

これからの社会基盤整備と維持管理への対応 ～情報技術・自動化技術の活用をめざして～

座長	神崎 正	建設用ロボット委員会 委員長 香川大学工学部教授
話題提供者	真下 英人 城間 博通 伊東 昇 小西 真治 高橋 聡 飯田 敏昭 亀村 勝美	(独)土木研究所 (株)高速道路総合技術研究所 首都高速道路(株) (財)鉄道総合技術研究所 東京地下鉄(株) 日本電信電話(株) 大成建設(株)

日時 平成20年9月11日(木) 12:40～14:40
場所 東北大学 II-2 会場(B102)

土木学会建設用ロボット委員会

はじめに

建設用ロボット委員会 委員長
神 崎 正
(香川大学工学部教授)

(社)土木学会に、建設用ロボットに関する研究のために「建設用ロボット委員会」が発足して、今年で23年になる。その間、建設システムの高度化をめざし、さまざまな分野における自動化・ロボット化および情報化について、現状分析、課題抽出、各種提言を行うなど本格的な研究に取り組んできた。現在では、「大深度地下小委員会」、「次世代施工技術小委員会」、「土木技術小委員会」、「海洋技術小委員会」に加え、「ライフライン技術小委員会」の5つの研究小委員会が活発に活動を行っている。今回はこれらの中から、「ライフライン技術小委員会」の活動テーマをベースとした研究討論会を企画させていただいた。

ライフラインは、現代の生活を支える日常的に不可欠なシステムの総称であり、道路・鉄道・地下鉄・上下水道・電気・ガス・電話（通信施設）など、網の目状のネットワークシステムとして機能している。それらは文字通り社会活動を支える社会基盤として機能し、その物量は極めて膨大である。しかしながら、欧米の先進国と比較したとき、質・量ともにその水準は必ずしも満足するものではない。これからの社会基盤は、まずこうした豊かさを実感できる整備が望まれる。また同時に、老朽化した社会基盤の維持管理への対応も必要である。

一方、IT・情報技術の飛躍的な発展は、日々われわれの生活を一新させている。建設分野においても、建設管理の自動化・ロボット化・情報化は、労働災害の回避や、作業員の高齢化と熟練労働者不足の問題などへの対応、コスト縮減、省力化への要請など、その果たす役割は大きく、期待はますます高まっている。

今回の研究討論会は「これからの社会基盤整備と維持管理への対応」と題して、各事業者から話題提供いただき、さまざまな分野の建設および維持管理の現状と動向を紹介する。そして、その効率的な遂行に際しての情報通信技術や自動化・ロボット化技術の利用について、地下構造物をはじめとする各種社会基盤施設の建設・運用・維持管理に関して共通の課題を明らかにし、今後の展望を探っていきたい。

注) ライフライン技術小委員会は、道路、鉄道、地下鉄、上下水道、電気、ガス、通信分野の事業者ならびにそれらに関わる建設会社からの14名の委員から構成し、点検・検査、モニタリング、情報処理・評価技術、リニューアル技術およびマネジメント技術など維持管理に関する横断的な話題に関する課題の抽出と将来像などについて熱心な研究調査活動を展開しており、2006年3月に「ライフライン地下構造物の維持管理」を出版した。

話題提供-1 道路トンネル

真下 英人 (独) 土木研究所

1. 既存ストック (量と質)

図-1に道路トンネルの供用延長の推移を示す。道路トンネルの延長は、平成18年4月現在で9,332箇所、総延長3,300kmに達している。構造種別の推移は、道路トンネルではほとんどが山岳工法により建設されており、NATMと矢板工法の比率は、NATMの導入が高速道路では1983年(昭和58年)、一般道路では1989年(平成元年)であることから同程度の延長となってきた。一方、開削工法やシールド工法による道路トンネルは比率としては非常に小さいが、シールド工法については、東京湾横断道路に適用されて以降、延長は伸びる傾向にある。図-2は、供用後50年以上経過したトンネル延長の今後の推移を示したものであるが、今後、老朽化したトンネルが急激に増加することがわかる。

