで相乗効果も生まれる分野と思われる。国が方向性を提示し、国家プロジェクトとして価値のあるものであることを社会に、そして他省庁にも説得する姿勢を持つ必要がある。
- 民間及び各高速道路株式会社は、これまで、国内外に誇る多くの先端技術を開発し、維持管理業務に採用し、実績をあげている。これらの技術を調査、分析し、活用していくことも必要である。
- 疲労の事例とその対策数は欧米より多い。点検技術、補修技術、材料開発など要素技術は日本がリード。それらの統合、および人材、組織、制度が直いついていない。諸外国との提携による技術調査、活用なども必要。
- 技術は100%というものはない。万一という事象に対して、点検による発見に加えて、重要な道路橋では最新の計測技術やITを利用し、損傷箇所からの発信させるモニタリング技術を適用することも重要である。
- 当初想定されていなかった構造物の経時的な性能変化については、まだまだ研究しなければならない。
- 損傷は、目視では症状がつかみにくいものも多いため、見逃しがちな症状の点検、検査方法の開発が急務。
- 合成構造の橋梁など、比較的新しい構造については、損傷や補修・補強などの知見の集積を行い、今後の維持管理に備えることが必要である。
- ASRIは、上部工だけでなく見えない下部工でも起きる。目視では症状がつかみにくい損傷は、目視点検のあとにそのような損傷を仕分けする点検・検査方法の開発が必要である。
- 損傷原因やメカニズムの推定、損傷の進行予測、合理的な対策の選定法の開発、実際の高度な診断などの技術が必要となる。

常時監視モニタリングシステムの開発

【現状】

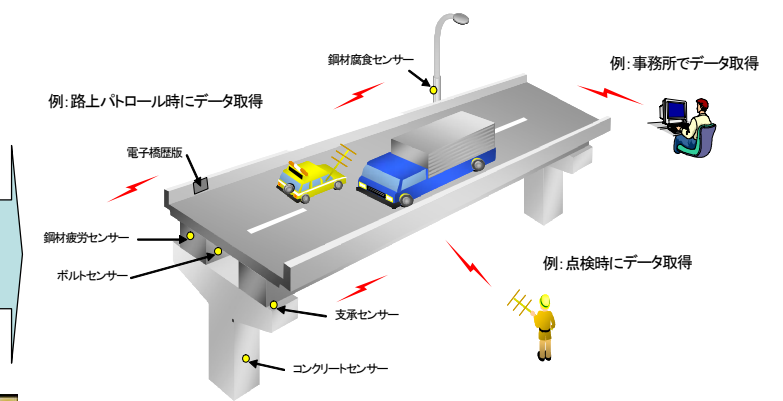
- 目視点検が基本



- 一部では、非破壊検査



【技術開発の内容・成果】



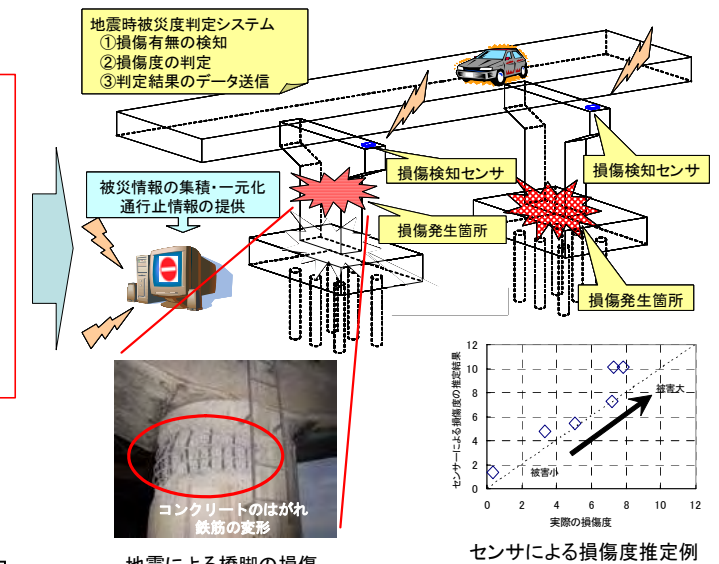
地震時においては、迅速に構造物の被災程度を検知

地震時被災度判定システムの開発

【現状】

- 適切な通行止めを行う、客観的な判断基準がない。
- 供用性の判断に専門家の調査を要するため、広い地域で被災が多発した場合には、道路の供用再開に多大な時間を必要とする。

