



山形鉄道 フラワー長井線 最上川橋梁  
日本最古の現役鉄道橋梁  
1886年桁製作、経年134年  
(平成20年度選奨土木遺産)

# インフラ 健康診断書

鉄道部門

2020



JR東日本 東海道線 清水谷戸トンネル (左)  
日本最古の現役鉄道トンネル  
1887年開業、経年133年



公益社団法人 **土木學會**  
JAPAN SOCIETY OF CIVIL ENGINEERS

# 鉄道部門の健康診断結果

	健康度	維持管理体制
橋梁	B	➡
トンネル	B	➡
軌道	B	➡

- この項の健康診断結果は鉄道部門全体の全般的な評価結果を示したものです。事業者を規模等で分類すると、グループによっては評価結果が異なるため、詳細は各構造物別の診断結果をご覧ください。
- 橋梁やトンネルの健康度は、全般的には維持管理が施されおおむね良好な状態です。事業者分類や路線の輸送密度<sup>\*1</sup>による差は少ない傾向にあります。

- 軌道の健康度は、地方鉄道などの輸送密度が低い線区では低い傾向にあります。それ以外の線区では、定期的な補修によりおおむね良好な状態を保っています。
  - 維持管理体制は、地方鉄道事業者<sup>\*2</sup>において現状ではなんとかメンテナンスできているものの、将来にわたる体制づくりの面で今後課題が残ります。それ以外の事業者では、現状の管理体制が維持できれば健康状態が保てます。
- ※1 輸送密度とは、営業キロ1kmあたりの1日平均通過人員のことをいいます。  
 ※2 本診断書では、地方鉄道などの輸送密度が低い線区を所管する事業者を「地方鉄道事業者」と呼びます。

## 健康度の維持・向上に向けた処方箋

- 土木学会では、鉄道施設の健康度の維持・向上に向けて、関係箇所が以下の行動を起こすことが必要と考えます。
- 鉄道業界は、組織の枠を超えた人材確保や人材育成研修の合同実施、資格制度新設を進める。
  - 鉄道業界は、組織の枠を超えた技術開発の実施・水平展開や検査機器の仕様統一・共同保有を進める。
  - 鉄道業界は、働き方改革・生産性向上として機械化の推進と作業間合いの確保、作業の平準化を進める。
  - 鉄道事業者は、構造の改良（PCまくらぎ化、ロングレール化など）などによる省力化・省メンテナンス化やICT・IoTを活用した効率化を進める。
  - 地方鉄道事業者は、自治体・利用者などの理解を得ながら、メンテナンスレベルに応じた輸送サービスレベルの見直しを図る。
  - 国や地方自治体と大手事業者は、事業運営存続のため地方鉄道事業者への支援の充実を図る。
  - 地方路線については、鉄道事業者による健康度の維持・向上の取り組みや公的支援等を充実しても、なお事業が成立せず安全輸送の確保が困難になる場合には、自治体・利用者などが鉄道事業者と連携して、交通モードの転換の可否など将来の交通体系のあり方についての議論を深める。
  - 鉄道業界は、鉄道インフラメンテナンスの必要性・重要性について広く社会全体に訴えていく。土木学会は、これらの取り組みをサポートする。

## 健康診断評価指標

健康診断は、施設の検査結果や維持管理体制の情報を、アンケート調査により収集し、土木学会独自に指標化することで行っています。

	施設の健康度				
	A 健全	B 良好	C 要注意	D 要警戒	E 危機的
橋梁 トンネル	ほとんどの施設で変状が生じていない状況	ある程度の施設で、変状が進行している状況	少なくない数の施設で変状が進行し、早めの補修が必要な状況	多くの施設で変状が顕在化し、補修などの対策が必要な状況	全体的に変状が進行し、早急な対策が必要な状況
軌道	軌道強化や状態監視により、常に良好に保たれている状況	軌道変状は発生するが、定期的な補修により一定レベルは確保している状況	少なくない軌道で変状が進行し、早急な補修が必要な状況	多くの軌道で変状が生じており、補修などの対策が必要な状況	全体的に変状が進行し、早急な対策が必要な状況

