

インフラメンテナンス(鉄道)特別委員会 報告書

鉄道インフラの健康診断と 将来のメンテナンスに向けた提言

2020年6月

令和元年度会長特別委員会
インフラメンテナンス(鉄道)特別委員会

緒 言

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く。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ある。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くる。

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こなかったが、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ていた。

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た。しかしながら、今日の鉄道インフラメンテナンスを取り巻く環境は、自然災害の激甚化・多頻度化、少子高齢化・人口減少、担い手不足、新技術や IoT・ICT の進展など劇的に変化している。

こうした認識のもと、鉄道インフラメンテナンスの現在と将来を議論するため、2019 年 8 月に会長特別委員会として「インフラメンテナンス（鉄道）特別委員会」を発足させた。委員会は、国土交通省、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、様々な立場のメンバーから構成されている。

本委員会では、全国の鉄道事業者の協力を得ながら、橋梁やトンネル、軌道といった鉄道インフラそのもの、そして鉄道事業者の維持管理体制の現状について分析し、健康診断として評価を実施した。また、そこで得られた現状認識から、将来の鉄道のメンテナンスはどうあるべきか議論を行った。本報告書はその内容について取りまとめたものである。

なお、現状認識の中で得られた鉄道メンテナンスが築いてきた知見は他の社会インフラにとっても参考となると考えられ、それらについてもメッセージという形で取りまとめた。

本委員会の成果により、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、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うものである。

令和元年度会長特別委員会

インフラメンテナンス（鉄道）特別委員会

委員長 林 康雄

インフラメンテナンス(鉄道)特別委員会 委員構成

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

目 次

要 旨

1. 本委員会の趣旨と目的	1
2. 鉄道インフラメンテナンスのこれまでの取り組み	1
(1) 鉄道インフラメンテナンスの歴史	1
(2) 鉄道インフラメンテナンスの基本的考え方	2
(3) 鉄道インフラ（土木構造物）の検査体系	3
(4) 鉄道インフラ（軌道）の検査体系	4
3. 鉄道インフラメンテナンスの現状	6
(1) アンケート調査概要	6
(2) 鉄道事業者分類	6
(3) 鉄道営業キロ・インフラ保有状況	7
(4) 健康診断結果	11
(5) メンテナンス体制の特徴	18
4. 鉄道インフラメンテナンスが直面する課題と解決の方向性	19
(1) 鉄道インフラメンテナンスの変革に向けた課題	19
(2) 地方部の鉄道における継続的なメンテナンスに向けた課題	19
5. 鉄道インフラメンテナンスの将来のあり方（提言）	20
6. 鉄道インフラメンテナンスの知見に基づく社会インフラのメンテナンス体制構築に向けたメッセージ	26
参考文献	28

要 旨

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、今後急速に老朽化していくことから、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し、その現状や維持管理・更新の重要性、課題などをまとめ、社会の理解促進に向け取り組んでいる。

本報告では、鉄道インフラに関する健康診断に加えて、現状認識を踏まえた将来の鉄道インフラメンテナンスに関する提言を行う。なお、得られた知見に基づいた他のインフラメンテナンスに対する参考事項についても提示する。

○鉄道インフラの健康診断結果

本委員会では、JR各社や民鉄、地下鉄、第三セクター、貨物鉄道など、国土交通省鉄道局が「普通鉄道」と分類する169の鉄道事業者を対象にアンケート調査（うち152の鉄道事業者から回答）を行い、得られたインフラの検査結果から鉄道事業者を3分類したグループごとに橋梁（高架橋除く）、トンネル、軌道といった施設の健康度ならびに維持管理体制の評価を行った。

表1 評価結果

	総合評価		新幹線		1グループ		2グループ		3グループ	
	施設の健康度	維持管理体制	施設の健康度	維持管理体制	施設の健康度	維持管理体制	施設の健康度	維持管理体制	施設の健康度	維持管理体制
橋梁	B	→	A	—	B	↗	B	↗	B	↘
トンネル	B	→	B	—	B	↗	B	↗	B	↘
軌道	B	→	A	—	B	↗	B	↗	D	↘

※維持管理体制は新幹線も含めてグループ毎に行っている。

表2 評価指標と鉄道事業者の分類

施設の健康度					
部門	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、早めの補修が必要な状況	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
鉄道事業者の分類					
1グループ（27事業者）	JR東日本、JR東海、JR西日本、大手民鉄、公営地下鉄				
2グループ（23事業者）	JR北海道、JR四国、JR九州、準大手民鉄、第3セクター（※）				
3グループ（119事業者）	地方民鉄・第3セクター、貨物会社				

※整備新幹線開業に伴う並行在来線の運営会社、大都市近郊の新線建設・運営会社など

【評価結果】

橋梁やトンネルは、全般的には維持管理が施され、概ね良好な状態であり、事業者や輸送密度（営業キロ 1km あたりの 1 日平均通過人員）による差は少ない傾向にある。また、鉄道は他のインフラに比べて高齢化が進んでいるが、今回の結果では経年と施設の健康度に明確な相関性はなく、インフラの健康度が必ずしも経年の進行のみに依存するものではないことが示された。

軌道では、全般的には定期的な補修により概ね良好な状態を保っているが、地方鉄道などの輸送密度が低い線区では健康度が低い傾向にある。これは軌道が比較的短い一定の頻度で継続的なメンテナンスを行うことを前提としているため、現時点で事業者ごとに投じ得る予算や人員などの影響が表れていると考えられる。

維持管理体制は、全般的には現状の管理体制が維持できれば、健康状態も保てると考えられるが、地方鉄道事業者では予算、人員状況、人材育成、技術開発のあらゆる面で厳しい環境であることが顕著であり、特に、健康状態が特に悪いインフラを有する事業者においては、メンテナンスコストならびに人員が十分に確保されていない可能性が高い。

○鉄道インフラメンテナンスの将来のあり方（提言）

鉄道インフラは 140 年以上にわたり、鉄道事業者の体系的な取り組みにより、今日まで適切にメンテナンスがされてきた。一方で、昨今の鉄道インフラメンテナンスを取り巻く環境は、自然災害の激甚化・多頻度化、少子高齢化・人口減少、担い手不足、働き方改革、新技術や IoT・ICT の進展など劇的に変化してきている。

鉄道事業は、大規模インフラを多く保有するとともに、労働集約型産業であることが特徴である。これらの鉄道事業の特性を踏まえると、今後、戦略的かつ適切にインフラメンテナンスを実施しなければ、地域経済・社会を支える重要な基幹交通ないしは企業経営として立ち行かなくなる可能性もあることから、環境変化への適切かつ柔軟な対応が強く求められている。

提言 1. 将来にわたる持続的なメンテナンスを目指し

鉄道業界全体として取り組むべき方策

鉄道の安全を支えるインフラメンテナンスについては、将来にわたり持続的な体制を整備することが喫緊の課題であり、メンテナンス技術者の確保・育成、効率的なメンテナンスの実施、生産性の向上などに向けた仕組みづくりや技術開発の取り組みについて、単独の事業者のみでの対応には限界があり、会社、組織および地域を超えて鉄道業界が一丸となった共通的な取り組みを積極的に推進する必要がある。また、取り組みの推進にあたっては鉄道事業者のみならず国や沿線自治体からの支援も必要である。

方策 1 メンテナンス技術者の確保と育成

1. 1 鉄道業界を挙げた組織的な人材確保

1. 2 事業者の枠を超えた人材育成
1. 3 メンテナンス技術者の資格制度の新設と社会的地位向上

方策2. メンテナンス技術の集約・向上と鉄道業界全体でのマネジメントの確立

2. 1 事業者共同での技術開発と水平展開
2. 2 メンテナンス機器の共同使用・仕様統一
2. 3 サプライチェーンマネジメントの確立

方策3. 効率的かつ高精度なメンテナンスの実現

3. 1 省力化・省メンテナンス化を目指した設備投資
3. 2 更なる効率化に向けたメンテナンス手法の導入
3. 3 地方鉄道事業者への施設管理データベースの整備支援

方策4. 働き方改革・生産性向上に寄与する施策の推進

4. 1 機械化・装置化による生産性向上
4. 2 作業時間帯の拡大や日中時間帯でのメンテナンスの実現
4. 3 受発注者共同での作業平準化

方策5. 海外への事業展開

<p>提言2. 国や沿線自治体、利用者と鉄道事業者が一体となった 事業運営のあり方の検討</p>
--

沿線人口の減少が進む地方部などにおいては、大量輸送、定時運行、低環境負荷などの鉄道の特性を十分に発揮できないとともに、メンテナンスの継続的な実現が困難になる場合がある。こうした地域においては、メンテナンスを含めて、将来の事業運営のあり方について、国や沿線自治体、利用者と鉄道事業者が一体となり、議論を深める必要がある。

方策1. メンテナンスレベルに応じた輸送サービスレベルの再考

方策2. 地方鉄道のあり方を見据えた公的支援の充実など

方策3. 沿線自治体・利用者と鉄道事業者が一体となった将来の交通体系の検討

○社会インフラのメンテナンス体制構築に向けたメッセージ

鉄道インフラは他の社会インフラに比較して、経年が高く、100年を超える橋梁やトンネルが現在も重要路線を支えている。これは、長年のメンテナンスが構造物の延命化・長寿命化を実現してきた結果である。

他の社会インフラにとっても参考となると考えられる鉄道インフラメンテナンスが築いてきた知見を提示し、社会インフラ全体に求められる要点を、施設の管理者のみならず、行政をはじめとする社会全体に対するメッセージとして示す。

I. 管理者・協力会社が一体となったメンテナンス体制の確立

II. メンテナンスサイクルの体系化とメンテナンス・建設に関する技術情報の一元化

III. 施設管理のデータベース整備と今後のデータ活用

IV. メンテナンス技術の体系化と資格の共通化、産業化への展開

1. 本委員会の趣旨と目的

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ている。

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では健康診断を行ってこなかったが、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ていた。

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、自然災害の激甚化・多頻度化、少子高齢化・人口減少、担い手不足、新技術やIoT・ICTの進展など劇的に変化している。

こうした認識のもと、本委員会では全国の鉄道事業者の協力を得ながら、橋梁やトンネル、軌道といった鉄道インフラそのもの、そして鉄道事業者の維持管理体制の現状について分析し、鉄道インフラを健康診断として評価するとともに、得られた現状認識から将来の鉄道インフラメンテナンスに関する提言を行うことを目的としている。

