

各地方整備局等と連携したメンテナンス技術者支援の取組み ～道路橋の維持管理の品質確保のための技術支援～

上田晴気・佐々田敬久・岡田太賀雄・白戸真大

1. はじめに

我が国において、道路構造物は必要な知識と技能を有する者が近接目視により5年に1回の頻度を基本として点検と診断を行い、その結果とその後の措置内容を記録し保存することが2013（平成25）年の道路法等の改正により義務付けられた。

さらに、法令を適切に運用する観点からは、法定点検結果を受けて補修補強等の措置を実施するため、設計基準をはじめとする道路構造物に関する技術基準類の正しい理解と、それをを用いた新設構造物の設計能力に加え、構造物の劣化や損傷に対する知識など既設構造物毎の対応方針を定めることを可能とする技術力を備えた上で修繕工法など具体的な検討に臨むこととなる。

他方、「社会資本メンテナンス元年」と位置付けられた2013（平成25）年の翌年4月、国土交通省の社会資本整備審議会道路分科会が取りまとめた「道路の老朽化対策の本格実施に関する提言」では、老朽化対策を実施する上で三つの課題として予算不足・人不足・技術力不足を挙げている。

これを受け、国土交通省では、定期点検要領の策定や改定、道路橋の定期点検や修繕に従事する技術者の確保のための国土交通大学校や各地方整備局等の研修の充実を図ってきた。国総研においても、定期点検要領の原案策定、損傷事例集などの技術情報、道路管理者の設計要領作成のための参考資料などの提供、研修等を通じた技術者育成などの様々な支援を有識者の助言も得つつ積極的

に行ってきた。特に点検や修繕を行う技術者不足は多くの橋梁を管理する地方自治体において深刻な課題であり、その育成が急務であった。

本稿では、国土交通大学校や各地方整備局等で実践しているトンネル、橋、土工などのメンテナンス技術者育成の取組みのうち、点検だけでなく修繕も含めた研修体系が先行して整えられ、各整備局等が実践して今年で10年目となる道路橋の定期点検・修繕に関する研修を例に、国総研が支援を行った内容とその成果について紹介する。

