

道路構造物の維持管理支援

1. 研究・活動のアウトライン

1. 強

国土技術政策を支える研究開発

社会的背景・提言	道路行政の動き・成果反映	国総研の活動		
		(1) メンテナンスサイクルの確立	(2) 計画的な長寿命化を支えるための取組み	(3) 道路管理者への人材育成と技術支援
		2001.4 国総研 発足(道路研究部 橋梁研究室)		
	○2004.3 橋梁定期点検要領(案)の通知	・橋梁定期点検要領原案作成、研究成果の提供 ・損傷事例分析	・BMS等計画的な管理に関する研究	・技術相談、研修活動支援 ・各種基準の改定に関する研究
		2005.4 道路研究部道路構造物管理研究室(改組)		
	○2010 標識・照明柱の定期点検開始(直轄国道)	・損傷データの分析	・2007 長寿命化修繕計画策定の支援に着手 【道路橋に関する基礎データ収集要領案】	・TEC-FORCEとしての被災地支援等
○2012.12.2 笹子トンネル天井板落下事故	○2012.12.7 トンネル内の道路付属物等の緊急点検実施(ジェットファン、照明等)			
	○2013.2~ 道路ストックの集中点検実施: 第三者被害防止の観点から安全性を確認	・点検項目原案作成、研究成果の提供	・データを活用した劣化特性や耐久性向上策に関する研究	
○2013 国土交通省社会資本メンテナンス元年	○2013.6 道路法の改正: 直轄診断・国による修繕等代行制度の創設	・省令原案作成支援、研究成果の提供		
	○2014.3 定期点検に関する省令・告示: 5年に1回、近接目視による点検			
		2014.4 国総研道路構造物研究部 設置 (橋梁研究室・構造・基礎研究室・道路基盤研究室)		
○2014.4.14 道路の老朽化対策の本格実施に関する提言	○2014.4~ 道路メンテナンス会議設立: 地方公共団体の取組みに対する体制支援	・定期点検要領原案作成、研究成果の提供	・全国の構造物のマクロ的なマネジメント施策等の検討	・直轄診断開始、道路メンテナンス技術集団の派遣
	○2014.6.25 定期点検要領通知: 円滑な点検実施のための具体的な点検方法を提示			・実務者研修のテキスト作成、講師派遣
	○2014.7.1 定期点検に関する省令・告示施行: 5年に1回、近接目視による点検開始			
	○2018.9 舗装点検要領に基づく舗装マネジメント指針		・舗装点検要領原案作成支援、必要な研究成果の提供	
	○2019.2.28 定期点検要領通知: 実施内容を合理化	・定期点検要領改定原案作成、研究成果の提供		
	○2019.4 定期点検2巡目開始			