なお、現状認識の中で得られた知見に基づき、他のインフラメンテナンスに対して参考となるような事項についても提示する。

2. 鉄道インフラメンテナンスのこれまでの取り組み

(1) 鉄道インフラメンテナンスの歴史

わが国の鉄道は新橋～横浜間が開業した1872(明治5)年に始まり、日本の近代化を牽引する重要なインフラとして、明治末期までに、全国の幹線網がほぼ完成された。その後、第一次世界大戦による急速な経済成長などにより鉄道網はさらに拡大されたが、第二次世界大戦を経て鉄道施設は著しく荒廃し、劣化が進行していた。そのような中、鉄道省、旧国鉄では終戦後、十数年間で3回にわたる土木構造物の実態調査(1948年～、1953年～、1958年～)を行い、変状程度の把握、寸法などの測定、保守台帳・図面の整備、資産額の再評価などを実施した。さらに、1956年に「建造物保守心得(案)」、1965年に「建造物検査基準規定」を制定し、維持管理に係る組織やルールを整備してきた。1971年に学識経験者を中心とした委員会を組織し、建造物の保守の流れを体系立てて整理し、考え方を解説することで適切な保守と保守技術の向上に資するための「土木建造物取替の考え方(俗称、取替標準)」を1974年に制定した。本標準の制定により、検査や判定の方法のみならず、判定区分の考え方も明確になり修繕や取替の判断基準が示された。その後、全鉄道事業者の統一的な基準として2007年に「鉄道構造物等維持管理標準(構造物編)(国土交通省鉄道局 監修/ (財)鉄道総合技術研究所 編)」を制定し土木構造物のメンテナンスの技術基準の根幹として引き継いでいる。また、新幹線の構造物に対しては、日本全国にネットワークの拡大を進める一方で供用後約50年経過した時点でこれまでに発生した変状などを分析し、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においても構築しており、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が実施され、計画的なメンテナンスが進められている。

一方、鉄道インフラのうち、レール・まくらぎ・バラストで構成される軌道は、列車走行による繰り返し荷重に伴い変状が生じるため、一定周期でメンテナンスを行うことが必要である。そのため、鉄道を建設した当時からメンテナンスを行っており、新橋～横浜間が開業した1872(明治5)年の5年後の1877年には日本初の「鉄道線路方職務心得」を制定し、組織的なメンテナンスを開始した。その後1932年に現在の技術基準の原型となる「軌道整備心得」を制定し、第二次世界大戦後の輸送力増強やスピードアップなどの環境の変化や軌道破壊メカニズムの解明などの技術の進展に合わせ2回の全面的な規程改正を行い、軌道構造、検査、判定基準、補修仕上がり基準などの細部まで規定してきた。現在では2007年に国土交通省において「鉄道構造物等維持管理標準(軌道編)」を制定し、軌道のメンテナンスの技術基準の根幹として引き継いでいる。また、軌道強度向上のための重軌条化・PCまくらぎ化やバラストの突き固め、レール交換などの機械化、さらには省メンテナンスの軌道構造の開発などにも取り組んできた。特に新幹線では開業当初から軌道検測車データを用い補修計画から施工評価までをシステム化するとともにミリ単位の精度の補修を行うことで高速化と世界に類を見ない安全性を実現してきた。さらに、省メンテナンスであるスラブ軌道を本格的に導入し、現在では検査・判定・修繕計画・修繕・施工評価という一連のメンテナンスサイクルを確立している。

以上から、鉄道事業者は他の社会インフラに先駆けてメンテナンスを体系化し、技術を向上させてきたと言える。

また、鉄道は他の社会インフラと異なり、ほぼ全ての鉄道事業者が施設・車両・運行システムなど列車運行に係る全てを管理している。そのため、各鉄道事業者が「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、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、設計基準や仕様書を整備し、構造的な弱点の克服に努めてきた。これらの取り組みにより、明治以来140年以上、列車の輸送を支え続けてきた。

(2) 鉄道インフラメンテナンスの基本的考え方

鉄道は、代替輸送の確保が難しく、メンテナンスは列車が走行しない夜間の短時間で行う必要がある。このため、橋梁やトンネルなどの土木構造物は取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り、定期検査などによる変状の早期発見・早期修繕により長寿命化を図ることをメンテナンスの基本的な考え方としている。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、一定の頻度での修繕や取替えを前提とした構造となっており、安全に列車を通行させるために、構成材料ごとに各種検査の周期、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メンテナンスの基本的な考え方である。

(3) 鉄道インフラ（土木構造物）の検査体系

鉄道インフラ（土木構造物）における検査の区分は、「鉄道構造物等維持管理標準（構造物編）」に基づき、「初回検査」、「全般検査」、「個別検査」および「随時検査」とし、全般検査は、「通常全般検査」および「特別全般検査」に区分されている。検査区分を図 2-3(1)に示す。また、検査に基づく健全度の評価基準を表 2-3(1)、図 2-3(2)に示す。

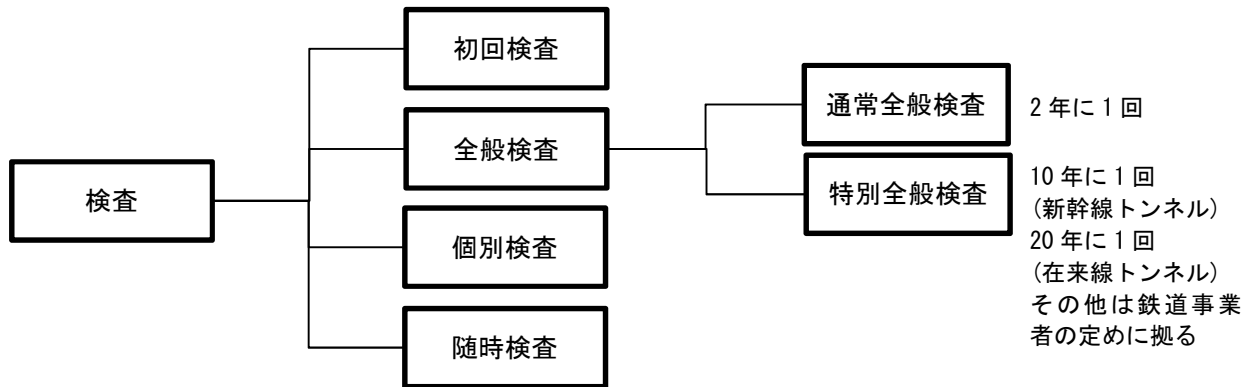


図 2-3(1) 構造物の検査区分

初回検査は、構造物の初期状態の把握などを目的に新設工事、改築・取替を行った構造物の供用開始前に行う検査である。

全般検査は、構造物全般の健全度を把握するとともに、個別検査の要否、措置の要否について判定することを目的とする定期的な検査である。

そのうち通常全般検査は、構造物の変状などの有無およびその進行性を把握することを目的とし、定期的実施する全般検査である。検査の周期は、「施設及び車両の定期検査に関する告示」に基づき、適切に定めるものとされており、告示では、検査周期を短縮する必要があると認められる場合を除き、構造物の定期検査を 2 年ごとに行うことを基本としている。

特別全般検査は、健全度の判定の精度を高めることを目的として、必要に応じて行う検査であり、検査を実施する時期は構造物の特性、環境に応じて定める。なお、トンネルにおいては検査の実施および周期が告示により定められており、原則として新幹線で 10 年を超えない期間ごと、新幹線以外で 20 年を超えない期間ごととなっている。

個別検査は、全般検査および随時検査において、健全度 A と判定された構造物および必要と判断された構造物に対して実施する検査である。検査の目的は、詳細な調査に基づき、変状原因の推定、変状の予測、性能項目の詳細な照査を行って精度の高い健全度の判定を実施することである。

表 2-3(1) 標準的な健全度と変状の程度などとの関係

判定区分 (健全度)	運転保安に 対する影響	変状の程度	措置	
A	AA	脅かす	重大	緊急に措置
	A1	早晚脅かす 異常時外力の作用時に脅かす	変状が進行し、 性能低下も進行している	早急に措置
	A2	将来脅かす	変状が進行し、 性能低下のおそれがある	必要な時期に措置
B	進行すれば健全度 A になる	進行すれば健全度 A になる	監視 (必要に応じて措置)	
C	現状では影響なし	軽微	重点的に検査	
S	影響なし	なし	なし	

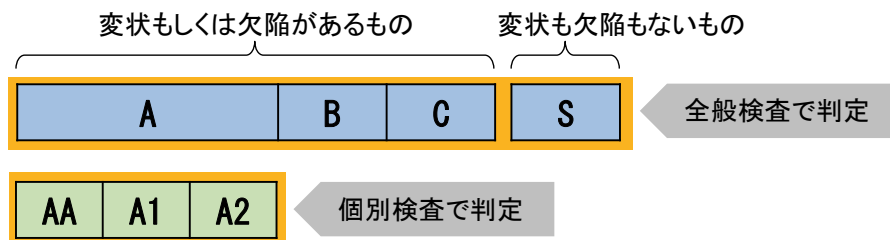


図 2-3(2) 健全度と検査の関係

(4) 鉄道インフラ（軌道）の検査体系

鉄道インフラ（軌道）では軌道および線路の全般的な状況を把握するために線路総合巡視を行うとともに、軌道の状態および部材の変形・強度などを把握するために定期的な軌道の検査を行っている。軌道の検査は鉄道構造物等維持管理標準（軌道編）では周期的に行う「定期検査」と「臨時検査」、「随時検査」に区分され、定期検査は「軌道状態検査」「軌道部材検査」に区分される。検査区分を図 2-4(1) に示す。

線路総合巡視とは、軌道を構成する個々の設備の状況を定期的に確認するほかに、軌道周辺の線路の総合的な保守の状態、建築限界の支障の有無および線路沿線環境の変化などを含めて把握し、列車の安全かつ安定的な運行を実現できる状態を保持するよう定期的に確認することである。

軌道状態検査は軌道変位検査、列車動揺検査、レール遊間検査、ロングレール検査のように列車の走行安全性に影響するが、構造的な強度には直接関係しないものに関する検査であり、軌道部材検査はレール、まくらぎ、分岐器などの軌道を構成する部材に関する検査である。

臨時検査は定期検査の結果、さらに詳細な検査が必要と判断される場合に行う検査で、より高精度で線路状態を判定するために行う検査である。

随時検査は、地震や大雨、融雪による異常出水などによって軌道が何らかの被害を受けた可能性がある場合で、必要と判断された場合に行う検査である。

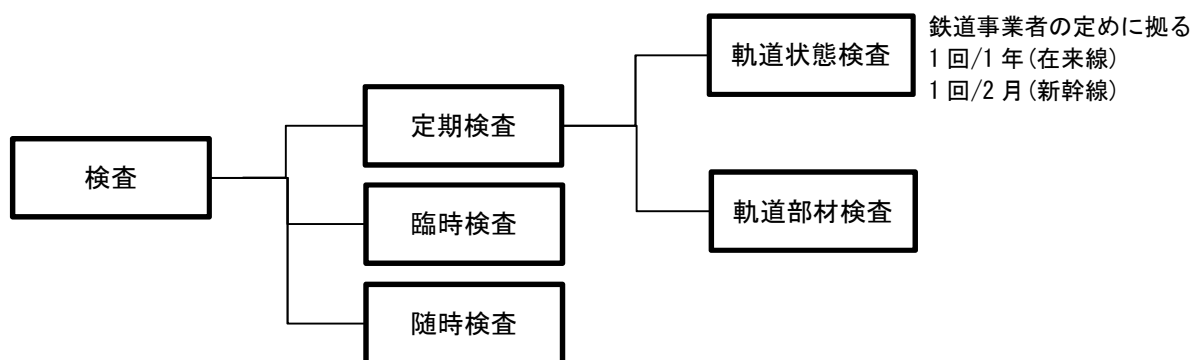


図 2-4(1) 軌道の検査区分

検査の周期は、「施設及び車両の定期検査に関する告示」に基づき、適切に定めるものとされている。告示では、在来線は1年、新幹線では軌道変位を2箇月ごと、その他の項目は1年と定めている。