2. 各地方整備局等における橋梁の維持管理に関する研修体系

国土交通省では、道路構造物の維持管理に必要な能力の習得のため、図-1の通り技術力や経験年数に合わせた3段階の研修を実施している。

このうち、基礎となる研修には次の種類があり、各地方整備局等の研修実施を、国総研は専門的な面から支援している。次章以降にその概要・実績を示す。

○定期点検に関する研修

- ・各地方整備局等が実施（道路管理者を対象）
- ・他団体が実施（官民全ての技術者を対象）

○修繕に関する研修

- ・各地方整備局等で実施（道路管理者を対象）

また、修繕計画・施工、道路構造物の老朽化・事故・災害に起因する緊急対応や復旧のマネジメントに関する知識の取得や演習を含む研修は、国土交通大学校で実施している。

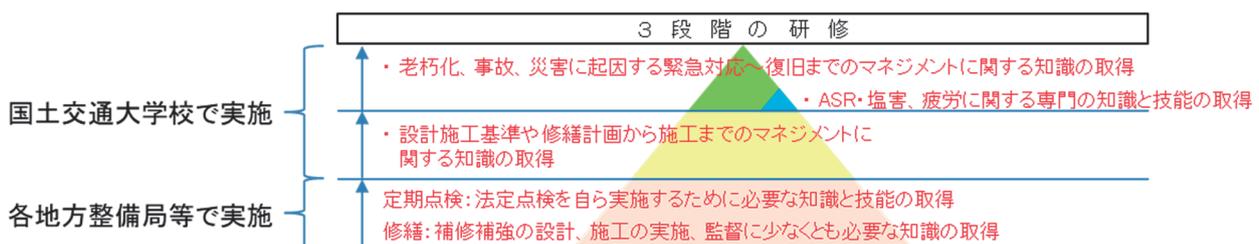


図-1 道路構造物の維持管理に関する研修体系

3. 橋梁の点検診断のための研修

3.1 定期点検に関する研修実施に向けた支援

適切な点検診断が実施できる技術者育成のための研修について、国総研では次の事項を念頭に、法定点検で求める内容と水準について、検討した。

- ・ 橋梁の点検診断を適切に実施するためには、橋の構造、部材の役割や材料の特性、施工方法や施工品質、環境条件や修繕履歴等を把握する必要があること。
- ・ 変状の原因とメカニズム、耐荷力への影響、周辺部材への影響も含めた今後の進行性と橋全体の健全性に及ぼす影響など、広範な知識を駆使して橋の状態を見極めることが重要であること。
- ・ 法定事項を満足するためには、画一的に判断することなく、橋毎に把握した状態に応じた診断を下す必要があること。
- ・ 定期点検要領でも、橋毎の健全性の診断にあたっては、これらに留意し、複数の部材の複数の損傷を総合的に評価することを求めていること。

全国で供用中の約73万橋のうち約9割は地方公共団体が管理しており、また全国約1,700超ある地方公共団体の約2割では技術職がいな¹⁾。法定点検を実施する技術者の育成にあたっては、次の事項も念頭に研修内容を検討した。

(1) 研修生は国の事務所係員と同等の者（事務職

や地方公共団体職員を含む）を想定すること

- (2) 健全性の診断を行うために必要な知識の全体像を短期間で網羅的に把握できること
- (3) 点検計画、近接目視等による状態把握、第三者に橋の状態や措置の必要性を論理的な所見の提示をもって健全性の診断の技能とし、状態把握と所見の提示に必要な知識と技能を座学で身に着けること
- (4) 現地実習で演習できること
- (5) 試験等により研修の成果が確認できること
- (6) 全国で統一的に運用されること

定期点検のための体系的な入門書としての位置づけで公表した研修テキスト²⁾は、社会資本整備審議会道路分科会が設置した道路技術小委員会の委員等からなる「道路構造物点検技術検討会」が監修しており、その内容は、橋に関する基本的な知識として橋の構成や構造形式、部材名称、構造メカニズムなどの基礎知識、老朽橋の点検に有益な情報となる基準等の変遷、定期点検の意義や法律上の位置づけ及び点検方法、鋼やコンクリートといった部材や材料毎の損傷の特徴や要因等について概観できるよう配慮され、米国の法定点検に関する研修テキスト（FHWA ”Bridge Inspector’s Reference Manual”）と比べても遜色はない。表-1に研修テキストの目次構成を示す。