施設の維持管理体制		
➡	➡	➡
現状の管理体制が続けば、健康状態が改善に向かうと考えられる状況	現状の管理体制が続けば、現状の健康状態が継続すると考えられる状況	現状の管理体制が改善されない限り、健康状態が悪くなる可能性がある状況



# 本健康診断書の位置づけ

## ●すべての鉄道が対象か？

JR各社や民鉄、地下鉄、第三セクター、貨物鉄道のインフラを対象とし、モノレール・路面電車や新交通システムなどは除外しています。今回の健康診断では国土交通省鉄道局の一覧に基づいた169事業者の鉄道を対象としています。

## ●すべての鉄道路線が対象か？

鉄道事業者の大部分が民間事業者であることから構造物の検査結果などは非公表のため、今回の調査では、169の鉄道事業者にアンケート調査を行い、152の鉄道事業者から回答を得ました。線区ごとの輸送密度を6つに分類した中で、各事業者が任意で抽出した線区および新幹線全線を対象に健康診断を行いました。

## ●健康診断の対象施設は？

鉄道を構成する施設は、土木構造物としては土工、橋梁、トンネル、軌道に分類されます。また、その他に電気設備（信号・通信設備、電車線路、電力設備など）もあります。

土工は、主に切土、盛土構造物に分類されます。橋梁は、主にコンクリート橋と鋼橋に分類され、高架橋も橋梁に含まれています。軌道はレール、まくらぎ、道床とそれら付属品で構成され、列車が安定して抵抗なく走行できるレール面を提供する構造物です。

今回の健康診断では、代表的な構造物である「橋梁<sup>\*3</sup>（高架橋を除く）」、「トンネル」、「軌道」を評価対象としました。

## ●どのようなデータを用いたのか？

「橋梁」「トンネル」に関しては、鉄道事業者が「鉄道構造物等維持管理標準」に基づき検査した4段階の健全度評価結果をアンケート調査で収集し、土木学会独自で総合的に判断して評価しました。

「軌道」に関しては、鉄道事業者が検査した軌道変位値について、1年間で整備基準値を超過した回数をアンケート調査で収集し、土木学会独自で総合的に判断して評価しました。

※3 橋梁は径間長1m以上のものをいいます。



コンクリート橋梁の凍害・鉄筋腐食の事例



橋梁の検査状況



軌道の検査状況

## 【鉄道事業者の分類】

健康診断を実施するにあたって、169の鉄道事業者を事業者の規模や線路保有延長などを勘案して3つにグループ分けしています。この3つに新幹線を加えた4グループで構造物ごとに施設の健康度を評価しています。

鉄道事業者の分類			
新幹線	1グループ (27社)	2グループ (23社)	3グループ (119社)
北海道、東北、上越、北陸、東海道、山陽、九州の7新幹線	JR東日本、JR東海、JR西日本、大手民鉄16社、公営地下鉄8社	JR北海道、JR四国、JR九州、準大手民鉄5社、第3セクター15社	地方民鉄76社、第3セクター32社、貨物会社11社

## さまざまな項目を考慮して評価を行っています！

- ・インフラの健康状態は、人の健康同様、①現在の健康状態（健康度）、②健康を維持あるいは回復するための日常の行動（維持管理体制）、の2点を基本として評価を行っています。
- ・各施設の健康度は、各鉄道事業者へのアンケート調査に基づき、総合的に判断して評価しています。
- ・橋梁、トンネルの検査は「鉄道構造物等維持管理標準」により、2年に1回の目視による全般検査を基本として実施されています。
- ・軌道の検測は、最低1年に1回以上実施されています。（頻度は鉄道事業者ごとに定めています）
- ・維持管理体制は、橋梁、トンネル、軌道のいずれについても、鉄道事業者を対象として、維持管理に係る予算や人員の状況、維持管理計画などの策定状況などに関するアンケートを行い、その結果に基づき総合的に判断して評価しています。

# 橋梁

B →

## インフラ健康診断書

**【橋梁の特徴】** わが国の鉄道延長は約2万8千kmで、約10万橋の橋梁があります。平均経年は65年で、経年が100年を超える橋梁は全体の14%あります。分類ごとの割合は1グループが75%、2グループが18%、3グループが7%となっています。また、平均桁長は12mとなっています。