【技術開発の内容・成果】



鋼床版構造等の疲労耐久性向上技術

【現状】

- 重交通路線の鋼床版構造に各種の疲労き裂が発生
- 疲労に対する補修補強技術、耐久性向上技術の開発が必要

舗装構造の改良による耐久性向上技術の例 (SFRC舗装)



SFRCの打設状況



SFRC舗装

5. 技術の拠点化

(1) 現状

- 道路管理者は、損傷等の対策に高度な技術課題が見られた場合は、その内容に応じて、適宜、有識者等の助言を要請するなどの対応を実施している。
- 点検や補修補強に関する技術は、高度な専門性を有した多岐にわたる分野の技術者を必要とするが、新設橋梁に関する技術者数と比べると、その数は多くない。

(2) 課題

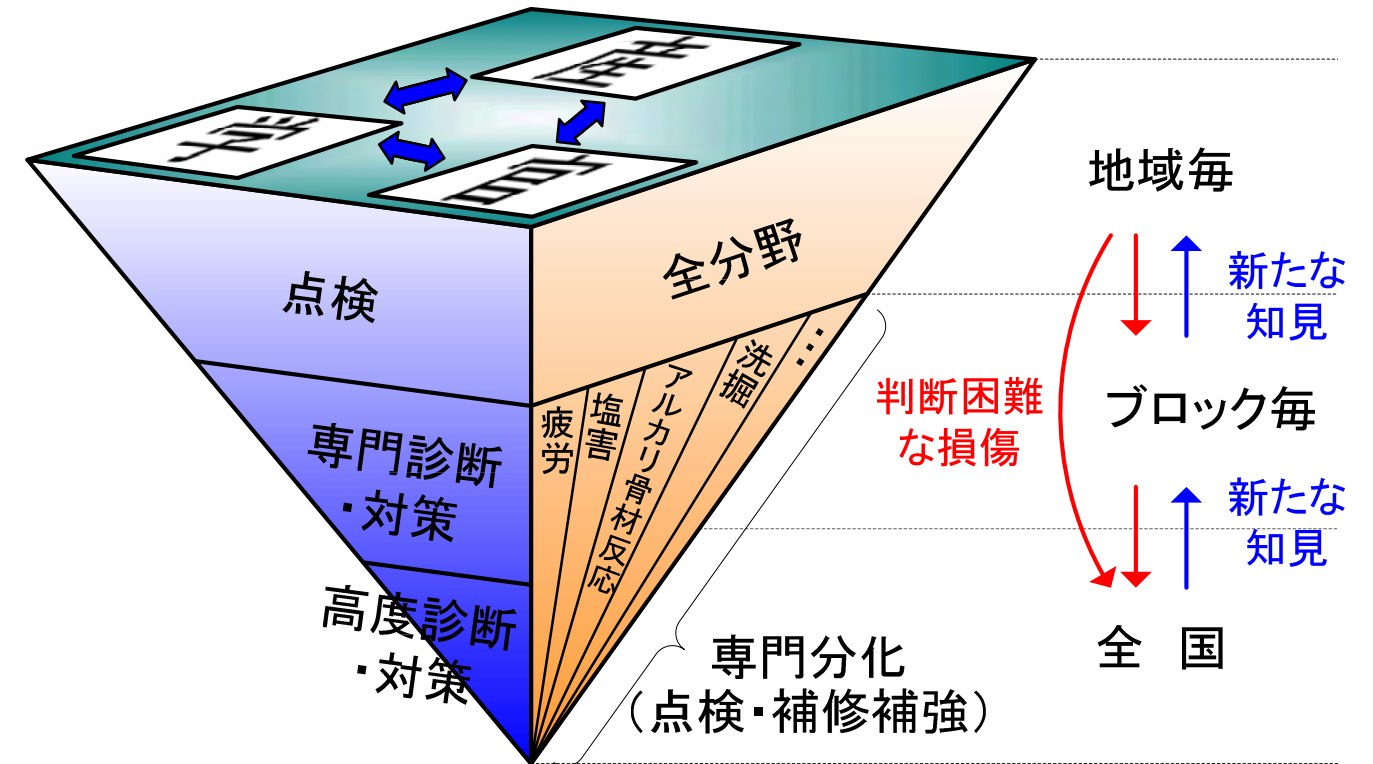
- 高度技術を必要とする損傷等の対応も、個別に集められた専門家による対応が主で、知見の蓄積がなされていない。

