

道路機械設備の効率的・効果的な維持管理について

宮崎 諒¹・土山 成²

¹近畿地方整備局 企画部 施工企画課 (〒540-8586大阪府大阪市中区大手前1-5-44)

²近畿地方整備局 兵庫国道事務所 管理第二課 (〒650-0042神戸市中央区波止場町3-11)

国土交通省では社会資本の老朽化対策に省を挙げて取り組むため、2013年度を「社会資本メンテナンス元年」と位置づけ、点検・診断結果に基づいた必要な対策を適切な時期に着実かつ効率的・効果的に実施するとともに、これらの取り組みで得られた施設の状態や対策履歴等の情報を記録し、次の点検・診断等に活用する「メンテナンスサイクル」の構築に向けた各種の取り組みを推進しているところである。

本報告は、そのひとつの取り組みとして、国土交通省が管理する道路機械設備について現状の維持管理に係る課題を踏まえてとりまとめた新たな点検整備要領等について報告するものである。

キーワード 道路、機械設備、維持管理、老朽化、点検整備

1. 道路機械設備の概要

我が国では、高度経済成長期に集中的に整備された社会資本が今後急速に老朽化することが見込まれ、厳しい財政制約の中、今後も不足する社会資本の整備を着実に進めるとともに、既存の社会資本を効率的に活用し適切かつ確実に維持管理・更新を進めることにより、国民の貴重な財産である社会資本を次世代に引き継ぐことが喫緊の課題となっている。

社会資本のなかには、施設の設置目的から土木構造物に機械設備が付帯し、機械設備部分が稼働して機能発揮するものがあり、機械設備が常に安定して稼働できるよう機能を維持することが重要となる。

本報告では、道路事業におけるトンネル換気設備、トンネル非常用施設、消融雪設備、道路排水設備、共同溝付帯設備、機械式駐車場設備、車両重量計設備、車両計測設備、道路用昇降設備を道路機械設備として総称する。

表-1に近畿地方整備局が管理する道路機械設備の設備数、図-1に代表的な外観写真事例を示す。

2. 道路機械設備の現況の課題

(1) 老朽化の進行

近畿地方整備局が管理する道路機械設備の経過年数状況を図-2に示す。

道路機械設備の設備種別によっては、部分的な更新、取替によって機能復旧が可能なものがあり、設置後の経

過年数が必ずしも設備の老朽化度合いを示すとは限らないが、総体として老朽化が進行している。

表-1 近畿地方整備局が管理している設備数 (2015年3月末現在)

事務所名	トンネル換気設備		トンネル非常用施設		消融雪設備		道路排水設備	
	箇所数	台数	箇所数	台数	箇所数	延長(km)	箇所数	台数
福知山河川国道					10	8.1	6	11
豊岡河川国道	6	25	6	48	36.6			
姫路河川国道	2	3	4	10	5.5		1	2
和歌山河川国道							3	6
紀南河川国道			2				3	8
福井河川国道	3	12	5	75	53.1		11	17
滋賀国道	2	4	3	47	41.7		13	26
京都国道							43	82
大阪国道			2				26	58
兵庫国道							21	42
奈良国道					2	0.3	19	39
合計	13	44	22	192	145.3		146	291

事務所名	共同溝付帯設備				車両重量計	車両計測設備	道路用昇降設備
	箇所数	延長(km)	ポンプ台数	ファン台数			
福知山河川国道					1		
豊岡河川国道							
姫路河川国道					2		
和歌山河川国道	1	1.2	12	6	1		
紀南河川国道							
福井河川国道					2		
滋賀国道					1		1
京都国道	6	16.0	222	99	2		1
大阪国道	14	37.4	283	123	3	3	6
兵庫国道	5	12.6	98	73	3	5	5
奈良国道	1	0.9	8	2	1	1	1
合計	27	68.1	623	303	16	9	9