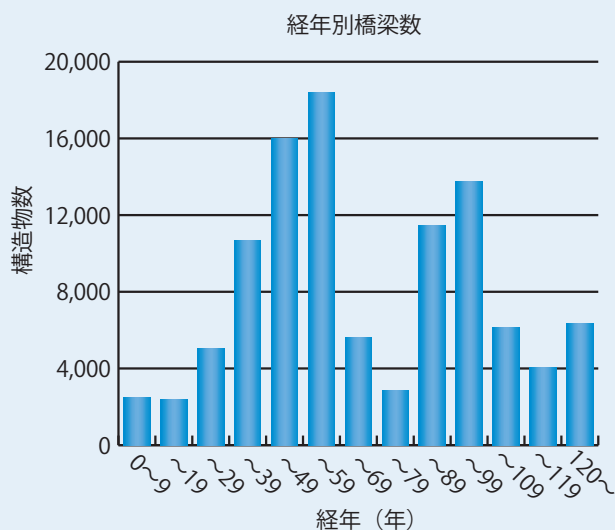
**【現状の健康状態】** 全体を見ても、分類別に見ても良好な状態です。また、経年別の状態を見た場合、大きな違いはなく経年数問わず、良好な状態です。ただし、今後も検査により継続的に状態を把握し、その結果を分析・評価して必要な補修などを行う必要があります。

**【維持管理体制】** 全体としては、現状の管理体制を続ければ、現状の健康状態が維持できると考えられます。また、1、2グループは技術開発などにより維持管理体制の向上が期待されます。しかし、3グループは予算、人員の不足や人材育成、技術開発のあらゆる面で厳しい環境にあることが顕著で、将来的には健康状態が維持できず、列車の運行に支障をきたす恐れがあります。将来に向けた維持管理体制の充実を図る必要があります。

分類別の健康度と維持管理体制

新幹線	1グループ	2グループ	3グループ
A	B ↗	B ↗	B ↘

注) 維持管理体制の評価は、新幹線も含めてグループごとに行っています。



高所作業車を使い至近距離で橋梁の検査を行っている様子です。

### コラム ①

## 鉄道構造物を長く維持するための取組み

鉄道橋は、全荷重に占める活荷重割合が大きく、また設計活荷重に近い列車が繰り返し载荷されるという特徴を持っており、すでに明治時代の示方書には「交番応力を受ける部材では引張、圧縮のうち、大きいほうの応力に小さい方の応力の1/2を加える」という表現があるなど、疲労設計の考え方を早くより導入してきました。蒸気機関車荷重で設計された多くの橋梁も、現在では主な活荷重が電気機関車や電車で代わり、荷重が軽量化しています。さらに、鋼橋には標準設計が用いられてきました。1つの橋梁で変状が生じた場合に、全国に点在する同種構造の橋梁に対しても同様の補修計画を適用することができるという利点があります。

また、インハウスエンジニアが建設、維持管理の両面で携わってきたため、維持管理の情報を新設時の設計に反映し構造上の弱点解消を図ってきました。なお、構造物の全面取替は、迂回ができない鉄道においてはコスト面や工事に伴う列車運行への影響の観点から例外的な対策であり、早期発見と早期対処による長寿命化を図ることが維持管理の基本的な考え方です。



東海道新幹線 富士川橋梁  
(東海道新幹線より溶接構造を全面的に採用)



# トンネル

## B →

### インフラ健康診断書

**【トンネルの特徴】** わが国の鉄道トンネルは約 5 千本あります。平均経年は 66 年で、経年が 100 年を超えるトンネルは全体の 12% あります。分類ごとの割合は 1 グループが 63%、2 グループが 24%、3 グループが 13% となっています。また、平均延長は 700m となっています。

**【現状の健康状態】** トンネルは橋梁と比べて、構造物あたりの延長が長く、1 箇所でも性能低下の恐れのある変状があると構造物全体の評価に影響するため、橋梁よりも健康度が低い傾向にあります。それでも、全体、分類別とも良好な状態です。また、経年別の状態を見た場合も大きな違いはなく経年数問わず、良好な状態です。ただし、今後も検査により

