

5. 維持管理小委員会報告

5.1. はじめに

維持管理小委員会では、公共事業のアセットマネジメントの必要性が謳われ始めたことを背景にして、2005年度から2016年度（4～7期）にわたって、主に地下空間（トンネル）を対象としたアセットマネジメントに関する調査研究を実施してきた。これらの調査研究では、国内を中心として自治体等の地下空間のアセットマネジメントにかかわる実態を調査するとともに、地下構造物の維持管理マネジメントに焦点をあて、要求性能の規定化とそれに基づく維持管理マネジメントのアプローチ手法を検討した。そして、これらの研究成果をとりまとめ、地下空間・ライブラリー第1号「地下構造物のアセットマネジメント導入に向けてー」を発行した（2015年2月27日発行）。また、地方都市におけるセミナーの開催、土木学会全国大会における研究討論会の実施を通じて、研究成果を積極的に外部発信することにより、広く地下空間に携わる技術者、特に地方都市における維持管理業務に携わる技術者の啓発を行ってきた。さらに、2014年12月に、土木学会が第三者機関として社会インフラの健康診断を行い、その結果を公表し解説することにより社会インフラの現状を広く国民に理解してもらい、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ことを目的とし設置された「社会インフラ健康診断」特別委員会から「道路分野（トンネル）」を委託され、維持管理小委員会に設置されたWGにより、インフラ健康診断書のとりまとめ作業を行った。なお、それらは年毎にデータが追加され、それらのデータを加味した再評価を継続的に実施している。

今期（8期）は、社会インフラ施設に対するアセットマネジメント手法の適用に関する社会のニーズおよびそれらに対する土木学会としての動向を踏まえ、前述した前期（7期）の研究テーマを継続し、研究活動を行った。

5.2. 委員会活動内容

5.2.1. 研究テーマ

国際標準・アセットマネジメントシステムに対応した実践マネジメントシステムの構築を目的とし、主に以下のテーマについて研究活動を行った。

- ・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

5.2.2. 研究の進め方

5.2.2.1. WGの設置

研究テーマについて、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目的で、委員会内に以下の4WGを設置し研究活動を行った。

- ・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

5.2.2.2. 話題提供の実施

委員会開催時に維持管理の最新トピックスについて各委員に話題提供していただき、ディスカッションすることにより、委員間のトピックスの共有および知識の深度化を図った。

5.2.2.2. 維持管理セミナーの開催

委員会における最新の研究成果（委員により話題提供されたトピックスを含む）を、地方都市へ外部発信することを目的に、セミナーを開催した。今期は、6 地方都市（広島市、仙台市、岐阜市、名古屋市、金沢市、郡山市）において延べ 8 回のセミナーを開催し、838 名もの技術者に参加していただき、技術交流を行うことができた。

5.2.2.3. 土木学会「社会インフラ健康診断」への対応

2017 年度から 2019 年度のインフラ健康診断書（道路部門：トンネル）を公表した。なお、2019 年度（2020.6 公表）においては、2014 年から始まった 5 年に一度の点検が 2019 年 3 月に一巡したことに伴い、それらの分析結果が総括して公表され、トンネルの健康度の維持・向上のための処方箋が示されている。詳細については、道路システムリスクWGの研究成果を参考にされたい。

5.3. WG 活動内容

5.3.1. 道路トンネルシステムリスクWG

5.3.1.1. 研究目的と方針

本WGの活動目的は、以下の通りである。

- ・国土交通省が公表する道路メンテナンス年報、自治体の道路メンテナンス会議、その他道路事業者の報告書等を用いて、道路トンネルの点検計画とその進捗について確認し、小委員会に報告する。
- ・収集した上記データを用いて、道路トンネルの健康診断を行い、小委員会に報告する。さらに、その結果を維持管理小委員会案として土木学会「社会インフラ健康診断」特別委員会、同幹事会に報告し、幹事会および委員会意見を踏まえた修正を行い完成させる。
- ・小委員会が主催するセミナーにおいて、上記研究成果を発表する。

土木学会が実施する「社会インフラ健康診断」およびそれに至るさまざまな取組み、背景となる社会情勢について、以下に概括する。

土木学会は、2007 年度の活動において会長提言特別委員会「インフラ国勢調査部会」を組織し、土木学会が公正な専門家としての立場から科学的・技術的視点に立ったインフラの姿である「インフラの国勢調査 一体力測定と健康診断」を行い国民に客観的に現状を示すことで国民のインフラへの誤解を解き、国民がインフラに対しより適切な判断を可能ならしめることができるとした。2012 年 12 月に中央自動車道笹子トンネル天井板落下事故が発生し、社会のインフラ維持管理に対する関心が高まった。土木学会は、2013 年 7 月に「社会インフラ維持管理・更新の重点課題への取組み戦略」を公表、社会インフラの管理状況に関する評価を行い、地域住民と情報を共有するとともに、財源を含めた維持管理・更新の必要性の国民へのアピールに活用するとした。

2014 年 6 月には、国土交通省が「道路トンネル定期点検要領」を公表および実施（2019 年 3 月改訂）し、国内すべての道路トンネルが同じ評価基準で点検される条件が整うとともに、各都道府県で道路メンテナンス会議が始動、5 年間ですべての道路トンネルを点検する計画立案とともに、年度ごとの点検結果の公表が実現した。

これを受けて土木学会では、2014 年 12 月に「土木学会が第三者機関として社会インフラの健康診断を行い、その結果を公表し解説することにより、社会インフラの現状を広く国民に理解してもらい、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こと」を目的として「社会インフラ健康診断」特別委員会を設置し、点検データ整備が比較的進んでいる道路部門からインフラ健康診断を行うこととして、2016 年 5 月に「道路部門試行版」を公表した。

以後、土木学会は毎年 6 月に試行版の更新を行うとともに、公表部門の拡大を実施、2020 年 6 月公表予定の最新版では、道路部門（橋梁、トンネル、舗装）、河川部門、港湾部門、水道部門、下水道部門、鉄道部門を公表することとなっている。

5.3.1.2. 現状の研究成果

本WGでは、以下の研究を実施した。

- ・2019 年度公表データまでの各年公表データに基づく道路トンネルの点検計画とその進捗についての確認、全体および管理者別の施設健康度分析、維持管理体制の評価
- ・2019 年度公表データまでの5 年分（1 巡完了）のデータを用いた全体評価
- ・上記を用いた「社会インフラ健康診断」における道路トンネル評価案の作成および対処方法（処方箋）の提案

以下、それぞれについて、研究成果の概要を示す。

(1) 2019 年度公表データまでの各年公表データに基づく道路トンネルの点検計画とその進捗についての確認

2014 年度に公表された「道路トンネル定期点検要領」に基づき点検された 2018 年度（H30 年度）までの点検結果が国土交通省ホームページ「道路メンテナンス年報」（2019 年 8 月公表）において公表されており、図 5.3.1.1 に示すとおり、橋梁、トンネル、道路附属物の年度ごと点検実施率を見ることができる。

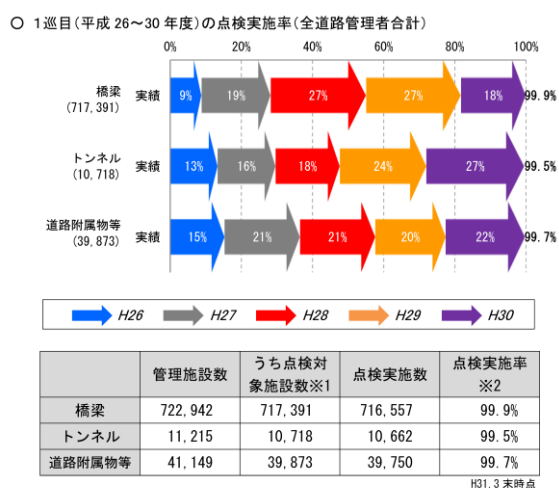
道路トンネルの点検実施率は 99.5%であり、ほぼ当初目的である 5 年間ですべての施設を点検するという目標は達成された。しかし、管理者別に年度ごと点検実施結果をみると、市区町村監理の道路トンネルでは最終年度に全体の 55%をまとめて点検しており、目標達成には至ったものの、2 巡目に予断を許さない結果となっている。

道路メンテナンス年報では、図 5.3.1.2 に示すとおり、修繕実施状況についても公表されている。これによると、判定区分Ⅲ（早期措置段階）、Ⅳ（緊急措置段階）に分類されたトンネルの修繕着手率は 36%、Ⅱ（予防保全段階）のトンネルでは 9%であり、予防措置段階にある施設への措置にまで手が回っていないことが分かる。管理者別では国、高速道路会社のⅢ、Ⅳ区分について H26、H27 点検分への修繕着手が 80%以上（高速道路会社は H26-H28 年度）であるのに対して、地方公共団体は 50%未満であり修繕着手が遅れている状況である。また、判定区分Ⅱのトンネルへの措置については、国土交通省以外は進んでいない。

全道路管理者の県別修繕着手率も公表されており、国・高速道路会社の修繕着手率が高いことを加味すると、地方自治体の着手率が高い県として、広島県(82%)、高知県(70%)、佐賀県(70%)、福井県(68%)、神奈川県(61%)などが読み取れ、一方で着手率の低い県として奈良県(2%)、埼玉県(11%)、岐阜県(12%)などが読み取れる。ただし各県自治体が管理する道路トンネル本数には 0~200 本以上と大きな差があり、必ずしも取組み熱意と整合しない点があることを意識する必要がある。

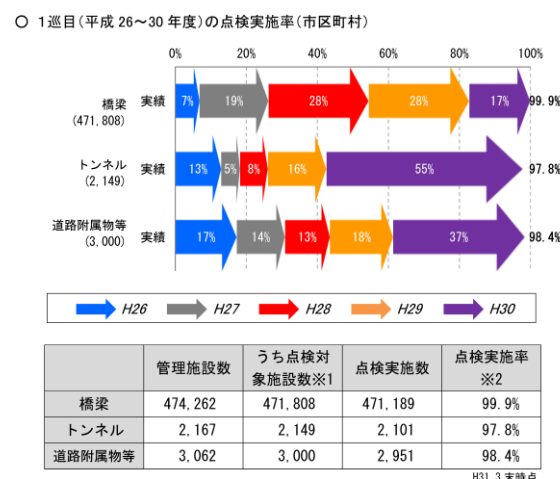
判定区分Ⅳとされた道路トンネルは、国土交通省管理 3 本（いずれも関東地整）でいずれも修繕済み、県管理 12 本（修繕済み 10 本、廃止予定 1 本、未定 1 本）、市区町村管理 50 本（修繕済みおよび修繕中・予定 17 本、廃止および廃止予定 28 本、未定 5 本）であり（廃止には既に全面通行止めとなっていたものを含む）、この期に施設廃止という選択を採る自治体が多いことも特徴であり、道路トンネルは迂回路がないことから施設廃止が難しいと考えられてきたのが、そうでもない結果となっていることが分かる。

維持管理体制については、道路メンテナンス年報には記載がないが、2012 年、2013 年および 2018 年に実施された自治体アンケート、県別の道路メンテナンス会議の報告などから窺えるのは、道路維持管理を担当する自治体インハウス技術者の不足と、点検や修繕などを担当する実務者（コンサルタント、施工者など）の人員不足と技術不足であり、これらはこの 5 年間であまり改善されていないように見られる。



※1:平成 31 年 3 月末時点での施設数のうち、供用後 5 年以内などを除いた施設
 ※2:点検対象施設を分母とした点検実施施設の割合

図 5.3.1.1 2018 年度までの点検実施結果
 (出典：道路メンテナンス年報 R1/8 月)



※1:平成 31 年 3 月末時点での施設数のうち、供用後 5 年以内などを除いた施設
 ※2:点検対象施設を分母とした点検実施施設の割合

図 5.3.1.2 2018 年度までの市区町村管理の施設における点検実施結果
 (出典：道路メンテナンス年報 R1/8 月)

(2) 5 年分(1 巡完了)のデータを用いた全体評価

道路トンネルの施設健康度評価は、インフラ健康診断道路部門の一部となっており、評価方法について橋梁との整合を確認する必要があるとともに、これまで公表してきた 4 箇年分との連続性を考慮する必要がある。1 巡目総括となる 2019 年度の評価方法の基本方針は以下とした(表 5.3.1.1)。

A. 評価方法の方針

- ・原則として、橋梁と同じ考え方・評価方法とする。
- ・全国の道路トンネルの点検結果(5 年間分)に対して評価する。
- ・都道府県別(県政令市と市町村を分けて)の健全度評価も試みる。また、都道府県別(県政令市と市町村を分けて)の修繕実施率の評価についても橋梁との整合を考慮して検討する。
- ・健全度の評価方法は、従来通りとする。
- ・維持管理体制の評価方法の項目は変更しない。項目重みは 2019 年度公表から重み付けを変更し、体制管理の重みを小さくし、管理者体制の重みを大きくする。
- ・加えて維持管理体制の補修実施率は、健全度判定Ⅲ・Ⅳに対する対策の実施(事後対策)とⅡに対する対策の実施(予防対策)とを分けて評価する。
- ・維持管理体制のサステナブル計画と実行は、個別施設計画の策定状況を考慮する。

表 5.3.1.1 健康診断評価方法の基本方針（2019 年と 2020 年の変化）

指標重み	損傷度	通行止め・規制率	供用年数	損傷進行度 (橋梁で検討)	補修実施率 (トンネルのみ)
2019 年度	7.0	1.0	1.0	—	1.0
2020 年度	7.0	1.0	1.0	—	1.0

指標重み	体制管理					管理者の運営体制							
	初期状態 の保存	点検診 断結果 の保存	補修結果 の保存	情報参照 システム	情報公開	計画的 な点検 実施	計画の妥 当性	点検診断 体制	保守検 討体制	補修実施率		サステイ ナブル計 画と実行	地域の支 援体制
										II	III ・ IV		
2019 年度	1.0	1.0	1.0	0.0	1.0	2.5	1.0	0.0	0.0	2.5		0.0	0.0
2020 年度	1.0	1.0	1.0	0.0	1.0	2.0	0.0	0.0	0.0	1.0	2.0	1.0	0.0

B. 健康診断（5 年分）の根拠となる分析データ（表 5.3.1.2）

表 5.3.1.2 健康診断評価の基本データ（5 箇年分の経年変化）

平成26年度 点検結果<トンネル>【管理者ごと】

管理者	管理 トンネル数	H26 点検計画数	点検実施 トンネル数	点検実施率 (%)	点検計画数 H26の割合	H26計画点検 実施率(%)	判定区分(トンネル数)				判定区分(%)			
							I	II	III	IV	I	II	III	IV
国交省	1459	328	323	22.1%	22.5%	98.5%	10	193	117	3	3.1%	59.8%	36.2%	0.9%
高速・都市間	1787	330	323	18.1%	18.5%	97.9%	2	193	128	0	0.6%	59.8%	39.6%	0.0%
高速・都市内	101	15	14	13.9%	14.9%	93.3%	0	12	2	0	0.0%	85.7%	14.3%	0.0%
都道府県	5267		502	9.5%	13.0%	80.0%	5	246	249	2	1.0%	49.0%	49.6%	0.4%
市町村	2259	978	279	12.4%			17	123	131	8	6.1%	44.1%	47.0%	2.9%
合計	10873	1651	1441	13.3%	15.2%	87.3%	34	767	627	13	2.4%	53.2%	43.5%	0.9%