また教材として、直轄橋梁等における損傷を種類ごとに体系的に整理した道路橋の損傷事例写真集³⁾も、実務での活用を期待して配布している。

表-1 道路管理実務者研修 道路橋の定期点検に関するテキスト（国総研資料第829号）の目次

1. 序論	3.1.4 荷重を受けた部材の応答	5. 橋の損傷
2. 橋に関する基本的な知識	3.1.5 耐震設計	5.1 鋼部材の損傷
2.1 橋の構成	3.1.6 疲労設計	5.1.1 防食機能の劣化及び腐食
2.2 橋の構造メカニズムと部材の名称や役割	3.2 橋の設計基準の変遷	5.1.2 亀裂及び破断
2.2.1 鋼橋の部材の名称と役割	3.2.1 橋の設計に用いる荷重(作用)の変遷	5.1.3 ゆるみ・脱落
2.2.2 コンクリート橋の部材の名称と役割	3.2.2 鋼橋の技術基準の変遷	5.2 コンクリート部材の損傷
2.2.3 床版の形式や機能	3.2.3 コンクリート橋の技術基準の変遷	5.2.1 コンクリートのひびわれ
2.2.4 支承の形式や機能	3.2.4 下部構造の技術基準の変遷	5.2.2 コンクリートの剥離・鉄筋露出
2.2.5 落橋防止システムの形式や機能	3.2.5 支承の技術基準の変遷	5.2.3 漏水・遊離石灰
2.2.6 伸縮装置の形式や機能	3.2.6 河川管理施設等構造令の変遷	5.2.4 コンクリートの抜け落ち
2.2.7 下部構造の部材の名称と役割		5.2.5 補修・補強材の損傷
2.2.8 基礎の形式や機能		5.2.6 床版ひびわれ
2.3 橋の付帯設備や付属物の名称や役割	4. 橋梁の点検	5.2.7 うき
2.3.1 排水	4.1 道路橋の維持管理	5.3 その他の損傷
2.3.2 防護柵	4.1.1 点検	5.3.1 遊間の異常
2.3.3 遮音壁	4.1.2 調査	5.3.2 路面の凹凸
2.3.4 落下物防止柵	4.1.3 維持修繕	5.3.3 舗装の異常
2.3.5 照明	4.2 法律・通知・管理者毎の要領・参考図書	5.3.4 支承部の機能障害
2.3.6 標識	4.2.1 道路橋定期点検要領(平成26年6月)	5.3.5 その他
2.4 橋の形式	4.2.2 橋梁定期点検要領(平成26年6月)	5.4 共通の損傷
2.4.1 路面位置による分類	4.3 定期点検の必須項目	5.4.1 定着部の異常
2.4.2 材種による分類	4.4 法令・道路橋定期点検要領・各管理者の定期点検要領の関係	5.4.2 変色・劣化
2.4.3 主桁・主橋の構造形式による分類	4.5 定期点検の流れ	5.4.3 漏水・滞水
2.4.4 桁形式の橋に対する主桁の断面形状による分類	4.5.1 定期点検の頻度	5.4.4 異常な音・振動及び異常なたわみ
2.4.5 版形式の橋に対する版の断面形状による分類	4.5.2 点検項目	5.4.5 変形・欠損
2.4.6 床版の扱いによる橋の分類	4.5.3 点検の方法(事象の捕捉あるいは把握のための方法)	5.4.6 土砂詰り
2.4.7 床版の種類による分類	4.5.4 事象の捕捉あるいは把握に関する記録	5.4.7 沈下・移動・傾斜
2.4.8 桁の支持方法による分類	4.5.5 部材毎の健全性の診断(対策区分の判定)	5.4.8 洗掘
	4.5.6 橋毎の取扱いの区分、橋毎の健全性の診断	5.5 橋の三大損傷
	4.5.7 記録と保存	5.5.1 塩害
3. 橋の設計の基本と基準の変遷	4.6 点検計画	5.5.2 アルカリ骨材反応
3.1 橋の設計	4.6.1 既往資料の調査及び現地踏査	5.5.3 疲労
3.1.1 法律、基準	4.6.2 点検準備	
3.1.2 使用材料	4.6.3 安全管理	
3.1.3 荷重	4.6.4 関連法規	
	4.7 橋梁マネジメントシステム(BMS)	

表-2 定期点検に関する研修のカリキュラム

区分	カリキュラム項目	時間	講師	
法令・要領	定期点検に関する法令及び技術基準の体系	2:00	国総研	
	状態の把握と健全性の診断	1:30	国総研	
診断のための知識・技能	橋の構造の基本	1:15	整備局	
	鋼部材の損傷と健全性の診断	3:00	整備局	
	コンクリート部材の損傷と健全性の診断	3:00	整備局	
	下部構造及び溝橋の損傷と健全性の診断	1:00	整備局	
	支承・附属物等の損傷の種類と健全性の診断	1:00	整備局	
現地実習	現地実習(近接目視の演習)	3:45	整備局	
附属物	附属物の定期点検要領概論	1:00	整備局	
土工	土工構造物の構造の基本	1:00	整備局	
	シェッド、大型カルバート等の定期点検要領概論	1:00	整備局	
理解度確認テスト	講義内容の理解状況を確認する問題	—	整備局	
達成度確認試験	学科	講義内容から出題する知識問題(選択式)	1:00	整備局
	実技	現地実習橋梁の所見を解答(記述式)	1:30	整備局
一般	今日的課題と最新の損傷例	1:00	整備局	
合計(オリエンテーション等の時間を除く)		23:00		