図-1 道路構造物の維持管理の施策と国総研の活動

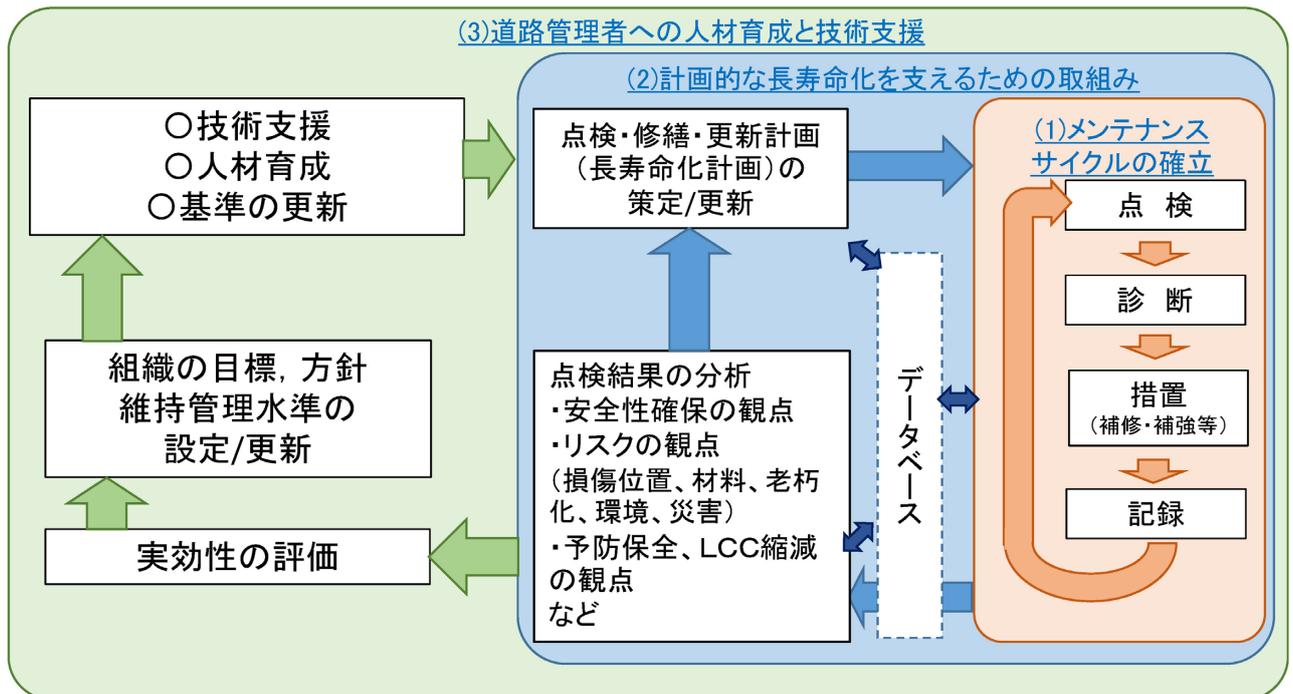


図-2 道路構造物のメンテナンス体系のイメージ

国総研では道路構造物の老朽化対策として、定期点検を核とした適切な道路管理の実施のために、点検やマネジメントに関連する技術基準や参考図書類、そしてこれらを適切に実施するための研修制度や道路管理者の技術支援の充実に必要となる研究を実施してきている。

また、これらの研究を背景に、調査・検討委員会活動など国や道路管理者が行う事故・被災事例の分析、定期点検の法制化や技術的助言（定期点検要領）の策定、道路管理者に対する研修や直轄診断に代表される技術支援などの活動でも主体的な役割を果たしてきた。