鉄道事業者は軌道の性能を確保するために、具体的な基準を定め（国に届出）、これに基づき線路巡視や各種検査で収集した測定データを整備基準値などで判定し、必要により軌道整備などの措置を行っている。

(3) 鉄道営業キロ・インフラ保有状況

①営業キロ

グループごとの営業キロ数（新幹線含む）を図3-3(1)に示す。一番多く占めるのは11～20kmである。また、100km以上の事業者は25社あり、全体の約6分の1を占める。300km以上の事業者はJR6社と大手民鉄3社である。3グループにおいては、1社あたりの営業キロが1・2グループに比較し、短くなっている。

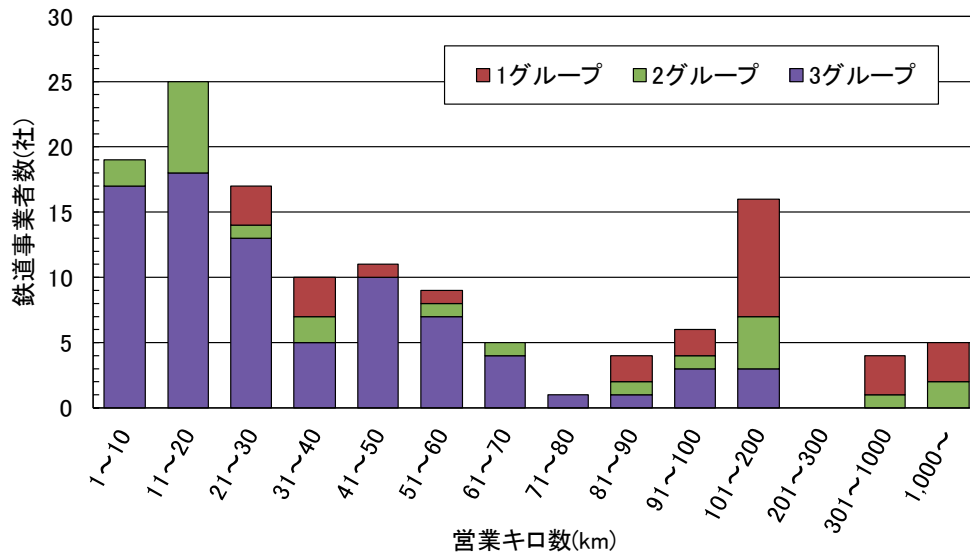


図3-3(1) グループごとの営業キロ数（新幹線含む）

事業者ごとの新幹線営業キロ数を図3-3(2)に示す。新幹線営業キロについては、JR東日本が最も長くなっている。

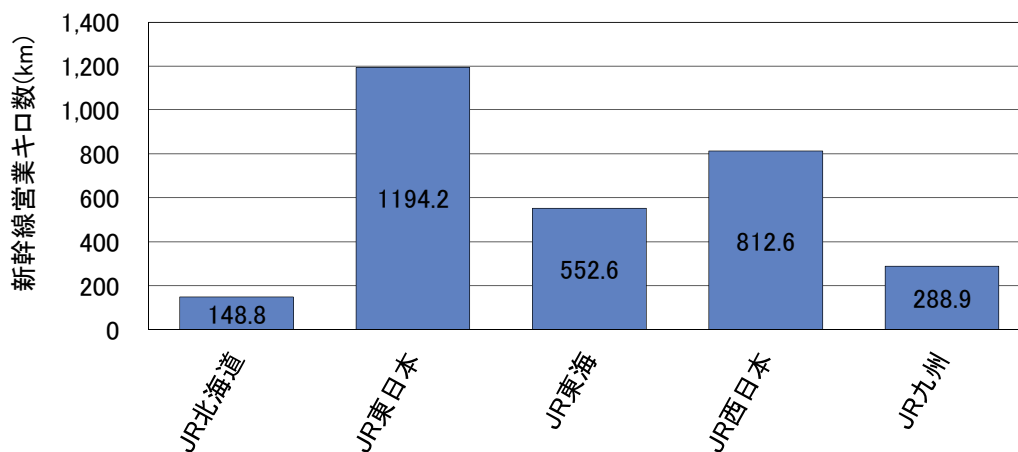


図3-3(2) 事業者ごとの営業キロ数（新幹線のみ）

②橋梁保有状況（高架橋を除く）

図 3-3(3)～(6)に橋梁の経年を示す。全体ならびに各グループの傾向は同様であり、経年 40～59 年の戦後の高度成長期と経年 80～99 年の戦前のものとの二峰性がある。平均経年は全体で約 65 年であり、グループでの差異は大きく見られない。

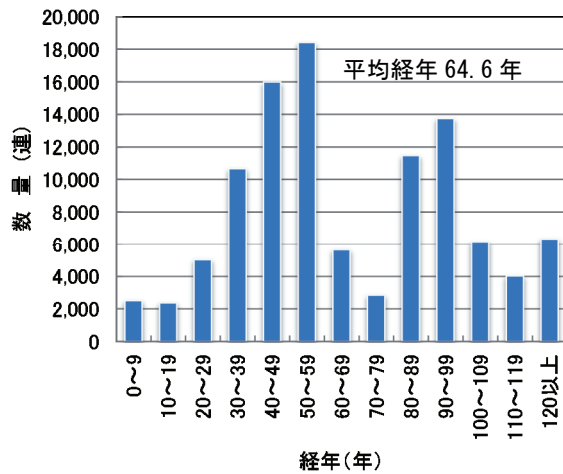


図 3-3(3) 橋梁の経年（全体）

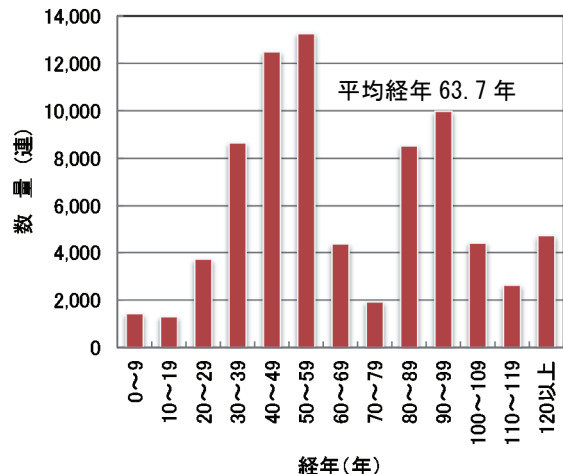


図 3-3(4) 橋梁の経年（1グループ）

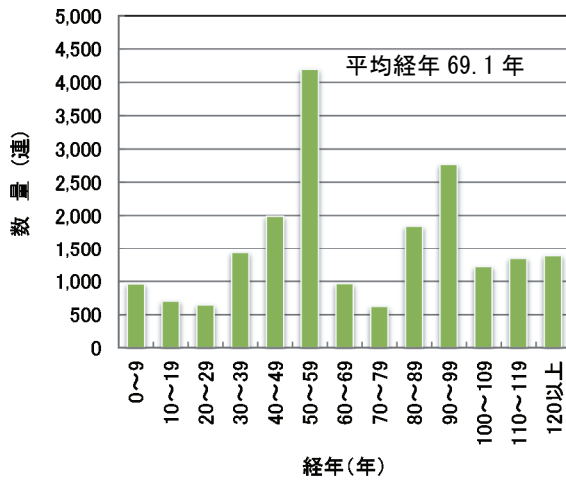


図 3-3(5) 橋梁の経年（2グループ）

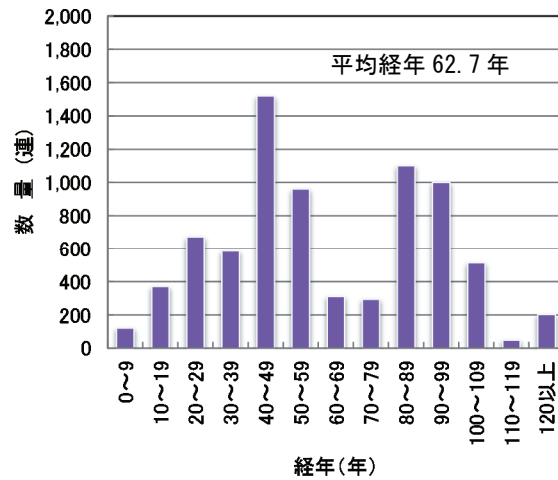


図 3-3(6) 橋梁の経年（3グループ）

表 3-3(1)に橋梁保有状況、図 3-3(7)にグループごとの橋梁の保有割合を示す。全体では 108,987 連、平均桁長は 12.0m であり、各グループでの差異は見られない。また、1グループが全体の 75%と大半を占める。

表 3-3(1) 橋梁保有状況

	全体	1グループ	2グループ	3グループ
数量(連)	108,987	81,230	20,074	7,683
割合	100%	74.5%	18.4%	7.0%
総桁長(m)	1,312,086	932,732	262,688	117,562
平均桁長(m)	12.0	11.5	13.1	15.3

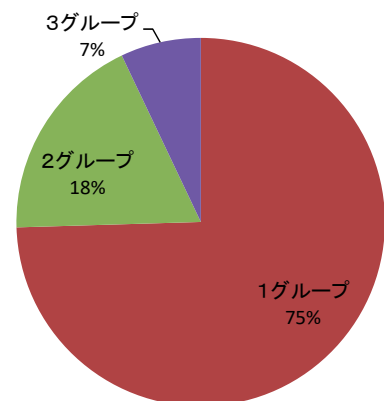


図 3-3(7) グループごとの橋梁保有割合

③トンネル保有状況

図 3-3(8)～(11)にトンネルの経年を示す。経年 40～59 年の戦後の高度成長期と経年 80～99 年の戦前のもとの二峰性がある。平均経年は全体で約 66 年であり、グループでの差異は大きく見られない。

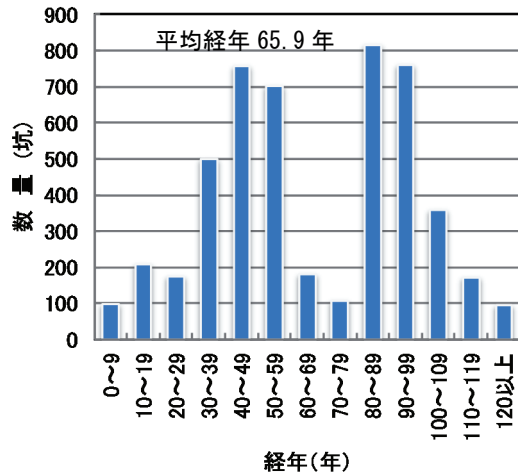


図 3-3(8) トンネルの経年 (全体)

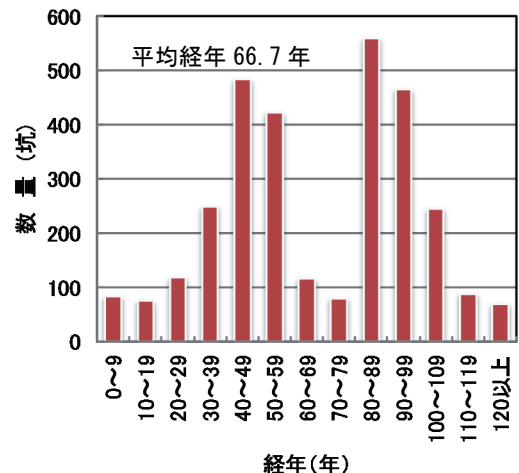


図 3-3(9) トンネルの経年 (1グループ)