(3) 基本的視点

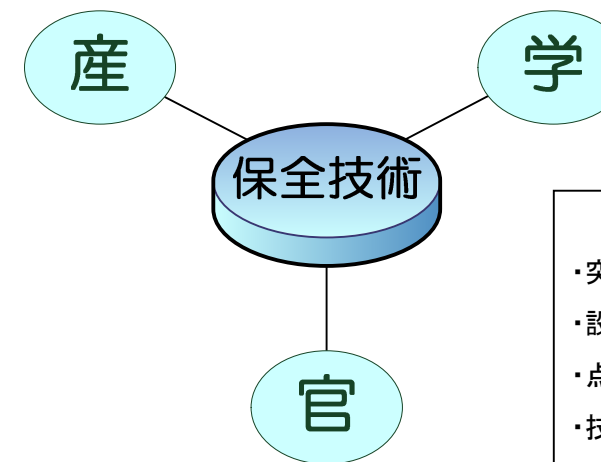
- 患者の病状に応じて、かかりつけ医、総合病院、大学病院へと専門的な医療が行われているが、橋梁においても損傷の内容や種類に応じて適切な専門性を有する技術者が対応する必要がある。
- 点検で判断が困難な損傷が発見された場合、高度な専門技術者による診断対策の支援を求める仕組みが必要である。
- 新たな知見や重要な情報は全国レベルの拠点に集約し、その成果を各地域の技術者に還元する必要がある。
- 点検作業を担う民間側と、通行規制や対策措置の判断を行う行政側の能力向上がともに必要であり、技術の拠点においては、専門的な技術開発および専門技術者の育成も行う必要がある。

<委員の主な意見>

- 道路橋の維持管理には、「良質な点検エンジニアグループの維持」と、その上に立つ別組織の「高度診断センターの設置」が必要で、2つの組織のバランス確保が重要である。
- インハウスの技術者が補修補強工事の設計・工事のチェック全てに対応することは現状では困難と思われる。国の役割として、専門技術者などの人材をある程度集中させ、地方自治体の相談の出来る体制づくりが必要。
- 橋梁技術、特に既設橋梁の保全技術は、これまでの設計、施工技术と比較して新たな部分、未知の部分、開発中の技術などが多く、高度な技術力を保持した有能な技術者の存在と多岐に渡る専門家の協力が不可欠である。
- 高度な点検診断は、難病治療と同様、事例数、経験が技術を向上させるため、情報を集約し技術を集積する効果も高い。
- 技術拠点は、一定の高度技術力が備わった時点で、その時代状況を鑑み、組織の拡大展開も視野に入れることが重要である。
- チームの構成は10名程度で十分。ただしみんなが認めるプロであること。訴訟などにも対応できることが重要。長期的な展開、全国展開も視野に入れる。当面、1チームでスタート。
- 首都高速緊急疲労対策室での実績はモデルとなる。
- 既設構造物の診断は成人病と同じ。設計、材料、溶接、品質管理、架設、維持管理の結果としての損傷の出現であり、専門家集団による共同作業が必須。点検の計画から共同で行うことが必須。
- コンクリート橋の損傷原因は種々の損傷があり、それらが複合するなど原因も多く複雑であるため、専門家の必要性は高い。
- 導入はされたが貧弱といわざるを得ない疲労設計。技術者の教育が課題。
- 診断および補修補強工事に関して専門的な判断やチェックが必要な場合、外部の専門家に監視エンジニアとして依頼するシステムを導入すべきである。
- 「疲労と破壊制御の重要性と難しさ」に対する認識の共有が必要。疲労は微小な亀裂での進展期間が寿命の大部分を占めるため発見が難しく、ある長さまで進展後に不安定亀裂が変わり、構造物あるいは部材破壊につながる。しかもサービス中に突然起こるため発生した場合の社会的損失が大きい。