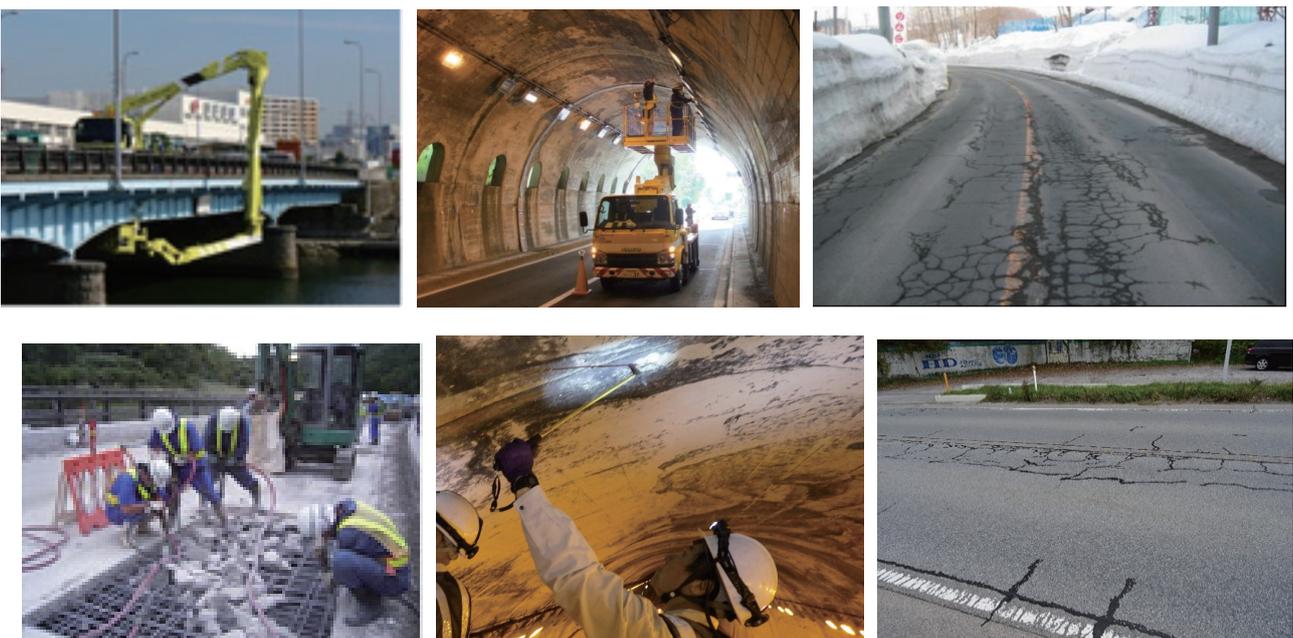


図-3 道路構造物のメンテナンス

2. 主な研究成果

(1) メンテナンスサイクルの確立

① 2004.3 直轄国道の道路橋に関する定期点検要領（案）の策定

道路の老朽化対策のための国土交通省の取り組み全般は道路局のホームページにまとめられている¹⁾。国総研が設立された当時は、予防保全的な管理への転換、そのための点検体系の見直しや、アセットマネジメントの導入の必要性の議論が始まったところであった。そのような中、国土交通省は、2004年（平成16年）に国が管理する道路橋について5年に1度の定期点検を実施することとし、定期点検要領を改定した。旧要領は、旧建設省土木研究所が1989年（昭和63年）に策定したものであったが、旧要領が用いられていた約15年の間に得られた道路橋の損傷に係わる知見をできるだけ踏まえ、また、適切な時期に適切な予防保全が図られるような点検体系となるように改定された。このときの改定は、後に全国の道路のトンネル、橋梁等の定期点検の法制化、長寿命化修繕計画の策定支援にあたって重大な事項を含むものだった。詳細は、道路橋の定期点検に関する参考資料²⁾にあるが、そのいくつかは以下のとおりである。



図-4 道路構造物の劣化損傷の例

○頻度と方法：旧要領では、定期点検を10年に1回の近接目視と2年に1回の遠望目視で行うことを念頭に定めている。新要領では、定期点検後10年以内に補修等が必要な損傷の事例が度々見られることや鋼部材の疲労など劣化による損傷が増加しつつある状況を踏まえて、定期点検の頻度は5年以内毎となった。また、点検方法についても、遠望目視では発見できない箇所も確実に取得し、かつ、必要に応じて打音・触診等必要な対応が行えるよう、近接目視により行うこととした。

○診断とデータ：旧要領では、損傷の種類毎に機械的に損傷の程度と損傷度を分類していたが、損傷の外観の程度が同じであっても、たとえば、損傷の原因や進行可能性によっても対策の切迫性は異なるなど、対策の必要度や目的を直接的に示唆する情報としての有用性には改善の余地があった。そこで、新要領では、技術者が、構造や損傷の原因などの工学的な考察を行い、損傷に対する対策の必要性や緊急度の所見を残す診断行為（対策区分の判定）と、損傷の位置、種類、外観の程度を客観的かつ連続性のあるデータとして取得、記録するための損傷程度の評価の2つの系統の評価をそれぞれ行うことにした。対策区分の判定は、橋毎に固有の工学的判断としてのミクロ的な観点の情報である一方で、後者の損傷程度の評価は、全国の道路橋で同じ評価方法、体系で評価し、記録することで、時間的に連続性のある質の高いデータを蓄積し、マクロ的な橋梁群の状態評価を行うことで国としての施策の検討を行ったり、道路橋の設計等も含めた技術基準の改善点の分析を行ったりするための基礎データを蓄積することを視野に入れたものである。

その後、劣化が原因と考えられる道路の標識、照明柱の倒壊等の発生も顕著になったことを受け、国総研でも各地方整備局等と連携しながら、損傷のデータ分析等、直轄国道における定期点検を円滑に実施するための研究を実施した³⁾。その成果も踏まえて、2010年（平成22年）からは、直轄国道で標識・照明柱の定

期点検が行われるようになった。

②維持管理義務化の必要性を認識することとなった大きな転機～トンネル天井板の落下事故～

2012年（平成24年）12月に中央自動車道笹子トンネルにて、トンネル換気のために設置されている天井板及び隔壁板等が約140mにわたり連続して落下し、死者・負傷者が生じる事故が起きた。国土交通省では、落下の発生原因の把握や、同種の事故の再発防止策について専門的見地から検討することを目的として、「トンネル天井板の落下事故に関する調査・検討委員会」を設置した。国総研では、当時道路研究部長が委員として参画するとともに、委員会の調査に全面的に協力し、現地調査の実施、近接目視、打音・触診による点検方法の効果の検証、現地調査や事故発生要因の分析を支援した。