トンネル換気設備



消融雪設備

図-1 道路土木機械設備の例

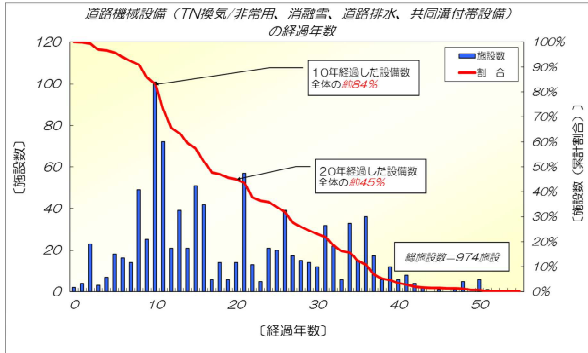


図-2 道路機械設備の経過年数状況

(2) 現状の点検・整備の課題

全国の点検整備の実態を確認すると、各地整、各事務所毎で異なった点検表を使用し、且つ点検頻度についても統一されていない。

従って、同じ設備であっても地整・事務所によって設備機能維持に対する信頼度が異なっている事が考えられる。

また、点検項目、方法についても設備の機能維持の観点から対応したものとはなっていない。さらには、最近の点検技術の進歩、データベース化や傾向管理項目に対応した効率的で効果的な点検の実施が求められている。

a) 設備区分による点検レベル

道路機械設備には、設置目的の異なる様々な機能をもった設備があり、構成機器等の故障に伴う機能喪失が道路利用者に与える影響も異なる。例えば、トンネル換気設備の場合、故障で換気機能が停止すれば、トンネル内環境が悪化し、道路利用者の安全に直接影響を及ぼすことになる。しかし、機械式駐車場の場合、仮に設備機能が喪失しても利用者の利便性に与える影響はあるが、安全に対する影響は小さい。このように、設備区分により故障に伴う機能喪失が道路利用者に与える影響を踏まえた点検レベルの設定が必要である。

b) 設備機能確保の観点からの保全方法

各道路機械設備を構成する、装置・機器等の故障が設備機能の喪失に直接影響するかどうかといった観点から保全方法を検討する必要がある。例えば道路排水設備の場合、道路に溜まった水を排水する機能を有しており、ポンプ本体の電動機部が故障すれば、ポンプは動かず排

水は不可能になり、設備機能を失うが、ポンプ室の換気扇が故障しても、排水機能には直接影響ない。このように、設備機能に直接影響する装置・機器等は、故障する前に当該装置・機器等を修繕・取替する予防保全方式、また、設備機能に直接影響しない故障については、故障後に装置・機器等を修繕・取替する事後保全方式の検討を行う。

c) 機能確保の観点からの適正な点検周期

現状道路機械設備の点検周期については、年点検は1回/年、月点検の回数は、図-3のように地整、事務所によって相違が見られる。設備区分毎の現状点検回数と故障等不具合発生状況から適切な点検周期の設定が必要である。

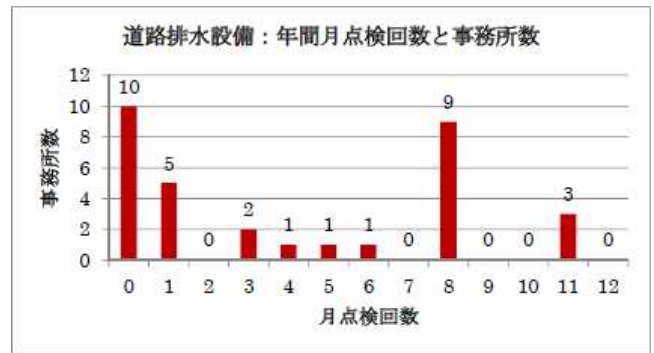


図-3 道路排水設備の年点検回数と事務所数

d) 設備状況の適切な把握

稼働及び経年劣化に伴い発生する材料の物理的劣化、機器等の性能低下、故障率の増加などにより設備状態の健全性を○：(良好)、△：(異常傾向有り)、×：(機能に支障有り)で評価し、修繕・取替などの保全の優先順位を決め予算要求している。

しかし、現状の○△×では、△評価の件数が多く異常傾向等の状態も幅広く、適切な優先順位を決めることが難しい状況にあり、適切な予算要求への反映が困難となっている。

そのため、△評価を細分化することで優先順位を明確にし、より適切な予算要求に反映できる仕組みの検討が必要である。

以上、述べたような課題を解決することで、設備の機能確保の観点からの効率的で効果的な点検要領の作成を目指す。

3. 道路関係設備 (機械設備) 点検・整備・更新マニュアルの検討

現況の課題を踏まえ、全ての道路機械設備を対象に、設備の信頼性を確保しつつ効率的な維持管理を実現するための点検・整備・更新に関する標準的な実施方針を定

めることを目的として、2014年度に近畿地方整備局において詳細検討を行うとともに、国土交通本省において学識経験者と行政担当で組織する「道路関係設備（機械設備）点検・整備・更新マニュアル（案）策定委員会」を設置し、「道路関係設備（機械設備）点検・整備・更新マニュアル（案）」（以下、「道路マニュアル」という。）を取りまとめた。