平成26+27年度 点検結果<トンネル>【管理者ごと】

管理者	管理 トンネル数	H26+H27 点検計画数	点検実施 トンネル数	点検実施率 (%)	点検計画数 H26+H27の割 合	H26+H27計画 点検 実施率(%)	判定区分(トンネル数)				判定区分(%)			
							I	II	III	IV	I	II	III	IV
国交省	1548	716	728	47.0%	46.3%	101.7%	21	436	268	3	2.9%	59.9%	36.8%	0.4%
高速・都市間	1788	796	812	45.4%	44.5%	102.0%	12	429	371	0	1.5%	52.8%	45.7%	0.0%
高速・都市内	101	31	30	29.7%	30.7%	96.8%	1	27	2	0	3.3%	90.0%	6.7%	0.0%
都道府県	5267		1276	24.2%	37.1%	65.3%	19	615	639	3	1.5%	48.2%	50.1%	0.2%
市町村	2259	1954	394	17.4%			23	188	170	13	5.8%	47.7%	43.1%	3.3%
合計	11009	3497	3240	29.4%	31.8%	92.7%	76	1695	1450	19	2.3%	52.3%	44.8%	0.6%

平成26+27+28年度 点検結果<トンネル>【管理者ごと】

管理者	管理 トンネル数	H26+H27+H28 点検計画数	点検実施 トンネル数	点検実施率 (%)	点検計画数 H26+H27+H28 の割合	H26+H27+H28 計画点検 実施率(%)	判定区分(トンネル数)				判定区分(%)			
							I	II	III	IV	I	II	III	IV
国交省	1585	962	1034	65.2%	60.7%	107.5%	29	630	372	3	2.8%	60.9%	36.0%	0.3%
高速・都市間	1855	1142	1173	63.2%	61.6%	102.7%	38	639	496	0	3.2%	54.5%	42.3%	0.0%
高速・都市内	104	69	54	51.9%	66.3%	78.3%	2	50	2	0	3.7%	92.6%	3.7%	0.0%
都道府県	5136		2353	45.8%	64.1%	90.4%	58	1094	1103	8	2.5%	46.5%	46.9%	0.3%
市町村	2471	3292	624	25.3%			29	304	266	16	4.6%	48.7%	42.6%	2.6%
合計	11151	5465	5238	47.0%	49.0%	95.8%	156	2717	2239	27	3.0%	51.9%	42.7%	0.5%

平成26+27+28+29年度 点検結果<トンネル>【管理者ごと】

管理者	管理 トンネル数	H26+H27+H28 +H29 点検計画数	点検実施 トンネル数	点検実施率 (%)	点検計画数 H26+H27+H28 +H29の割合	H26+H27+H28 +H29計画点 検 実施率(%)	判定区分(トンネル数)				判定区分(%)			
							I	II	III	IV	I	II	III	IV
国交省	1610	1219	1355	84.2%	75.7%	111.2%	50	844	458	3	3.7%	62.3%	33.8%	0.2%
高速・都市間	1846	1451	1482	80.3%	78.6%	102.1%	41	829	612	0	2.8%	55.9%	41.3%	0.0%
高速・都市内	104	94	79	76.0%	90.4%	84.0%	2	74	3	0	2.5%	93.7%	3.8%	0.0%
都道府県	5136		4046	78.8%	90.1%	108.6%	88	2054	1803	11	2.2%	50.8%	44.6%	0.3%
市町村	2471	4630	984	39.8%			39	491	422	23	4.0%	49.9%	42.9%	2.3%
合計	11167	7394	7946	71.2%	66.2%	107.5%	220	4292	3298	37	2.8%	54.0%	41.5%	0.5%

平成26+27+28+29+30年度(1巡目) 点検結果<トンネル>【管理者ごと】

管理者	管理 トンネル数	点検対象施設 数	点検実施 トンネル数	管理トンネル に対する点検 実施率(%)	点検対象に 対する点検実 施率(%)	H26点検計画 に対する点検 実施率(%)	判定区分(トンネル数)				判定区分(%)			
							I	II	III	IV	I	II	III	IV
国交省	1647	1481	1481	100.0%	89.9%	101.5%	52	1009	526	3	3.5%	68.1%	35.5%	0.2%
高速・都市間	2008	1848	1848	100.0%	92.0%	97.8%	44	1036	688	0	2.5%	58.6%	38.9%	0.0%
高速・都市内							6	101	8	0	5.2%	87.8%	7.0%	0.0%
都道府県	5393	5240	5232	98.8%	97.0%	97.4%	113	2860	2348	12	2.1%	53.6%	44.0%	0.2%
市町村	2167	2149	2101	97.8%	97.0%		67	1158	811	50	3.2%	55.5%	38.9%	2.4%
合計	11215	10718	10662	99.5%	95.1%	98.0%	282	6164	4381	65	2.6%	57.8%	41.1%	0.6%

数値はすべて道路メンテナンス年報による

健康診断の評価結果（評価シート）は、表 5.3.1.3 のとおりである。

表 5.3.1.3 健康診断評価結果

a. 施設健康度

道路部門・トンネル 評価表(案) WG試案 2019/11/08—— 2017年度の手法+補修実施率で、5年分データを考察															
施設健康度(現在の健康状態) (100点満点)												個別成績		評価 A~E	
損傷度			通行止め・ 規制率			供用年数			損傷進行度		補修実施率				
(重み) 7.0			1.0			1.0					1.0				
	点検結果	評点	重み付き評点	点検結果	評点	重み付き評点	点検結果	評点	重み付き評点		評点	重み付き評点			
国管理	35.7%	7	49	0.2%	10	10	31.1	7	7	今回は評価しない	7	7	73	C	
県管理	44.3%	6	42	0.2%	10	10	35.3	7	7		5	5	64	D+	
市町村管理	41.3%	6	42	2.4%	4	4	47	6	6		1	1	53	D-	
都市高速	7.0%	10	70	0.0%	10	10	31.7	7	7		7	7	94	A	
高速道路	38.9%	7	49	0.0%	10	10	26.6	8	8		7	7	74	C	
全体	41.7%	6	42	0.6%	9	9	35.1	7	7		2	2	60	D	
評価点															
1巡目(5年分)点検結果のⅢ・Ⅳの比率により決定 H28公表データにより見直し				1巡目(5年分)点検結果による 判定ⅣのTN数を考慮				1巡目(5年分)点検結果を2019年の 供用年数で計算				1巡目(5年分)点検結果を補修実施率判断 ルールにて評価、都市高速と高速道路は、 同じ値を採用			

Letter Grade	Percent Grade
A+	97-100
A	93-96
A-	90-93
B+	87-89
B	83-86
B-	80-82
C+	77-79
C	73-76
C-	70-72
D+	64-69
D	58-63
D-	51-57
F	Below 50

※ASCEの基準にて試行

b. 管理する体制

健康を管理する体制 (100点満点)									
情報管理 (40点)									
建設初期状態の保存		点検診断結果の保存		補修結果の保存		情報参照 システム		情報公開	
(重み) 1		1		1		0.0		1.0	
評点	重み付き評点	評点	重み付き評点	評点	重み付き評点			結果	評点
国管理	10	10	10	10	10			100.0%	10
県管理	9	9	7	7	7			100.0%	10
市町村管理	6	6	2	2	2			100.0%	10
都市高速	10	10	10	10	10			100.0%	10
高速道路	10	10	10	10	10			100.0%	10
全体	9	9	7	7	7			100.0%	10

H24.12、H25.02のアンケート調査結果(国交省)に基づくもので、変更しない。

「道路メンテナンス会議」により、原則公開されたことを反映

管理者の運営体制 (60点)														
計画の点検実施										管理の現状				
計画の妥当性														
0.0														
点検計画(年度/項目)		実施率		評点		重み付き評点		2019年度点検計画数		施設数		点検率		再評価
点検計画(年度/項目)	点検実施	実施率	評点	重み付き評点	2019年度点検計画数	施設数	点検率	重み付き評点	2019	評点	実施率	評点	重み付き評点	
1481	1481	100.0%	10	20	1457	1459	99.9%	10	0	29%	2	2	64%	6
5240	5232	99.8%	9	18	7480	7530	99.3%	10	0	5%	0	0	26%	2
2149	2101	97.8%	9	18	1888	1889	99.9%	10	0	6%	0	0	18%	1
1848	1848	100.0%	10	20	10825	10878	99.5%	10	0	4%	0	0	72%	7
10718	10662	99.5%	9	18	0	0	0	0	9%	0	0	0	36%	3
評価点										H26年度の点検実施状況との比較				

H26年度の点検実施状況との比較

c. 補修実施率（2019 から施設健康度導入）

補修実施率の評価(1巡目5年分/2019年報データ)

判定区分	Ⅱ				Ⅲ				Ⅳ				補修実施率評点 (100点満点)	補修実施率評点 (10点満点)
判定結果への重み	2				3				5					
	要対策数	実施数	実施率	評点	要対策数	実施数	実施率	評点	要対策数	実施数	実施率	評点		
国管理	932	267	28.6%	2	518	332	64.1%	6	3	3	100.0%	10	72	7
県・政令指定都市管理	2776	147	5.3%	0	2334	610	26.1%	2	12	10	83.3%	8	46	5
市町村管理	1176	73	6.2%	0	807	143	17.7%	1	50	11	22.0%	2	13	1
都市高速	1106	48	4.3%	0	692	495	71.5%	7	0	0		10	71	7
高速道路														
全体	5990	535	8.9%	0	4351	1580	36.3%	3	65	24	36.9%	3	24	2

この結果、道路管理種別ごとの経年変化は表 5.3.1.4 のとおりとなった。

表 5.3.1.4 健康診断評価結果（管理者種別ごとおよび全体の経年変化）

	国管理の 道路	都道府県・ 政令指定 都市管理 の道路	市区町村 管理の道 路	高速道路 (株)管理の 都市内道 路	高速道路 (株)管理の 都市間道 路	全管理者
2016	C	D	D	C	C	D →
2017	C	D	D	A	C	D →
2018	C	D	D	A	C	D ↘
2019	C	D	D	A	C	D →
2020	C	D	D	A	C	D ↘

C. 地域別評価の実施

2019 年度までの 1 巡データを用いて、2019 年度評価では新たな取り組みとして地域別評価の可能性を検討した。道路メンテナンス年報の個別施設データには、施設所在地および施設管理者が添えられているので、これを活用してこれまでの全体評価を同じ手法により施設健康度の地域別評価を実施した。例えば、国土交通省であれば地方整備局ごとの管理本数と施設健康度をグラフ化することが可能である（図 5.3.1.3）。

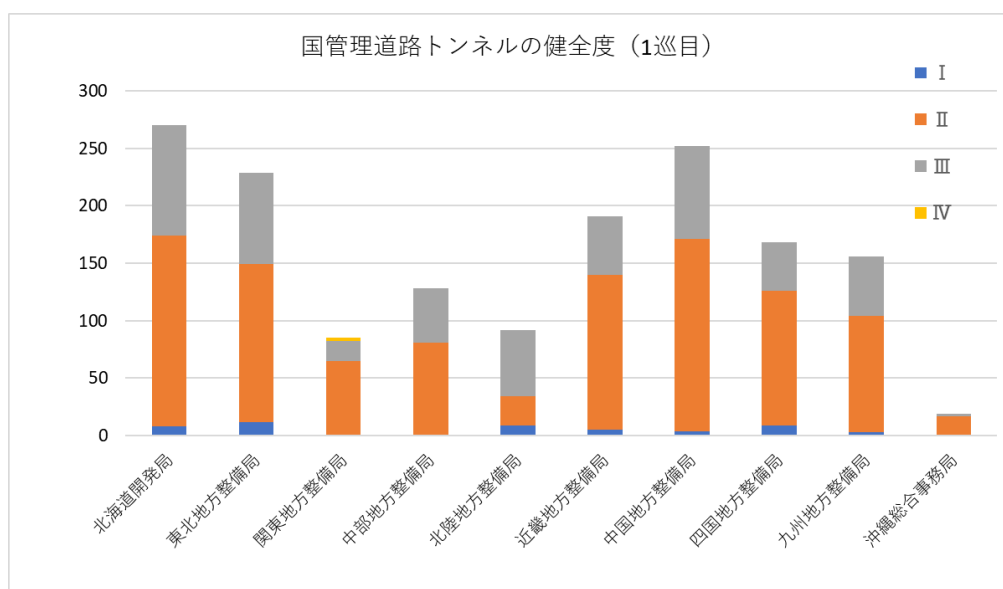


図 5.3.1.3 地方整備局ごとの国土交通省管理のトンネル施設健康度

同様に、地方自治体管理のトンネルについて、管理者ごとの平均施設健康度による順位付けも可能である。実施例として管理本数 10 本以上の都道府県・政令指定都市（道路公社含む）および市町村の上位、下位を抽出する（表 5.3.1.5）。

表 5.3.1.5 地方自治体別の道路トンネル健康度上下位

10本以上管理している都道府県・政令市（公社等含む）					10本以上管理している市町村				
順位	管理者名	管理本数	成績	ランク	順位	管理者名	管理本数	成績	ランク
1	北九州市	37	98	A+	1	神奈川県鎌倉市	11	96	A
2	横浜市	39	96	A	2	静岡県袋井市	12	96	A
3	横須賀市	39	95	A	3	千葉県いすみ市	17	96	A
4	京都市	19	95	A	4	千葉県大多喜町	25	90	A-
5	福岡北九州高速道路公社	19	95	A	5	千葉県南房総市	19	90	A-
6	岡山市	14	90	A-	6	高知県の町	12	89	B+
7	茨城県	18	84	B	7	熊本県山都町	15	88	B+
8	佐賀県	14	84	B	8	千葉県鴨川市	14	88	B+
9	栃木県	59	84	B	9	千葉県勝浦市	31	88	B+
10	兵庫県	100	84	B	10	静岡県下田市	11	87	B+
53	宮崎県	123	55	D-	32	長崎県対馬市	19	48	E
54	仙台市	10	55	D-	33	宮崎県延岡市	10	41	E
55	群馬県	63	48	E	34	大分県佐伯市	31	38	E
56	滋賀県	49	48	E	35	群馬県上野村	11	35	E
57	徳島県	97	48	E	36	和歌山県田辺市	13	33	E
58	神戸市	33	47	E	37	愛知県設楽町	10	29	E
59	富山県	45	47	E	38	京都府舞鶴市	10	27	E
60	福井県	133	47	E	39	愛媛県宇和島市	10	25	E
61	埼玉県	30	35	E	40	岐阜県高山市	11	19	E
62	新潟県	205	34	E	41	徳島県那賀町	11	19	E