図-5 トンネル天井板の落下事故

上述の調査・検討委員会は現地調査等を実施し、2013年（平成25年）6月に報告書を取りまとめ、公表した⁴⁾。事故の原因は、設計・施工段階、経年劣化、維持管理面での要因が複数作用し、累積されたものと分析されている。たとえば、維持管理面については、トンネル天頂部にて天井板を吊り下げるための接着系ボルトの状態に明確な裏付けがないまま、点検計画の変更などにより、管理者が定めていた近接での目視及び

打音の実施が先送りされたことや、過去の点検で変状が確認されていた履歴が、その後の点検等の維持管理に反映されていなかったことが、維持管理上の課題として指摘された。これを受け、安全性の確認、維持管理記録の保全、計画的な措置の実施について、最低限の義務化の必要性の機運が高まった。

③道路ストックの総点検、法定点検制度の制定、定期点検に関する技術的助言の充実

トンネル天井板の落下事故に対する委員会の調査が進められる一方で、2013年（平成25年）2月に、国土交通省は、全国の道路管理者に、道路ストックの総点検を行うことを要請した。これは、トンネルに加えて、橋梁、舗装、道路附属物（標識、照明、情報提供装置、横断歩道橋等）、土工構造物（のり面、盛土、擁壁等）を対象に、道路利用者及び第三者の被害を防止する目的から、構造物本体やその附属物からの部材やコンクリート片等の落下、ポットホールや路面下空洞の陥没などの危険度を把握し、可能な限りの応急措置を実施するなど当面の被害防止措置を講じることを目的としたものである。

また同年には、道路法の改正を行うなかで、老朽化への適切な対応も含めた安全・安心の確保のため、予

防保全の観点から踏まえた道路構造物の点検を行うべきことを明確化した。これを受けて、関連政省令の改正も行い、政令にて、点検・診断・措置・記録というメンテナンスサイクルを実施することは管理者の義務であること、そして、省令にて、橋梁、トンネルなどでは知識と技能を有する者が近接目視による点検と健全性の診断を5年に1度実施するという定期点検を法定化した。このことは、地方公共団体を含む全ての道路管理者に課せられた義務であり、「国土交通省社会資本メンテナンス元年」2013年（平成25年）を体現する改革であった。

2014年（平成26年）6月には、トンネル、道路橋、シェッド・大型カルバート、横断歩道橋、門型標識等を対象にした定期点検の実施に関わる技術的助言（定期点検要領）を全道路管理者に通知した。国総研では、これら一連の法改正や定期点検要領の策定において、全体の体系や主要部分の原案の策定を国土交通省本省とともに、土木研究所とも連携して、定期点検要領の原案を作成した。また、これまでの直轄国道の定期点検要領についても見直し、横断歩道橋等いくつかの構造物については新たに策定した。

国土交通省では、2013年（平成25年）の道路法の改正以後、具体的な点検頻度や方法については法令で定められていないものの、全国の道路管理者が道路のメンテナンスサイクルを確立するにあたっての点検要領の充実が図られ、2016年（平成28年）には舗装、2017年（平成29年）には小規模附属物とシェッド・大型カルバート以外の土工構造物を対象にした点検要領を策定した。いずれの策定においても、国総研でも原案の作成やそのために必要な研究成果の提供を行っている。そして、2019年（平成31年）3月には、トンネル、道路橋の法定点検2巡目に向けて点検要領を改定し、技術的な参考資料を充実させた。

(2) 計画的な長寿命化を支えるための取組み

①道路橋の基礎データ収集要領策定

アセットマネジメントについても、従来よりも一層研究内容の充実が図られ、その後の研究の大きな柱になった。国土交通省は、2007年（平成19年）に、地方公共団体において計画的に道路橋の修繕が図られるように長寿命化計画策定の支援に着手した。計画の策定のためには管理する道路橋の現状を速やかに把握するための方法が望まれた。そこで、国総研では、同年に「道路橋に関する基礎データ収集要領案」⁵⁾を提示