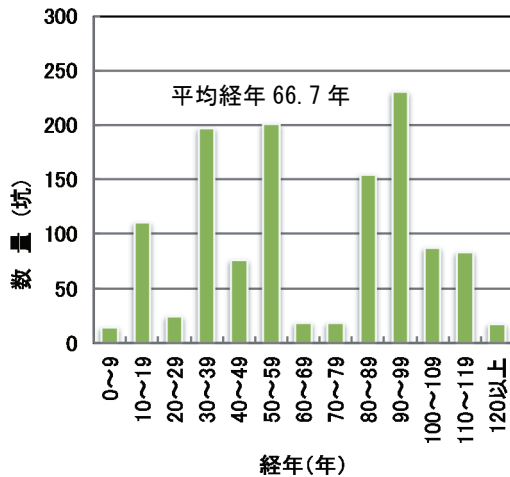


図 3-3(10) トンネルの経年 (2グループ)

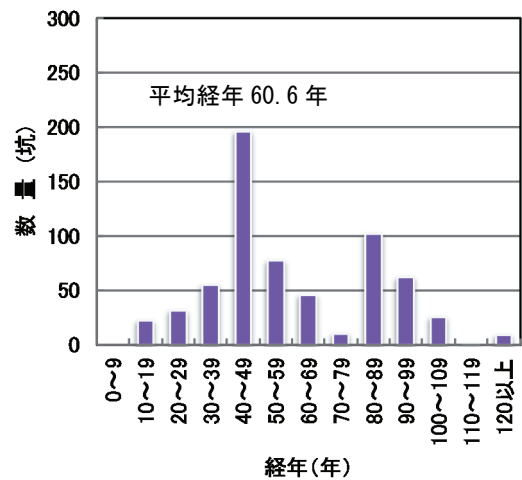


図 3-3(11) トンネルの経年 (3グループ)

表 3-3(2)にトンネル保有状況、図 3-3(12)にグループごとのトンネルの保有割合を示す。全体では 4,988 坑、平均延長は約 700m であり、1 グループの平均延長が 2・3 グループより長くなっている。また、1 グループが全体の 63%と大半を占める。

表 3-3(2) トンネル保有状況

	全体	1グループ	2グループ	3グループ
数量(坑)	4,988	3,128	1,229	631
割合	100%	62.7%	24.6%	12.7%
総延長(m)	3,490,297	2,464,769	707,441	318,087
平均延長(m)	699.7	788.0	575.6	504.1

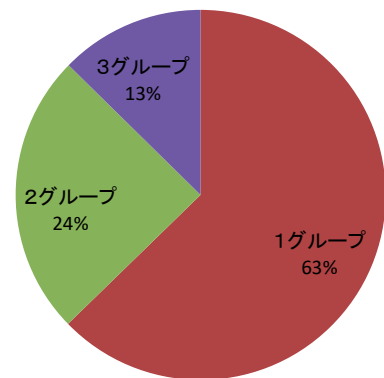


図 3-3(12) グループごとのトンネル保有割合

④軌道保有状況

図 3-3(13)～(16)にレールの経年を示す。使用状況により取り替えを基本とするレールについては、1・2グループでは経年 39 年以下が大半を占めているのに対し、3グループでは経年 40 年以上の延長割合が高くなっている。

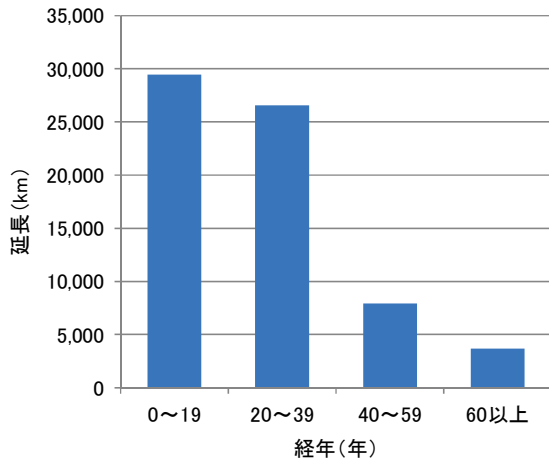


図 3-3(13) レールの経年 (全体)

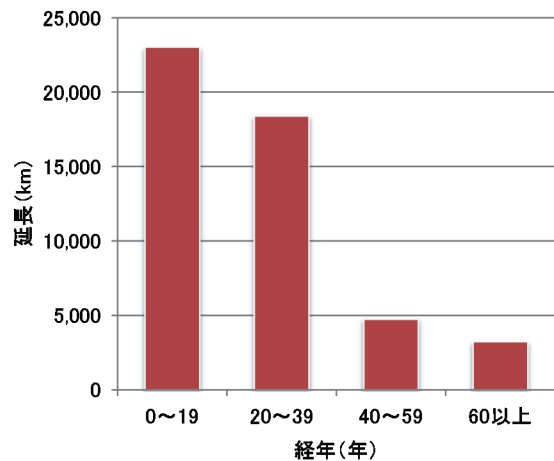


図 3-3(14) レールの経年 (1グループ)

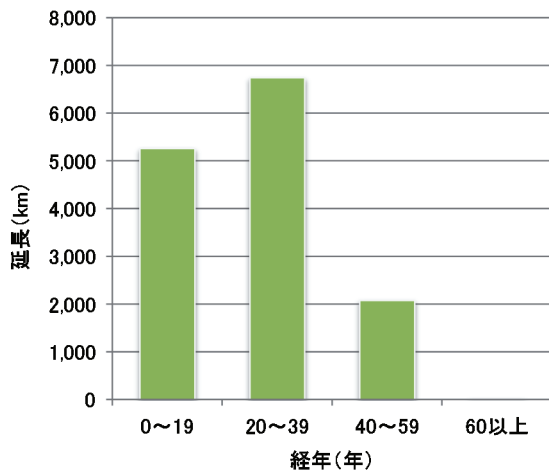


図 3-3(15) レールの経年 (2グループ)

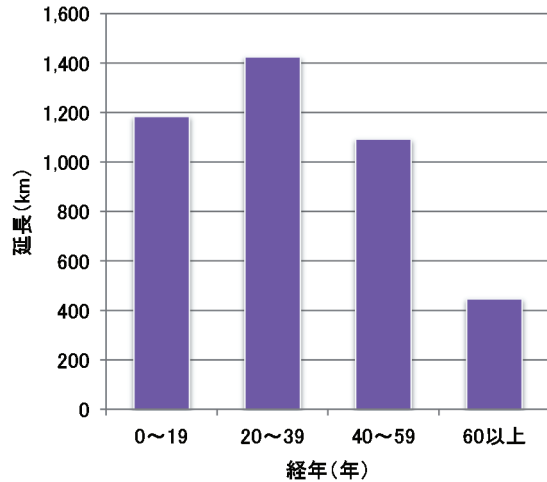


図 3-3(16) レールの経年 (3グループ)

図 3-3(17)に総延長に対するまくらぎの種類を示す。PC まくらぎは、並まくらぎ(木製)に比較し、省メンテナンスの構造である。1グループでは80%がPC まくらぎであるのに対し、2グループでは60%、3グループでは、50%となっており、3グループでは、他グループと比較し、まくらぎのPC化が進んでいないことが分かる。

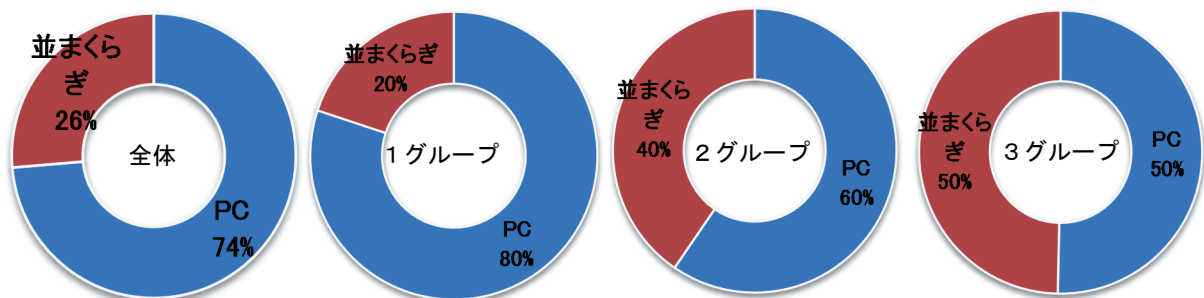


図 3-3(17) まくらぎの種類割合

(4) 健康診断結果

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、本委員会独自に指標化することで、施設の健康度や維持管理体制に対して行っている。健康診断の評価指標を表3-4(1)に示す。今回の健康診断では、「橋梁(高架橋を除く)」、「トンネル」、「軌道」を評価対象としている。なお、今回は、全事業者の全線区を対象としているのではなく、線区ごとの輸送密度(※)を6つに分類した中で、アンケートにより各鉄道事業者が任意で抽出した在来線の線区(回答数:285線区)および新幹線全線(回答数:13線区)を対象としている。

※輸送密度とは、営業キロ1kmあたりの1日平均通過人員数であり、輸送規模の指標として用いられている。(輸送密度=旅客輸送人キロ/営業キロ/営業日数)

表3-4(1) 評価指標

施設の健康度					
部門	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、早めの補修が必要な状況	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

表3-4(2)に各鉄道事業者が任意で抽出した在来線285線区ならびに新幹線13線区の営業キロならびに対象施設(橋梁、トンネル、軌道)のサンプル数を示す。また、図3-4(1)に抽出した線区の経年別営業キロ数を示す。対象施設の全数に対するサンプル数の割合は34%~45%であり、また、抽出した線区の経年別の分布も、戦中・戦後直後の建設を控えた時期を除き、満遍なく抽出されていることから、概ね良好にサンプリングできていると考える。

表3-4(2) 抽出した線区におけるサンプル数

		全数		抽出した線区 (サンプル数)		割合
営業キロ		24,027 km		11,586 km		48.2%
対象施設	橋梁	108,987 連		40,515 連		37.2%
	トンネル	4,988 坑		1,996 坑		40.0%
	軌道(レール)	68,452 kRm		30,914 kRm		45.2%
	軌道(分岐器)	30,376 基		10,340 基		34.0%