以下に、その主な内容を記載する。

(1) 維持管理の基本方針

まず、一般的な維持管理の流れを図4に整理した。通常の維持管理においては、実操作→点検→実操作のサイクルを繰り返し、設備の劣化が生じた場合には、装置、機器単位での整備や更新の必要性を判断するため、点検結果に基づいて健全度評価を行い、対処の方策と実施時期を決定し、中長期保全計画に反映することになる。

効率的・効果的な維持管理とは、全ての装置、機器等を画一的に維持管理するのではなく、設備の信頼性を確保しつつ該当設備の設置目的（設備区分）、機器等の特性を反映した最適な維持管理手法を適用することである。

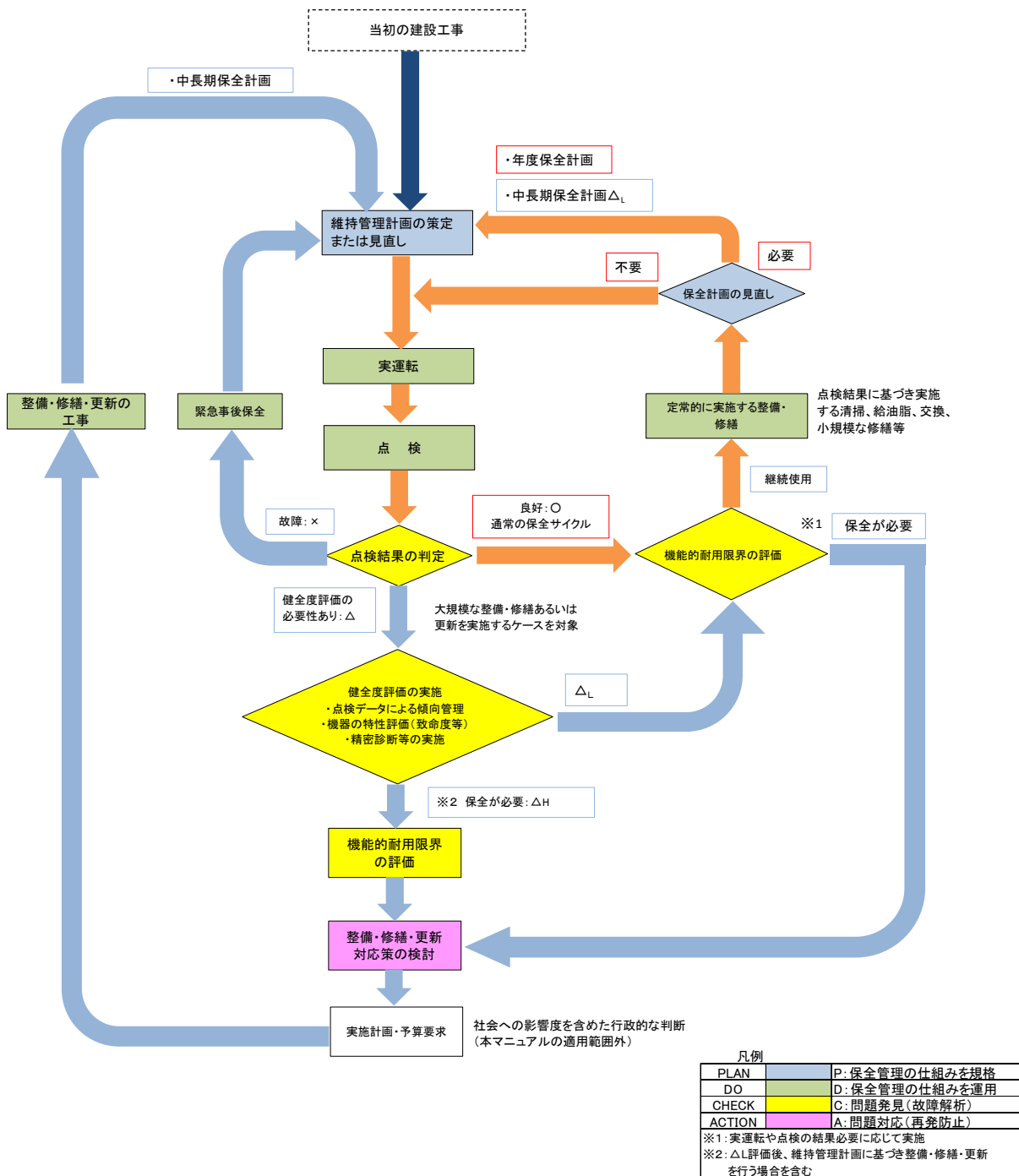


図4 道路機械設備の維持管理の流れ

(2) 設備区分

既存の点検整備要領では、設備区分による重要度、影響度の区分は行っていなかったが、今回の道路マニュアルにおいては、既存の点検実績、故障した場合の影響範囲、程度によって以下に示すレベルⅠとレベルⅡに区分した。

<レベルⅠ>

設備が故障し機能を失った場合に道路利用者の安全に直接的に影響を及ぼす恐れのある設備

- ・トンネル換気設備
- ・トンネル非常用施設
- ・道路排水設備（アンダーパス排水設備）
- ・消融雪設備
- ・道路用昇降設備

常時計測による行政指導の根拠データ取得など、継続的な精度確保および欠測防止が重要な設備

- ・車両計測設備

<レベルⅡ>

レベルⅠ以外の設備

- ・道路排水設備（地下横断歩道排水設備）
- ・共同溝付帯設備
- ・機械式駐車場設備
- ・車両重量計設備

(3) 致命的機器の抽出

前項での現状の課題に対する対応として、設備機能確保の観点から設備機能に直接影響する装置・機器等を致命的機器と定義し、それ以外は非致命機器として分類することで点検内容や保全形態にメリハリを持たせることとした。

今回、設備種別毎に装置・機器等の各レベルに構成要素を分類し系統的に整理した構成要素分解図を作成したうえで、設備機能に直接影響を及ぼす装置・機器等を致命的として抽出した。