インフラ健康診断書では、これらランキング結果を日本地図の県別色分け図（図 5.3.1.4）で表現した。

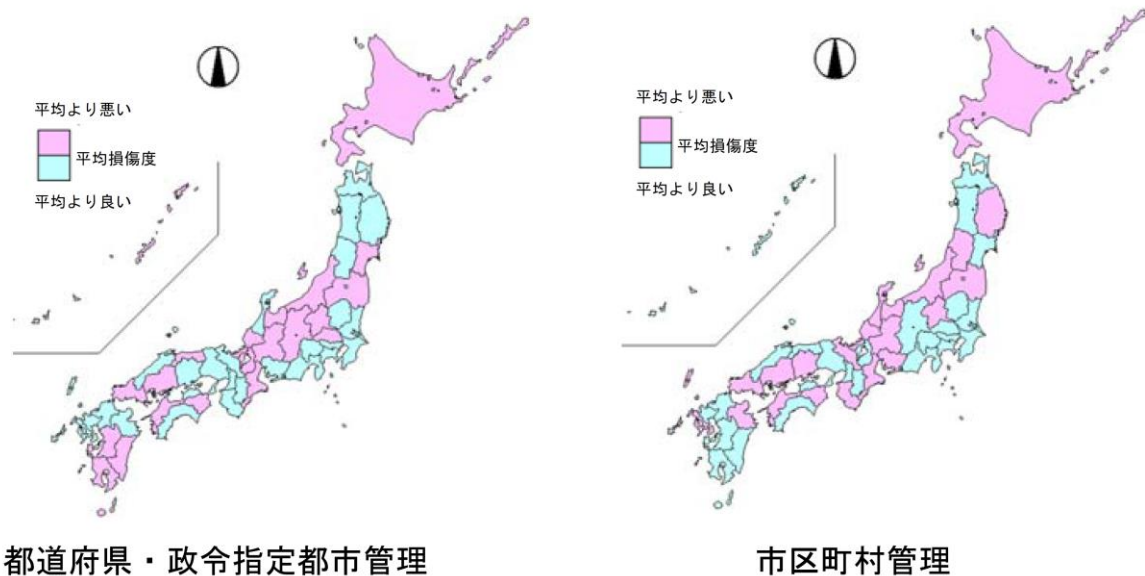


図 5.3.1.4 地方自治体の道路トンネル施設健康度

(3) トンネルの健康度の維持・向上のための処方箋

インフラ健康診断書として取りまとめるにあたり、道路トンネルの健康度を維持向上させるための具体的な措置について処方箋として取りまとめた。

- ・施設管理者は、緊急・早期に措置を講ずべきと判定されたトンネルの修繕に速やかに着手する。また、計画的に予防保全的な措置も併せて進めていく。
- ・施設管理者および点検者は、建設後 1～2 年の間に実施する初回点検の結果がその後の定期点検結果の解釈に重要であることを意識し、初回点検の信頼性を高める努力をする。さらにコンクリートの覆工面だけでなく、落下につながる照明など附属施設の点検の重要性であることを意識し部材の腐食などにも目を向ける。
- ・施設管理者は、中期的・継続的にトンネルの健康度を保つため、現在は不足している維持管理予算の確保を行う必要がある。さらに、国・地方自治体、地域の産学や土木学会などとの連携を促進、点検・診断・措置を行う技術者の人材育成を実施する必要がある。
- ・国は、基準・要領などを適切に整備するとともに、施設管理者の財源が安定的に確保されるように必要な制度設計を行う。
- ・住民は、管理者のインフラ長寿命化への取り組みを理解し、安全・安心なインフラの維持に努めるという意識を国民全体で共有することが重要である。その上で、点検や修繕工事へ協力するとともに、漏水・つらら・付属設備など状態変化の気づきを管理者に知らせるなど、日常的な維持管理のサポートを行う。
- ・土木学会は、施設管理者、国・自治体、住民や産学の連携を促進するとともに、研究者や実務者、一般市民の知識・経験識を深めるための活動を積極的に行う。

5.3.2. 鉄道トンネルシステムリスクWG

5.3.2.1. 活動目的と方針

日本の鉄道は 1872 年（明治 5 年）の新橋～横浜間の開業後、日本全国に整備され、ネットワークを成す社会基盤となっている。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。その一方で、わずか数十年前の高度経済成長期に急速に整備された構造物の中には、その品質が必ずしも十分でないものも少なくない¹⁾。

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願い、2016 年からインフラ健康診断書を一部の部門で公表を始めた。また、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²⁾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。一方、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。

鉄道トンネルシステムリスクWG（鉄道WG）では、前期（第 7 期）よりインフラ健康診断について検討を重ねてきたが、健康診断に必要な維持管理の各種データは鉄道事業者の経営判断指標の一部であるとの認識から、独自のインフラ健康診断書の作成は実施しない方針としている。

以上を背景に、第 8 期の鉄道WGでは、「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。また、海外との比較のため、日本の現状の再確認を行った。

5.3.2.2. 海外との比較のための日本の現状の再確認

(1) 日本の鉄道構造物のメンテナンスの現状

日本の鉄道構造物は、100 年を超える長期にわたって使用されているものもある。メンテナンスの現状は以下の通りと思われる。

A. メンテナンスの基本的な考え方

- ・代替輸送の確保が難しく、特に主要線区での列車を抑止した大規模工事が困難といった施工環境や、保守・更新工事が列車が走行しない夜間の短時間の列車間合いに限られる等の条件により、新設時と比較して、取替えや大規模な部材交換等の工事は莫大な費用が必要である。このため、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。

B. 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。

C. 安全・安定輸送の確保と民間企業としての取組み

- ・鉄道事業者は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行うことで、明治以来 100 年以上の間、構造物を維持管理し、列車輸送を支え続けている。
- ・多くの事業者が民間企業としてこれらを実現している。

D. 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により、メンテナンスを取り巻く環境は大きく変化している。
- ・社会からの要求レベルは高まり、メンテナンスの作業総量は増加するが、投入できる予算は大幅に増加する見込みは少なく、メンテナンスに関わる技術者の確保も困難となることが予想される。
- ・各鉄道事業者において、メンテナンスのあり方が企業経営・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る。

(2) 鉄道事業に関わる法令

鉄道事業は鉄道事業法に規定され、鉄道構造物の維持管理は鉄道に関する技術上の基準を定める省令（2005 年（平成 13 年）国土交通省令第 151 号）（技術基準省令）の第 87 条に鉄道施設の保全として規定されている。その具体的な方法として、構造物の保全については鉄道構造物等維持管理標準³⁾（2007 年（平成 19 年）1 月）（維持管理標準）によることとされている。

鉄道事業者は、この省令により構造物のメンテナンスを行っているが、その健全度、補修・補強状況等について外部公表は行っていない。鉄道事業の監督官庁である国土交通省は、鉄道事業者に対して行う保安監査を通じて、構造物のメンテナンスに必要な体制・システムの構築と運用状況を確認している。

(3) トンネルの検査に関わる技術基準

維持管理標準は鉄道構造物に対する検査手法や健全度の判定、必要に応じて行う措置、記録等の一連のメンテナンスに関する基本的な考え方を示したものである。

検査は構造物の変状等を抽出することを目的とした通常全般検査と構造物の健全度の判定の精度を高めることを目的とした特別検査を中心としている。通常全般検査は、目視により 2 年ごとに行うことを基本としている。特別全般検査は入念な目視や打音調査により行われ、トンネルでは検査の周期が決められており、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。

検査の結果の評価について、構造物に生じる変状は部材の一部に発生するものから構造物全体にわたるものまで、その種類と程度は多種多様であり、それぞれの変状が構造物の性能低下にどのように影響するのかを判定・把握することは容易ではない。また、適切なメンテナンスを行うためには、変状原因の推定や変状の予測を行い、それらの情報を含めて総合的に判断を行う必要があり、構造物の健全度ならびにトンネルのはく落に関する状態について標準的な判定区分を原則用いることとしている。構造物の健全度は、変状の程度が重大で緊急に措置を必要とするもの（AA）から健全なもの（S）までの 6 段階に区分され、はく落については近い将来、安全を脅かすはく落が生じるおそれがあり、措置が必要なもの（α）から安全を脅かすおそれがないもの（γ）までの 3 段階に区分されている。

5.2.3.3. 海外での健康診断事例等

鉄道ネットワークが存在する主要国（米国、英国、フランス、ドイツ）を対象とし、健康診断事例や鉄道の運行形態、代表的な鉄道事業者、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。なお、トンネルライブラリー第 14 号・トンネルの維持管理⁴⁾の参考資料に海外のトンネルのメンテナンス事例の記載があるので参考としている。

(1) 米国

A. 鉄道事業の形態および代表的な鉄道事業者の概要

a. 旅客鉄道の概要

都市間旅客鉄道（全国鉄道）、地方鉄道、都市鉄道に大きく区分される。以下、都市間旅客鉄道の代表として、Amtrak 社の概要を示す。

- Amtrak 社は、1970 年の鉄道旅客事業法に基づき設立された米国鉄道旅客公社（National Railroad Passenger Corporation）である。
- Amtrak 社の営業路線延長は約 3 万 4,372km である。所有する線路延長は、ワシントン DC～ニューヨーク～ボストン間の約 734km（Northeast Corridor：北東回廊路線）である。その他の路線は、複数の民間貨物鉄道会社が所有・管理する線路を使用し、旅客鉄道を運行している。
- Amtrak 社は、APTA（American Public Transportation Association：全米公共交通連合）の fact book⁵⁾によると、2018 会計年度で連邦政府から 19.4 億ドルの補助金を得て旅客鉄道の運営を行っている。

一方で、地域鉄道および都市鉄道は、州政府、市・郡・町といった地方政府が責任を負うことが基本となっている。ほとんどの場合、政府直轄または公社形態で管理・運営されているが、Amtrak 社と契約し、運行を委託する場合もある。約 30 の路線で Amtrak 社が運営をしている⁵⁾。

b. 貨物鉄道の概要⁶⁾

貨物鉄道事業は、線路の所有・管理を民間事業者が行っている。以下に概要を示す。

- 年間の営業収入の規模により、1 級・2 級・3 級に区分されている。
- 1 級貨物鉄道は 2018 年現在で 7 社の民間会社で構成されている。2015 年には設備の維持管理、近代化、橋りょうの取替・輸送力の強化・連邦信号システムの採用等のシステム強化等に PPP（Public Private Partnerships）により 271 億ドルを投資している⁷⁾。
- 2 級・3 級の貨物会社にも公的資金が投入されている。

B. 鉄道に関する監督機関

連邦運輸省（US Department of Transportation：DOT）の内部機関の連邦鉄道局（Federal Railroad Administration：FRA）が主管である。事故調査や安全勧告は DOT からの独立機関である国家運輸安全委員会（National Transportation Safety Board：NTSB）が行っている。

C. 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。以下に概要を示す。

a. Infrastructure report card 2017, Rail⁸⁾

- 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。
- 図 5.3.2.1 に抜粋を示すが、B ランク（GOOD, ADEQUATE FOR NOW, 5 段階評価の高い方から 2 番目）の結果となっている。



図 5.3.2.1 Infrastructure report card

2017, Rail⁸⁾

- ・全体の論調としては、貨物輸送・旅客輸送ともに設備の状態を維持・向上させ、鉄道のネットワークとしての状態を上げるためには、定期的な公的資金の投入が必要ということがうかがえる。

b. 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⁹⁾。以下、貨物・旅客ともに 80 年以上の鉄道の歴史があるペンシルヴァニア州 (PA) の 2018 年度版¹⁰⁾の概要を示す。

- ・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。
- ・Freight Rail は B, Passenger Rail は C (Mediocre, Requires Attention のマイナス) の結果となっている。
- ・貨物鉄道、旅客鉄道ともに公的資金 (ACT 89 等) が投入されている。旅客鉄道については、大西洋側の路線に対して年間 15 億ドル (FY2017) の投資 (民間投資を含む可能性有) が行われた、との記載がある等、公的資金の投入の実績も公開されている。旅客鉄道全体としては 60%程度の路線で広範囲の rehabilitation が必要とされている。
- ・ペンシルヴァニア州の Penn DOT (Pennsylvania Department of Transportation) による報告書や連邦鉄道局の報告書、公表されている記事を情報源としているようである。
- ・75 名の civil engineers が健康診断を実施したとの記載があり、実名も公表されている。健康診断を実施した技術者が所属する組織として、Amtrak 社や Penn DOT が掲載されているので、公的資金を所轄する組織・部署の技術者が健康診断を行い、その結果を公表している可能性がある。

D. 鉄道事業に関わる法令

前述のように、米国では鉄道事業に多くの公的資金が投入されている。これは、陸上交通に関わる授權額を定めた長期予算法である FAST 法¹¹⁾ (the Fixing America's Surface Transportation Act : アメリカ陸上交通修繕法) が成立しているためと考えられる。この法律には、交通公社である Amtrak の運営方針や補助金、都市間輸送の政策方針等も含まれている。

E. トンネルの検査に関わる技術基準

トンネルの検査に関わる技術基準として、2005 Highway and Rail Transit Tunnel Inspection Manual¹²⁾が存在する。このマニュアルは、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态を評価する際に、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である。なお、同マニュアルは、2015 年に更新されているが、鉄道輸送トンネルの検査について改訂は行われていない模様である。以下、概要を示す。

a. 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 年ごとに検査を行う。これらの詳細検査は、毎日、毎週、または毎月のウォークスルー (一般検査) に追加されている。

b. 検査の項目 (What to Look For)

検査では、コンクリート、鉄骨、石材、および木材構造に共通する欠陥を特定するとされている。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、定期的に構造要素をハンマーで叩き、隠れている欠陥を特定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。

c. 構造物の状態の基準 (Condition Codes)

構造要素に見つかった欠陥 (量、種類、大きさ、場所、および要素が元の構造性能を保持している程度) は 9 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。この基準は、日本における維持管理標準の健全度に相当する評価基準を 9 段階で示したものである。また、これらの Rating は Cut-and-cover box tunnels (開削トンネル), Shotcrete inner liners (吹付け構造), Soft-ground tunnel liners (軟弱地盤のトンネル), Rock

tunnel liners (岩盤のトンネル), Timber liners (木製支保のトンネル) で区分されていることが特徴である。

(2) 英国

A. 鉄道事業の形態および代表的な鉄道事業者の概要

英国の鉄道事業は、運行と構造物の管理を分離する上下分離方式が一般的である。私鉄や地方自治体が管理する鉄道も存在するが、英国の鉄道ネットワークの大半を Network Rail 社（国有非公開責任保証会社）がメンテナンスしている¹³⁾。以下に Network Rail 社の概要を示す。

- Network Rail 社は英国のほとんどの鉄道インフラ（20,000 マイルの線路、30,000 の橋梁、数千の信号、トンネル、踏切、分岐器）を所有し、管理している。また、運行計画も担っており、20 の大型駅を運営している。
- Network Rail 社は公共セクターの会社であり、運輸省およびスコットランド交通局への説明責任を負っている。直接的な顧客は、旅客や貨物サービスを提供するために鉄道インフラを利用する事業者である。資金の大部分は政府からの補助金である一方で、近年はサードパーティーとの業務提携や所有する商業施設からの収益を増やしている。
- Network Rail 社は運輸省および Office of Rail and Road (ORR) と協働して、Strategic Business Plan for England & Wales for CP5 2014-19 という 5 か年計画¹⁴⁾（実施内容や予算）を定めている。また、財務管理や内部統制に関して、Network Rail 社と運輸省の関係は Framework Agreement に規定されている。
- ORR は独立して鉄道の安全や財務を規制する監督官庁であり、Network Rail 社は、5 か年計画ごとに ORR の財務審査を受ける。Network Rail 社が顧客や利用者のニーズに答えていることや、近隣住民への環境配慮について確認することとなっている。また、Network Rail 社は保健および安全に関する性能や管理について ORR の規定に従わなければならないとされている¹³⁾。