保全技術関係者のネットワーク



<ネットワークのテーマ例>

- 突発的な事故への迅速な対応
- 設計法への遡上(点検・管理のしやすい新設橋)
- 点検・診断技術の開発
- 技術者の育成
- 保全技術の社会的評価向上のための活動
- 保全技術の価値の評価
- 将来ビジョンの共有

6. データの蓄積・共有

(1) 現状

- ・点検結果の記録内容は、全国レベルでの統一的ルールはなく、記入項目や様式は道路管理者の裁量に任されており、記録・蓄積するデータが異なっている。
- ・そのため、補修補強等により得られた知見も、他の道路管理者での利用や新設へのフィードバックにはあまり配慮がなされずに個別の記録・蓄積に留まっている。

(2) 課題

- ・損傷の原因や分析、対策など、他の道路管理者が保有している実績情報が活用されにくく、保全業務の効率性が向上していかない。また、新たに発見された損傷・劣化に関する知見等の情報伝達の速度が遅く、迅速かつ合理的な対応がとられにくい。
- ・全国レベルで活用できる橋梁の健全度等に関するデータの蓄積がない。また、道路をネットワーク機能という観点から評価するために必要なデータが蓄積されていない。

(3) 基本的視点

- ・全橋に共通して統一的に蓄積するデータ項目を明確にする必要がある。
- ・蓄積・共有するデータは橋梁点検結果だけでなく、補修技術や工事履歴情報なども含んだ、保全に関する研究に役立つものとする必要がある。
- ・既設橋の知見、最新の損傷事例等を踏まえて、点検・管理に配慮した新設橋の設計計画等へ迅速かつ確実に反映させることが可能となるようにデータを蓄積・共有する必要がある。

<委員の主な意見>

- ・点検情報や補修補強に至った事例を有効に利用していくためには、変状事例、事故事例、点検しやすさ、補修しやすさ、等の事例を経験知として集積、データ化し、その分析と新たな研究を通じて持続的なイノベーションが図れる体制の確立が必要である。
- ・点検や補修記録の集積を義務化するには、法制化も重要である。
- ・全国に存在する橋梁等の点検データを集め、統一データベースを作成することも重要である。
- ・劣化が激しく、補修補強に至った事例集を作成し、市町村などでも活用できる、簡便な点検と診断マニュアルの検討が必要である。
- ・橋種（鋼 or RC or PC）ごとの損傷の発生部位別の統計データだけでなく、損傷原因別の統計データも必要である。
- ・全ての道路管理者間で情報を共有でき、また技術的知見の向上に役立てるため、様々な研究機関が活用できるようなデータベースを目指すべき。データは定期的に公表することにより、突発性の事態でも対応可能となる。
- ・ミネソタ州での崩落事故では、橋梁断面を含む情報が発災期間のうちに開示された。情報の中央集中管理がよいのか、CD-ROM ベースも含めて PC で簡単に誰もが取り出せる分散管理方式、あるいは中央+分散管理方式がよいかをよく調査する必要がある。日本ではすぐ大きなシステムを作りたがるが、誰もが普段からタッチできるシステムが緊急時には有効である。
- ・点検しやすい橋、点検しにくい橋、補修・補強しにくい橋などを公表して、これからの橋梁設計に反映させることや、設計時に想像力を働かせて、点検・管理し易いことにプライオリティを置くことが重要である。
- ・鋼橋における疲労亀裂の発生を教訓とした、新設橋の「疲労設計」導入時において、「道路橋には疲労の可能性は低い」、「製作コストアップにつながる」、「対応できる技術者が不足」などの意見も出て、導入がためらわれた経緯があったが、実際は多くの発生事例が顕在化し、道路橋の疲労は現実大きな課題となっている。