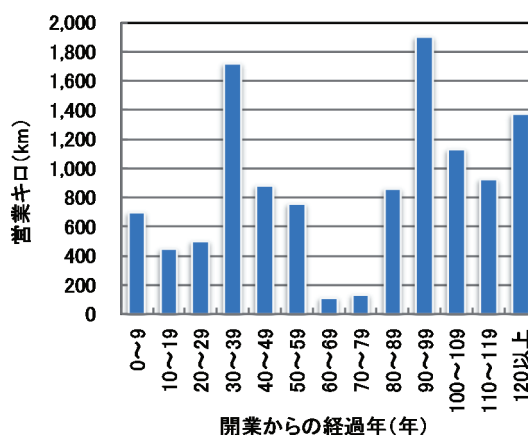


図3-4(1) 抽出した線区の経年別営業キロ数

①施設の健康度

i) 施設の健康度の評価方法

施設の健康度は図 3-4(2) で示すように鉄道事業者による検査結果から算出した損傷度から評価を行った。

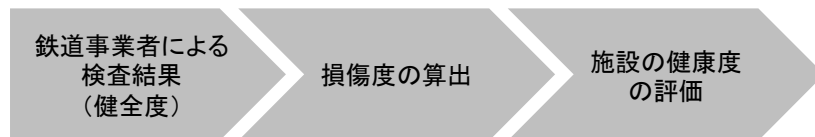


図 3-4(2) 施設の健康度の評価方法

ii) 損傷度の算出

橋梁、トンネルについては、鉄道事業者が「鉄道構造物等維持管理標準（構造物編）」に基づき検査した4段階の健全度評価結果（表 3-4(3)）に重みを付け、サンプルの全体数量に対する損傷がある構造物の割合を算出し、損傷度（%）とした。重み付けはB、Cランクに対してAランクを橋梁で7倍、トンネルで3倍としている。

軌道については、鉄道事業者が検査したレール（ならびに分岐器）の軌道変位値について、1km（1基）あたりの整備基準値を超過した年間の平均回数を算出し、損傷度とした。

表 3-4(3) 標準的な健全度と変状の程度などとの関係

判定区分 (健全度)	運転保安に 対する影響	変状の程度	措置	
A	AA	脅かす	重大	緊急に措置
	A1	早晚脅かす 異常時外力の作用時に脅かす	変状が進行し、 性能低下も進行している	早急に措置
	A2	将来脅かす	変状が進行し、 性能低下のおそれがある	必要な時期に措置
B	進行すれば健全度Aになる	進行すれば健全度Aに なる	監視 (必要に応じて措置)	
C	現状では影響なし	軽微	重点的に検査	
S	影響なし	なし	なし	

iii) 施設の健康度の評価

施設の健康度は表 3-4 (4) に示す通り、算出した損傷度より評価を行った。トンネルは橋梁に比較し平均延長が長く、損傷度が高くなる傾向があることを考慮している。なお、表 3-4 (3) に記載の判定区分(健全度)は A ランクが悪い状態であるのに対して、施設の健康度は A が良い状態であることに留意が必要である。

表 3-4 (4) 施設の健康度と損傷度の関係

施設の健康度	損傷度 (橋梁)	損傷度 (トンネル)	損傷度 (軌道)
A+	5%未満	10%未満	0.01 未満
A-	5~10%	10~20%	
B+	10~15%	20~30%	0.01~0.3
B-	15~20%	30~40%	
C+	20~25%	40~50%	0.3~0.6
C-	25~30%	50~60%	
D+	30~35%	60~70%	0.6~1.0
D-	35~40%	70~80%	
E+	40~50%	80~90%	1.0 以上
E-	50%以上	90~100%	

iv) 施設の健康度の評価結果ならびに考察

施設の健康度の評価結果を表 3-4 (5) に示す。橋梁、トンネル、軌道全てにおいて、各鉄道事業者のこれまでの継続的かつ地道な取り組みにより、全ての鉄道事業者を平均した総合的な評価では概ね良好な状態と言える。

しかしながら、グループごと、さらには輸送密度ごとでの評価は、施設の種類により必ずしも均一な評価ではなく、それぞれの健康診断結果を次ページ以降に示す。

表 3-4 (5) 施設の健康度の評価結果

	総合評価	新幹線	1グループ	2グループ	3グループ
橋梁	B	A	B	B	B
トンネル	B	B	B	B	B
軌道	B	A	B	B	D

橋梁やトンネルについては、表 3-4(6)、表 3-4(7)に示すようにグループや輸送密度による損傷度の差が少ない傾向となった。また、鉄道の橋梁やトンネルは他のインフラに比べて高齢化が進んでいるが、図 3-4(3)、図 3-4(4)に示すように今回の結果では経年（開業からの経過年）と損傷度に明確な相関性は見られなかった。これは、インフラの健康度（損傷度）が必ずしも経年の進行のみに依存するものではないことを示している。

表 3-4(6) 橋梁の輸送密度別損傷度と施設の健康度

全体	損傷度 (線区数)	施設の健康度												
	13.5% (230)	B+												
新幹線	損傷度 (線区数)	施設の健康度												
	9.1% (13)	A-												
在来線	合計	輸送密度												
	損傷度 (線区数)	施設の健康度	100,000人/日以上		50,000~99,999人/日		8,000~49,999人/日		4,000~7,999人/日		2,000~3,999人/日		2,000人/日未満	
1グループ	15.8% (102)	B-	19.7% (25)	B-	12.6% (22)	B+	14.1% (24)	B+	11.3% (13)	B+	17.6% (8)	B-	12.2% (10)	B+
2グループ	14.1% (32)	B+	10.7% (5)	B+	14.0% (4)	B+	13.9% (7)	B+	15.3% (4)	B-	14.6% (6)	B+	14.1% (6)	B+
3グループ	16.0% (83)	B-	20.4% (2)	C+	12.5% (1)	B+	13.6% (10)	B+	25.6% (4)	C-	17.7% (22)	B-	15.1% (44)	B-
全体	13.5% (217)	B+	19.3% (32)	B-	12.9% (27)	B+	13.9% (41)	B+	13.4% (21)	B+	16.9% (36)	B-	14.5% (60)	B+

表 3-4(7) トンネルの輸送密度別損傷度と施設の健康度

全体	損傷度 (線区数)	施設の健康度												
	28.4% (130)	B+												
新幹線	損傷度 (線区数)	施設の健康度												
	29.1% (13)	B+												
在来線	合計	輸送密度												
	損傷度 (線区数)	施設の健康度	100,000人/日以上		50,000~99,999人/日		8,000~49,999人/日		4,000~7,999人/日		2,000~3,999人/日		2,000人/日未満	
1グループ	31.7% (52)	B-	28.5% (12)	B+	32.3% (13)	B-	28.3% (10)	B+	32.0% (9)	B-	33.6% (3)	B-	35.9% (5)	B-
2グループ	22.8% (21)	B+	18.2% (4)	A-	28.0% (3)	B+	23.0% (3)	B+	20.0% (2)	B+	28.4% (5)	B+	23.7% (4)	B+
3グループ	27.4% (44)	B+	24.3% (2)	B+	—	—	22.2% (8)	B+	27.0% (3)	B+	47.8% (10)	C+	26.0% (21)	B+
全体	28.4% (117)	B+	24.2% (18)	B+	32.1% (16)	B-	24.3% (21)	B+	30.4% (14)	B-	37.8% (18)	B-	27.0% (30)	B+

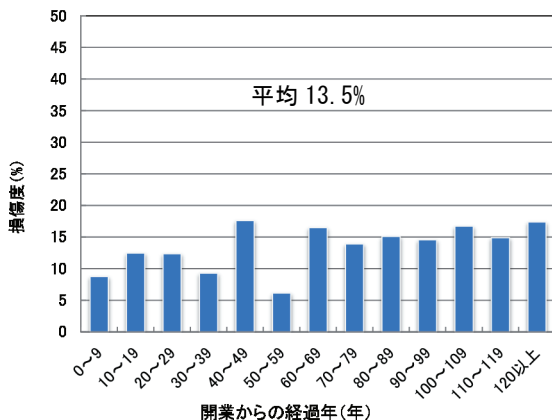


図 3-4(3) 橋梁の開業からの経過年別損傷度 (全体)

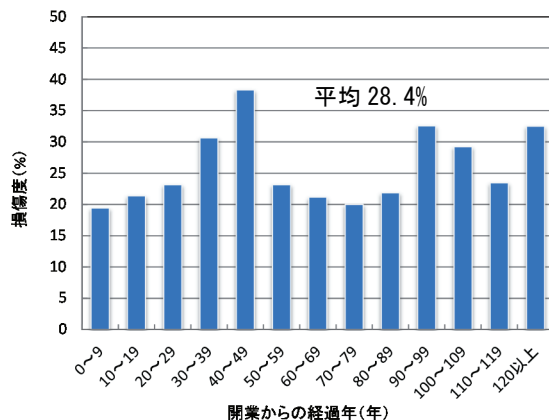


図 3-4(4) トンネルの開業からの経過年別損傷度 (全体)

一方で、軌道については、表 3-4(8)に示すように事業者のグループや輸送密度による維持管理の取り組み状況が損傷度および健康度の違いに表れている。これは、比較的短い一定の頻度で継続的なメンテナンスを行うことを前提としている軌道においては、1・2グループと比較し、3グループのうち輸送密度の低い路線では健康度が低く、事業者ごとに投じ得る予算や人員などの影響が表れていると考えられる。

表 3-4(8) 軌道の損傷度と施設の健康度

全体	損傷度 (線区数)	施設の健康度
	0.16 (237)	B

新幹線	損傷度 (線区数)	施設の健康度
	0.009 (13)	A

在来線	合計		輸送密度 100,000人/日以上		輸送密度 50,000~99,999人/日		輸送密度 8,000~49,999人/日		輸送密度 4,000~7,999人/日		輸送密度 2,000~3,999人/日		輸送密度 2,000人/日未満	
	損傷度 (線区数)	施設の健康度	損傷度 (線区数)	施設の健康度	損傷度 (線区数)	施設の健康度	損傷度 (線区数)	施設の健康度	損傷度 (線区数)	施設の健康度	損傷度 (線区数)	施設の健康度	損傷度 (線区数)	施設の健康度
1グループ	0.15 (115)	B	0.17 (32)	B	0.08 (19)	B	0.13 (30)	B	0.16 (15)	B	0.17 (7)	B	0.12 (12)	B
2グループ	0.04 (32)	B	0.04 (6)	B	0.04 (4)	B	0.05 (4)	B	0.03 (4)	B	0.06 (7)	B	0.01 (7)	A
3グループ	0.69 (77)	D	0.00 (2)	A	—	—	0.01 (10)	A	0.55 (5)	C	1.03 (20)	E	0.68 (40)	D
全体	0.16 (224)	B	0.16 (40)	B	0.07 (23)	B	0.09 (44)	B	0.17 (24)	B	0.36 (34)	C	0.49 (59)	C

②維持管理体制

i) 維持管理体制の評価方法

維持管理体制については、「予算」「人員」「将来計画（人材育成、技術開発）」に関する各鉄道事業者のアンケート調査結果に、点数付け（1～3点）を行い、得られた平均点から表 3-4(9)に示す通り、評価を行った。

表 3-4(9) 維持管理体制の評価表

項目	点数
予算状況	1点、2点、3点
人員状況	1点、2点、3点
将来計画 (人材育成・技術開発)	1点、2点、3点

施設の維持管理体制		
↗ (平均点2.7点以上)	→ (平均点2.2以上～2.7点未満)	↘ (平均点2.2点未満)
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

ii) 維持管理体制の評価結果ならびに考察

維持管理体制の評価結果を表 3-4(10)に示す。

表 3-4(10) 維持管理体制の評価結果

	総合評価	新幹線	1グループ	2グループ	3グループ
橋梁	→ 2.6点	—	↗ 2.7点	↗ 2.7点	↘ 1.8点
トンネル	→ 2.6点	—	↗ 2.7点	↗ 2.7点	↘ 1.8点
軌道	→ 2.6点	—	↗ 2.7点	↗ 2.7点	↘ 1.8点