道路排水設備の構成要素分解図及び致命的機器の抽出結果を図-5に示す。

設備構成要素分解図 致命的機器の抽出
(道路排水設備 - レベルⅠ,Ⅱ)

設備レベル	装置レベル	機器レベル	部品レベル	
道路排水設備	ポンプ設備	ポンプ	ケーシング	
			羽根車	
			軸受	
	配管設備	配管	フランジ	
			電気機	
	操作制御設備	ポンプ操作盤	水位計	
			遠方監視機	
	電源設備	配電設備	変圧機	
			予備発電設備	
	除塵設備	スクリーン	スクリーン	
			チェーンブロック	
	クレーン設備	換気ファン/換気扇	ダンパー	
			消音機	
	その他設備	換気設備	換気設備	換気設備
				照明器具
照明設備		照明分電盤	照明器具	
			照明分電盤	
水構ビット類		ポンプ構	ポンプ構	
			ポンプ構	
水路類	排水路	排水路		
		排水路		

図-5 構成要素分解図及び致命的機器（道路排水設備）

(4) 点検区分

前項でも述べたように道路機械設備は、設置目的の異なる様々な機能をもった設備があり、故障での機能喪失による道路利用者に対する影響も異なることから設備区分、稼働形態、機器特性に応じた点検レベルを設定することで過不足なく実施することが重要である。

今回、道路マニュアルにおいて設定した点検区分及び保全形態を図-6に示す。

ここでは、点検の合理化という観点から(3)致命的機器の抽出により定めた非致命的機器については、状態確認のための年点検のみ実施し、事後保全での対応を基本とした。

また、保全形態は、レベルⅠの致命的機器については予防保全を基本とするが、レベルⅠの非致命的機器およびレベルⅡについては事後保全を基本とすることによって、保全の合理化も図ることとした。

設備区分	稼働形態	機器特性	点検区分		保全形態
			年点検	月点検	
レベルⅠ	待機系/常用系	致命的	○	○	予防保全
		非致命的	○	-	事後保全
レベルⅡ	待機系/常用系	致命的	○	○	事後保全
		非致命的	○	-	事後保全