図-6 総点検の対象の例

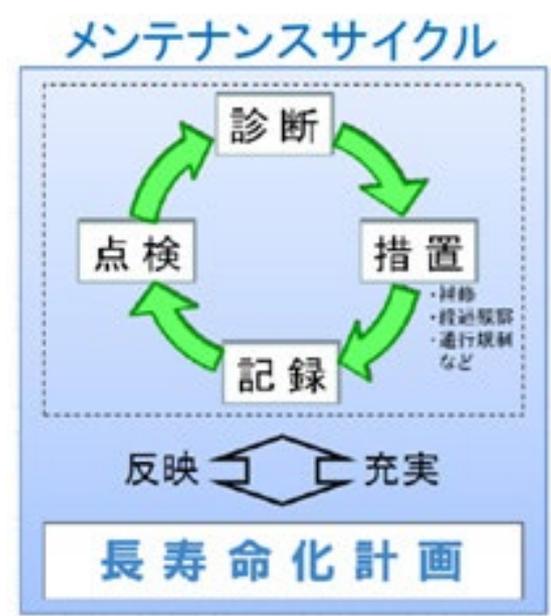


図-7 メンテナンスサイクルの実施

した。これは、個々の橋の安全性等は的確に管理されているはずである一方で、施設全体の経年数が増加していくなかで、各管理者が管理する施設全体の管理方針、計画を策定し、維持管理を進めることの重要性に応えるために、まずは最低限のデータを多くの橋でできるだけ早く把握することが必要であることから作成した技術資料である。直轄国道の道路橋の定期点検にてマネジメントの高度化の観点で収集していたデータ（損傷程度）を活用し、分析することで、データの取得項目を絞り込み等ができることが分かったので、それを反映して作成した。多くの道路管理者に活用され、現在でも法定点検要領の付録において、法定行為に加えてアセットマネジメントのための基礎データを収集するために参考になることが紹介されている。

2014年（平成26年）6月のトンネル、道路橋、シェッド・大型カルバート、横断歩道橋、門型標識等を対象にした定期点検の実施に関わる技術的助言（定期点検要領）の通知においても、個々の構造物毎にその構造物の特徴や損傷の原因も考慮しながら行う健全性の診断だけでなく、全国の構造物のマクロ的なマネジメント施策等を検討するための基礎データとなる損傷程度の評価等、客観情報の蓄積を開始することに主導的な役割を果たした。

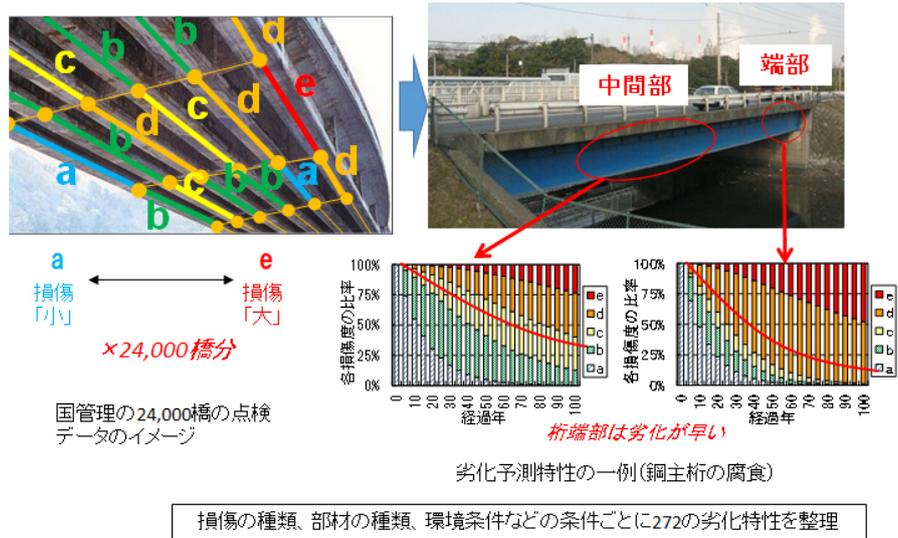


図-8 点検データからの劣化特性の分析例

②日常管理や老朽化対策、耐災害性向上のためのマネジメントを高度化するためのデータの活用

国総研では、いずれの点検要領の策定においても、既往の点検結果や損傷事例の分析結果から知見を提供するとともに、原案の提案を行った。特に、舗装の点検要領の策定にあたっては、既往の路面性状調査データの分析等を通じ、道路分類に応じたメリハリのある効率的な点検の在り方や、「使用目標年数」という新たな概念の導入を通じて早期劣化区間を削減していく考え方などについて提案を行った。さらに、早期劣化メカニズムに関する検討結果等もふまえ、舗装点検要領に基づき舗装のアセットマネジメントを確立していく指針を示した技術図書⁶⁾の発刊に貢献した。また道路橋については、10年以上にわたり蓄積してきた直轄国道の基礎データを分析し、統計的劣化特性を明らかにすることで劣化曲線集を作成、その成果から道路橋の耐久性向上策を研究し、国総研資料としてとりまとめた⁷⁾。