B. 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¹⁵⁾。

概要を以下に示す。

- STRATEGIC TRANSPORT に鉄道に関する記載があり、結果は図 5.3.2.2 のように GRADE B (ADEQUATE FOR NOW, 5 段階評価の高い方から 2 番目) であった。
- 線路や信号の故障が列車遅延の主要因となっているが、土工や構造物の問題により生じた遅延は 2012 年度において前年度のおよそ 3 倍にまで激増している。また、2013 年度の冬に生じた深刻な気象問題は、より強いレジリエンスが求められていることを浮き彫りにしたとされている。土工や鉄道橋の現況把握は、改善しているとはいえ、依然、不完全で不十分であるとされている。
- 2014 から 2019 の 5 か年計画 (Control Period 5) は概ね適切に設定されていると考えられ、ICE は以下の点を支持している。
 - 継続して効率性向上へ注力すること (2019 年までに 35 億ポンドのコスト削減)
 - 輸送能力改善・レジリエンス向上へのさらなる投資を必要とする。特に電化・信号改修、構造物や路盤のアセットマネジメント、戦略上重要な交通結節点への効果的なサポートを含む貨物輸送網の活用に対する投資を増やすこと。

C. NR 社のトンネルの検査体系

鉄道WG委員より、Network Rail 社の担当者に e-mail にて問い合わせ、以下の回答を得た。ただし、鉄道WGに公表できる資料等は規則によりないとのことであった。



図 5.3.2.2 THE STATE OF THE NATION, INFRASTRUCTURE 2014¹⁵⁾

- ・Network Rail 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。

また、上記の Network Rail 社のトンネルの検査に適用される技術基準¹⁶⁾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。トンネルについては、覆工の有無 (NR/L3/CIV/006/4A Lined Tunnels, NR/L3/CIV/006/4B Unlined Tunnels) で技術基準が区分されている模様である。

(3) フランス

A. 鉄道事業の形態および代表的な鉄道事業者の概要

フランスでは鉄道改革によりフランス国鉄が一旦上下分離方式となったが、2013 年の鉄道改革法案により上下一体となったグループに再編された。現在の SNCF (フランス国鉄) は、公共企業体であり、SNCF Réseau (構造物を保有を担当する主体：旧 RFF (旧フランス鉄道線路公社)) と SNCF Mobilites (運営を担当する主体：旧 SNCF) の 2 社が調整・統括する主体として、新しい SNCF が組織された。

B. その他

調査により、鉄道トンネル数は 1,576 本であり、延長は 656km であることがわかった。鉄道事業に関わる法令や、トンネル検査の技術基準は調査困難であった。

(4) ドイツ

A. 鉄道事業の形態および代表的な鉄道事業者の概要

ドイツで最大の鉄道事業者であるドイツ鉄道株式会社 (Deutsch Bahn : DB) について調査を行った。DB 社は、旧ドイツ連邦鉄道 (Deutch Bundesbahn : DB : 西ドイツ国鉄) と旧ドイツ国営鉄道 (Deutsch Reichsbahn : DR : 東ドイツ国鉄) を 1994 年 1 月 1 日に統合と同時に民営化させたものであり、運営組織である DB 社を親会社とし、旅客輸送、貨物輸送、インフラ管理を行うグループ会社を子会社として有している^{17), 18)}。ドイツでは、鉄道の上下分離を指向する EU 規則に基づき、線路・電路・駅をはじめとする鉄道施設の保有者 (EIU : 鉄道インフラ事業者) と運行事業者 (EVO : 鉄道運行事業者) とが区分されており、多くの線区で DB 系の DB Nets が EIU として施設を保有し、図 5.3.2.3 のように連邦鉄道庁がこれを監督している。DB 社の 2018 年末の営業キロは 33,400km である。経営指標等も公表され¹⁹⁾、経営状態は良好かつ安定的と投資会社から評価されている²⁰⁾。また、DB 社が保有するトンネル数は 739 本、総延長は 590.7km¹⁷⁾で、前年度比で若干増加している。



図 5.3.2.3 鉄道に関する組織と役割分担²²⁾

B. 鉄道に関する監督機関

2008 年2 月15 日 現在、ドイツにおいては交通に関する事項は、連邦交通建設都市開発庁 (Bundesministerium fur Verkehr, Bau und Stadtentwicklung) が所管している。鉄道はその中の鉄道局 (Eisenbahnen) が所管している²¹⁾。鉄道局は、8課 (鉄道政策、鉄道法規、連邦鉄道財産・連邦鉄道庁、投資計画・財政措置、近距離交通への助成、鉄道技術・運行の安全・環境保全、ドイツ鉄道株式会社 (DBAG) の監督、鉄道に関する総合調整) により組織されている。

C. 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、DB 社が欧州銀行監督機構（EBA）に提出した Leistung- und Finanzierungsvereinbarung Infrastrukturzustands- und -entwicklungsbericht（業績および資金調達に関する合意文書－鉄道施設の状態および整備に関する報告書－：以下 IZB）において表 5.3.2.1 の鉄道トンネルの健全度（表 5.3.2.2）の集計が公表されている¹⁷⁾、²³⁾。これによれば、DB 社のトンネルの健全度は、4 段階評価で、2018 年は延長比で 1.61、本数比では 1.83 と、前年より若干改善したと思われる。

D. 事業に関わる法令²⁰⁾、²⁴⁾

ドイツにおいて鉄道は専用軌道上を走行するものとされ、一般鉄道法（Allgemeines Eisenbahngesetz）が適用される。路面電車や地下鉄等の道路空間を利用し、設備や運行形態が道路交通の特質に適合するものは道路旅客輸送に区分され旅客輸送法（Personenbeförderungsgesetz：PBegG）の適用を受ける。

鉄道建設およびメンテナンス費用の予算根拠について、新築および大規模補修等の工事に対しては、連邦鉄道改築法（BSchWAG）の規定に基づき、連邦政府から3/4の補助金が充当され、DBは1/4を負担している。一方、維持・補修費用は、2009年から2013年では連邦政府からの拠出額が業務および資金計画に関する申し合わせ（LuFV）で年間25億ユーロと確定されており、DBの自己資金5億ユーロと合わせて年間30億ユーロが投資されていた。さらに、DB Netzeが提出したIZB 2018¹⁷⁾によれば、LuFVIIに基づき、2015年から2019年の5年間では11億ユーロを投資する計画であり、2018年度までに7.57億ユーロを投資した。

DBにおけるトンネル付替えおよび更新事業について、2016年から2018年の投資金額は年平均約5～6億ユーロで推移し、2018年は約3割をDB社の自己資金による投資としている。また、2019年から2023年の5か年の計画で約38億ユーロの投資が計画され、6割強をDB社の自己資金で投資する予定である¹⁷⁾、²³⁾。

E. トンネルの検査に関わる技術基準

鉄道トンネルの検査基準について、2018年7月のDB社員への聞き取り調査から、DB Netzが作成したガイドライン²⁵⁾に準拠していることがわかった。Deutsche Bahn AG、IZB 2018¹⁷⁾には、メンテナンスはDIN31051に準拠した図 5.3.2.4 のフローが示されている。

鉄道トンネルの検査方法は、聞き取り調査によると、検査班は4名（リーダー+3名）で構成し、自動測定装置を活用しているとのことであった。トンネルの健全度の判定区分についても、前述のガイド

表 5.3.2.1 DB 社が保有するトンネルの健全度の推移¹⁷⁾、²³⁾

西暦	全体の評価		健全度別トンネル延長割合(%)			
	延長比	本数比	1	2	3	4
2012	1.79	1.84	40.8	37.9	17.7	3.5
(中略)						
2017	1.65	1.85	38.3	42.4	16.3	3.2
2018	1.61	1.83	38.3	42.4	16.3	3.2
2018	本数		287	312	115	25

表 5.3.2.2 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。

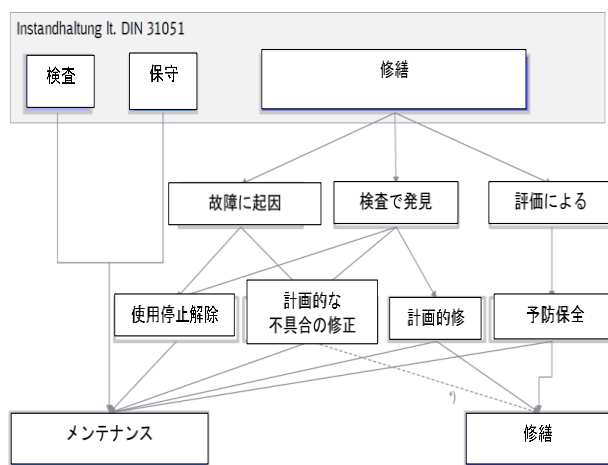


図 5.3.2.4 DIN（ドイツ工業規格）に記載のインフラのメンテナンスフロー

ライン²⁵⁾に記載があり、表 5.3.2.2 のような 4 段階評価としていることがわかった。また、ドイツの鉄道トンネルの検査周期は、年度ごとの検査数量から年 1 回と推測された¹⁷⁾。

5.2.4. 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が、これらの鉄道では公的資金が投入されていた。今回の調査では、結果の公表について法的な拘束の有無まで至っていないが、公的資金の投入に対する”Open to the public”の概念の表れと推測している。また、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。一方で、はく落に関する技術基準については今回の調査の範囲では確認できなかった。海外の鉄道の健康診断事例等の調査事例については、他に事例も見られないことから、今回の鉄道WGの調査結果の情報発信を検討したい。また、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。

日本の鉄道については、日々の鉄道トンネルのメンテナンスに関する話題に加え、メンテナンスを取巻く社会環境の変化に対する調査研究や技術支援の要望が高まると想定される。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。

【参考文献】

- 1) 土木学会メンテナンス工学連合小委員会編：社会基盤メンテナンス工学，東京大学出版会，2004.
- 2) 土木学 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 HP（2020. 4. 30 閲覧）
URL:<http://committees.jsce.or.jp/chair/node/23>
- 3) 国土交通省鉄道局監修・鉄道総合技術研究所編：鉄道構造物等維持管理標準・同解説（構造物編），トンネル，2007. 1.
- 4) 土木学会トンネル工学委員会技術小委員会維持管理部会：トンネルライブラリー第 14 号 トンネルの維持管理，2005. 7.
- 5) APTA (American Public Transportation Association) HP（2019. 4. 12 閲覧）URL：
<https://www.apta.com/researchtechnical-resources/transit-statistics/public-transportation-fact-book/>
- 6) AAR (Association of American Railroads) HP（2019. 4. 12. 閲覧）
URL:<https://www.aar.org/background-papers/>
- 7) AAR (Association of American Railroads) HP（2019. 4. 12 閲覧）
URL:<https://www.aar.org/data/public-private-partnerships/>
- 8) ASCE HP, Infrastructure Report Card 2017（2019. 4. 12 閲覧）
URL:<https://www.infrastructurereportcard.org/>
- 9) ASCE HP, State Infrastructure Facts（2019. 4. 12 閲覧）
URL:<https://www.infrastructurereportcard.org/state-by-state-infrastructure/>
- 10) ASCE HP, Pennsylvania 2018 Report（2019. 4. 12 閲覧）
URL:<https://www.infrastructurereportcard.org/state-item/pennsylvania/>
- 11) PUBLIC LAW 114-94-DEC. 4, 2015（2019. 4. 12 閲覧）
URL <https://www.congress.gov/114/plaws/publ94/PLAW-114publ94.pdf>
- 12) 2005 Highway and Rail Transit Tunnel Inspection Manual（2020. 5. 8 閲覧）
URL:<https://www.fhwa.dot.gov/bridge/tunnel/inspectman.pdf>

- 13) Network Rail HP Annual Report and Accounts 2018 (2020. 4. 7 閲覧)
URL: <https://cdn.networkrail.co.uk/wp-content/uploads/2018/07/NRL-2018-ARA-Full.pdf>
- 14) Strategic Business Plan for England & Wales for CP5 2014-19, Network Rail HP
URL: <https://cdn.networkrail.co.uk/wp-content/uploads/2016/11/Strategic-business-plan-for-England-and-Wales-for-CP5-2014-19.pdf> (2020. 4. 7 閲覧)
- 15) ICE HP THE STATE OF THE NATION, INFRASTRUCTURE 2014 (2020. 4. 7 閲覧)
URL: <http://www.ice.org.uk/getattachment/news-and-insight/policy/state-of-the-nation-infrastructure-2014/State-of-the-Nation-Infrastructure-2014.pdf.aspx>
- 16) Network Rail HP (2020. 4. 7 閲覧) URL <http://www.networkrail.co.uk/FOI/>
- 17) DB : Leistung - und Finanzierungsvereinbarung Infrastrukturzustands- und entwicklungsbericht 2018 (業績および資金調達に関する合意文書-鉄道施設の状態および整備に関する報告書-)
HP: URL: https://www.eba.bund.de/SharedDocs/Downloads/DE/Finanzierung/IZB/IZB_2018.pdf
(2019. 6. 9 閲覧)
- 18) Wikipedia HP (2019. 6. 9 閲覧)
URL: <https://ja.wikipedia.org/wiki/%E3%83%89%E3%82%A4%E3%83%84%E9%89%84%E9%81%93>
- 19) DB HP Facts & Figures 2018 (2019. 6. 9 閲覧)
URL: https://ir.deutschebahn.com/fileadmin/Englisch/2018e/Berichte/ZB_2018_dbkonzern_en.pdf
- 20) DB HP (2019. 6. 9 閲覧)
URL: <https://ir.deutschebahn.com/en/bonds-and-rating/rating/rating/>
- 21) 国土交通省 HP 主要国運輸調査事情 (ドイツ: 2008 年版) (2019. 12. 23 閲覧)
URL: <http://www.mlit.go.jp/common/000112732.pdf>
- 22) 運輸政策研究機構運輸政策研究所: DBAG における鉄道運行の安全性 日本と EU における国有鉄道改革の効果 (その 2), 第 11 回研究報告会説明資料, 2002 年 5 月, (2019. 12. 23 閲覧)
<https://www.jterc.or.jp/members2/kenkyuh/andrea11.pdf>
- 23) DB HP AG, Leistung - und Finanzierungsvereinbarung Infrastrukturzustands- und entwicklungsbericht 2017 (2019. 6. 9 閲覧)
URL: https://www.eba.bund.de/SharedDocs/Downloads/DE/Finanzierung/IZB/IZB_2017.pdf
- 24) 独立行政法人日本高速道路保有・債務返済機構: 交通インフラ財源の安定的確保を目指すドイツ・ドイツ・州交通大臣会議報告書ー, 2015 年 2 月 (2019. 6. 9 閲覧)
<https://www.jehdra.go.jp/pdf/research/r099.pdf> (
- 25) DB NetzAG guideline No. 853. 8001

5.3.3. インフラ施設システムリスクWG

5.3.3.1. 活動目的と方針

2017 年より土木学会において、道路・河川・港湾・上下水道に対しインフラ健康診断を実施（試行）している。本インフラワーキングにおいては参加メンバーが所属するインフラの健全性・試行団体のレベル評価を参加各インフラ施設に対して実施可否検討することに力点を置いたが、参加各団体の施設に対する維持管理の現状、新たな取り組み等の共有化（話題提供）も実施した。

健康診断の検討における対象構造物は「ガス施設」、「電力施設」、「通信施設」、「地下街」とし、「下水道施設」についてはインフラ健康診断 2017 年版に、「水道施設」は 2019 年版に公表されているので除外した。

