別　　添

第8期維持管理小委員会　鉄道WG活動報告
海外の鉄道トンネルの維持管理事例

2021年1月20日

維持管理小委員会　鉄道WG

目次

〇維持管理小委員会の概要

〇鉄道WGの活動目的・方針

〇日本の鉄道構造物のメンテナンスの現状

〇海外での健康診断事例等

〇まとめと今後の活動方針

維持管理小委員会の概要

○活動目的

国際標準・アセットマネジメントシステム（ISO55OOX）における実践マネジメントシステムの構築の必要性を理解した上で、地下構造物（主にトンネル構造物）を対象に、実践的なマネジメントの一道具となる点検・評価・対策の一連の実態を調査・検討することを目的とする。

○研究テーマ

- 各事業者の供用中の地下構造物（主にトンネル）に内在するシステムリスク（使用目的と要求性能に基づいた全体系のリスク）の顕著化に関する調査研究
- 各事業者の供用中の地下構造物（主にトンネル）の性能変化およびそれらの予測技術に関する調査研究
- 災害時の法的対応に関する調査研究

○WGの設置

「各施設に着目した検討」および「法的視点による維持管理の検討」を行う

- 道路トンネルシステムリスクWG
- 鉄道トンネルシステムリスクWG
- インフラ施設システムリスクWG
- 法的視点からみた維持管理WG

鉄道WGの活動目的・方針

○社会インフラを取り巻く動き

土木学会では，社会基盤の現状の理解と維持管理・更新の重要性や課題の認識を促すことを目的に，2016年から一部の部門で「インフラ健康診断書」の公表を始めた．

○鉄道部門に関しては

2019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」が2019年8月に設置され，鉄道インフラメンテナンスの現状分析・課題整理および一般社会に対する情報発信に関する検討が始まった．

2020年鉄道部門の健康診断を公表

○海外の鉄道に関して

米国や英国では，社会基盤の整備およびメンテナンスの重要性から，各国の土木学会等による社会インフラ全般の現状評価が行われ，その結果は社会に公表されている．

○鉄道WGとしては

「海外での健康診断事例や法令，技術基準等の調査・分析」を主な内容とし，今後の日本の鉄道トンネルのメンテナンスの向上に資する情報の収集ならびに新たな課題の確認を行うこととした．

日本の鉄道構造物のメンテナンスの現状

社会基盤を成す鉄道構造物は，各事業者によりメンテナンスが行われ， 100年以上にわたり健全であるものも少なくない．

○メンテナンスの基本的な考え方

変状の早期発見，早期措置により長寿命化を図ることを基本としている．

○安全・安定輸送の確保と事業者としての取組み

安全の確保を最重点課題と位置付け，構造物のメンテナンスを継続的かつ着実に実行

○メンテナンスの技術情報を設計・施工に反映

早い時期からメンテナンスの技術情報を設計標準や工事の標準仕様書等の技術基準類に反映させ，適時適切に設計・施工にフィードバックして，構造的な弱点の克服を継続的に実施している．

○鉄道トンネルのメンテナンスを取巻く社会環境の変化

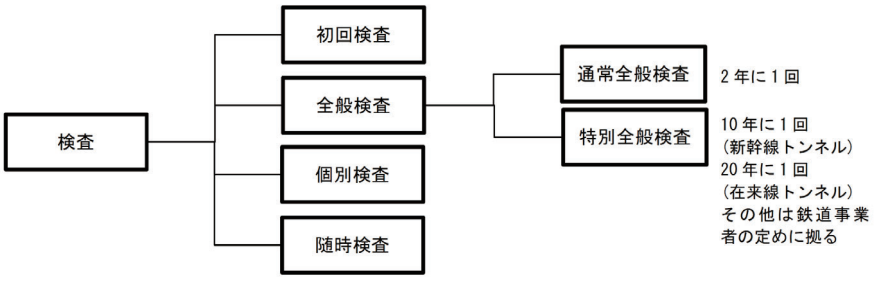
経年の進行や自然外力の苛烈化，少子高齢化・人口減少，働き方改革の実現，IoT・ICTの進展による労働形態の変化等

メンテナンスの作業総量は増加に対する、予算の不足、技術者の確保の困難さ

日本の鉄道構造物のメンテナンスの現状

○「鉄道構造物等維持管理標準（構造物編）」（2007年1月）

鉄道構造物に対する検査手法及び健全度の判定，更に必要に応じて行う措置，記録等，一連の維持管理に関する基本的な考え方を示したもの



構造物の検査の区分

（図表は維持管理標準より）

鉄道構造物等維持管理標準・同解説

構造物の状態と標準的な健全度の判定区分

健全度		構造物の状態
A		運転保安，旅客および公衆などの安全ならびに列車の正常運行の確保を脅かす，またはそのおそれのある変状等があるもの
	AA	運転保安，旅客および公衆などの安全ならびに列車の正常運行の確保を脅かす変状等があり，緊急に措置を必要とするもの
	A1	進行している変状等があり，構造物の性能が低下しつつあるもの，または，大雨，出水，地震等により，構造物の性能を失うおそれのあるもの
	A2	変状等があり，将来それが構造物の性能を低下させるおそれのあるもの
B		将来，健全度Aになるおそれのある変状等があるもの
C		軽微な変状等があるもの
S		健全なもの

注1：健全度A1，A2および健全度B，C，Sについては，各鉄道事業者の検査の実状を勘案して区分を定めてもよい．

参考文献
建設マネジメント技術　2013年12月号　pp.74-79
特集　維持管理
－インフラ長寿命化への具体的取組み－
「鉄道構造物の維持管理に関する取り組みについて」