一方、近年の豪雨による道路災害を受けて、道路の耐災害性を向上させるために、点検などのデータに基づいて効果的・効率的に性能の向上を図るための取り組みが求められるようになってきており、2020年（令和2年）からは、国土交通省の道路技術小委員会でもリスクアセスメントの議論が始まっている。

(3) 道路管理者への人材育成と技術支援

定期点検や措置は、個々の構造物の特性や変状の原因を反映させて工学的に判断するものであり、画一的な判断フローの策定などは却って危険、不合理になることも危惧される。そのため、これらの適切な運用にあたっては、定期点検要領の充実だけでは不十分であり、関係者が適切な技術力を身に着けるための研修、資格制度や道路管理者への技術支援の体制を充実することなど多様な方策を組み合わせる実施することが必

要である。

そこで、国土交通省では、2013（平成 25）年の道路法の改正に併せて、実務者研修や直轄診断などの新たな試みも始めた。実務者研修については、各地方整備局や関係団体と共同し、統一したテキストとカリキュラムで法令の適切な運用に必要な最低限の知識と技能を習得するための研修を開始した。

道路橋については、現在では知識習得の確認試験も実施しており、これらの一連の取り組みは、現在の定期点検要領においても、定期点検に必要な知識と技能の例として参考にできることが示されている。国総研でも、有識者の助言を受けながら公式テキストを作成し国総研資料として発刊、研修の実施主体である地方整備局への研修講師の派遣や試験問題の作成等の支援を継続して実施している⁸⁾。

直轄診断は、地方公共団体への支援として、要請により緊急的な対応が必要かつ高度な技術力を要する施設を対象に、地方整備局、国総研、土木研究所の職員等で構成する「道路メンテナンス技術集団」による調査や措置方針についての技術的な助言を行うものであり、2014（平成 26）年の開始以来、毎年継続的に支援を行っている。これまで、2020 年（令和 2 年）度までに橋・トンネル・大型シェッドについて計 16 構造物を対象に実施した（表-1）。



図-9 直轄診断の様子

表-1 直轄診断を実施した構造物一覧

年度	所在地	構造物名	諸元
H26	高知県仁淀川町	大渡ダム大橋	補剛トラス吊橋+単純合成版桁橋 橋長444m (建設年：昭和58年)
H26	福島県三島町	三島大橋	鋼アーチ橋（トラスドラングー橋） 橋長131m (建設年：昭和50年)
H26	群馬県嬬恋村	大前橋	5径間単純RCT桁橋 橋長73m (建設年：昭和33年)
H27	佐賀県唐津市	呼子大橋	PC3径間連続斜張橋+PC3径間・2径間連続ラーメン箱桁橋 橋長728m (建設年：平成元年)
H27	奈良県十津川村	猿飼橋	鋼ランガー桁橋+鋼単純版桁橋 橋長139m (建設年：昭和49年)
H27	福島県下郷町	沼尾シェッド	延長189m 幅員5.0m (建設年：昭和33年頃)
H28	秋田県湯沢市	万石橋	9径間RCTゲルバー桁橋 橋長171m (建設年：昭和14年)
H28	群馬県神流町	御鉾橋	5径間単純鋼 I 桁橋 橋長46m (建設年：昭和4年)
H29	富山県黒部市	音沢橋	鋼単純下路式トラス橋+鋼単純合成版桁橋 橋長110m (建設年：昭和46年)
H29	岐阜県中津川市	乙姫大橋	2径間連続トラス橋（上路式）+単純鋼曲線箱桁橋 橋長317m (建設年：平成8年)
H30	鹿児島県 薩摩川内市	天大橋	PC連続ポステン箱桁橋+プレテン中空床版橋+プレテンT桁橋+ポステンT桁橋 橋長518m (建設年：昭和59年)
H30	広島県呉市	仁方隧道	延長262m 幅員5.5m (建設年：昭和13年)
R1	静岡県吉田町	古川橋	3径間単純非合成H桁橋 橋長55m (建設年：昭和44年)
R1	埼玉県秩父市	秩父橋	3径間連続RC開腹式アーチ橋 橋長135m (建設年：昭和6年)
R2	北海道白老町	白老橋	3径間連続RC桁2連橋+単純PC床版橋 (建設年：昭和28年)
R2	奈良県奈良市	鶴舞橋	11径間単純PCプレテン床版橋 橋長役98m (建設年：昭和35年)