データの蓄積・共有イメージ

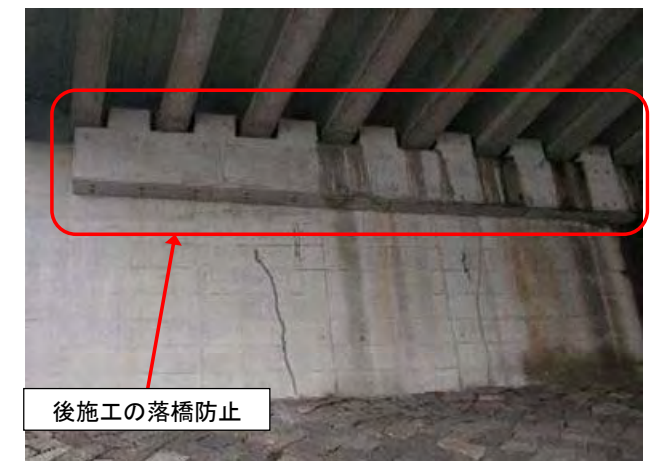
| | データ項目(例) | 目的(ニーズ) | 目的のための具体的な利用場面(例) |
|------------|---|--|---|
| 共有データ | 架橋情報(環境等) 点検・修繕情報 整備時の情報 など | ・基準類の策定・改訂(点検要領等改訂) ・知見の蓄積 | ・管理と劣化・損傷との関係を把握・分析 ・損傷事例、被災事例、対策事例収集 |
| 管理者毎の個別データ | 設計図書、施工データ、 点検情報(損傷、履歴、 対策区分等) 修繕情報(対策内容、 履歴等) など | ・点検計画・実施(効率的・効果的な計画・実施、中長期計画) ・修繕計画・実施(予算制約下の効率的・効果的な計画・実施、予算の平準化) ・緊急の点検対象の検討 | ・点検実施済みと今年度要実施橋梁はそれぞれ□□橋、××橋 ・要対策橋梁は◇◇橋、うち速やかな対応が必要なもの☆☆橋(A橋、B高架橋・・・) ・類似損傷の可能性のある橋梁を抽出 |

既設橋における点検・補強情報の蓄積

- ・点検結果の情報を蓄積し、補修や次回点検への情報として活用



- ・補強工事の情報を蓄積し、類似工事や次回点検への情報として活用



橋の損傷に関する情報共有により、新設橋への迅速な対応

- ・新設鋼製橋脚の隅角部改善例
都市高速道路で重大な亀裂損傷が発見されたのを機に隅角部を有する全国の鋼製橋脚を緊急点検し、隅角部の構造を改善

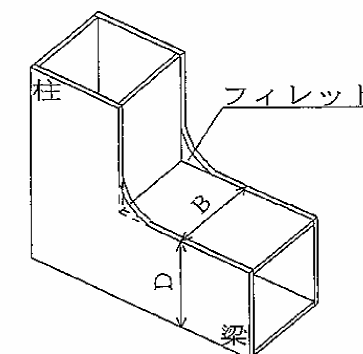


図-1 フィレット構造

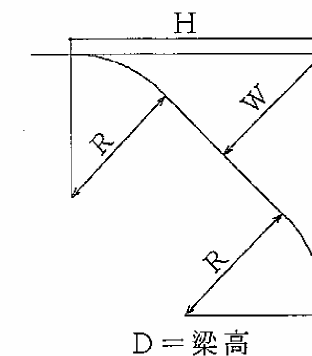


図-2 フィレット形状

7. 国民の理解

(1) 現状

- ・橋梁は永久構造物と思われており、落橋等の損傷事故が発生するかもしれないという認識が薄い。
- ・道路橋は、適切な維持管理を怠ると劣化により安全性が低下することや、その維持に資源（マンパワー・資金）の投入が必要であるとの認識が薄い。
- ・法令違反の過積載車両の通行など、道路橋の安全を脅かす行為が蔓延している。