カリキュラムについては表-2の通り、1週間程度の期間を想定し、座学にてテキスト内容を履修し、実橋で点検診断を実習・演習し、最後に達成度確認試験を組み込んでいるのが特徴である。

本研修で行う座学について、法定点検においては橋に関する部材や材料、構造形式など、橋梁工学の専門用語についての知識を有することが必要で、次回点検に向けても共通の用語を用いて記録することが求められる。講義には橋の点検・診断に関する広範な知識を修得できるよう、橋に関する基本的な知識や設計の基本と基準の変遷についてもカリキュラムに含めている。

現地実習では、実橋の損傷に対し現地で近接目視等による状態把握を行い、所見をa)観察事実、b)現状の推定、c)原因の推定、d)進行・拡大の可能性、e)周辺部等に与える影響の推定、f)措置方針に分けて残すことで、第三者に対して点検結果を論理的に示す訓練を実施する内容となっている。

また、全国統一的な運用と民間でも同様の技術者育成の参考となるよう、研修実施要領や講義計画(シラバス)を国総研資料として公開⁴⁾している。

達成度確認試験は、橋に関する基本的な知識等を問うために講義カリキュラムの各分野から抽出した100問の真偽法及び択一式の学科試験と、現地実習橋梁を題として診断の所見を適切に残せるかを試す記述式の実技試験からなり、7割の正答をもって“十分に理解している”と判定している。

本研修やその他橋の維持管理に役立つ情報は、国総研橋梁研究室ホームページで公開している。

3.2 研修の効果

本研修は例年各地方整備局等が1～3回程度実施しており、図-2の通り、2014(平成26)年度

に開始以降、延べ約5,000人が受講し、2016(平成28)年度に導入した達成度確認試験では受験した延べ約3,400人中の約7割にあたる約2,300人が“十分に理解している”と判定されている。

また、本研修と同じ内容で、他団体が実施している「道路橋メンテナンス技術講習」では、これまでに延べ約700人が受講し、約300人が達成度確認試験に合格している。なお講義は、国の職員が実施している。

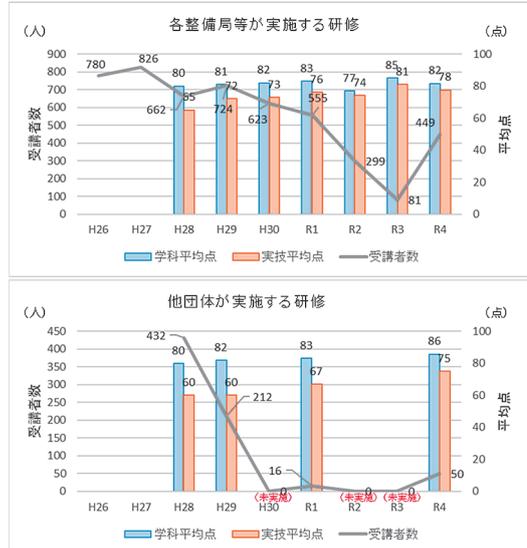


図-2 本研修の実績

本研修では、前述のように、近接目視等による状態把握をするだけでなく、措置の必要性を論理的に説明できることをもって健全性の診断の技能と位置付けている。そこで、現地で状態を把握し、適切な所見が提示できることが確認できれば、研修の効果が得られたことになる。

定期点検による橋の健全性の診断結果を所見として適切に示す能力を試す実技試験は、全5問か

らなり、問1については6個の小問に分けて、(1)各部材の観察事実、(2)現状の推定、(3)原因の推定、(4)進行拡大可能性、(5)周辺部に与える影響、(6)措置方針を解答させる。これらを網羅的かつ適切に記述できれば、実際の診断に必要な技能が備わっているとみなせる。問2、問3も同様に別の部材に対し所見を記載させるが、問1を論理的に解答できれば、同様の思考方法で正答できる設問となっている。図-3の通り2022(令和4)年度に実施した実技試験でも、問1の得点と達成度確認試験の合格率には相関がある。このように小問に分かれた問1を解答できるだけでなく、大問のみの問2や問3も答えられるということは、所見を論理的に記述できる技能が身についたと考えられ、研修の効果が発揮されたと考えられる。