検討レベルを「点検の実施」、「点検データの収集」、「点検データの評価」に分類した。本ワークにおいては、各インフラに関する公開データの調査から開始したが、インフラ健康診断において診断の対象となった運営者が従来のように公営が主ではなく民営により運営されているため、公開デー

タは少なく、各インフラにおける施設全般の診断実施から評価までには至らなかった。このような中、「ガス施設」、「電力施設」、「地下街」に関して公開データ収集および分析を試みたので、ここに報告する。

5.3.3.2. ガス施設の健康診断（試行）

(1) はじめに

エネルギーインフラとしてのガス事業について、健康診断の実施の可能性を検討した。

診断手法としては、都市ガス事業を統括する経済産業省が策定した「ガス安全高度化計画」¹⁾において目標とする指標、計画の取組み、進捗によることとする。また、各種データ、維持管理体制の評価には資源エネルギー庁ガス市場整備室編纂の「ガス事業年報」等公開されたデータを参考とする。

(2) ガス安全高度化計画

以下、ガス安全高度化計画（概要：図 5.3.3.1）より一部抜粋する。

- ・都市ガスの保安を巡る情勢の変化や保安対策の進捗等を踏まえ、2011 年から 10 年間を見据えた安全高度化のため地震等の災害対策も含めた総合的なガスの保安対策として取りまとめられた。
- ・安全高度化の理念としての目標、目標達成に向けた具体的な保安対策、実施する保安対策を評価するための指標が示された。
- ・実施した保安対策を毎年度評価し、保安レベルを維持・向上させる。

(3) 健康診断評価指標

本計画における実行計画（アクションプラン）は①消費段階における保安対策、②供給・製造段階における保安対策、③災害対策からなるが、①は需要家施設となるため本診断から除外する。②、③のうち、定量的に評価できる対策として②から経年管対策、③から地震対策について要対策延長と実施延長を評価指標として使用する。

さらに、従前より保安水準の指標として公開されている消費・供給・製造各段階における事故件数について、本計画において安全高度化指標として目標設定されていることから本診断にはそのデータも使用する。

地震対策については導管耐震化率を指標とすることができるが、こちらは経年管対策の主であるねずみ鋳鉄管折損対策のポリエチレン管取替がすなわち地震対策ともなるので使用データは重複する。また、地震対策としてはハードとしての導管の耐震化のみならずソフトとして、不測の事態への対応能力の向上も実行計画化されているので、それらの取組みについても評価の対象とする。

(4) 施設の健康度評価

A. 事故

ガス安全高度化計画における安全高度化指標として 2020 年時点での各段階における事故数が設定されているが、平成 29 年 3 月に発表されたガス安全高度化計画のフォローアップ状況²⁾によると以下のような状況となっている。

全ての段階における事故として死亡事故は指標達成、人身事故は徐々に近づきつつあるが指標と開

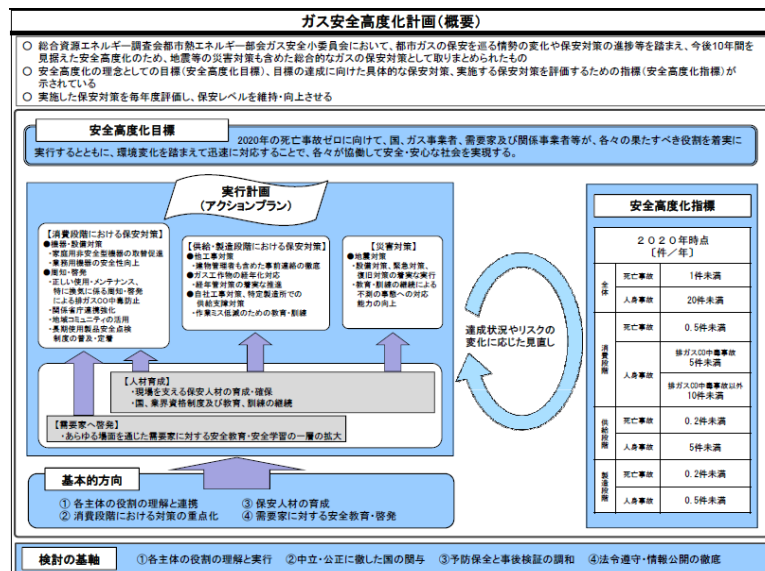


図 5.3.3.1 ガス安全高度化計画（概要）

きがある状況にある。特に供給段階は死亡事故、人身事故ともに指標達成ができていない（図 5.3.3.2）。しかしこれは、実行計画において掲げられた経年管対策が図られず発生したものではなく、他工事により発生したものの増加による。他工事対策については、後記維持管理体制の項で触れる。

B. 経年管対策

ねずみ鋳鉄管は、亀裂・折損による漏えいが発生した場合、設置環境によって重大事故につながるリスクが高くなる可能性があることから、埋設年、土壌環境、製造方法、口径に応じて故障発生確率に差があることを踏まえて優先度の高い要対策導管と維持管理導管に区分した対応を行う。ガス安全高度化計画において、対策の優先順位の高い要対策導管の入替は4大ガス事業者（東京ガス㈱、大阪ガス㈱、東邦ガス㈱、西部ガス㈱）については2015年度までに、他のガス事業者については2020年度までに対策を完了としている。2017年3月に公表された「経年管対策の現状と評価」³⁾により2016年度末における進捗は表5.3.3.1の通りとなっている。

表 5.3.3.1 4大ガス事業者における実施計画（要対策導管）

年度末	2012	2013	2014	2015	2016
残存量(km)	665	407	167	0.9	0.2
前年度からの減少量	—	▲258	▲240	▲166.1	▲0.7

表より、4大事業者に課せられた目標としては当初の目標は達成できていないものの、その理由はガス事業者の責に寄らない要因によることから健全性は進展していると評価できる。また、その他の一般ガス事業者（全国203事業者の内4大事業者以外）に課せられた目標としては2016年度末の残存物量45kmであるが、2015年までの1年あたりの減少量は39km以上であることより2020年度末までに概ね完了する見込みと言え、こちらも健全性は進展していると評価できる。

C. 災害対策

災害対策においては地震対策、具体的には設備対策、緊急対策、復旧対策、教育訓練による能力向上が挙げられているが、設備対策として耐震性の高いポリエチレン管（以下PE管と記す）等への取替を促進している。2015年末には全国総延長221,000kmのうち耐震化率87.1%、PE管率44.4%であり、ガス安全高度化計画、国土強靱化計画、首都直下型地震緊急対策推進基本計画、南海トラフ地震防災対策推進基本計画における耐震化率目標2025年全国平均90%まで2.9%を残すところであるが、これは約6,400kmの更新（1年あたり640km）であり達成可能な物量と考えられる（表5.3.3.2）。

(5) 総合評価

以上に示したようにガス安全高度化計画に基づいた施策の執行、さらにはその達成状況やリスクの変化に応じた見直しを実施している。例えば東日本大震災を踏まえた災害対策の見直しを図っている。また、安全高度化指標と直近5年の事故発生状況に関きがある他工事対策については、関係省庁との連携、関係省庁に

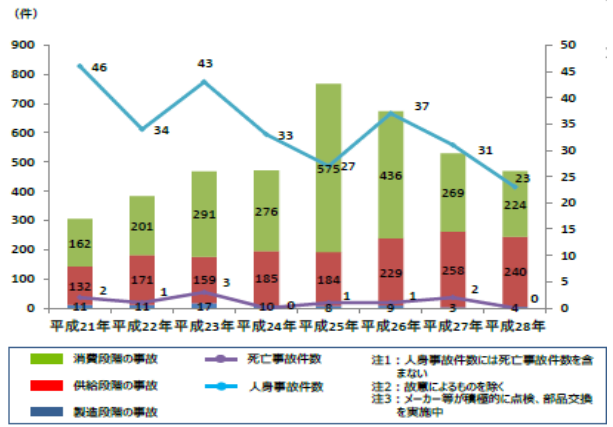


図 5.3.3.2 ガス事業法に係る近年の事故の発生件数

表 5.3.3.2 ガス導管の耐震化率進捗状況

	耐震化率(%)	総延長(km)
全国平均	87.1	221,000
北海道	83	9,000
東北	81	12,600
関東	88	92,400
中部	91	31,600
近畿	86	46,700
中国・四国	86	12,900
九州・沖縄	85	15,800

よる関係事業者への協力要請，業界団体等に対する注意喚起を事業者のみならず監督官庁一体となった取組みを実施していることより，現在の業界全体の維持管理体制により本計画における指標，総括的には本指標は達成できる．すなわち健康状態が改善に向かうと考えられるので施設の健康度はBと評価する．維持管理体制については技術職員数等公開データはないものの，安全高度化計画におけるアクションプランはリスクアセスメントの導入や保安業務を担当する人材育成，教育・訓練が盛り込まれており一定の成果があつてこそ対策物量，指標が順調に進展していることと推定し「**▲**」と評価する．

5.3.3.3. 地中送電設備（送電事業者 A 社の場合）の健康診断（試行）

(1) はじめに

2011 年の東日本大震災に伴う原子力発電所の停止を契機として，これまで実施されてきた発電・送電・配電の一貫体制に代わり，発電部門については電力自由化が施行されている．一方，送電部門については，安定供給性の確保のため，従来どおり在来電力会社の関連送電事業者による管理となっており，送電設備の所管箇所も各送電事業者となっている．

そこで，本報告書では，ある送電事業者（以下，A 社と称する）の地中送電網を例にとって健康診断を実施した．本稿ではその結果について報告する．

(2) 健康診断評価指標

健康診断評価指標としては，A 社で実施されている保守点検をもとに，以下の指標で評価した．

- ・経年に対する設備の健全度評価
- ・経年対策の手段の有効性評価
- ・検査体制の充実度評価

なお，これら以外に，地震などの災害時に対する対策や，耐震設計の有効性なども評価対象とすることができるが，地中送電用トンネルは地下 30m 程度の深さにあることが多く，地震による被害は僅少であること，また，地下 1.5m 付近に埋設される地中送電管についても地震により被害を受けた事例が少ないことから，今回は評価対象外とした．

(3) 経年に対する設備の健全度評価

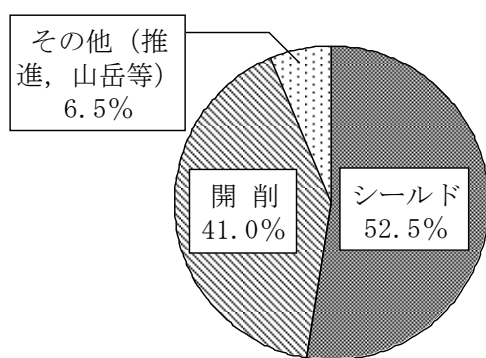


図 5.3.3.3 トンネル構造物別の割合

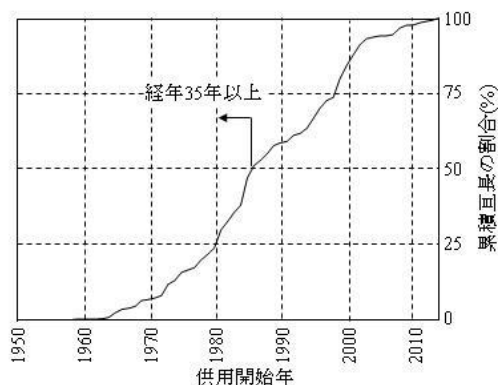


図 5.3.3.4 トンネルの供用開始年毎の亘長推移

A 社における地中送電用トンネルの構造種別としては，**図 5.3.3.3** に示すようにシールド工法と開削工法によるものが全体の 90%程度を占めている．現時点では，これらのトンネルでは，いくつかの事例を除き，その大半について深刻な経年劣化に至ってはいない．ただし，**図 5.3.3.4** に示すように約半数が経年 35 年以上に達していることから，今後も設備の健全性について注視していく必要がある．

以下に，特に顕著な経年劣化事例（2 例）を示す．

地中送電用トンネルの特徴のひとつは，電力ケーブルの送電熱によりトンネル内の気温の変動が大



写真 5.3.3.1 塩害による腐食状況（開削 T）



写真 5.3.3.2 （シールド T）

きいことである。電力需要が大きい夏期には、トンネル内の気温は 35℃以上になることがある一方、需要が小さい時期には外気温程度にまで低下することがある。この温度差により、トンネル内面のコンクリートが乾湿の繰り返しを受けることになり、漏水やマンホールからの流入水に塩分が含まれている場合には、コンクリート表面部分に塩分が多く蓄積され、塩害の一要因となる。特に、鉄筋のかぶりが不足する部分においては、塩害が進行しやすく、写真 5.3.3.1 に示すような、腐食した鉄筋の膨張によるコンクリートのひび割れ、さらには剥落が生じている。

軟弱地盤中に建設されたシールドトンネルでは、地下水位の変動に伴うトンネル周辺地盤の局所的な圧密沈下により、トンネルに作用する荷重が増加していると推定される事例がある。このような場合、写真 5.3.3.2 に示すようなトンネル内漏水の発生やトンネルの変形およびコンクリートのひび割れが進展しており、トンネルの耐力低下が懸念されている。

ただし、繰り返しになるがこのような例はあまり多くないことから、大半の設備においては健全であると評価できる。

(4) 経年対策の手段の有効性評価

塩害に対する対策としては、漏水補修、劣化因子の遮断のための表面被覆、劣化速度抑制のための電気防食および劣化因子の除去のための断面修復を実施している。

また、荷重増加に対する対策としては、漏水補修および補強部材として鋼管柱の設置を行っている。その他、管更生工法を応用した支柱部材の構築などを実施しており、この結果、内空変位計の計測値の増加が収束した例もある。以上から、経年対策としては十分有効に機能していると判断できる。

(5) 検査体制の充実度評価⁴⁾

A 社のトンネル点検は図 5.3.3.5 のように保安点検、変状点検、詳細点検の手順で実施されている。

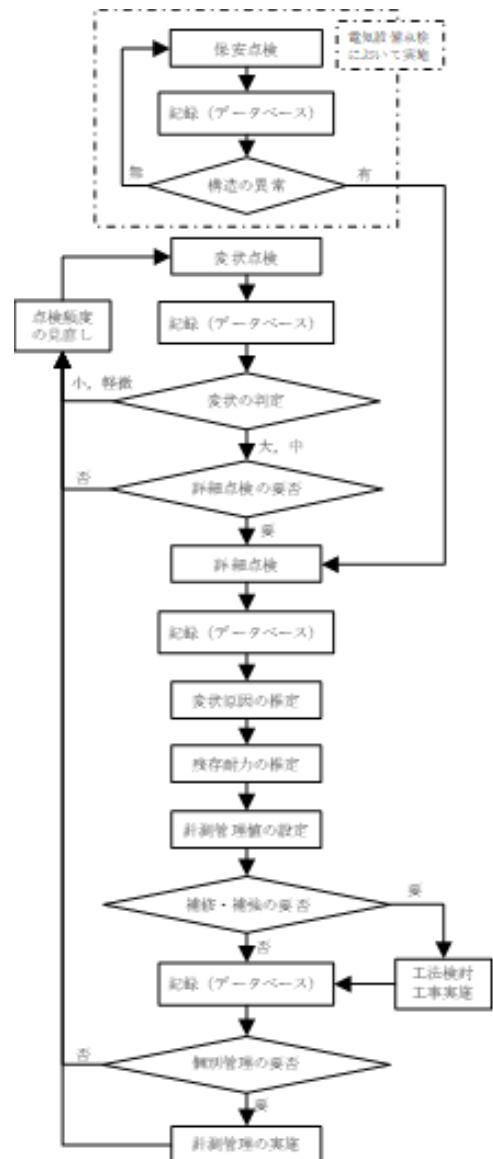


図 5.3.3.5 地中送電用トンネルの維持管理フロー

保安点検は、保安規定に基づいて地中送電設備全般の点検を実施するものであり、トンネル設備についてはケーブルなどの電気設備の点検と同時に行う。点検方法は目視観察とし、踏査により変状の進行程度や新たな変状発生の有無を確認する。大規模な土砂流入やコンクリートの剥落など早急な対策が必要な変状が確認された場合には、応急処置を実施する。応急処置箇所および異常な変形などが確認された箇所については、詳細調査により変状原因を推定して、必要な処置を行う。点検頻度は、塩害が懸念される湾岸部は6年に1回、その他の内陸部は9年に1回としている。