(2) 課題

- ・全国の道路橋が、どの程度健全であるか等の指標がないため、国民に対してわかりやすい説明がなされておらず、国民と道路管理者の認識の共有がされていない。

(3) 基本的視点

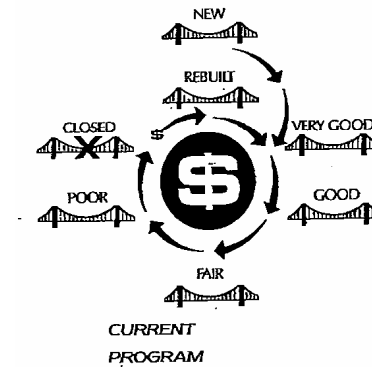
- ・橋梁は国民全体の共有資産であり、長く大切に安全な状態で使っていくために、予防保全による効率的な管理を進めることの重要性を国民に理解されるようにしていく必要がある。
- ・橋全体としての機能や性能の状態を表現する国民にわかりやすい指標を整備し、視覚的に示すなどにより捉えやすい情報として公表する必要がある。
- ・法令違反の大型車両（特に重量超過の車両）が道路に与えるダメージは多大なものがあり、法令を遵守した運行を求めていく必要がある。

<委員の主な意見>

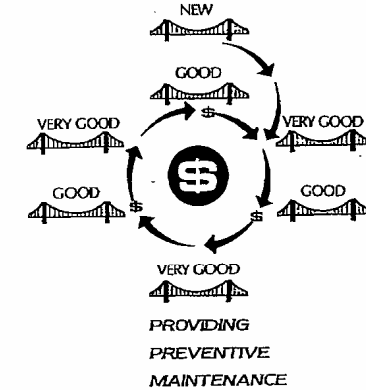
- ・今回の一連の事故からしても、長期的には点検の実施が必要不可欠であり、「点検の実行を約束すること無くしては国民へ説明出来ない」ことを肝に銘ずるべきである。
- ・点検・補修の実態は、なかなか見えにくい。国民が、今何が起きているかを理解できるような仕組みをしないと長続きしない。橋梁の維持管理を医療に例え早期発見・早期治療の重要性を説明するなどの工夫を凝らした説明が必要。
- ・洪水ハザードマップのような地域情報を盛り込んだ身近な客観的な情報開示が重要。
- ・橋梁の補修補強では、大変な作業であることを国民にきちんとアピールし、さらに危険橋梁の存在のその場所も隠さず伝えることが重要。国民が知らないうちに対応するという方式では、国民に必要性が伝わらない。情報の出し方が重要。国民からどう見えるか、どう報道するべきかという情報伝達のプロを国土交通省に雇うべきではないか。
- ・「正しい情報」、「迅速な公開」、「広く知れ渡る方法」、「わかり易い内容」、「実情を訴える表現」などさまざまな面で工夫をこらした情報公開と発信が欠かせない。
- ・技術の「見える化」=ビジュアルリティにつながる点検結果の公開は不可欠で、その情報を基にしたわかりやすい指標を利用して、現状の損傷状況（健全性）、対策の必要性、目標、効果を具体的に国民に説明する必要がある。
- ・橋梁の健全性の指標は、たとえば橋梁の損傷状況を計量化し、60点以下は落第、40点以下は危険、70点以上はまあまあ、80点以上は現状レベル、90点以上は良好といったように分類するイメージである。アメリカではこのような数値を示して、国民にわかりやすく説明している。
- ・大型車両の重量が橋梁構造へ与える影響は大きく、諸外国に比べ貨物車の割合が高い上、平成15年の車両総重量の規制緩和より貨物車自体の大型化も進んでいる。このような社会的な側面からも道路橋にかかる負荷は年々増加し、疲労損傷などの懸念は増大している。
- ・橋梁点検のひとつのあり方として、市内の広範囲に住む職員を現場モニターとして活用することも考えられる。「自分の体はある程度自分で診る」ために橋梁の損傷の兆候が分かるような人材育成についても検討する必要がある。

