

海外における鉄道構造物の維持管理体系

鉄道総合技術研究所 正会員 ○大屋戸理明

1. 目的 既存構造物を長期間安全に使用するため、点検員の技量・資格や、点検周期、判定の手順などの維持管理体系の整備は重要である。他の条件が同じ場合、一般に、点検周期を長くすると労務負荷が削減できる一方、安全性などの管理状態は低下する。また、1回の点検の詳細さ・入念さは、点検の所要時間に強く影響を受ける。維持管理体系は一般に、国、業種、構造など毎に定められ、一度定められると事故が起きない限り見直されることは少ないが、本来は維持管理体系は、他の国や業種なども参考にして、労務負荷と管理状態のバランスを継続的に検証し、改訂を重ねて最適化を図ることが望ましい。これに資することを目的として、筆者は過去に、欧州と北米の鉄道構造物（橋梁、トンネル）の維持管理体系を調査し、日本の体系と比較を行った¹⁾。本稿では、欧州、北米以外の国について、鉄道構造物の維持管理体系の調査を行った結果を報告する。

2. 各国の維持管理体系

(1)インド インド鉄道²⁾の営業キロは約6.5万km（日本は2.8万km）で、単一の鉄道事業体としてはロシア鉄道、中国鉄路に次ぐ世界3位の長さである（電化距離は1.5万km）。

構造物の維持管理体系はBridge Manual³⁾(表1)に定められ、2・5・10～11章のほか7章などにも記されている。その一部を以下(1)～(3)に示す。(1)Senior Divisional Engineerが重大と認めた損傷があればDistressedに区分し、詳細なレポートを本部に送付し、損傷度合いに応じてさらに2つのカテゴリーに区分する。損傷の程度が大きいと判断されると、月1回以上の概略点検と3か月に1回の詳細点検を行う。(2)点検員は、Assistant Engineer, Divisional Engineer, Chief Engineer, Bridge Inspectorほかに区分される。Assistant Engineerは、鋼橋の塗装やPC桁の構造など、技術的な判断の責任を負うが、大掛かりな補修についてはDivisional Engineerの監督を受ける。Chief Engineerは、点検対象や時期を指定する。Bridge Inspectorは、詳細点検の責任者である。(3)全てのトンネルは年に1回、雨季の前に点検する。ただし、Chief Engineerが特定した場所は、構造上重要な部分をWorks Inspectorが点検する。

(2)オーストラリア オーストラリアの鉄道は、営業キロ4万キロ以上、年間輸送量は旅客7億人、貨物8億トン以上（日本は91億人、3000万トン）であり、大半が非電化単線である²⁾。規格や規則が地域により異なるが、上下分離によりインフラ管理はAustralian Rail Track Corporation（ARTC）で実施されている。

ARTCの規定⁴⁾では、点検のレベルとして、Engineering Inspection（詳細点検）、Visual Inspection（目視による概略点検）、Special Inspection（災害時など随時に特別に行う点検）、Track Patrol（線形の異常や障害物の確認などの日常的な巡回点検）の4つに分類されている。Engineering InspectionはLevel 3、Visual InspectionはLevel 2と呼ばれる点検種別にそれぞれ相当する。Level 1,2,3という種別は点検の精度や頻度を表し、それぞれroutine inspection, condition inspection, detailed inspectionとして、オーストラリアやカナダなどの国で、鉄道のほか道路会社などで慣例的に用いられている。その詳細は国や機関によって若干異なり、例えばオーストラリアVictoria州の道路会社VicRoadsではLevel 2 inspectionで年1回の点検周期が推奨されているが、ARTCのVisual Inspectionは2年周期とされている。判定結果はA～DおよびMの5段階のDefect Category（A：即時使用停止、B：20km/hの徐行、C：2日以内に専門家に報告、D：5日以内に専門家に報告、M：別途定める時期に報告）に区別され、ここで報告を受けた専門家は、それぞれ定められた期間内に詳細な評価を行う。構造

表1 インド Bridge Manual 章構成

章番号	内容構成
1	職員の義務
2	橋の保守(支承周辺や排水溝の清掃)
3,4,6	(建設関係)
5	橋のリハビリテーション
7,8	(河川管理関係)
10	トンネルの点検*
11	橋の点検
12	(プラント関係)
13,14	担当者の教育, 参考文献

*Bridge Manualでトンネルについても記されている。

キーワード 鉄道構造物, 維持管理体系, 海外, 点検周期, 点検記録, 健全度判定

連絡先 〒185-8540 東京都国分寺市光町 2-8-38 TEL 042-573-7221

や損傷の種別、損傷の大きさ（ひび割れ幅など）などに
応じた Defect Category の目安が明記されている．補修の
優先度（Repair Priority）は、最短で 24 時間以内、最長で
2 年以内に対処するよう、6 段階に判定される．

(3) ウルグアイ（計画線） ウルグアイでは、首都の
Montevideo から Paso de los Toros までの 273km の路線を
改良する Central Railroad プロジェクトがある⁵⁾．貨物輸送
の改良を主な目的としたウルグアイ政府の施策で、橋梁
数は 66 を計画し、2019～2022 年の PPP により実施され
ている．欧州・南米の共同事業体による、設計・施工から
維持管理までの包括的なプロジェクトとなっている．

このプロジェクトでは、構造物の Maintenance Standard
が策定されている⁶⁾．橋梁に関する記述の一部を以下(1)
～(6)に示す．(1)メンテナンスレベルとして、予防措置や
緊急対策などの 4 種類に区分する．(2)オープンな中央集
約型データベースにデータを保管する．(3)構造物の状態