継続的に状態を把握し、その結果を分析・評価して必要な補修などを行う必要があります。

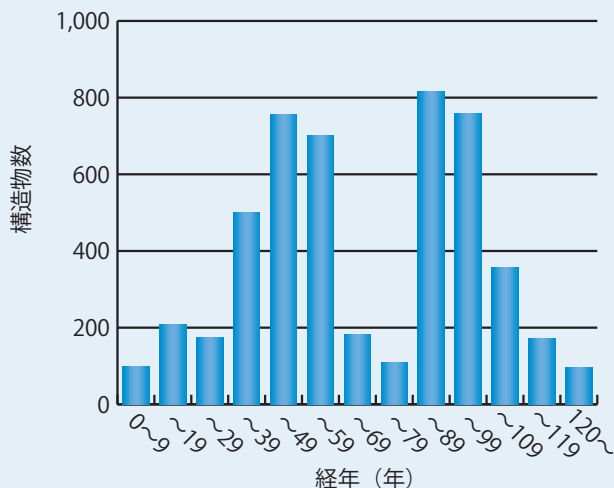
**【維持管理体制】** 全体としては、現状の管理体制を続ければ、現状の健康状態が維持できると考えられます。また、1、2 グループは技術開発などにより維持管理体制の向上が期待されます。しかし、3 グループは予算、人員の不足や人材育成、技術開発のあらゆる面で厳しい環境にあることが顕著で、将来的には健康状態が維持できず、列車の運行に支障をきたす恐れがあります。将来に向けた維持管理体制の充実を図る必要があります。

分類別の健康度と維持管理体制

新幹線	1 グループ	2 グループ	3 グループ
B	B ↗	B ↗	B ↘

注) 維持管理体制の評価は、新幹線も含めてグループごとに行っています。

経年別トンネル数



レールの上を移動できる機械で、作業台が上昇します。トンネル表面を至近距離で検査します。

### コラム ②

## 日本の大動脈を支えるメンテナンス技術

東京・名古屋・大阪の三大都市圏を結ぶ大動脈として日本経済を支える東海道新幹線は、1964 年の開業後より高速軌道検測車がおおむね 10 日毎に運行し、現在は「ドクターイエロー」の愛称で知られる新幹線電気軌道総合試験車が最高時速 270km で走行しながら、高精度かつ効率的に軌道や電気設備の状態を把握しています。

そこで得られた計測結果をもとに、さまざまな設備の保守作業を行うことで、日々の安全・安定輸送を確保しています。さらに、走行時に得られる揺れを乗り心地として評価し、これをもとに軌道状態をきめ細やかに直すことにより、快適な乗り心地をお客様に提供することにも繋がっています。

近年は、ドクターイエローに加え、営業列車も用いた軌道状態の把握を行い、速度向上や運行本数の増加等、時代の変化に対応した保守管理を行っています。今後も日々進化する最新技術を積極的に取り入れ、日本の大動脈とインフラの発展に貢献していくことが期待されています。



軌道や電気設備の状態を把握するため走行するドクターイエロー

# 軌道

## B →

## インフラ健康診断書

**【軌道の特徴】** レールは列車走行により摩耗等が生じることから、取り替えることを前提としているため、平均経年は全体では25年ですが、3グループでは34年となっています。省メンテナンスである直結軌道は新設線への導入が進んでいますが、その割合は総延長に対して全体でも17%にとどまっており、83%がバラスト軌道となっています。また、木まくらぎからPCまくらぎへの取替えが進んでおり、総延長に対してPCまくらぎの使用割合は74%ですが、3グループに限ると50%にとどまっています。