3. 関係する報告書・技術資料一覧

- 1) 国土交通省道路局ホームページ
<https://www.mlit.go.jp/road/sisaku/yobohozen/yobohozen.html>
- 2) 道路橋の定期点検に関する参考資料－橋梁損傷事例写真集－，国総研資料 No.196, 2004.
<http://www.nilim.go.jp/lab/bcg/siryou/tnn/tnn0196.htm>
- 3) 道路附属物支柱等の劣化・損傷に関する調査、国総研資料 No.685,2012.
<http://www.nilim.go.jp/lab/bcg/siryou/tnn/tnn0685.htm>
- 4) トンネル天井板の落下事故に関する調査・検討委員会資料集、2013.
<https://www.mlit.go.jp/road/ir/ir-council/tunnel/index.html>
- 5) 道路橋の健全度に関する基礎的調査に関する研究－道路橋に関する基礎データ収集要領（案）－，国総研資料 No.381, 2007.
<http://www.nilim.go.jp/lab/bcg/siryou/tnn/tnn0381.htm>
- 6) (公社) 日本道路協会、舗装点検要領に基づく舗装マネジメント指針、2018.
- 7) 道路橋の部分塗替え塗装に関する研究－鋼道路橋の部分塗替え塗装要領（案）－国総研資料 No・684, 2012. <http://www.nilim.go.jp/lab/bcg/siryou/tnn/tnn0684.htm>
定期点検データを用いた道路橋の劣化特性に関する分析，国総研資料 No.985, 2017.
<http://www.nilim.go.jp/lab/bcg/siryou/tnn/tnn0985.htm>
道路橋の耐久性の信頼性向上に関する研究，国総研資料 No.1121, 2020.
<http://www.nilim.go.jp/lab/bcg/siryou/tnn/tnn1121.htm>
- 8) 道路構造物管理実務者研修（橋梁初級Ⅰ）道路橋の定期点検に関するテキスト，国総研資料，No.829, 2015.
<http://www.nilim.go.jp/lab/bcg/siryou/tnn/tnn0829.htm>

4. 今後の展望

道路の耐災害性の向上、データの高度な活用による点検やマネジメントの信頼性向上と効率化に向けて、現在の定期点検要領を核とした基準体系や道路管理実務体系の発展的な刷新が求められると考えられる。そのためには、設計～点検・診断～措置～記録までを一連で統一かつ定量的な信頼性評価体系にしていくことが必要であり、信頼性の評価に関連付けて多様なデータの活用が図られるようにしていくことが主要な研究テーマになる。

国土交通省が道路の老朽化対策に本格的に着手する中で、2014年（平成26年）4月、道路構造物研究部が発足し、道路構造物の維持管理に関する技術基準類の策定や結果の分析、道路管理者への技術支援のための体制強化が行われた。技術基準類の策定においては、全国の定期点検結果や直轄国道の構造物を対象に収集した基礎データの分析等を行い、定期点検の信頼性向上や作業の省力化を図るための知見を提供するとともに、その結果も踏まえて点検要領等の改定原案の作成を行ってきた。このことは今後も国総研として担っていく重要な役割である。

一方で、定期的な健全性の診断に加え、老朽化や耐災害性のマネジメントを連携させ、効率的に実施していくためには、日常のデータの効率的・効果的な取得と、デジタルトランスフォーメーションを活用したデータの分析と管理は必要不可欠である。国総研は、多様なデータ等を信頼性の評価に活用できる道路構造物管理システムを構築するための、構造物の設計・施工等の技術基準の性能規定化や信頼性評価の体系を既設構造物の安全性・耐久性の管理やリスクマネジメントに導入するための研究に着手している。