※維持管理体制は新幹線を含めてグループ毎に行っている。

また、図 3-4(5)～(8)に、維持管理体制の評価に用いた各グループにおける予算、人員、人材育成、技術開発の状況を示す。

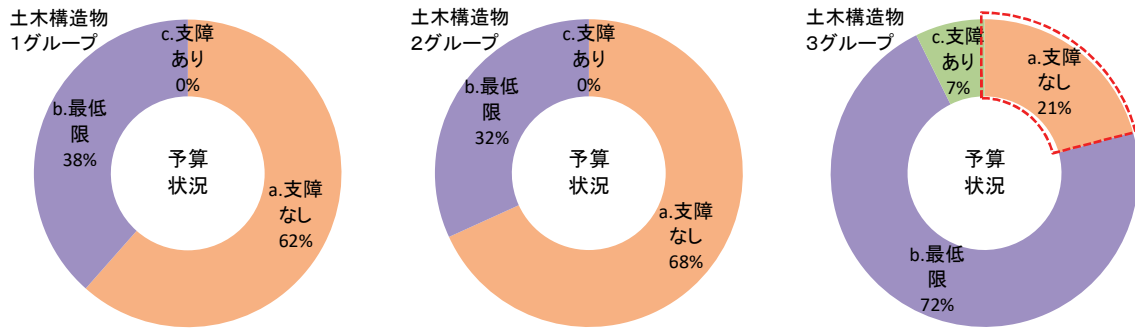


図 3-4(5) 予算状況

(3グループについては支障なしの割合が1・2グループに比較し大幅に低い)

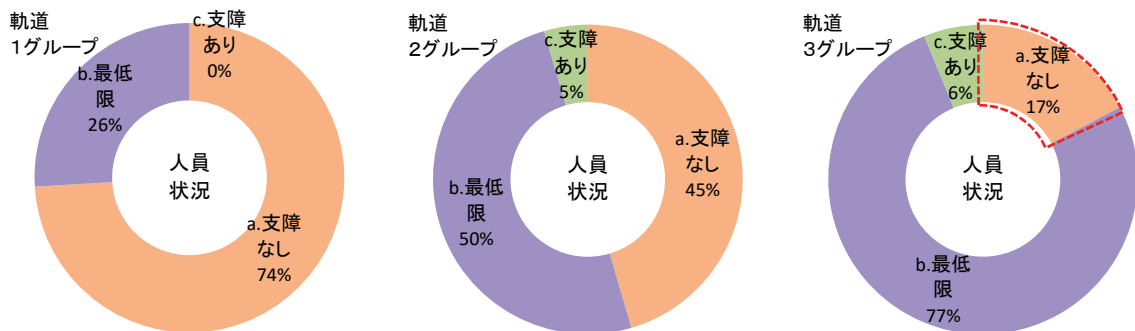


図 3-4(6) 人員状況

(3グループについては支障なしの割合が1・2グループに比較し大幅に低い)

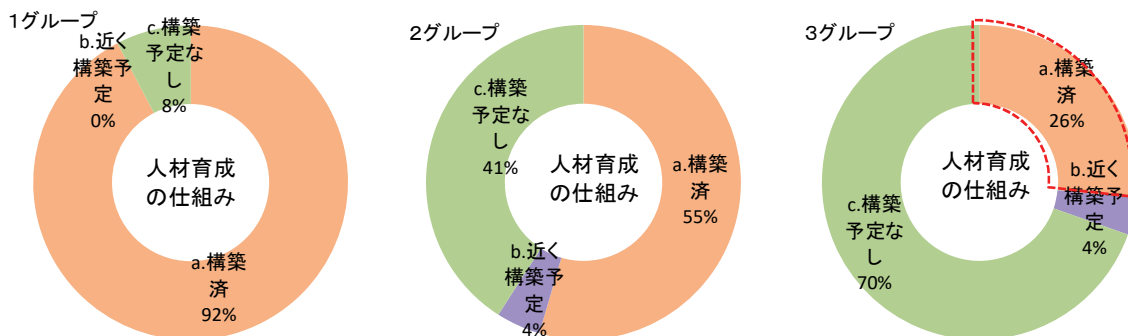


図 3-4(7) 人材育成の仕組み

(3グループについては構築済の割合が1・2グループに比較し大幅に低い)

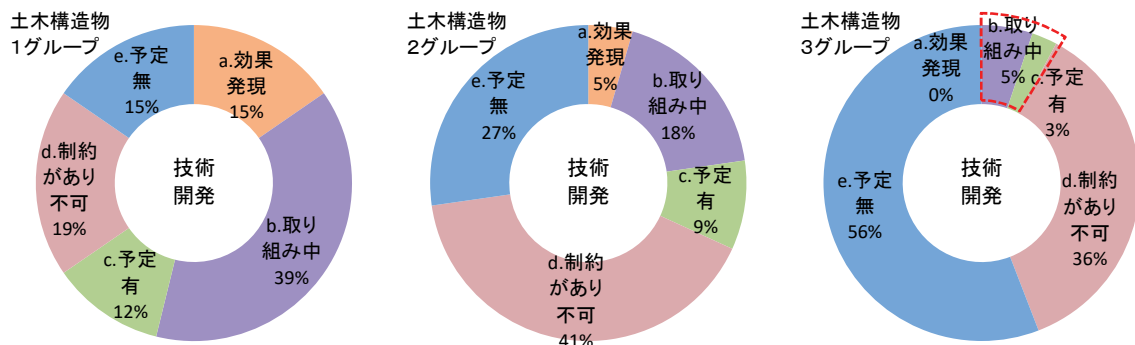


図 3-4(8) 技術開発の取り組み

(3グループについては効果発現、取り組み中、予定有の割合が1・2グループに比較し大幅に低い)

表 3-4(11)にメンテナンスコスト（1kmあたりの線路保存費）やメンテナンス人員（1kmあたりの現場社員数）などを示す。なお、線路保存費、鉄軌道営業収益は平成 28 年度の鉄道統計年報から得られたものであり、全 169 鉄道事業者の集計値であるのに対し、現場社員数はアンケート調査結果であり、152 事業者の集計値である。

表 3-4(11) メンテナンスコスト・人員

	全体平均	1グループ平均	2グループ平均	3グループ平均	軌道健康度下位5社
線路保存費 (千円/km)	17,909	54,979	23,910	6,583	2,555
現場社員数 (人/km)	0.51	1.04	0.64	0.33	0.28
鉄軌道営業収益 (千円/km)	278,239	825,080	449,126	89,966	20,913
線路保存費／鉄軌道営業収益	6.4%	6.7%	5.3%	7.3%	12.2%

各鉄道事業者を取り巻く維持管理体制においては、1・2グループに比べ、3グループでは予算、人員状況、人材育成、技術開発のあらゆる面で厳しい環境であることが顕著である。

予算状況については、3グループの状況が特に芳しくなく、メンテナンスコスト（1kmあたりの線路保存費）を見ても、3グループは1グループの1/8以下である。そして、これらの3グループの鉄道事業者を中心に補助金の継続ならびに新設を要望する声が5割以上あげられた。

人員状況や人材育成の体制についても、3グループが芳しくなく、メンテナンス人員（1kmあたりの現場社員数）を見ても3グループは1グループの1/3以下である。

さらに、軌道の健康状態が特に悪い5事業者（全て3グループに属する）においては、メンテナンスコストが全体平均の約1/7、1グループの1/20以下、3グループの約1/3であり、メンテナンス人員では、全体平均の約1/2、1グループの約1/4、3グループの約4/5である。また、1キロあたりの鉄軌道営業収益では、全体の1/10以下、1グループの約1/40、3グループの約1/5である。

以上のことから、健康状態が特に悪いインフラを有する事業者においては、メンテナンスコストならびに人員が十分に確保されていない可能性が高い。しかしながら、営業収益に対するメンテナンスコストの割合は全体平均よりも2倍近く高くなっており、収益構造の問題で事業者単独ではこれ以上のメンテナンスコストをかけることができないと推察される。

さらに、人材育成の仕組み（研修制度や社内資格制度）についても、3グループは十分に人材を育てる環境などが整えられていない状況である。このような事業者からは、共通的な人材育成や研修制度を要望する声が6割程度あげられており、技術開発やICT活用の状況についても同様の傾向である。

一方、1・2グループなど都市部の高密度線区を多く保有するJR・大手民鉄などにおいても、労働力人口の減少に加えて働き方改革や労働形態の変化などに対して、人員確保や効率化のためにも昼間の作業時間帯の確保、メンテナンスのための計画運休や最終列車を早めるなどの方策が必要であるとの意見が挙げられている。（図 3-4(9)）

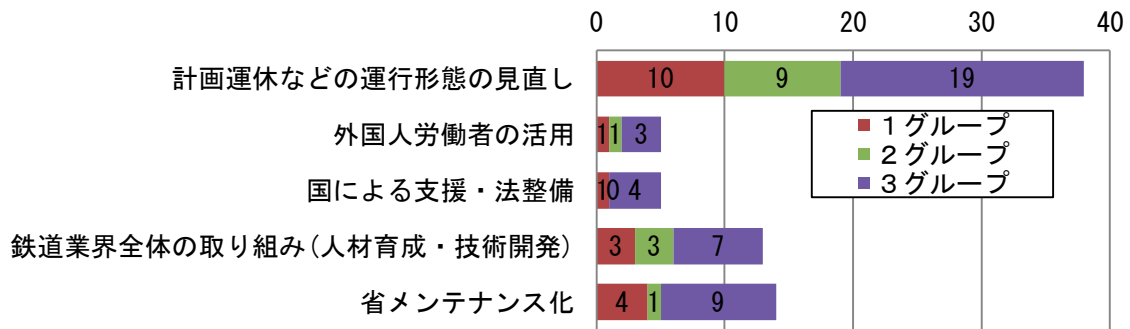


図 3-4(9) 働き方改革に向けた要望（図中数値は事業者数）

(5) メンテナンス体制の特徴

図 3-4(10)に土木構造物、軌道における検査の実施者と検査の委託者について示す。鉄道インフラのメンテナンス体制の特徴として、施設の検査は半数以上の鉄道事業者が直轄または直轄・委託両方で実施していることが挙げられる。これは列車運行の安全に対する責任を鉄道事業者自らが担っていることが大きな要因であり、多くの事業者がインハウスエンジニアを育成し、多種多様な設備や混在する新旧構造物の建設年代などに応じた検査の着眼点、ノウハウを社内に蓄積し日々のメンテナンスに反映させてきた。さらに、検査や補修・保守工事を委託する場合でも委託先はほとんどがグループ会社または線区を熟知した協力会社・専門会社である。これらにより、鉄道では鉄道事業者、協力会社・専門会社が「自分たちの線路」という庭先意識のもと、平時のメンテナンスのみならず、災害時や降雪時などの緊急対応についても迅速かつ正確に実施している。