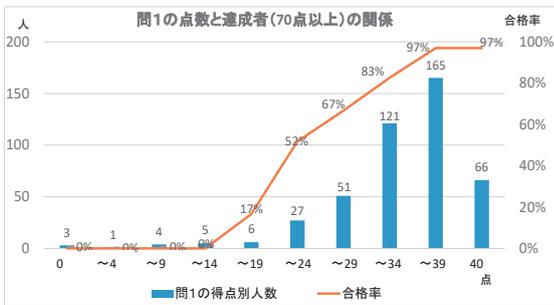


図-3 実技試験の分析 (R4)

また、本研修の効果については、教育分野で開発されたブルーム・タキソノミーの枠組を用いた分析もなされている⁵⁾。その結果本研修は、道路橋を維持管理する技術力に関する既往の知見に照らしても、技術力が幅広く習得可能な研修であると評価された。

これまでの実績から、本研修は2019(平成31)年の定期点検要領の改定で、定期点検を行う者に少なくとも求められる知識と技能を習得する例として示された。また、道路橋の診断に関する国土交通省登録資格においても、2022(令和4)年度から本研修が参考として追加され⁶⁾、2023(令和5)年度から国の診断業務は、担当者に本研修合格者等の資格者を配置することが義務化されている⁷⁾。このような民間資格の質の向上への寄与など、本研修の取り組みが評価され、実質的に診断者に求める技術力の最低要件や水準の標準としての役割を果たしつつある。

研修後のアンケートで、例えば九州地方整備局では、図-4の通り研修の必要性については約98%

の研修生が高いと回答し、また自由意見でも「当自治体で管理する橋の部材の損傷等が詳しく認識できて大変参考になった」などの意見が見られた。



図-4 研修アンケート結果 (九州)

また、学科試験と実技試験の平均点の推移を両研修で比較してみると、図-2の通り、学科試験は両研修のいずれの年でも概ね8割を超えている一方で、実技試験については道路管理者を対象とした研修が、民間技術者を対象とした研修よりも高得点となっている。これは、実技試験に望むにあたって、様々な業態が存在する民間において、ある特定の分野の専門性が高いことよりも、橋全体としての診断を適切に行えることが高得点につながるよう企画されていることに起因している可能性がある。総合的な所見を論理的に記述するための知識と技能を得るためには、研修を行うだけでなく、普段の維持管理を通じて、知識と技能の向上に努める必要があることもあわせてわかった。

そこで、国総研では各地方整備局等と連携して、所見の論理的な記載を自習するための教材を別途作成して、2017(平成29)年3月に国総研ホームページで公開した。

達成度確認試験を導入した2016(平成28)年度の合格率は、図-5の通り、道路管理者を対象とした研修が約43%、民間技術者を対象とした研修が34%と低かったが、2022(令和4)年度は、いずれも約80%となっている。自学自習を行うことができる環境整備が寄与したものとする。