保安点検は、変状の発生や進展の有無のみを判断するための簡易な点検であるため、トンネルの健全度を定量的に判定するために変状点検を実施する。点検対象のトンネル構造としては、過去にトンネル耐力の低下が懸念される変状が確認されている、「二次覆工のないシールドトンネル」、「開削トンネル」、「推進トンネル」を優先的に選定する。変状点検は、約5mの区間に分け、過去の点検結果より変状が進展している区間を重点管理箇所として抽出して目視観察（必要により打音検査）を行う。点検頻度は、過去の点検結果の分析や類似設備の点検事例に基づいて、6年に1回を基本としている。

詳細点検は、ひび割れ深さ、コンクリート強度、塩化物イオン量、中性化深さ、鉄筋腐食量などの調査を行い、変状の著しい部分の現状把握、変状の原因の推定および補修・補強の要否判定を行うものである。ここで、補修・補強などの対策を実施する場合には、変状の原因が初期欠陥によるものか、経年劣化や荷重変動によるものかなど、その原因を推定することができる点検・調査項目を選定する必要がある。

以上のとおり、検査体制についてはかなり充実した体制を敷いていると判断することができる。ただし、近年の若手の不足に伴って土木技術者も減少傾向にあることから、引き続き、体制強化を図っていく必要がある。

(6) 総合評価

以上よりA社における地中送電設備の健康度は「B」、維持管理体制は「⇒」と評価する。

5.3.3.4. 地下街の維持管理について（話題提供）

(1) 対象構造物

対象構造物を地下街とする。地下街は、全国の拠点駅周辺に79箇所（都市局管轄の帳票に登録されているもの）存在していて、多様で大勢の人が利用している。一方、全体の約8割が開設から40年以上経過しているため、老朽化への対応（例：設備等の適正な管理や安全対策の取り組み）が喫緊の課題である。

(2) 点検データの収集・実施

A. 点検データの収集

「点検項目」は、外観点検および天井や電気機械室の内部点検に大きく分けられる。

「点検手法」は、主に目視点検であり、異常等が確認された場合に事後対応（補修や交換）する。

「点検結果の評価方法」は、特に決まった、あるいは決められた評価方法はない。

B. 点検の実施

地下街施設管理者として日常点検および消防法等で決められている定期点検が地下街施設全体を対象に実施している。また、平成26年（2014）度から実施されている地下街防災推進事業（国土交通省都市局の補助事業）では、公共地下通路と出入口（店舗は除く）における天井内空間の安全性を確保するための調査・点検・補修・補強について、計画策定から事業実施までを現在でも実施中である。この補助事業は地方自治体との協調補助である。

(3) インフラ各種付帯設備、構造物等に関する情報提供

A. 主たる設備ではなく構造物に関する点検・診断・補修（更新）等の情報（実績）

国土交通省都市局では地下街防災推進事業を適用して防災・減災の向上が図られ、結果的に施設の維持管理実施や改善に結びついている地下街の内容確認が実施されている。（※対外公表されていない）それらの成果の一部は、2014年度から継続して地下空間シンポジウムにて発表されている。

B. 新技術・新工法の紹介、劣化診断・予測、アセットマネジメント等の取組み等

現在、国土交通省では BIM/CIM 活用の充実にに向けた検討のもとに 3 次元モデルの利活用方針があげられ、維持管理までを含む全ての段階でデータ利用を積極的に図ろうとしている。地下構造物の維持管理を実施していくうえで検討実施してきたことは、「3 次元形状を利用した可視化」、「属性情報の可視化」、「情報の一元管理」の 3 つである。

名古屋駅西口にあるエスカ地下街で 2017 年度から 2019 年度までの 3 年間かけて維持管理プラットフォームの構築を図ってきた。取組みの一例として全方位カメラ（＊リコー THE T A）に天井内部に LED 電球付きのカメラをいれてコンクリート面や設備の健全度状態を撮影し、維持管理データとして利活用できるようにした。また、耐震補強工事履歴を 2 次元平面図だけでなく 3 次元モデルに反映させて可視化を図った。更に地下街に関連した工事において地下埋設物の状況を 2 次元平面図だけでなく 3 次元モデルに反映させて可視化した。

(4) まとめ（今後の課題）

地下街施設は、施設管理者が行う業務の範囲が広く、膨大、かつ複雑である。すなわち、設備等は使用頻度が多く、使用期間が長く、定期的点検が多く、費用がコンスタントにかかり、不具合が生じた場合はすぐ対応・修理しないといけない、などの課題が常に存在している。

したがって、施設管理者が行う日々の維持管理を効率的に行い、得られたデータを効果的に活用していける手法、ツールの開発や実行が求められている。今後の点検実施や点検費用の適正化を図るための評価方法を確立していくことも含めた維持管理マネジメントが、今まさに求められている。

5.3.3.5. 今期インフラワーキング活動総括～来期への展望

土木学会が実施しているインフラ健康診断は 4 年目を迎え、診断対象も道路・河川・港湾・上下水道から、広くインフラに関して、本ワークで取り上げたライフライン、地下街等に関して社会的な要請が広まりつつある。

今回、本ワーキングにおいてはインフラ各種に対する話題提供から健康診断を試みた。一部施設、一部事業者、各インフラの維持管理状況に対して公表されたデータから一部インフラに関して試行をしたが、業種の一部による診断にとどまっており、業種全般・業種を超えた標準的な診断に至っていない。今後は今期検討した指標、手法を用いて、さらなるデータ収集・分析を実施し、さらにはインフラ業界に関して広く、同じ手法を用いて定量的評価の確立を目指す。

【参考資料】

- 1) 総合資源エネルギー調査会都市熱エネルギー部会ガス安全小委員会：ガス安全高度化計画～国、ガス事業者、需要家等の協働による安全・安心な社会の実現を目指して～、平成 23 年 5 月。
- 2) 経済産業省商務流通保安グループガス安全室：ガス安全高度化計画のフォローアップ状況、平成 29 年 3 月。
- 3) 経済産業省ガス安全室：経年管対策の現状と評価、平成 29 年 3 月。
- 4) 中島陽，高橋晃，和田和史：地中送電用洞道の維持管理の現状，基礎工 492(42)，2014。

5.3.4. 法的視点からみた維持管理WG

5.3.4.1. 活動目的と方針

社会資本整備を担う土木技術者は、建設した構造物や、構造物の存在によって生み出される公共・公益的なサービスを介して、利用者や国民に喜んでもらえる環境を創り出すことを担っている。このため、構造物やサービスが悪く、結果として利用者や国民に損害を与えれば（公衆の安全を脅かせば）、設計、施工、管理等に対する責任が問われる。重大な過失があれば、損害賠償や刑事責任に発展することもある。近年、激化する自然災害に対する防災・減災、インフラの老朽化対策、耐震化、維持管理等、その中で土木技術者が果たすべき役割は拡大し、特に地下空間における建設工事や維持管理においては、数多くの制約条件やリスクを抱えた中で、難しい技術的な問題解決（仕事の完成義務）を求められている。

建設に伴う設計、施工や維持管理を行う際に土木技術者は、発注者との請負契約において、完成引渡義務、瑕疵担保責任を負うとともに、作業員や周辺住民らとの関係においては、工事の安全の確保や周辺環境へ配慮する義務（労働安全衛生法、環境関連法等）など、様々な公法上の規制が課されている。近年、調達（発注）方式は多様化し、法的責任やリスクを対処する主体者が誰であるのか、プロジェクトの特性に応じて異なることもある。リスクと責任分担のルールについて認識しておく必要がある。

このような観点から、社会インフラの管理者並びに維持管理従事者に係る法的責任について調査・研究することを目的として、本WGの活動を行った。

本WGの活動に当たっては、次の4点について、調査・研究を目的とした。

- ・管理瑕疵を理解するうえで土木技術者が知っておくべき主な法律・判例等の整理
- ・上記で整理した内容・事例の紹介、啓発を目的とした地方セミナー活動
- ・法的責任の近時のテーマに関する調査

（①公民区分の入り組んだ地下街の維持管理、②道路占用物件の維持管理に係わる法的責任）

- ・技術者倫理と法的責任に関する調査

5.3.4.2. 研究成果

(1) 管理瑕疵を理解するうえで土木技術者が知っておくべき主な法律・判例等の整理

前期及び今期のWG 活動の中で調査・収集した資料の中から、管理瑕疵を理解するうえで土木技術者が知っておくべき主な法律・判例等について整理した（表5.3.4.1～表5.3.4.3）。

整理した内容・事例については、地方セミナーの講演の中で紹介した。

表 5.3.4.1 工作物・公の営造物の設置・管理瑕疵責任の変え方（公）

	国家賠償法	民法
国・地方公共団体	第1条1項 「公権力の行使」に基づく損害賠償 第2条1項 「公の営造物の設置管理の瑕疵」に基づく損害賠償 【判例】 管理瑕疵による道路管理者等への損害賠償請求	第716条 発注者責任 【判例】千葉県道工事中歩道自転車転倒事件（東京地裁平成8年12月26日） 請負契約の履行において指示する権限等を有していた県の注文者責任
公務員	第1条2項 国又は公共団体による故意・重過失がある加害公務員に対する求償権	—

表 5.3.4.2 工作物・公の営造物の設置・管理瑕疵責任の変え方（私）

	国家賠償法	民法
民間会社等	第2条2項 国又は公共団体による他に損害の原因について責に任ずべき者に対する求償権 【判例】 大分県道側溝転落火傷事故求償金請求事件（大分地裁 昭和51年3月16日） 民地から道路区域内に流入した温泉により火傷を負った損害賠償について民地所有者に対して求償	第709条 不法行為 【判例】 国道41号飛騨川バス転落事件（名古屋高裁 昭和49年11月20日） 旅行主催者、バス会社に対して損害賠償を請求し、のち示談が成立
		第715条 使用者責任 【判例】 第三京浜道路清掃作業員回避車両転倒事件（東京高裁 昭和53年1月26日） 清掃作業員の過失につき公団の使用者責任を肯定
		第717条 工作物責任 【判例】 国道349号くるみの木事件（福島地裁 昭和56年4月8日） 樹木の所有者も道路交通の妨害となっていた木の植栽・支持に瑕疵があるとして責任を肯定

表 5.3.4.3 工作物・公の営造物の設置・管理瑕疵責任の事例

No.	分野	瑕疵の分類	事例・想定される場面の概要	原因者	判例有無	瑕疵判断内容	備考
1	道路	物的性状瑕疵	道路舗装の穴ぼこ等による事故	国・自治体・公団	有	・被害者の過失割合、穴等の大きさ、穴等の存在した時間、パトロールの頻度、被害者の状況等、総合的に判断される。 ・穴ぼこ等の大きさについて定量的な判断基準はないが、10cm以上の段差等があると瑕疵が認められる判例が増える傾向にある。	・穴ぼこ等の場合、示談が多く道路賠償責任保険がある。 ・異常早期発見に資する新技術活用によるパトロール体制の強化や、道路地下空間の占用者とも連携した維持管理体制が求められる可能性がある。
2	道路	物的性状瑕疵	道路脇からの土砂崩れ等による事故	国・自治体・公団	有	・道路管理の守備範囲は、地形的、地理的、地質的諸条件を踏まえ、路面、路線条件のみならず、道路の性質上、利用の機能や安全確保等の必要に応じて、その周囲に及ぶとされている。 ・道路への落石、崩土、地すべり等による事故は、自然災害的な側面を有し、外在的瑕疵類型の一つとされ、道路斜面の欠陥が顕在化した段階で管理者が改善または除去しないで放置すると、管理瑕疵を問われる。	・高知国道56号落石事件 ・九州自動車道（福岡IC～太宰府IC間）土石流災害（2009年） ・土木構造物に、豪雨や土砂崩れなど自然災害等による不測かつ突発的な事故によって生じた損害を補償するものとして、土木構造物保険がある。
3	道路	管理過失・不備的瑕疵	トンネル火災による緊急時における安全体制の不備による事故	国・自治体・公団	有	・供用開始時には設置されていなかったが、その後の技術の進歩等によりマニュアル等で標準化された場合、直ちに設置されなければ法的安全性に欠くとは一律にはいえない。 ・但し、技術の普及度や有効性等がある状況の中で、財政的事情等の原因者の都合で設置していないことが事故の原因と認められた場合には、管理瑕疵を問われる。	・東名高速日本坂トンネル火災事故 ・鉄道の場合、ホームの点字ブロックや安全柵、踏み切りの安全設備等の設置に係わる問題が類似する。
4	道路	管理過失・不備的瑕疵	トンネル坑口の岩盤崩落による緊急時における安全体制の不備による事故	国・自治体・公団	有	・通常有すべき安全性として、「道路利用者の合理的な期待可能性の観点からどの程度の安全性を備えるべきかの観点」と、「自然的外力による災害の予見可能性の観点から前兆の有無や当時の予測技術の予測の可能性がどの程度であったかの観点」がある。 ・トンネル内の非常通報装置の存在と利用方法について、道路利用者への周知体制が不十分であった場合、上記前者の道路の備えるべき安全性に欠き、管理瑕疵を問われる。 ・又、上記後者の予見可能性については、定量的だけでなく定性的予見性で足りると解される。過去の事例等から蓋然性がある事象に対して対策を怠っている場合、管理瑕疵を問われる。	・豊浜トンネル岩盤崩落事故
5	道路	管理過失・不備的瑕疵	土砂崩れ等自然災害が営造物の利用者に迫っている場合の対応体制の不備による事故	国・自治体・公団	有	・上記4の事例と同様な考え方で瑕疵判断が行われる。 ・雪、霧、風等起因するが、雪崩や落石といった自然災害までに至らない程度の自然力が関与する事故の場合には、道路の地理的条件、気象状況、構造、利用状況や交通量等に応じて、個別具体的に判断される。 ・社会通念上、特に高度な管理が要求される高速道路では、備えるべき安全のレベルも高度なものが要求される。道路の開鎖性や料金制からも一般道よりも高い安全性が確保されているとの期待感がある。	・岐阜国道41号飛騨川バス転落事故 ・高速道路では、速度規制や通行止め等の交通規制、警戒表示・計画標識の設置等の対応が類似する。
6	共通	管理過失・不備的瑕疵	土木構造物点検・補修における見ない、見落とし、見過ごしといった対応不備による事故	国・自治体・公団	無	・見ないは、点検未実施。定期点検の法令による義務化が行われている中、点検の未実施は通常有すべき安全性を欠くものと判断され、管理瑕疵を問われる可能性がある。 ・マニュアル等に示された点検方法に従って行えば、見落としとは考え難い重大な損傷によって事故が発生した場合、管理瑕疵を問われる。 ・先送りは、財政的事情を理由に補修の実施を見送るような場合であり、通行止め等の損害回避手段が存在する場合、財政制約は免責理由とならないとされる。	・定期的な点検の遅れや、補修が必要な損傷を放置していた場合などで事故が発生した場合、管理瑕疵を問われる可能性がある。
7	共通	管理過失・不備的瑕疵	営業物の管理過失・対応不備による事故	公務員	無	・国会賠償法上の責任が問われた場合、公務員が直接賠償責任を負うことはない（故意又は重大な過失があった場合、国・自治体から個人に求償請求されることはあるが、事例は非常に少ないと思われる）。 ・住民訴訟で公務員個人の賠償責任を求める裁判（4号訴訟）があり、近年、これが認められる事例が増えている。	・公務員賠償責任保険がある。
8	共通	管理過失・不備的瑕疵	工作物の管理過失・対応不備による事故	民間事業者	有	・特に高速道路では、高度な管理・注意義務によって備えるべき安全のレベルも高度なものが要求される。 ・このため、道路管理者は、当該路線や構造物に必要な管理水準等を鑑みながら、点検の頻度や適切な点検方法を組み合わせて実施していないと、管理瑕疵を問われる。また、点検・修繕履歴を記録・保管し、その後の点検等の維持管理に反映させるような仕組みも求められる。	・鉄道では、新幹線の車両等を含む安全性に係わる問題が類似する。
9	共通	管理過失・不備的瑕疵	工作物の管理過失・対応不備による事故	民間会社・社員	無	・点検業務等請負契約では、瑕疵の修補又は損害賠償の請求は、検査を受けた日から1年以内とし、契約完了後の当該構造物の主な管理責任は、発注者（公的発注者）であることが基本となる。 ・その瑕疵が発注者の故意又は重大な過失により生じた場合、当該請求を行うことのできる期間は一般に10年とされている。	・設計担当者や施設運営会社の役員らが刑事責任を問われた渋谷温泉施設爆発事故の場合、事故の予見可能性の観点から設計担当者に対して禁固刑（刑事罰）を求刑された例がある。