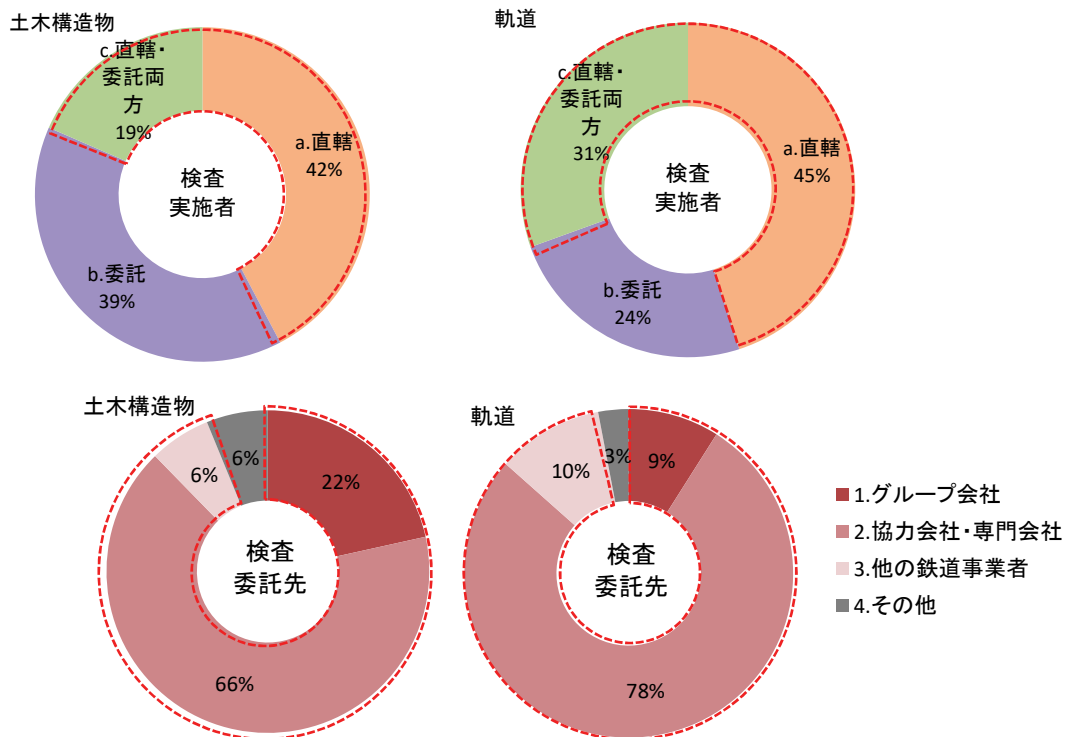


図 3-4(10) 土木構造物、軌道における検査の実施者（上段）と委託している場合の検査の委託先（下段）

4. 鉄道インフラメンテナンスが直面する課題と解決の方向性

(1) 鉄道インフラメンテナンスの変革に向けた課題

鉄道は、代替輸送の確保が難しく、メンテナンスは列車が走行しない時間帯で行う必要がある。特に、新幹線や都市部の高密度線区・幹線では、最終列車から始発列車までの短時間での深夜時間帯で行う必要があり、時間的な制約が大きく、労働環境も厳しいと言える。日本全体で生産年齢人口が減少する中、作業員の高齢化や新規人材の確保が大きな課題となっており、持続的なメンテナンス体制を維持していくためには、これらを解決していかなければならない。

さらに、社会全体として、インフラの老朽化や激甚化・多頻度化する自然災害の対応への要求が高まる中で、今後も鉄道がその最大の使命である安全・安定輸送を確保していくためには、施設の劣化を早期に発見・対処し、事故・災害を未然に防ぐことが従来に増して重要なものとなっていくと考えられる。

したがって、これまで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、人力作業から脱却するなど、メンテナンスの変革に果敢に取り組んでいく必要がある。そしてこれら取り組みを行う上では、一つの鉄道事業者のみならず、鉄道業界を挙げた横断的な取り組みが必要である。

(2) 地方部の鉄道における継続的なメンテナンスに向けた課題

鉄道インフラの健康状態は、鉄道全体の総合的な評価としては一定レベルの健康度を保っていると考えられるが、個々の事業者ごと・路線ごとの評価では、特に、人口減少に伴う利用者の減少により地方鉄道では、必ずしも良好な健康状態ではなく、将来にわたり安全を確保していくためのメンテナンスの継続が容易な状況ではない。さらに今回調査対象とした169の鉄道事業者のうち、約半数は2016年時点で本業である鉄道事業営業損益が赤字であり、特に3グループに属する事業者では、その3分の2が赤字となっており、収益構造を考慮すると事業者単独ではこれ以上のメンテナンスコストをかけることができないと考えられる。

したがって、地域を支え続ける交通機関として、鉄道事業者、国、沿線自治体、利用者が一体となり、メンテナンスを含めた今後のあり方を議論していく必要がある。

5. 鉄道インフラメンテナンスの将来のあり方（提言）

はじめに

鉄道インフラは140年以上にわたり、鉄道事業者の体系的な取り組みにより、今日まで適切にメンテナンスがされてきた。一方で、昨今の鉄道インフラメンテナンスを取り巻く環境は、自然災害の激甚化と多頻度化、少子高齢化・人口減少、担い手不足、働き方改革、新技術やIoT・ICTの進展など劇的に変化してきている。

鉄道事業は、大規模インフラを多く保有するとともに、労働集約型産業であることが特徴である。これらの鉄道事業の特性を踏まえると、今後、戦略的かつ適切にインフラメンテナンスを実施しなければ、地域経済・社会を支える重要な基幹交通ないしは企業経営として立ち行かなくなる可能性もあることから、環境変化への適切かつ柔軟な対応が強く求められている。

本提言は、土木学会「インフラメンテナンス（鉄道）特別委員会」がその活動により得られた現状認識を踏まえ、鉄道インフラメンテナンスの将来のあり方について鉄道事業者のみならず、行政をはじめとする社会全体を対象に取りまとめたものである。

提言 1. 将来にわたる持続的なメンテナンスを目指し

鉄道業界全体として取り組むべき方策

鉄道の安全を支えるインフラメンテナンスについては、将来にわたり持続的な体制などを整備することが喫緊の課題であり、メンテナンス技術者の確保・育成、効率的なメンテナンスの実施、生産性の向上などに向けた仕組みづくりや技術開発の取り組みについて、単独の事業者のみでの対応には限界があり、会社、組織および地域を超えて鉄道業界が一丸となった共通的な取り組みを積極的に推進する必要がある。また、これらの取り組みの推進にあたっては鉄道事業者のみならず国や沿線自治体からの支援も必要である。

方策 1. メンテナンス技術者の確保と育成

1. 1 鉄道業界を挙げた組織的な人材確保

持続的な人材確保に向けて、多様な雇用形態の拡大や、国・鉄道事業者・協力会社などが一体となった採用活動の実施、大学や工業高校などにおける鉄道技術者養成コースの創設、認知度向上のための広報活動など、鉄道業界を挙げての組織的な取り組みが必要である。なお、これらの取り組みは働き方改革の推進と合わせて実施していく必要がある。

1. 2 事業者の枠を超えた人材育成

人材育成への投資余力が限られる地方鉄道事業者においては、他社の研修施設を利用することにより、VRなどの最新技術や実物大の模擬設備を用いた研修などを可能とし、効果的に技術を習得することが可能となる。複数の鉄道事業者による研修の合同実施や最先端の研修施設の共同利用として、JR東日本と青い森鉄道、IGRいわて銀河鉄道やJR西日本と

IR いしかわ鉄道、あいの風とやま鉄道などの取り組み事例がある。

これら人材育成においては、より裾野を広げた技術講座を新設するなど、効率的・効果的に進める取り組みを更に加速させ、鉄道業界全体での人材の底上げを図る必要がある。

1. 3 メンテナンス技術者の資格制度の新設と社会的地位向上

工事や検査に従事する際に必要となるメンテナンス技術者の資格は、事業者共通での認定制度のほか、各事業者独自の認定制度など個別に取り組んでいるものもある。しかしながら、人材不足や技術継承に適切に対応していくためには受発注者問わずメンテナンス技術者の資格をさらに共通化することも重要である。

また、担い手不足が顕著な軌道工事においては、国家資格に相当する資格を新設するなど、国と鉄道事業者が一体となった取り組みも必要である。

これらの取り組みはメンテナンス技術者の社会的地位向上のみならず技術者の柔軟な配置や運用にも寄与することができる。

方策2. メンテナンス技術の集約・向上と鉄道業界全体でのマネジメントの確立

2. 1 事業者共同での技術開発と水平展開

技術開発については、鉄道事業者単独では対応が困難な場合も多く、他事業者との先進的取り組みの情報共有を促進することや、複数の鉄道事業者が共同で技術開発を実施するなどの取り組みが必要である。これらは、先進技術の共有のみならず、コストの分担や投資回収の促進などの利点もある。国による地方鉄道事業者への積極的な支援のほか、鉄道業界全体として技術開発に特化した共同会社の設立など、取り組みを加速させる仕組みづくりが必要である。

2. 2 メンテナンス機器の共同使用・仕様統一

検査機器などの共同使用・仕様統一については、大手のみならず、地方鉄道事業者にも最新の技術を展開することが可能となり、開発投資やメンテナンス費用の負担低減が可能となる。JR 東日本の建築限界測定車を青い森鉄道、IGR いわて銀河鉄道などが借り受けている事例、JR 西日本のレール探傷車を智頭急行、北近畿タンゴ鉄道などが借り受けている事例、JR 東日本と JR 四国が共通のレール探傷車を導入している事例などがある。

これらの取り組みを更に拡大させるとともに開発した機器をレンタル・リースする共同会社を新設するなど、鉄道業界全体で効率的に運用できる仕組み・組織づくりが必要である。

2. 3 サプライチェーンマネジメントの確立

鉄道インフラを構成する部材は特殊材料が多く、特にメンテナンスに使用する軌道材料においては、その供給は限られた中小企業に頼っている場合が多い。安全・安定輸送の確保のためには、これらの材料を将来にわたり継続的・安定的に入手できることが重要であり、鉄道事業者だけでなく、サプライヤーにとっても効率的な仕組みを鉄道業界全体で構築していく必要がある。

方策3. 効率的かつ高精度なメンテナンスの実現

3. 1 省力化・省メンテナンス化を目指した設備投資

将来のメンテナンスの省力化やライフサイクルコスト低減に向けて、PC まくらぎ化、ロングレール化などの設備投資を着実に進める必要がある。また、施設の新設・改良時にはメンテナンスに配慮した構造・材料を積極的に取り入れる。このような取り組みを促進するため、特に地方鉄道事業者に対しては引き続き国や沿線自治体による継続的な支援が必要である。

3. 2 更なる効率化に向けたメンテナンス手法の導入

タブレット端末・アプリの導入（図面作成の自動化、検査結果入力 of 効率化など）や営業車両による線路設備のモニタリング（JR 東日本、近畿日本鉄道ほか）など、効率的かつ高精度な取り組みを更に拡大していく必要がある。また、列車運行の安全を十分に考慮した上で、現状の一定周期の検査から、それぞれの施設の状態（経年、列車本数・最高速度・乗り心地レベル）に応じた検査周期に柔軟に変更できる仕組みも積極的に活用していく必要がある。

今後、こうした取り組みを踏まえ検査体系も含めて、現状の時間管理（TBM）から ICT、IoT をフル活用した状態管理（CBM）へ移行させるなど、鉄道業界全体で更に効率的なメンテナンスを実現する必要がある。