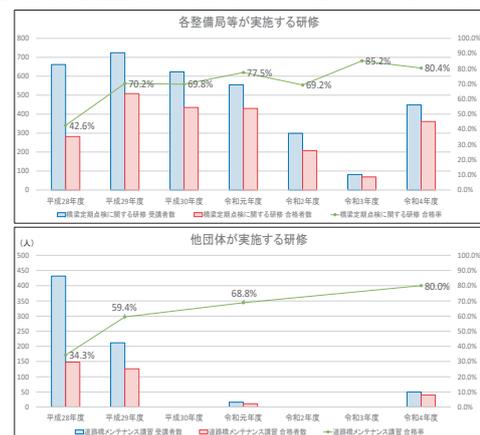


図-5 受講者・合格者・合格率の推移

表-3 修繕に関する研修のカリキュラム

区分	カリキュラム項目	時間	講師
原則	①性能の設定と方法の選定における原則	2:00	国総研
マネジメント	③補修補強設計のための調査と構造解析	1:30	整備局
	⑨補修補強実施のためのマネジメント	1:00	整備局
	⑩経過観察及びモニタリング計画	1:00	整備局
代表工種	②部材の強度の回復・向上のための代表工種に見る補修補強の力学原理	1:30	国総研
事前・事後処理	④腐食要因の除去と腐食対策	1:00	整備局
	⑤コンクリート部材の補修補強にあたっての事前・事後処理	1:00	整備局
補修・補強の対策事例	⑥鋼橋・鋼部材の補修補強事例	1:00	整備局
	⑦コンクリート橋・コンクリート部材の補修補強事例	1:00	整備局
	⑧下部構造及び上下部接続部の補修補強事例	1:00	整備局
合計(オリエンテーション等の時間を除く)		12:00	

4. 橋梁の補修補強のための研修

4.1 修繕に関する研修実施に向けた支援

法定点検により、措置方針として対策が必要と診断された場合、その方法の一つとして修繕工事等を検討することになる。一方で、修繕が直ちに進むわけではなく、実施が滞る傾向がある。様々な理由が考えられるが、一つには新設橋の設計施工とは異なる技術的な難しさもある。例えば、調査、修繕方針の検討や方法の選択については、現地の状況や多様な材料や修繕の原理などを総合的に検討し、決定することが必要である。そこで国土交通省では、修繕の設計、施工に係る基本的な知識を道路管理者が取得できるよう、各地方整備局等にて道路管理者に向けた研修を設立することとなった。基本的な方針は次の通りであった。

- (1) 研修生は地方公共団体職員も含め、国土交通省事務所係長と同等の職の者を想定すること
- (2) 修繕を手戻りや過不足なく実施するため、状態と原因の適切な評価と、様々な技術を評価・適用するための要点を概観できること
- (3) 全国で統一的に運用されること

また、研修の内容については、定期点検に関する研修と同様に、道路橋に関する基準等策定にあたっての技術的検討の知見が蓄積された国総研を中心に、各地方整備局等と連携して検討することになった。各地方整備局等は、法定点検以前から三大損傷に対する予防保全などを推進してきた経験を活かし、研修内容を充実する観点での意見をまとめた。表-3に標準的なカリキュラムを示す。

本研修の講義の構成は特に以下の点を重点項目として内容を検討した。

- ① 道路橋示方書や定期点検要領（措置や監視などの事項）の趣旨や要求事項、構造力学

に関する基礎知識を概観し、それを補修補強の調査・計画・設計・施工に反映するにあたっての要点を学ぶこと

- ② 材料や構造の力学及び鋼構造やコンクリート工学の基礎知識を概観したうえで基本工種について基準の趣旨や工学原理を満足させるための成立原理を学ぶこと
- ③ 事例を通じて補修補強の理解を深めること
講義は、専門性を有する国の職員が最新の知見を反映した資料で実施している。

4.2 研修の効果

本研修では、図-6の通り、2014（平成26）年度に開始以降、延べ約1,800人が受講しており、全体の約7割が地方公共団体の職員である。道路橋示方書改定の反映で2018（平成30）年度は開催が少ないが、例年約200名程度の規模で推移している。

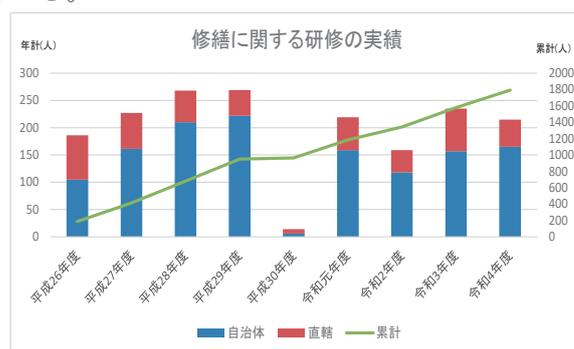


図-6 本研修の実績

研修後のアンケートで、例えば九州地方整備局では、図-7の通り研修の必要性については約87%が「高い」、研修期間については約65%が「適当」と回答しており、また自由意見でも「技術基準の位置づけや、力学的な原理にあった補修方法への理解が深まった」といった肯定的な意見が多数見られたことから、本研修のカリキュラムは概ね目的に沿った内容であると言える。