図-6 点検区分及び保全形態

(5) 点検周期

点検周期については、前項での直轄における実績や関係法令を踏まえ従前どおり年点検1回、月点検毎月を基本としつつ、図-7のとおり設定した。

ただし、点検の合理化の観点から、図-7はあくまで標準であって、設備の機能・目的、構造等によっては各現場において必要に応じて個別に点検周期を設定できることを記載した。

設備区分	設備名	点検周期	
		年点検	月点検
レベルⅠ	トンネル換気設備	年1回	月1回
	トンネル非常用施設	年1回	月1回
	道路排水設備（アンダーパス）	年1回	月1回
	消融雪設備	降雪期の前・中・後・各1回	
	車両計測設備	年1回	-
レベルⅡ	道路用昇降設備	年1回	毎月、3ヶ月、6ヶ月
	道路排水設備（地下横断歩道）	年1回	月1回
	共同溝付帯設備	年1回	月1回
	機械式駐車場設備	-	月1回
	車両重量計設備	2年に1回	-

図-7 点検周期

(6) 健全度評価

健全度は、設備の稼働および経年に伴い生じる材料の物理的劣化や性能低下、故障率の増加などの機器等の状態を表すものである。前章で述べたように既存の点検要領での課題を踏まえ今回の道路マニュアルでは、

図-8に示す4段階の評価とした。

従前の○, △, ×の3段階評価に対して△評価をさらに△H, △Lの2段階評価に細分化し4段階評価にしたものであり、簡単に言えば△H評価は数年以内に何らかの措置を行うことが望ましいもので、△L評価は異常の兆候はあるものの当面は経過観察をしながら継続使用して問題ないものとなる。

この△評価の細分化によって、より適切に不具合に対する対処を行うことが可能となり、結果として整備の効率化に繋がるものと考えている。

健全度の評価	状態	健全度の評価指標	
		傾向管理が可能なもの	傾向管理が不可能なもの
× (措置段階)	点検の結果、設備・装置・機器・部品の機能に支障が生じており、緊急に措置(取替・更新・修繕)が必要状態	設備・装置・機器・部品の機能が低下あるいは停止もしくは運用不可能である場合	
△ _H	点検、精密診断、総合診断の結果、設備・装置・機器・部品の機能に支障が生じていないが、数年以内に措置(取替・更新・修繕)を行うことが望ましい状態	点検の結果、計測値が注意値を超過している場合 ・精密診断、総合診断により、数年以内に措置を行うことが望ましいと評価した場合	点検の結果、目視、触診・指触、聴診・聴覚、臭覚によって異常が確認でき、かつ次の条件のいずれかに該当するもの ①総合診断等により数年以内に措置を行うことが望ましいと評価した場合 ②数年以内に故障を起す可能性が高いと判断した場合
△ _L	点検の結果、設備・装置・機器・部品の機能に支障が生じていないが状態の経過観察が必要な状態	点検の結果、計測値が異常傾向を示しているが注意値以下の場合	点検の結果、目視、触診・指触、聴診・聴覚、臭覚によって異常が確認できるが、過去の点検結果などから継続使用が可能と判断できる場合
○ (健全)	点検の結果、設備・装置・機器・部品の機能に支障が生じていない状態	点検の結果、計測値が正常値である	点検の結果、目視、触診・指触、聴診・聴覚、臭覚によって異常が認められない場合

図-8 道路土木機械設備の健全度評価

(7) 優先順位のとりまとめ

整備の優先順位については、健全度評価のほか、致命度、使用年数、故障履歴、稼働頻度等を総合的に勘案し、優先順位をとりまとめるものとした。

(8) 傾向管理(トレンド管理)

計測機器等を使用した点検項目・内容を定量的に把握し、経時変化を管理していくことにより装置や機器等の劣化状態を把握する傾向管理(トレンド管理)の必要性を明記したうえで、各設備で機能確保を図るうえで最適な傾向管理項目を定めた。

また、状態監視技術の高度化で、トンネル換気設備のジェットファンにおいて既に一部の設備で導入されているケーシングや軸受の振動値の常時監視も傾向管理項目についても記載した。

(9) 維持管理計画

諸元台帳、維持管理計画、維持管理台帳の作成内容を定めるとともに、維持管理計画策定、見直しの基礎データとなる点検計測値等の系統的な収集・整理を行い、データベースに保存・管理することとした。