**【現状の健康状態】** 全体としては良好な状態ですが、グループ別、さらに輸送密度別の状態を見ると、3グループの特に輸送密度が低い線区では要警戒レベルにあります。軌道は比較

的短い一定の頻度で継続的な補修を行うことが前提とされている中で、そのような線区では軌道の変状が多発しており適切にメンテナンスが実施できていない可能性があります。

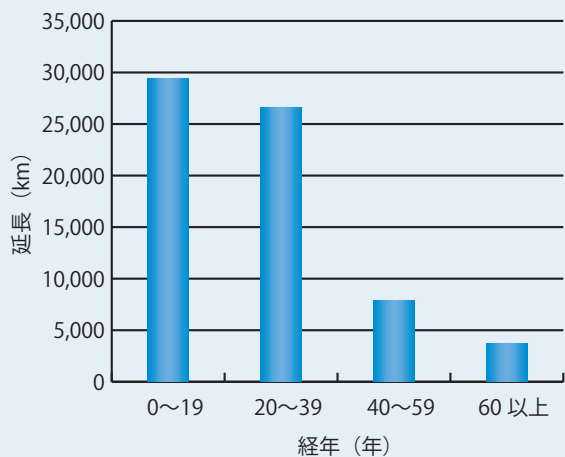
**【維持管理体制】** 全体としては、現状の管理体制を続ければ、現状の健康状態が維持できると考えられます。また、1、2グループは技術開発などにより維持管理体制の向上が期待されます。しかし、3グループは予算、人員の不足や人材育成、技術開発のあらゆる面で厳しい環境にあることが顕著で、近い将来健康状態がさらに悪化し、列車の運行に支障をきたす恐れがあります。喫緊に維持管理体制の充実を図る必要があります。

分類別の健康度と維持管理体制

新幹線	1グループ	2グループ	3グループ
A	B ↗	B ↗	D ↘

注) 維持管理体制の評価は、新幹線も含めてグループごとに行っています。

経年別レール延長 (本線)



線路のゆがみをまっすぐに直す機械 (マルチブルタイタンパー) です。

### コラム ③

## 地下鉄の運行を支えるレールの保守

都心部を走る地下鉄のレールは、高密度運転、多数の急曲線、湿潤環境という厳しい状況に置かれており、その保守には地上を走る鉄道以上に注意が必要です。レールへの塗油により摩耗を軽減させつつ、レール削正車により表面の疲労層を除去してレールを長持ちさせ、検査車両を用いてレールの傷を探します。地下鉄は近隣の建物と接している箇所が多く、振動騒音の抑制が重要であり、その原因となるレール表面の波状摩耗 (ある一定間隔の凹凸をもって波状に摩耗するもの) を除去するレール削正が欠かせません。また、湿潤環境である地下鉄のトンネル内は、レール底部に付着した水分と埃を介して流れる電流によりレールが損傷を受けることがあるため、埃を除去する清掃も定期的実施しています。清掃は原始的な作業ではありますが、レールの電気的絶縁性を向上させるとともに、検査車両では見つけにくい損傷の発見にもつながる重要な作業です。

こうした地道な取り組みが地下鉄の運行を支えています。



営業列車運行後に走行するレール削正車



# 鉄道部門の健康診断の解説

## ●鉄道構造物の特徴

日本の鉄道路線は、明治以来日本の近代化を牽引する重要なインフラであり、古くから整備が進みました。土木構造物の平均経年は60年以上で他のインフラよりも長くなっています。鉄道構造物のメンテナンスの特徴としては、代替輸送の確保が難しく、保守・更新工事は列車が走行しない夜間の短時間で施工する必要があることが挙げられます。このため、橋梁やトンネルなどの土木構造物は取り替えや大規模な部材交換に多くの費用と時間が必要であることから、定期検査などによる変状の早期発見・早期対処により長寿命化を図ることを基本としています。また、軌道は、基本的にレール・まくらぎ・バラストで構成され、列車の走行に応じて劣化が進行することから、一定の頻度で保守・更新することを前提とした構造となっています。列車を安全に走行させるために、各種部材の検査周期、保守、交換の基準を定め、これらを適切に管理していくことが基本的な考え方となっています。



終列車～初列車の時間帯でのトンネル補強状況  
(ロックボルト打設)