ニューヨーク市「Spanning the 21st Century」

高くつく事後保全サイクル



安くすむ予防保全サイクル

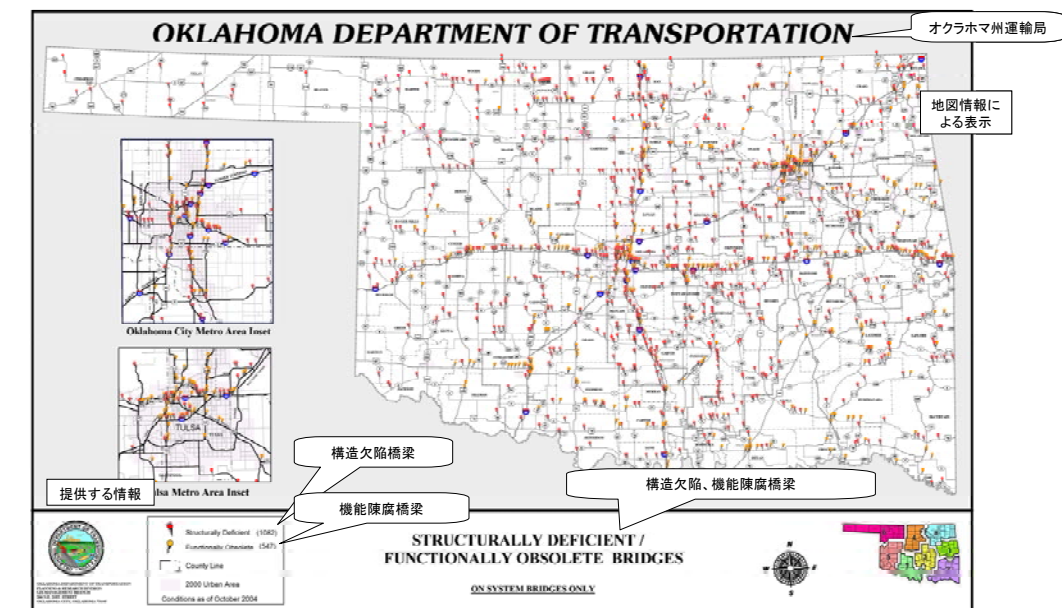


全米の州別の橋梁健全度の公表例

州別の橋梁健全度の公表

| 州名 | 全橋梁数 | 構造欠陥橋梁 | 機能陳腐橋梁 | 欠陥橋梁 |
|-------------|---------|--------|--------|---------|
| ALABAMA | 15,879 | 2,102 | 2,205 | 4,307 |
| ALASKA | 1,210 | 151 | 167 | 318 |
| ARIZONA | 7,248 | 161 | 576 | 737 |
| ARKANSAS | 12,502 | 1,068 | 1,906 | 2,974 |
| WISCONSIN | 13,770 | 1,335 | 792 | 2,127 |
| WYOMING | 3,027 | 381 | 230 | 611 |
| PUERTO RICO | 2,133 | 246 | 799 | 1,045 |
| 合計 | 596,842 | 73,764 | 80,226 | 153,990 |

オクラホマ州の橋梁マップ



出典:オクラホマ州運輸局 HPより

米国の橋梁崩壊による社会的損失

・米国ミネアポリス I-35W 橋の落橋による社会的損失額

| 項目 | 金額(総額) |
|--------------|----------------------|
| 通行止めによる社会的損失 | 6,000万ドル (66.0億円) |
| 橋梁架け替え費用 | 2億3,400万ドル (257.4億円) |

・出典:ミネソタ州道路局のホームページより