(2) 地方セミナー活動

WG活動結果として、小委員会内において話題提供を行った内容をもとにして、3回のセミナー開催を行った。

- ・第6回 2018年7月20日 名古屋
- ・第7回 2018年8月24日 金沢
- ・第8回 2018年11月16日 郡山

(3) 法的責任の近時のテーマに関する調査

次の2つのテーマを対象として調査を行った。なお、地下街については「インフラ施設WG」にて調査研究を進めることとした。

A. 公民区分の入り組んだ地下街の維持管理

地下街には安全、快適（連続歩行可能、耐候性）な歩行者ネットワーク、にぎわいと回遊性の高い歩行者ネットワーク、地上道路交通の錯綜軽減、地上都市景観向上等に寄与、地下街沿道の都市開発促進、接続建物の価値向上、地震、台風時などの一時避難機能（帰宅困難者の収容）といった公共的役割が認められるが、築30年以上が約8割以上もあり、老朽化が深刻な問題となっている。地下街の維持管理や防災に関して包括的に定めた法令はなく、当事者（民間が多い）に委ねられ、維持管理や防災（浸水のみならず、想定される全ての災害類型を対象として）に関する計画の策定とその内容の着実な執行が必要となっている。災害時を含む地下街の公共的役割に鑑みると、老朽化対策や防災対策に対する公的支援も必要な状況である。

このような状況を踏まえて、次の点に着目した。

- ・道路地下空間における道路管理者と占用事業者との維持管理に関する役割分担、責任分担に着目した。
- ・地震等の地域防災対策として「帰宅困難者対策」が推進される中、「地下街」のような公民区分の入り組んだ施設を一時滞在施設として使う中に潜む法的責任の問題に着目した。
- ・関連して、「計画小委員会勉強会（“大阪地下街リニューアルに向けた課題と対応策”についての講演）」に参加した（2018年6月19日開催）。

B. 道路占用物件の維持管理に係わる法的責任

道路占用物件（下水道管、水道管、ガス管、電線、通信線など）の維持管理に係る法的責任について、道路法改正も踏まえて調査を行った。

- ・道路法改正第319条の8（占用物件の管理）及び第319条の9（占用物件の維持管理に関する措置）の新設（平成30年9月30日施行）の内容について調査した。
- ・改正道路法では、「道路利用の安全性の更なる向上」を目的として、占用物件の損壊による道路構造や交通への支障を防ぐため、占用者による物件の維持管理義務、当該義務違反者への措置命令権限を規定している。これに伴い、道路占用物件（下水道管、水道管、ガス管、電線、通信線など）のメンテナンス活動の情報発信、道路管理者と占用事業者が連携した新たな点検システムの構築（路面下空洞調査等）など、今後の動向に注視していく必要があった。
- ・関連して、町道下の農業用暗渠の破損により陥没した事故（津地方裁判所四日市支部平成25年3月29日判決）、東日本大震災発生3週間後に発生した市道の路面下空洞による陥没事故（福島地方裁判所郡山支部平成26年6月20日判決）の判例について調査し、着目すべき点について整理した。いずれの事例も結論として、管理者の賠償責任は否定されたが、近年、大規模な災害が発生しており、管理者には高度な安全管理義務が求められている。加えて、近年の科学技術の進歩によって、従来であれば「防ぎようのない災害による事故」とされたようなものでも、それをある程度予測し、被害を回避したり少なく抑えたりすることも可能となってきた。そうすると、行政などの管理者に対して責任を問う場面は一層増えると考えられる。以下に、前者の事例について、事案の概要、国家賠償法の解釈と関係する先例、今後の維持管理に係る課題など、調査結果を示す。

C. 道路下の農業用暗渠の管理に係わる法的責任

a. 事案概要

平成 21 年 5 月 8 日、原動機付自転車を運転して、町道を時速約 30 キロメートルで走行中、陥没した穴（長さ 2.8m、幅 2m、深さ 1.8m）に同自転車が落下し、重傷を負った。この陥没は、本件道路下に埋設されている農業用の水路（暗渠）に亀裂等が生じ、本件暗渠の水が地中に流れ出したことによって発生したもので、本件暗渠の管理者である土地改良区に対し、本件暗渠の適切な点検等を怠ったとして、本件道路の管理者である町に対して、道路として通常有すべき安全性を欠いていたとして、国家賠償法 2 条 1 項に基づき、損害賠償請求を求めて提訴された事例である。

原告の主張は、概ね次の 3 点であった。

- ① 町は、（暗渠に亀裂が入る等の事態が発生した場合でも）道路に被害が生じないように、何らかの構造物等を設置する等、適切な対応をなす義務がある。
- ② 町は、土地改良区に対して、本件暗渠について適切に管理・補修を行うよう通知・指導するなどの義務がある。
- ③ 町は、本件暗渠を含む水利システムが老朽化していること等を認識し、かつ、別の場所で空洞化による陥没事故が起こっていることを認識していたにも係らず、町の管理する道路について通行禁止にするとか、標識を設置して通行者らに注意を喚起するなどの措置を執っていなかったし、また、陥没等が生じた場合に対応できる態勢を構築していなかった。

判決では、①に対しては、本件暗渠は、被告「土地改良区」が管理しているものであるから、本件暗渠に何らかの破損等が生じた場合を想定し、被告「町」に何らかの構造物等を設置すべき等の義務があったとは認められない。

②に対しては、本件暗渠については、管理者である被告「土地改良区」が責任をもって管理、改修等をすべき義務があるのであって、被告「町」に「土地改良区」に対して原告が主張するような指導等をする義務までがあったとはいえない。

③に対しては、ある場所で陥没事故が発生したからといって、他の場所も直ちに陥没の危険があるとはいえないのであるから、被告「町」として、同町が管理する道路を通行禁止にすべき義務や標識等を設置する義務があったとはいえない。また、管理する道路に異常があれば通報があることとなっており、宿直担当者が役場に宿泊してこれらの通報に対応できるようになっていたのであるから、陥没等が生じた場合に対応できる態勢が執られていたことが認められる、とした。そして、事故発生前日のパトロールの際には現場に異常は見られなかったこと、役場に通報があったのが事故発生の 1 時間程度前であって、それは職員の登庁時間前であること、それにもかかわらず、職員 S が登庁後直ちに現場に赴いていること、等を考慮すれば、「道路管理者として十分な連絡態勢は執られていた」といえる、と原告の請求は理由がないとされた。

b. 国家賠償法 2 条 1 項の解釈

本判決は、高知落石事故に基づき今日の多数説である「営造物が（客観的に見て）通常有すべき安全性を欠いていること」との見解を採っており、国・公共団体が責任を免れようとするれば、①利用者が予測できないような異常な利用の仕方をしたか、②暇庇（安全性を欠いた状態）が外部からの力などにより生じたもので、設置管理者に予見可能性や回避可能性がなかったといった、免責事由に該当する事実を立証する責任を負うということになる。本事案では、上記②が論点となっている。

なお、無過失責任の観念として、実質上の無過失責任（実質的にみて、いかなる意味においても加害者に過失が存在しないのに、不法行為責任が認められる「純粹無過失責任」）と、形式上の無過失責任（過失の立証を不要とするという意味における無過失責任）に分類されるが、ほとんどの場合、形式上（立証上）の無過失責任に該当するとされている。

c. 先例との比較

和歌山地判昭 51. 9. 30 判例では、台風通過直後、台風によって陥没した県道に転落死亡した事故に係るものである。判決は、「本件道路の陥没自体は事前に予測することが不可能であったとしても、これが判明した時点以後は、これによる道路交通上の危険発生を未然に防止する」責任があったとし、「危険を知らせるための標識を設置し、或いはロープや柵で交通を遮断する等の措置」がとられていなかったことから管理に瑕疵ありとし、県の賠償責任を肯定した。また、静岡地判昭 55. 4. 25 判例では、自動車が走行中に、集中豪雨のため直下の県道が崩壊して沢底に落下し死亡した事故に係るものである。判決は、「当該道路の天端石が欠損していたため側溝の通水が妨げられ、その側沢地に雨水が湛水して崩壊が生じたものと認定した上で、天端石の改修を早急にすべきところその時機を失したため事故が発生したとした。また、当時、同所では交通規制の標識は立てたが、通行止にはしていなかったため、他の多くの車がこれを無視又は見すごして通過していた等の事情から、道路の管理に瑕疵ありと認め、県の賠償責任を肯定した。この他にも、建設工事中の立ち入り禁止等の掲示、照明や仮設信号機の設置及び交通誘導員の配置等による不備や、道路交通を妨げる故障した大型車両を 4 日間放置したなど、賠償責任を肯定する判例がある。

これらと比較すると、本件の場合、毎日パトロールがされていたこと、前日は異常がなかったこと、陥没について通報があったのが事故発生直前であったこと、等に鑑みれば、事故について予見可能性や回避可能性を肯定することは難しいと判断されたものと思われる。

d. 今後の課題

本件では、管理者の賠償責任は肯定されなかったものの、当該の暗渠は、農業用水の供給のために昭和 58 年頃に設置されたものとされ、30 年近くが経過しており、劣化の進行も考えられる時期である。町としては、土地改良区に対して指導や命令はできないとしても、町が管理する道路の安全性と関連する事柄であるから、両者が協力して、点検等の措置をとることも考えられる。また、判決文中には、平成 20 年 4 月に別の場所で空洞化による陥没事故があった旨が記されている。趣旨からして同町内のことであろうと推測するが、もしも同じように道路に埋設された水路に関連する事故であったならば、予見可能性が全くない、とはいえない場合もある。加えて、本件の場合、道路そのものが陥没した事故である。事故時に豪雨や地震があったわけではない。この点を注視する必要がある。

近年、トンネル内の天井板が落下したことによる悲惨な事故が発生し、老朽化対策の必要性と同時に、管理責任者の保守・点検の体制に対して厳しい批判がされたのは記憶に新しい。道路・トンネルは国民に利用してもらうために設置され、恒常的に多くの人々が利用するものであるから、利用者の立場で見れば、絶対的な安全性の確保が求められる。見かけは大丈夫と思われる構造物であっても、突然壊れることはあるが、「どこで・いつ・どんなときを予測することは困難なために致し方ありません」のままでは、土木技術者として社会的責任を果たせない上に、胸も張れない。「土木」の本質が、真の総合工学であることを鑑みると、安全性をより一層高めるために、このような事案を共有し、問題を分析・評価し、多分野の技術を駆使して、事故を未然に防ぐための調査・予測技術の精度を高め、維持管理の省力化・効率化を図る技術を開発し、社会実装を行って、維持管理実務の改善・強化に取り組む必要がある。

(4) 技術者倫理と法的責任に関する調査

本研究の目的で述べたとおり、土木技術者には多様な社会的役割があり、それらを総合的にみて実践していく必要がある。そのためには、常に社会的動向に目を配り、技術者自らの倫理観を高め、プロフェッショナルとしての継続的研鑽を怠らず、技術面だけでなく、「マネジメント力」、「リーダーシップ力」、「コミュニケーション力」を発揮していく必要がある。また、我が国の安定的発展と活性化のために、継続的な社会基盤整備事業の必要性・有用性など、社会的に認知してもらうべく、論理的にアピールしていくことも重要である。

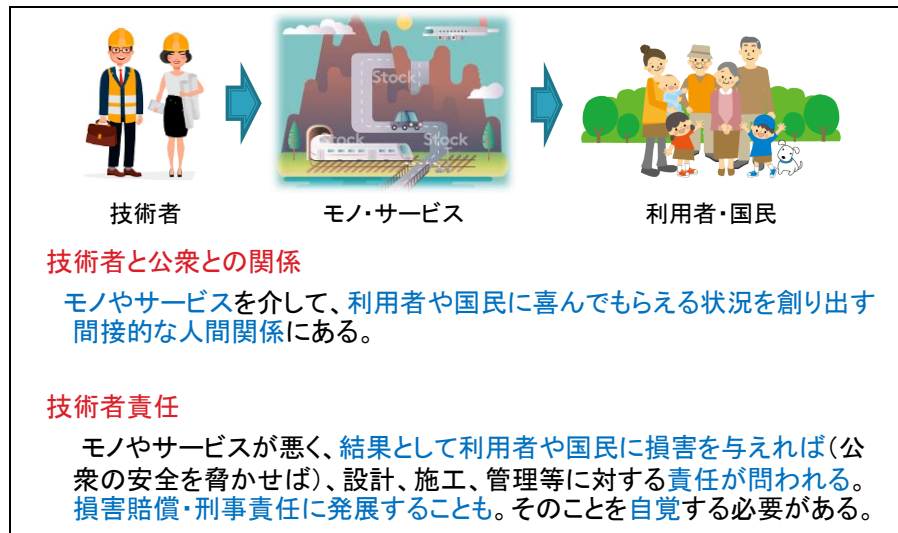


図 5.3.4.1 技術者が法的視点をもつ意味

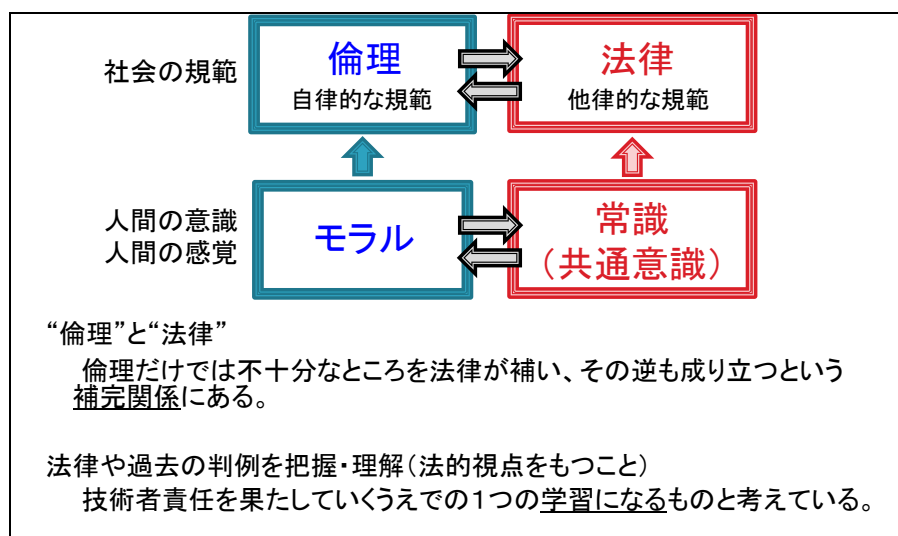


図 5.3.4.2 倫理と法律の関係性

そうした認識のもと、技術者倫理、プロフェッショナルエンジニアに求められる能力と法的視点との関係について調査を行い、次の点に着目した（図 5.3.4.1，図 5.3.4.2）。