## ●鉄道インフラメンテナンスのこれまでの取り組みの歴史

鉄道は他インフラと異なり、多くの事業者が民間事業者であり、構造物・車両・運行システムなど運行に係る全てを事業者が管理しています。そのため、各事業者が「安全確保」を最重点課題と位置付けてメンテナンスを行うとともに、メンテナンスに係る技術を進化・発展させてきました。

まず、土木構造物では、戦後まもなく、3回にわたり行った構造物の実態調査を基に維持管理に係る基準(1965年制定「建造物検査基準規定」)を整備し、定期検査(2年に1回)を他インフラに先駆けて実施してきました。さらに、早い時期からメンテナンスの取り組みを適宜適切に設計・施工に反映し、設計標準や仕様書を整備し、構造的な弱点の克服に努めてきました。



曲線修正



ビータによるバラスト突き固め

昔の軌道の保守風景

これらの取り組みにより、現在でも全体的には構造物を一定レベルの健康度に保ち、明治以来140年以上にわたり、列車の運行を支え続けてきました。また、新幹線は開業後着実に高速化を進めてきたほか、ネットワークを拡大する一方で、供用後約50年経過した時点でこれまでに発生した変状等を分析し、予防保全として集中して大規模改修を行う仕組みを法制度面でも構築しており、新幹線を保有する鉄道事業者において資金の積み立てや診断、補修工法の開発など精力的に実施されています。現在、東海道新幹線から工事を実施しており、今後、山陽新幹線、東北・上越新幹線においても同様の仕組みによる工事が計画されています。

また、軌道では建設当時の1877年に保守上の基本事項を定め、その後1932年に現在の保守管理の原型となる整備基準を定め検査・判定・補修計画・修繕の一連のサイクルを体系的に実施してきました。特に新幹線では開業当初から一連のサイクルをシステム化し適切なメンテナンスを実施してきました。

## ●鉄道インフラメンテナンスのこれから

昨今の鉄道を取り巻く環境変化として、自然災害の頻発化・激甚化、少子高齢化・人口減少による働き手の不足、生産性向上などのための働き方改革、IoT・ICTの進展などが挙げられます。また、今後施設のメンテナンスについて、特に地方鉄道事業者においては必要最小限の予算が確保できなくなるなど、また一般的に従事員の確保も難しくなることが予想され、鉄道インフラメンテナンスを取り巻く環境がますます厳しくなることが考えられます。鉄道においては、メンテナンスのあり方が事業継続に直結するものであり、これらの環境変化への適切かつ柔軟な対応が強く求められます。

鉄道がその最大の使命である安全・安定輸送を確保し続けるためにも、施設の劣化を早期発見・早期対処して、事故・災害を未然に防ぐことが、これまで同様に重要です。さらに、これまでに実施してきたメンテナンスの取り組みを改めて見直し、最新の技術や仕組みを取り入れて、メンテナンス手法をブラッシュアップしていくことが求められます。一方、施設の健康度が低く、維持管理体制が厳しい状況と診断された地方鉄道事業者において、必要最小限のメンテナンスが実施できない場合は運行する速度や頻度を低下させるなど、輸送サービスレベルの見直しや鉄道事業運営存続のための公的支援を充実させることが必要となります。それでも鉄道の安全輸送の確保が困難になる場合は、バス・BRTへ交通モードの転換を図ることの可否など、将来の交通体系のあり方を自治体・利用者などと鉄道事業者の間で議論することも求められます。

# インフラメンテナンス（鉄道）特別委員会 委員長からのメッセージ

わが国のインフラは高度経済成長期に集中的に整備され、それらは今後急速に老朽化していきます。建設後50年以上経過するインフラの割合は今後加速度的に高くなる見込みであり、それらを適切にメンテナンスすることは極めて重要です。このような状況の中、特に地方自治体が抱える膨大な数のインフラをいかにメンテナンスしていくかが、今後最大のポイントとなってきます。