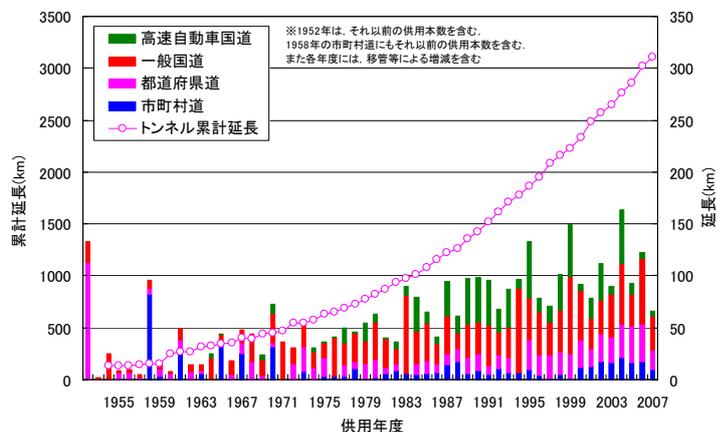


図-1 道路トンネルの延長の推移

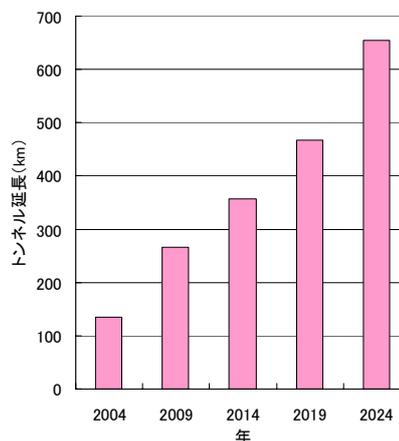


図-2 建設後50年以上のトンネル延長の推移

2. 建設及び維持管理の動向

1) 建設の現況と自動化などの動向

道路トンネルの大半は山岳工法により建設されてきており、その傾向は変わらないが、近年、補助工法の開発などによって、従来は適用が難しいとされていた都市部近郊の土砂地山など、山岳工法の適用範囲が拡大している。また、最近の掘削工法の傾向として、未固結地山、膨張性地山など地山条件の悪い箇所でも切羽安定の補助工法を併用した補助ベンチ付き全断面工法



図-3 補助ベンチ付き全断面工法の例

(図-3 参照)を採用し、早期閉合を図ることにより対応する例が増えてきている。た

だし、施工における自動化の点では従来から大きな変化は見られない。シールド工法は、主として都市部の環状道路の整備に適用されてきており、特に環境保全の観点から山岳工法による建設が難しいトンネルにおいて適用されるケースが増えている。最近のシールド工法による道路トンネルの特徴としては、二次覆工を省略したトンネルが増えていることが挙げられる。また、自動化の点では資材の搬入からセグメントの組み立てまで、大半の作業の自動化が進んでいる。

2) 維持管理の現況および自動化などの動向

道路トンネルの維持管理は、点検・調査、健全度評価、対策の3つの手順により構成される。点検は、覆工のクラック、浮き・はく離の発見が主な目的であり、クラックについては、これまでは目視観察とスケッチ記録が基本であったが、最近ではレーザービームなどの光学機器を用いてクラックを検出する技術が採用されるようになってきている。浮き・はく離については、現在も人力による打音検査が基本となっており、自動化技術の開発が望まれている。健全度評価は、変状の発生原因を推定して利用者の安全性、構造物の安定性の観点から対策の必要性を判定することが主目的となるが、判定は過去の事例などを参考に専門技術者の経験的判断に基づいて行われており、点検・調査結果から得られた情報を用いて自動的に健全度評価を行うシステムの開発が求められている。対策は、①剥落防止や漏水対策などの補修工②覆工の耐荷力の向上を図る補強工に大別され、変状原因が土圧などの外力作用の場合は補強工が必要となるが、変状の多くの発生原因は経年劣化、乾燥収縮などとなっており、補強工までの対策を必要とするトンネルは比較的少ない。対策の実施に際しては、長期にわたる通行規制を伴うことが多く（図-4



参照)、自動化を図り、交通への影響の少ない施工技術の開発が求められている。

図-4 インバートによる補強の施工例

3. 今後の課題と展望

今後、限られた予算の範囲で効率的に道路トンネルの維持管理を行っていくためには、維持管理の段階だけではなく、設計・施工の段階においても維持管理を考慮した取り組みが必要となる。すなわち、設計段階ではトンネルの耐久性を向上させる材料や構造の導入、施工段階では厳密な品質管理による不具合の発生防止、トンネル完成時の情報の記録・保存などに取り組むことが必要である。また、維持管理の段階では、定量的かつ客観的なデータを収集・記録し、一貫性のある健全度評価を行い、変状状態に応じた最適な対策を行うことが重要であり、これらの実現には、自動化、情報化技術などの開発が不可欠である。

話題提供-2 道路

城間 博通 (株)高速道路総合技術研究所

1. 既存ストック (量と質)

NEXCO三社が管理する高速自動車国道および一般有料道路のネットワークは平成19年度末で約8,500km、道路にトンネルの占める割合(トンネル構造物比率)は約9%で、上下線を別に数えたチューブ延長では約1,400kmに達している。現在建設中の新東名・名神のトンネル構造比率が20%であることから、今後もトンネル割合は増加するものと考えられる。

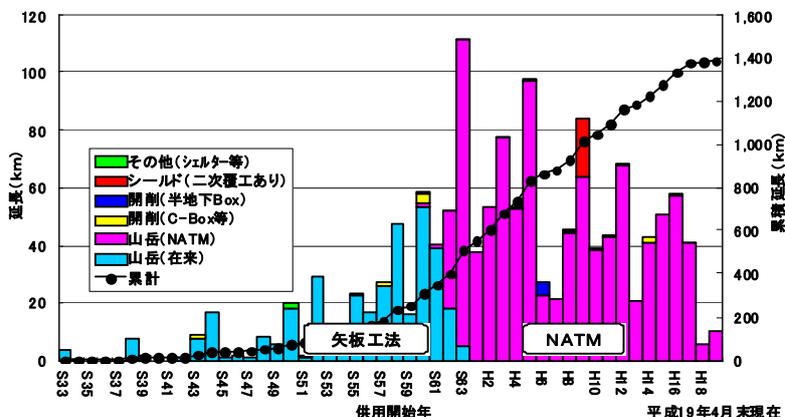


図-1 NEXCOの管理するトンネル延長

管理するトンネル工法の内訳は、全体の約3割が矢板工法で残りの約7割がNATMである。開削やシールド工法で建設されたトンネルは少数である。一番古いトンネルは旧建設省から引き継いだ関門国道トンネルで50年が経過している。