(Maintenance Performance) を損傷の数などで指標化する．(4)目視点検を 1 年に 2 回、エンジニアによる点検
を 5 年に 1 回行う．(5)あらかじめ定めた点検→分析→計画→実行のプロセスで Preventive Maintenance を実施
し、Maintenance Annual Clock（図 1）に従い、橋梁の点検を 4,10 月に、トンネルの点検を 6 月に行う．(6)健
全度は、Alert (将来の補修費低減のため予防措置が必要)、Intervention (3 年以内の補修が必要)、Immediate Action
(緊急的な対策が必要) の 3 段階で判定する．

3. まとめ 既報¹⁾の内容も併せた、鉄道構造物の維持管理体系の各国比較を表 2 に示す．日本の体系¹⁾は、
目視点検の周期や判定区分などでオーストラリアに近いが、詳細点検の周期など、オーストラリアの規定（6
または 12 年）の方が詳細となっている（日本は周期を定めず、目視点検異常時に実施）．この表のような比較
は、今後、維持管理体系を見直す機会が生じた場合に有用と考えられる．また、設計と維持管理を組み合わせ
たウルグアイの事例は、日本が今後、維持管理体系が未整備⁷⁾な途上国へ技術供与を行う際の参考になる．

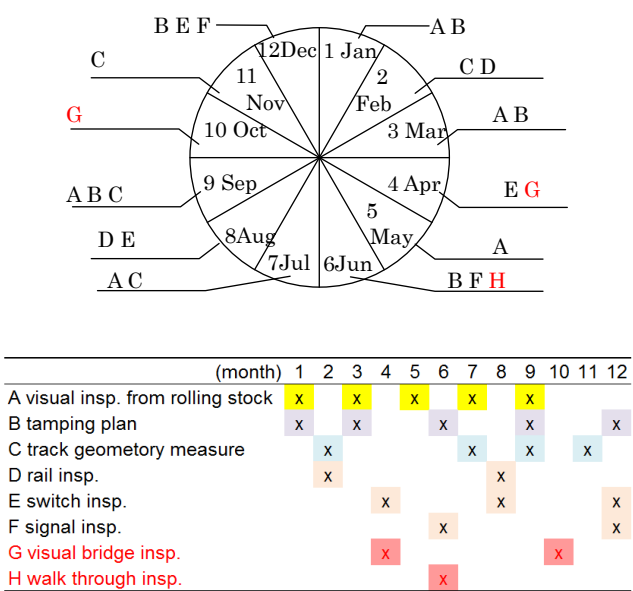


図 1 Maintenance Annual Clock
(資料⁶⁾より筆者作図、計画やレポートは省略)

表 2 鉄道構造物の維持管理体系の各国比較

	欧州 ¹⁾ (FP6 ガイドライン)	米国 (FRA237) ¹⁾	インド	オーストラリア	ウルグアイ (Central Railroad 計画)
点検種別 ・ 点検周期 (時期)	①巡視 ②目視点検 (半年～1 年周期) ③詳細点検 (3 年周期) ④至近距離からの詳細 点検 (最大 12 年周期)	①構造、既往の変状、 荷重条件などを考慮し た点検 (1 年周期) ②損傷発生時の点検	トンネルは雨季の前に 点検を行う (1 年周 期)．橋梁等は、点検種 別や点検周期の定めは ない．	①巡視 ②目視点検 (2 年周期) ③詳細点検 (6 年また は 12 年周期) ④損傷発生時の点検 (損傷発生時)	①目視点検 (橋梁は 4,10 月に、トンネルを 含む全線踏査は 6 月 に実施) ②技術者による点検 (5 年周期)
点検員種 別・資格	認定を受けた点検員 と、より高い技術レベ ルの点検員の 2 種類	認定を受けた学位を有 すること	Assistant Engineer, Divisional Engineer, など 5 種類程度	通常の点検員と専門家 の 2 種類	通常の点検員とエン ジニアの 2 種類
点検手続 ・判定 ・記録	多くは定性的な表現で 判定	メモ、スケッチなどで 記録	Senior Divisional En- gineer が認めた損傷は 本部に報告し判定	5 段階に判定し (判定の 目安を明記)、緊急度 に応じて専門家に報告	予防措置、3 年以内の 措置、緊急措置 の 3 段階で判定
特徴	日本の体系に近いが、目 視点検周期が日本より 短く、判定区分がない．	点検員の資格が厳格に 規定されている．	点検員の種別と役割が 詳細に区分されている．	欧州よりも更に日本の 体系に近い (目視点検周 期と判定区分が同じ)	欧州ベースの基準で、 設計と維持管理をセ ットで導入している．

参考文献 1)大屋戸：欧州・北米における鉄道構造物の維持管理方法，土木学会全国大会第 75 回年次学術講演会，VI-387，2020.9
2)海外鉄道技術協力協会：世界の鉄道，ダイヤモンド社，2015.10 3)Indian Railway Bridge Manual, Government of India, 1998
4)https://extranet.artc.com.au/docs/eng/track-civil/procedures/structures/ETE-09-01.pdf, 2021.3 アクセス 5)https://www.railway-
technology.com/projects/uruguay-central-railroad-project/, 2021.3 アクセス 6) Uruguay Ferrocarril Central HP (Technical
Bases), 2021.3 アクセス 7) 国際協力機構：開発途上国における橋梁維持管理にかかる支援に関する調査最終報告書，2019.2