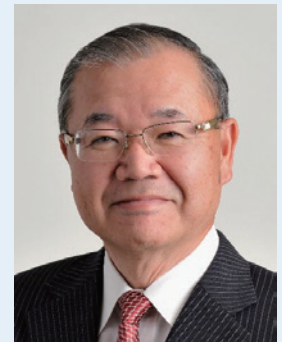
笹子トンネルの天井板崩落事故以降、道路、河川、港湾などの公共施設では定期点検が義務付けられ、土木学会では、第三者機関として社会インフラの健康診断を実施するなど、社会インフラの現状を広く国民に理解してもらうとともに、社会インフラの維持管理・更新の重要性や課題を認識してもらう取り組みを進めてきました。

その中、鉄道は多くが民間事業であり、インフラメンテナンスに関する公表データが限られることから土木学会として健康診断を行ってきませんでした。わが国の重要な基幹インフラであるため、他の社会インフラと同様に評価する機運や必要性が高まってきました。

一方、日本の鉄道は明治以来の歴史があり、100年以上使い続けている現役の構造物も数多く存在するなど、長年にわたり体系的なメンテナンスを行ってきました。しかしながら、昨今の鉄道インフラメンテナンスを取り巻く環境は、少子高齢化、働き方改革、新技術の導入など劇的に変化してきています。

こうした認識のもと、鉄道インフラに関する現状と課題の分析、健康診断を行い、今後の鉄道メンテナンスがどうあるべきかを議論するため、2019年8月に会長特別委員会「インフラメンテナンス（鉄道）特別委員会」を発足させました。委員会は、国、鉄道事業者のみならず、道路関係者やゼネコン、コンサルタント、学識経験者などで構成しました。

今回実施した健康診断により、広く国民の皆さんに鉄道インフラの現状と課題を認識していただくとともに、体系的、効率的な鉄道メンテナンスの仕組みなどの得られた知見を基にして、社会インフラ全体の課題解決の一助となることを心より願っています。



委員長 林 康雄  
(第107代土木学会会長)

## インフラメンテナンス（鉄道）特別委員会委員の紹介

委員長	林 康雄 (公社)土木学会会長、鉄建建設(株)	委員	前川 聡幸 九州旅客鉄道(株)	
副委員長	伊勢 勝巳 東日本旅客鉄道(株)		水口 和之 東日本高速道路(株)	
顧問	橋本鋼太郎 (株)NIPPO		山本 徹 鹿島建設(株)	
	森地 茂 政策研究大学院大学			
委員兼 幹事長	野澤伸一郎 東日本旅客鉄道(株)	委員兼 幹事	秋山 充良 早稲田大学	
委員兼 副幹事長	下山 貴史 東日本旅客鉄道(株)		細田 暁 横浜国立大学	
委員	家田 仁 政策研究大学院大学	幹事	石川 達也 東海旅客鉄道(株)	
	石橋 忠良 JR東日本コンサルタンツ(株)		伊吹 真一 鉄建建設(株)	
	江口 秀二 国土交通省		緒方 英樹 鉄建建設(株)	
	金岡 裕之 西日本旅客鉄道(株)		岡本 大 (公財)鉄道総合技術研究所	
	椛木 洋子 (株)エイト日本技術開発		久保 崇紀 東日本旅客鉄道(株)	
	川越 洋 東海旅客鉄道(株)		高橋 亮一 西日本旅客鉄道(株)	
	河畑 充弘 東京地下鉄(株)		友利 方彦 東日本旅客鉄道(株)	
	岸 利治 東京大学		沼田 敦 東京地下鉄(株)	
	衣川 裕司 東武鉄道(株)		早川 佑介 国土交通省(～2020年3月)	
	神田 政幸 (公財)鉄道総合技術研究所		林 雄介 国土交通省(2020年4月～)	
	頃安 孝雄 神戸電鉄(株)		原田 彰久 東日本旅客鉄道(株)	
	島村 昭志 北海道旅客鉄道(株)		土方 康裕 鉄建建設(株)	
	舘石 和雄 名古屋大学		本田聖一朗 JR東日本コンサルタンツ(株)	
	寺本 泰久 近畿日本鉄道(株)		松尾 伸二 東日本旅客鉄道(株)	
	中村 光 名古屋大学		事務局	塚田 幸広 (公社)土木学会
	信田 佳延 (公社)土木学会			竹田 廣 (公社)土木学会
本間 信之 東京都	木澤 友輔 (公社)土木学会			