3. 3 地方鉄道事業者への施設管理データベースの整備支援

インフラメンテナンスは、その施設の材料、施工方法、検査・補修履歴など様々な諸元に基づく診断が重要であり、大手の鉄道事業者の多くは、これらの施設諸元をデータベースとして管理しながらメンテナンスを実施している。しかしながら、データベース導入には一定のコストを要するため、鉄道業界全体では普及率は低く、特に地方鉄道事業者への導入に向けて大手鉄道事業者の協力とあわせて、引き続き国や沿線自治体の継続的な支援が必要である。

方策4. 働き方改革・生産性向上に寄与する施策の推進

4. 1 機械化・装置化による生産性向上

若年層を中心とした働き手が重労働を避ける傾向が高まっていることや、より少ない人数での作業を可能とし施工の効率化を図る観点からも、作業の機械化は不可欠である。各鉄道事業者において、まくらぎ交換（バックホウの改良や専用機械）、レール交換（新旧レール入れ替え機械など）、バラスト交換（専用機械）などにおいて機械化が進められているが、人手不足や作業環境の改善などに対応するためにも、鉄道業界全体として一層の機械化の推進が必要である。

4. 2 作業時間帯の拡大や日中時間帯でのメンテナンスの実現

生産年齢人口の減少に伴い、他業界では24時間営業を縮小するなど、働き方改革に向け

た取り組みが加速している。鉄道業界においては、東海道線、東北線での貨物列車運休による作業時間帯の拡大や東海道貨物線（鶴見・小田原間）での昼間時間帯の集中工事、山陰線での昼間旅客列車運休による集中工事などが行われている。

労働環境を改善し、持続的なメンテナンス体制を確保するためには、先の取り組みからさらに前進し、列車の運休や最終列車、始発列車の時刻変更などによる作業時間帯の拡大や計画運休による夜間作業から昼間作業への転換など、抜本的な取り組みが必要である。加えて、機械を使用する際には搬入出の準備時間を作業前後に要することから、必要十分な作業時間を確保することは、機械化を推進するにあたっては欠かせないものである。また、これら取り組みについては鉄道業界全体が国と連携して、利用者のみならず社会全体の理解を深め、実現していく必要がある。

4. 3 受発注者共同での作業平準化

週休2日の確保や長時間労働の是正を図るためには、年間を通じた現場作業の平準化も重要である。国や自治体の補助金工事では、予算成立後や年度末に工事が集中しやすい傾向にある。必要な工期の確保や工事発注の平準化に向けては、複数年度分の一括発注や、3月しゅん功・4月契約の集中回避、業態を超えた発注者間による作業調整など、受発注者共同で多様な取り組みに努める必要がある。

方策5. 海外への事業展開

成長を続ける海外鉄道市場においては、インフラ整備や車両輸出だけでなく、日本国内で長年培ってきた列車の運行管理、インフラメンテナンスを含めた高いレベルでの鉄道オペレーションのパッケージとしての海外輸出が期待される。特に、インフラメンテナンスにおいては、技術基準に根差した業務サイクルによる安全安定輸送の確保や人材育成の仕組みは広く海外市場でも通じると考えられる。ただし、これらを進めるにあたっては、他の産業のグローバル化の事例と同様に、日本の技術基準を海外市場の中で通じるグローバルスタンダードに発展させるために鉄道業界が一丸となった取り組みが必要である。また、全てを日本流にするのではなく、事業を展開する国のニーズに合わせた技術レベル・業務運営に適合させていくことも必要であり、これらの海外事業での経験を日本国内でのメンテナンス改革にフィードバックすることも重要である。

提言 2. 国や沿線自治体、利用者と鉄道事業者が一体となった

事業運営のあり方の検討

沿線人口の減少が進む地方部などにおいては、大量輸送、定時運行、低環境負荷などの鉄道の特性を十分に発揮できないとともに、メンテナンスの継続的な実現が困難になる場合がある。こうした地域においては、メンテナンスを含めて、将来の事業運営のあり方について、国や沿線自治体、利用者と鉄道事業者が一体となり、議論を深める必要がある。

方策 1. メンテナンスレベルに応じた輸送サービスレベルの再考

将来的に現在と同等レベルのメンテナンスの継続が困難となる場合には、近年の激甚化・多頻度化する自然災害への対応も含め、必要に応じてメンテナンスのレベルやグレードを見直す必要がある。特に地方部の鉄道などでは、沿線人口の減少、担い手の確保といった課題に対応するため、事業構造の変革が必要である。予算や人員の制約から、これらの見直しはサービスレベル（運行頻度や所要時間など）にも影響が及ぶことから、安全確保や事業継続性について十分に考慮しつつ、必要なサービスレベルについて、鉄道事業者と沿線自治体や利用者が一体となり検討していく必要がある。

方策 2. 地方鉄道のあり方を見据えた公的支援の充実など

これまでも国および沿線自治体による政策などを通じた公的支援により国・鉄道事業者が一体となって地方鉄道のインフラメンテナンスを維持してきた。しかしながら、一部の事業者においては今までと同等の公的支援のみでは、厳しい財務、人員状況にある。持続的な鉄道運営のためには国のみならず沿線自治体・利用者の理解と支援が必要であり、安全を担保するためのメンテナンスコストのみならず激甚化・多頻度化する自然災害への対応や構造強化による省メンテナンス化・機械化による生産性向上に資する設備投資に向けても公的支援を充実させ、特に経営基盤が脆弱な地方鉄道事業者を中心にサポートしていく必要がある。また、あわせて大手鉄道事業者による人的・物的支援についても検討していく必要がある。

方策 3. 沿線自治体・利用者と鉄道事業者が一体となった将来の交通体系の検討

大規模インフラ産業である鉄道においては、メンテナンスコストの劇的な低減は見込めず、輸送サービスレベルの再考ならびに公的支援の充実を図ったとしても、事業そのものが成立せず、鉄道の安全輸送の確保が困難になる場合もある。そのような場合は、将来の事業運営のあり方について、関係者が一体となって、事業継続の可否や交通モードの転換（BRTや路線バス）など、将来の交通体系を検討していく必要がある。

おわりに

本提言の実現に向けては、鉄道の多くが民間事業であることを踏まえ、共通的な取り組みが一定のビジネスとして成立するなど、全ての関係者がメリットを享受できる仕組みを構

築することが重要である。また、鉄道インフラメンテナンス分野の技術者においては、組織や分野の垣根を超えて、専門分野のみならず他の社会インフラに関する知識や見聞を深めることで、鉄道のさらなる発展に寄与することが望まれる。さらに、このようなオープンマインドにより、分野間の連携を深めることで、社会インフラメンテナンス全体が発展していくことも期待される。

一方で、列車の安全・安定運行の確保にはメンテナンスが不可欠で、多額のコストを要するが、収益構造の問題で必要十分なコストを確保できない事業者があることも同時に認識しなければならない。

したがって、本提言で示した取り組みを進める上では、利用者をはじめ社会全体の理解が不可欠であり、鉄道インフラメンテナンスについては社会インフラメンテナンス全体の必要性・重要性などについて、土木業界全体で広く社会に訴えていくことが求められる。

6. 鉄道インフラメンテナンスの知見に基づく社会インフラのメンテナンス体制構築に向けたメッセージ

はじめに

鉄道インフラは他の社会インフラに比較して、経年が高く、100年を超える橋梁やトンネルが現在も重要路線を支えている。これは、長年のメンテナンスが構造物の延命化・長寿命化を実現してきた結果である。

本レポートは、土木学会「インフラメンテナンス（鉄道）特別委員会」がその活動により得られた現状認識を踏まえ、他の社会インフラにとっても参考となると考えられる鉄道インフラメンテナンスが築いてきた知見を提示し、社会インフラ全体に求められる要点を、施設の管理者のみならず、行政をはじめとする社会全体に対するメッセージとして取りまとめたものである。

I. 管理者・協力が社が一体となったメンテナンス体制の確立

鉄道事業者は自らが列車運行の安全の責任を持つことから、以前は全て直轄で検査ならびに修繕を実施していた。現在は、効率性・生産性向上の観点から約半数を社外委託しているが、その場合でも委託先はほとんどがグループ会社または線区を熟知した協力会社である。これらにより、鉄道事業者・協力は「自分たちの線路」という庭先意識のもと、平時のメンテナンスのみならず、災害時や降雪時などの緊急対応についても迅速かつ正確に実施してきている。他の社会インフラにおいても、メンテナンスに関する長期間の包括委託契約などを用いて、施設の管理者と地域に密着した協力が社が一体となり、「自分たちのインフラ」をメンテナンスする体制を構築する必要がある。

II. メンテナンスサイクルの体系化とメンテナンス・建設に関する技術情報の一元化

鉄道インフラでは技術基準により統一的な検査体系が定められ、さらに各鉄道事業者において検査・判定・修繕計画・修繕の一連のメンテナンスサイクルが確立されている。また、鉄道事業者の多くは、インハウスエンジニアを抱え、メンテナンスと建設の技術情報を組織内に蓄積し、専門のセクションに集約して相互の情報を適時適切に業務に反映させ、構造的な弱点克服に継続的に取り組んできた。長寿命化の重要性が一層高まる中では、メンテナンスサイクルの体系化に加え、技術情報を組織の壁を超えてより広く共有し一元的に管理できる仕組みを構築する必要がある。

III. 施設管理のデータベース整備と今後のデータ活用

インフラメンテナンスは、その施設の材料、施工方法、検査・補修履歴など様々な諸元に基づく診断が重要であり、鉄道事業者の多くは、これらの施設諸元をカルテとして管理しながらメンテナンスを行ってきた。IoT・ICTが日々進歩している中では、従来までの経験に培われた技術情報に加えて、各インフラのメンテナンス情報をビッグデータとして集約・分析することで、従来の概念を変える新しいメンテナンスの扉を開くことも期待される。

IV. メンテナンス技術の体系化と資格の共通化、産業化への展開

産官学や分野の枠組みを超えてメンテナンス技術の体系化（メンテナンス工学）に取り組むことにより、メンテナンス分野の技術者の育成や技術の高度化に繋がることが期待される。また、分野の垣根を超えて、メンテナンス技術者の資格制度の共通化を行うことで、社会インフラメンテナンス全体での効率的な人材運用を図ることができる。

さらに、メンテナンス推進体制とその構築に向けた取り組みが一定のビジネスとして成立し、全ての関係者がメリットを享受できる仕組みを構築すること、すなわちメンテナンスの産業化まで発展させていくことが重要である。

おわりに

本メッセージで示した取り組みは、新たに開拓していく分野であり、インフラの利用者をはじめ社会全体の理解が不可欠なものも多いことから、インフラメンテナンスの必要性・重要性などについて、土木業界として広く社会に訴えていく取り組みが求められる。

参考文献

- ・社会インフラメンテナンス学 III. 部門別編
公益社団法人土木学会，2016年
- ・土木建造物取替の考え方
日本国有鉄道施設局土木課，社団法人日本鉄道施設協会，1974年
- ・鉄道土木建造物の維持管理
社団法人日本鉄道施設協会，1998年
- ・鉄道建造物等維持管理標準・同解説（建造物編）
国土交通省鉄道局監修 財団法人鉄道総合研究所編，2007年
- ・鉄道建造物等維持管理標準（軌道編）の手引き
財団法人鉄道総合研究所，2007年