- ・金沢工業大学図書「環境土木工学設計Ⅱ～環境土木技術者の自律的規範の形成～」を参考とした。
- ・Graduate Attribute Profiles（学士修了者が身につけるべき能力）や Professional Competency Profiles（技術者が身につけるべき能力）の1つに、法的視点を持つことや法的責任に関する知識・理解・推論に基づく評価が必要とされている点に着目した。
- ・省察的实践による技術者育成（マサチューセッツ工科大学のドナルド・ショーン提唱）の中で、レパートリーを増やすことで複雑な問題解決に対応可能になるとされ、法的視点もその1つである点に着目した。

5.3.4.3. 今後の研究方針

今後の研究方針としては、次のとおりとする。

(1) 建設契約における責任分担ルールに関する国内外の調査

日本では建設契約は民法における請負と見なされる。一方、海外の法治国においては、契約の一般法やいくつか関連した法律から規定され、その解釈・運用、不履行や違反の際の当事者の権利・義務等はすべて適用される法（適用法）の支配を受ける。日本の公共工事標準請負契約約款や英国の土木

学会（Institution of Civil Engineers: ICE）が発行している土木工事標準契約約款など、標準契約約款はそれぞれの国の法と整合のとれた内容になっている。また、FIDIC（Fédération Internationale des Ingénieurs-Conseils）は国際工事に広く用いられる標準契約約款であるが、これは契約の自由に基づく建設契約として適用法の支配を受けながら国際的に共通の基盤を与えるものとして用いられ、請負者が施工だけを担う設計・施工分離方式、設計施工一括方式、EPC／ターンキー方式、DBO 方式など、多数の種類の契約約款が用意されている。

FIDIC では、2019 年 5 月 7 日、地下工事を対象とした最初の契約約款として、エメラルドブック 2019 が公表された。地下の建設工事では、地盤・岩盤の不確実性に起因する地下リスクによって、建設期間や建設費用に多大な影響を与えることから、地質工学ベースラインレポート GBR を用いてリスク分担のルールを明確にしている点に特徴がある。

日本の契約方式では、発注者側にプロジェクト遂行に対する十分な技術力が備わっていることが前提となり、契約当事者が誠実に契約を履行するという性善説に立っている。このような状況の下では、日本型契約方式を用いて、不必要な交渉費用を大幅に節約できる。また、発注者と請負者の間に長期的な信頼関係を樹立することも可能であろう。しかしながら今後、建設市場の国際化の進展、発注者側におけるインハウスエンジニアの減少、民間主体による発注者の増加等の要因により、日本型契約方式による建設プロジェクトをとりまく紛争が増加していく可能性もある。日本は、軟質で複雑な地形・地質に加え、都市部では近接構造物も多いなど、建設条件は厳しさを増していることから、発注者・請負者ともに地下リスクを低減させる新しい試みに取り組み、より効率的にプロジェクトが遂行できるようにしていくことが重要である。

また、我が国では、民法のうち債権法部分について、民法の制定以来約 120 年ぶりに改正が行われ、2020 年 4 月 1 日から施行された。これに伴い、建設工事標準請負契約約款の規定についても改正が行われている。

上記を踏まえて、次期のWG活動では、新たなテーマとして、プロジェクトのリスク分担や紛争解決と建設契約の関係について、国内外の動向を調査していく計画とする。

(2) 地方セミナー・シンポジウム活動

今期は、維持管理に係わる法的責任の意識啓発を目的として、3回の地方セミナーにて講演を行った。今後は、地方セミナーに加えて、シンポジウムや外部講師等を招いた勉強会など、外部活動についても次のステップに展開していくことも考慮して、WG活動を行う計画とする。

5.4. まとめおよび今後の展望

これまで、維持管理小委員会では地下構造物、とりわけ、トンネル構造物のアセットマネジメントの導入のあり方について調査してきた。また、2014 年度からは、「道路トンネルシステムリスクWG（道路WG）」、「鉄道トンネルシステムリスクWG（鉄道WG）」、「インフラ施設システムWG（インフラWG）」および「法的視点からみた維持管理WG（法的視点WG）」を設置し、それぞれの分野のトンネル維持管理の実態を調査して勉強会を開催し、情報の共有化を図ってきた。さらに、積み重ねてきた勉強会の内容を広く社会に発信することを目的として、全国各地で維持管理セミナーを開催してきている。8 期(2017 年度～2019 年度)においては、6 地方都市（広島市、仙台市、岐阜市、名古屋市、金沢市、郡山市）において延べ 8 回のセミナーを開催し、838 名もの方々に参加して頂いた。セミナーの運営に携われた幹事・委員の方々に感謝申し上げる。

維持管理小委員会におけるWG活動の成果をふり返ると、各WG活動によりインフラ構造物の維持管理に係わる課題が整理されてきている。

道路WGは、土木学会特別委員会「社会インフラ健康診断委員会」からの依頼により、道路トンネルの健康診断を分析し、2020 年 6 月には道路トンネルの健康診断結果および今後に向けての処方箋を発表した。この健康診断結果は 5 年間にわたる分析結果をまとめたものであり、これによって、わが

国の道路トンネルすべての健康状態を評価したことになる。評価結果の詳細は、前述（5.3.1.）の道路WGの活動内容の報告に委ねるが、トンネルの健康状態はもとより、地方自治体を主として管理者体制の改善が必要であることを指摘している。このような評価結果を社会に発信することは重要なことであり、今後は健康診断の評価とともに、各地域の管理者への支援策を具体化して進めていくことも重要となる。まさに、維持管理セミナーの実施は有効な活動の一つである。

鉄道WGは、海外における鉄道の維持管理基準・方法の実態について地道に調査を進めてきた。この成果は早期に社会発信していく予定であり、多くの鉄道事業者にとっても有益な情報が含まれているものである。

インフラWGは、ガス施設および地中送電設備の健康診断（試行）をまとめ、その他インフラ施設の維持管理の実態を調査してきた。このような成果は、セミナーなどをおして、社会に発信できるところまで高めてきている。さらに、今後は防災と維持管理が課題となっている「地下街」についても焦点をあてた調査を進めていきたいと考えている。

法的視点WGは、公営造物の管理者責任にかかわる法律について調査してきた。管理瑕疵、管理者リスクなどを分析してきているが、2019年に民法が改正施行され、瑕疵の考え方も大きく変わってきている。したがって、法改正に伴う管理者責任の変化について、より分析を進めていくことになる。また、今後は地下特有の地盤リスクについても研究を進めていきたいと考えている。日本が海外に進出してプロジェクトを実施する場合の契約約款 FIDIC は、2019年に地盤リスクを伴う工事の契約約款としてエメラルドを発行した。まだ新しい契約約款であり、これを適用したプロジェクト事例は見聞しないが、今後は維持管理のみならず、「地盤リスク」が重要となることから、契約約款における地盤リスクの法的扱いを調査していきたいと思っている。

以上、維持管理小委員会の活動成果は着々とあがりつつある。これもひとえに、維持管理小委員会の幹事・委員のご協力の賜であり、ご協力頂いた方々に深く感謝申し上げる次第である。

【附表】

1. 小委員会（13 回開催）

年度	回	開催日	開催場所	主な内容
2017	1	2017.7.27	土木学会	第 8 期研究方針についての議論（幹事団）
	2	2017.10.6	ハネール仙台	* 第4回地下空間維持管理セミナーと共催
	3	2018.1.25	土木学会	話題提供 ・ 東京都の道路における地下空間の管理（栗本委員） ・ 名古屋エスカ地下街における維持管理対応の工夫（大森委員）
	4	2018.3.19	土木学会	話題提供 ・ 都市トンネルの維持管理（大塚委員） ・ JR東日本におけるトンネル維持管理の現状（水野委員）
	5	2018.5.25	土木学会	話題提供 ・ 都市ガス施設の維持管理（木原委員）
2018	1	2018.7.6	金沢工大 虎ノ門キャンパス	話題提供 ・ 首都高における維持管理（神田委員） ・ 高速道路の維持管理における大規模更新・修繕（村田委員）
	2	2018.10.5	東京メトロ 総合研修訓練センター	施設見学会（沼田委員）
	3	2018.12.13	中日本ハイウェイ・ エンジニアリング東京 技術研修所	施設見学会（幹事団）
	4	2019.4.12	土木学会	話題提供 東京都の下水道施設維持管理の現状（武藤委員）
2019	1	2019.6.13	金沢工大 虎ノ門キャンパス	話題提供 ・ 定期点検要領改訂に関する解説：トンネル（太田氏：応用地質） ・ インフラ健康診断書（道路部門：トンネル）の概要（野村委員）
	2	2019.8.22	土木学会	話題提供 ・ 画像撮影とAIのひび割れ検出による送電トンネルの点検効率化（重岡氏：東電HD） ・ 走行型高速 3D トンネル点検システム（MIMM-R）（重田委員） ・ レーザーによる非接触内部損傷探査技術と附属物異常検知システム（野村委員） ・ あと施工アンカーの非破壊検査装置（山本氏：KFC）
	3	2019.11.8	土木学会	WG成果中間報告（野村委員、木原委員、水野委員、松田委員）
	4	2020.1.17	金沢工大 虎ノ門キャンパス	話題提供（防災小委員会コラボ） ・ 防災小委員会の活動概要のご紹介（防災小委員会：馬場委員長） ・ 地下浸水に関する検討事例のご紹介（防災小委員会：馬場委員長）

2. 維持管理セミナー（参加者総数：839 名）

* 第 9 回以降セミナー名称を変更

- ・ 第 3 回 地下空間維持管理セミナー（2017. 6. 9 広島市 参加人数：48 名）
- ・ 第 4 回 地下空間維持管理セミナー（2017. 10. 6 仙台市 参加人数：83 名）
- ・ 第 5 回 地下空間維持管理セミナー（2017. 12. 20 岐阜市 参加人数：88 名）
- ・ 第 6 回 地下空間維持管理セミナー（2018. 7. 2 名古屋市 参加人数：88 名）
- ・ 第 7 回 地下空間維持管理セミナー（2018. 8. 24 金沢市 参加人数：155 名）
- ・ 第 8 回 地下空間維持管理セミナー（2018. 11. 16 郡山市 参加人数：95 名）
- ・ 第 9 回 維持管理セミナー（2019. 6. 20 金沢市 参加人数：202 名）
- ・ 第 10 回 維持管理セミナー（2019. 10. 10 広島市 参加人数：79 名）

3. 委員名簿（旧委員も含む）

No.	委員職区分名	氏名	勤務先名称	道路トンネル	鉄道トンネル	インフラ施設	法的視点
1	委員長	木村定雄	金沢工業大学	○	○	○	○
2	副委員長	森山 守	中日本ハイウェイ・エンジニアリング名古屋（株）	○	○	○	○
3	委員	栗本太郎	静岡市			○	○
4	委員	石田滋樹	中電技術コンサルタント（株）	○			
5	委員	砂金伸治	東京都立大	○			○
6	委員	今泉勝生	郡山市				
7	委員	岩尾哲也	西日本高速道路（株）	○			
8	委員	岩沢 理恵	鉄建建設（株）		○		
9	委員	岩波 基	早稲田大学		○		
10	委員	宇野洋志城	佐藤工業（株）				○
11	委員	大森高樹	（株）日建設計シビル		○	○	
12	委員	岡 滋晃	東京電力ホールディングス（株）			○	
13	委員	岡本慎一	鉄建建設（株）			○	
14	委員	岸田 潔	京都大学				
15	委員	木原晃司	東京ガス（株）			WG主査	
16	委員	京谷孝史	東北大学				
17	委員	日下 敦	（国研）土木研究所	○			
18	委員	串戸 均	首都高速道路（株）				○
19	委員	鯨井 巧	（株）テムロ		○		
20	委員	小山倫史	関西大学	○			
21	委員	坂井康人	阪神高速道路（株）	○			○
22	委員	清水靖也	鉄建建設（株）	○			
23	委員	鈴木 健	西松建設（株）	○			
24	委員	須藤禎一	NTTインフラネット（株）			○	
25	委員	瀬戸口雄太	パシフィックコンサルタンツ（株）		○		
26	委員	富川 哲	東急建設（株）		○		
27	委員	伊達重之	東海大学				
28	委員	土門 剛	中電技術コンサルタント（株）	○			
29	委員	中村大志	首都高速道路（株）				
30	委員	沼田 敦	東京地下鉄（株）		○		
31	委員	野村 貢	（株）建設技術研究所	WG主査			
32	i委員	平手克治	（有）丸重屋				
33	委員	堀内浩三郎	（株）日本インシーク	○			○
34	委員	堀地紀行	国士館大学		○		
35	委員	林 久資	山口大学	○			
36	委員	松田貞則	日本工営（株）				WG主査
37	委員	水口雅晴	-				○
38	委員	水野光一朗	東日本旅客鉄道（株）		WG主査		
39	委員	道上剛幸	（株）ケー・エフ・シー	○			
40	委員	宮沢一雄	東日本高速道路（株）				○
41	委員	村田雄輝	（株）高速道路総合技術研究所				○
42	委員	安田 亨	パシフィックコンサルタンツ（株）	○			
43	委員	山田浩幸	（株）鴻池組	○			
44	委員	和田 淳	東京都			○	
45	幹事	麻田正弘	アルスコンサルタンツ（株）	○			○
46	幹事	池尻 健	（株）セントラル技研	○	○	○	○
47	幹事	重田佳幸	パシフィックコンサルタンツ（株）	WG統括			
旧	委員	大塚 努	東京地下鉄（株）		○		
旧	委員	大塚正博	鹿島建設（株）			○	
旧	委員	中井 宏	東京都			○	
旧	委員	野口 聡	東急建設（株）		○		
旧	委員	武藤 真	東京都			○	