海外での健康診断事例等

アメリカ

○インフラ健康診断の事例

ASCE（American Society of Civil Engineers）により鉄道の健康診断の結果が公表されている．

また，州においても健康診断が実施され，結果が公表されていることが特徴的である．

1） Infrastructure report card 2017, Rail

- 貨物輸送（freight railroads）および旅客鉄道（passenger rail）を対象としている．
- Amtrak社や連邦鉄道局の経営報告，AAR（Association of American Railroads：アメリカ鉄道協会）の報告書を主な情報源としている．

Infrastructure report card 2017, Rail

2） State by State Infrastructure

- 州ごとにインフラ健康診断が実施され，結果が公表されている．

  例）ペンシルヴァニア州

  2006年から4年ごとに健康診断が継続して実施されている

海外での健康診断事例等

アメリカ

○トンネルの検査に関わる技術基準

2005 Highway and Rail Transit Tunnel Inspection Manual

連邦運輸省（US Department of Transportation : DOT）が，高速道路と鉄道トンネルについて，トンネル部位の物理的状態を評価する際に，均一性と一貫性を定義するため，両者のトンネルの検査についてまとめたもの

1）検査の頻度（Frequency）

トンネルについては，経過時間と状態に基づいて構造の詳細検査の頻度を確立する必要があるとされている．（新しいトンネルの場合は5年ごとに，古いトンネルの場合は2年ごと）

2）検査の項目（What to Look For）

構造欠陥の特定は，目視検査と非破壊技術の両方で行われ，結果を文書化して残すこととされている．なお，目視検査では，定期的に打音点検することも規定されている．非破壊検査では，Impact-Echo等の試験法が記載されている．

3）構造物の状態の基準（Condition Codes）

構造要素に見つかった欠陥は10段階（Rating：0～9の数値評価：0：Critical condition – Structure is closed and beyond repair.致命的な状態・使用停止状態，9：Newly completed construction新設の状態）で区分され，記録される．

海外での健康診断事例等

イギリス

○インフラ健康診断の事例

ICE（Institution of Civil Engineers）により健康診断が行われ，THE STATE OF THE NATION, INFRASTRUCTURE 2014として，結果が公表されている．

THE STATE OF THE NATION, INFRASTRUCTURE 2014

○Network Rail社のトンネルの検査体系（NR社担当者へのヒアリングによる）

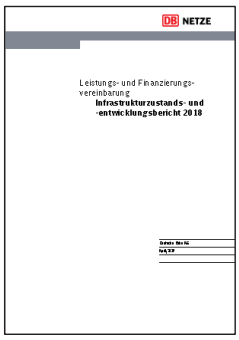
- NR社の独自の評価基準により，トンネルの検査を基本的に毎年実施している．
- トンネルアーチ部の調査は，軌道面や移動式プラットホームから行い，すべての欠陥の記録と写真の記録を行う．その後，標準テンプレートにそれらを入力し，時間の経過に伴う欠陥が変化を特定できるように出力される．
- 出力はトンネル状態スコアで，全ての欠陥に基づいて作られたアルゴリズムにより構成され，0～100の数値で示される．なお，100は健全な状態を示す．
- 上記のNR社のトンネルの検査に適用される技術基準に関して，構造物の検査のハンドブック（NR/L3/CIV/006 Handbook for the examination of Structures）や検査結果の記録方法（NR/L3/CIV/006/4C Recording of Tunnel examinations and condition marking score）が販売されている．

海外での健康診断事例等

ドイツ

○インフラ健康診断の事例

ドイツの鉄道では米国のインフラ健康診断に相当するものは確認されなかったが，Deutsch Bahn社が欧州銀行監督機構（EBA）に提出したInfrastrukturzustands- und -entwicklungsberichit（鉄道施設の状態および整備に関する報告書）に鉄道トンネルの健全度の集計が公表されている．



Infrastrukturzustands- und -entwicklungsberichit 2018

○トンネルの検査に関わる技術基準（DB社担当者へのヒアリングによる）

DB Netz（DB系鉄道インフラ事業者）が作成したガイドラインに準拠している．

1）検査方法

検査班は4名（リーダー＋3名）で構成

2）健全度の判定区分

4段階評価としている．

DB社の鉄道トンネルの健全度の判定区分

健全度	対応するトンネルの状態
1	安全性に影響を及ぼすような欠陥は存在しない状態．トンネルを30年以上継続的に供用する場合，計画的な維持管理を行う．
2	安全性に影響のないものの欠陥が存在する状態．トンネルを18年以上継続的に供用する場合，計画的な維持管理を行う．
3	安全性に影響のないものの欠陥が広範囲にわたって存在する状態．修繕，または状態維持のための措置を検討する必要がある．
4	安全性に影響はないが，深刻な欠陥が存在する状態であり，修繕では解決できない状態．

まとめと今後の活動方針

- 鉄道ネットワークが存在する海外の主要国を対象とし，健康診断事例や鉄道事業に関わる法令，トンネルの検査に関わる技術基準について調査を行った．
- 今回の調査の範囲において，健康診断結果や構造物の健全度を公表している事例がみられた．
- トンネルの検査手法や健全度の評価について，今回の調査の範囲では，検査員による定期的な検査が主体で，判定区分された健全度でトンネルの状態を検査員が評価するという手法であった．
- 検査方法や結果の判定が自動化されていると推測される事例があり，最新の技術の可能性もあるため，着目したい．

今後は従来から実施している都市鉄道トンネルや山岳トンネルの維持管理に関する講習会を通じた技術支援のほか，社会環境の変化に対する最新技術の調査研究を行い，その成果について情報発信を行っていきたい．

おわり

おわり