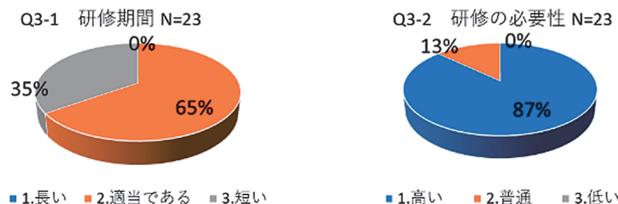


図-7 研修アンケート結果（九州）

今後も、3巡目点検に向け現場の課題を反映した適切な研修内容にすべく改善を続けていきたい。

5. おわりに

これまで実施してきた研修は、道路管理者が法令に基づいた適切な維持管理を行うために必要な定期点検と、その後の措置として適切な補修補強が行える技術者を育成するものであり、我が国において道路管理マネジメントの観点も包含する点で唯一のものであるといえる。本研修内容の検討の実績から、道路管理者の技術力向上について、次のような役割を果たせたと考えている。

- ・ 国総研が有する研究成果、技術指導実績やノウハウが、技術者育成の取組みへの支援を通じて現場の道路管理者に効果的に還元された。
- ・ 定期点検に関する研修について関連する情報を体系的に揃えて公開したことで、民間研修や民間資格認定での指標としての役割を果たせた。
- ・ 以て、実質的に当該技術及び資格の最低要件や標準となりつつあることで、官民の現場技術力向上という役割を果たした。

この10年で国総研・各地方整備局等・公益団体がそれぞれの役割や立場を補完しあって、技術者を育成する取組みを実践してきた。今後さらに裾野を広げることが課題であり、引き続き様々な団体と連携を取りながら技術者育成における国総

研の役割を果たしていきたい。なお、本稿で紹介した研修の受講に関する問い合わせは、各地方整備局等及び建設コンサルタンツ協会の研修担当部署で受け付けている。

謝 辞

最後に、道路橋の定期点検に関するテキスト（国総研資料第829号）を監修いただいた「道路構造物点検技術検討会」の委員の皆様、並びに、本研修の運営に尽力頂いている各地方整備局等の研修担当各位に謝意を表する。

参考文献

- 1) 国土交通省道路局：道路メンテナンス年報（令和3年度版）、2022
- 2) 国総研：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、国総研資料第829号、2015
- 3) 国総研：道路橋の定期点検に関する参考資料（2013年度版）～橋梁損傷事例写真集～、国総研資料第748号、2013
- 4) 国総研：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（その2）、国総研資料第1232号、2022
- 5) 宮原史、堤盛人、インフラの維持管理に関する研修による技術向上効果の評価―道路橋の点検に着目して―、土木学会論文集（J-STAGE）、79巻1号、2023
- 6) 国土交通省大臣官房技術調査課公共事業調査室：公共工事に関する調査及び設計等の品質確保に関する技術者資格登録申請の手引き、令和4年10月、2022
- 7) 国土交通省道路局：第16回道路技術小委員会配布資料、資料6、2022

上田晴気



研究当時 国土交通省国土技術政策総合研究所道路構造物研究部橋梁研究室 主任研究官、現 九州地方整備局道路部 道路計画第一課長
UEDA Haruki

佐々田敬久



研究当時 国土交通省国土技術政策総合研究所道路構造物研究部橋梁研究室 主任研究官、現 中国地方整備局企画部 広域計画課長
SASADA Yukihisa

岡田太賀雄



国土交通省国土技術政策総合研究所道路構造物研究部橋梁研究室 主任研究官
OKADA Takao

白戸真大



国土交通省国土技術政策総合研究所道路構造物研究部 橋梁研究室長、博士（工学）
Dr. SHIRATO Masahiro