合わせて、これらのデータの活用方法についても記載した。

4. 今後の課題

道路マニュアルを適用し、効率的かつ効果的な維持管理を実現するための今後の課題を述べる。

(1) 機械設備維持管理システムの整備・PDCAサイクルの構築

維持管理に必要な各種データの蓄積を目的として、近畿地方整備局では、2014年度から河川機械設備を対象に機械設備維持管理システムを導入している。機械設備維持管理システムの概要を図-9に示す。

今後、道路機械設備についても同様に、機械設備維持管理システムの整備をすすめ、各種データを蓄積し、さらに蓄積したデータを集約、解析することによって今後の維持管理方針、計画にフィードバックするPDCAサイクルを効率的に実施する必要がある。

今回作成した道路マニュアルについても適用するなかでの課題について不断の見直しをしながら運用していくことが重要である。また、今回データ不足により、十分な解析が出来なかった点検周期や整備更新年数について、今後データを蓄積していくことが重要である。

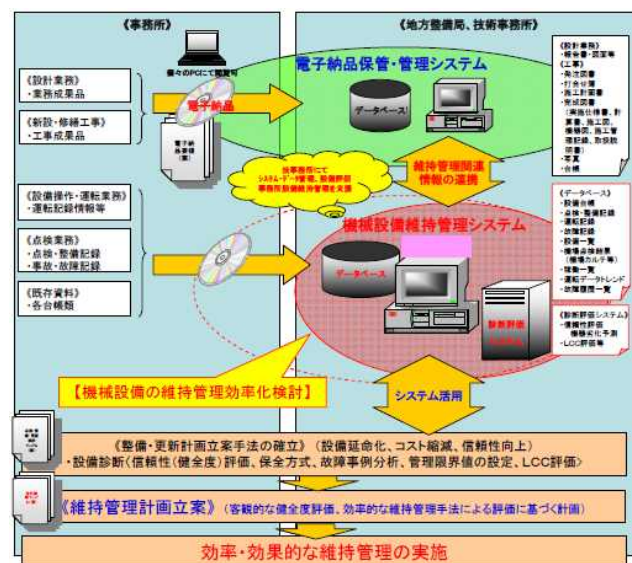


図-9 機械設備維持管理システムの概要

(2) 状態監視技術の高度化

ジェットファン設備における振動常時監視については、計測結果の評価手法を定める必要がある。2015年度に国土交通省内で異音・振動に対する評価について判定基準を検討する予定である。

(3)点検の技術力確保

点検の基準を定め、その内容を適確に履行することは設備の機能を維持するためにももちろん重要であり、道路マニュアルの策定においては健全度評価の細分化も行ったが、実際に点検を行うのは“人”であり、点

検技術者の技術力を確保することが基本となる。

点検技術者には、設計的知識と経験に基づく判断力が求められる。これらは一朝一夕に身に付くものでは無いため、ベテラン技術者のノウハウを若年層へ継承する仕組みづくりが課題となっている。

また、技術力を補助するための仕組みとして、近畿地方整備局では、2014年度、点検不具合や故障に対して学識者による常設委員会を用いて原因究明や復旧方法提案を行う土木機械設備診断制度を立ち上げた。まずは河川機械設備を対象としたが、今後は道路機械設備へも展開する必要がある。

(4) 入札契約における品質確保

上記(3)で述べたように、実際に点検を行うのは“人”であり、設計的知識と経験に基づく技術力をもった業者が点検を履行する事で効率的・効果的な維持管理に寄与される。したがって、今後、点検整備の入札契約においては、入札時に業者の技術力を評価する総合評価方式や点検終了後に業者の点検結果を評価する成績評定制の導入等を行うことによって、点検整備の適切な履行の確保を図ることが重要となっている。

5. まとめ

本報告では、道路機械設備の効率的・効果的維持管理に寄与する現在の取り組みならびに今後取り組むべき課題についてとりまとめた。

国土交通省では、2014年度から「老朽化が進む機械設備の維持管理技術に関する検討」と題して、維持管理に関する各種課題の対応を検討している。ここで紹介した道路マニュアルの新規制定もその取り組みのひとつである。

今後、マニュアルに定めた事項を着実に履行するとともに、新たな入札契約方式の導入についても検討を行い、道路機械設備の適切な維持管理に努めるものである。