覆工の材料は基本的に無筋のコンクリートである。覆工コンクリートには、トンネル工法の特徴による変状が見られ、矢板工法で作られたトンネルでは漏水が多く、漏水や経年による覆工コンクリートのひび割れなどの老朽化が見られる。また、NATMでは導入初期のトンネルに収縮ひび割れなどの変状が見られる。

2. 建設及び維持管理の動向

① 建設の現況と機械化や情報化の動向

NEXCO各社は日本高速道路保有・債務返済機構との協定に基づき道路を建設している。主に山岳工法による建設が主体であるが、都市部では環境保全の観点や近年のシールド技術の発達がめざましいことから、シールド工法で計画されている区間もある。

通常山岳工法による掘削では、大型機械の導入により上下半を同時に進める補助ベンチ付き全断面工法での掘削を標準に取入れている。また、地質条件の良い山岳部では、延長の長いト



図-2 飛驒トンネルの大断面TBM

ンネルで設けられる避難坑で小断面 TBM を用いた高速施工が標準的に行われ、飛驒トンネルでは本坑掘削に大断面 TBM が適用された。

② 維持管理の現況と機械化や情報化の動向

トンネルの変状には漏水や盤膨れなど様々あるが、トンネルの変形など構造に影響のある変状は多くの場合、覆工コンクリートのひび割れとなって現れる。ひび割れはトンネルの健全度を評価する一つの指標として用いられているが、現在の覆工コンクリートのひび割れ調査は、暗い坑内環境下で上向きの近接目視調査を主体として実施されていることから、苦渋作業となるばかりでなく人的誤差の増加や交通規制時間の長時間化を余儀なくされている。また、トンネル点検では「近接目視」やハンマーによる「打音点検」が一般的に実施されているが、前述同様の課題がある。



図-3 レザー光によるひび割れ計測の例

NEXCOでは、課題を克服するために50km/h程度で走行しながらアルゴンレーザー光やCCDデジタルカメラを用いてひび割れ画像を取得する手法を取入れ、車線規制を必要としない高度な調査手法を取入れている。点検に適用する場合には、撮影画像を近接目視の代わりに活用し、ひび割れや漏水状況などから現場での叩き点検箇所を抽出する方法としている。

残念ながら、覆工コンクリートの浮きやはく離などの確認は、現段階ではハンマーによる叩き点検に頼っているのが現状である。赤外線等による不具合箇所の抽出技術の研究も進んでいるが、温度環境の変化の少ないトンネルでは未だ確立していない。今後非接触による浮きやはく離を効率的に抽出する技術の確立が必要である。

3. 今後の課題と展望

インフラを蓄積する時代からストックを効率的に維持し提供する時代になり、さらに限られた予算や労働力の中で、効率的に構造物の現況を把握・評価し効果的な投資を行うことが求められている。トンネルでは、覆工コンクリートの不具合を効率的に検出して、機能低下に対して健全度を評価し、維持補修の優先順位を明確にすることが不可欠である。それには、計測技術やそれから得られた情報を処理する技術を活用していく必要がある。

高速道路トンネルでは、安全で快適な走行空間を確保するために、建設時の施工データや点検・補修データ等を確実に保存し、それらからトンネルの健全度を把握し、効率的かつ適切な維持管理を計画的に遂行するためのトンネルマネジメントシステムを構築中である。これにより、トンネルの現況を客観的に評価し中長期的な劣化推移を予測するとともに、より経済的・効率的な維持管理、補修・補強計画を立案することが可能となると考えている。

話題提供-3 道路

伊東 昇 首都高速道路株式会社

(1) 既存ストック

首都高速道路は、1963年の最初の供用開始以来、昨年末の中央環状線・山手トンネルに至るまで293.5kmを供用しており、1日当たりの利用台数は約115万台におよぶ。

構造的な特徴としては、都市内の限られた公共用地(既存の街路や河川上)を高度利用するため、大部分が構造物となっていることが挙げられる。全延長の約8割が高架構造となっており、そのおよそ3/4、約197kmは鋼構造、1/4、約39kmがコンクリート構造(RC、PC)である。また、近年開通した路線はトンネル構造が主体となっており、供用延長は約24kmである。このように、膨大な量の「構造物」さらには、都市高速道路としての機能を全うするための施設も相当数に及ぶ。また、最初の供用開始から既に45年を経過、現時点で供用30年を超える部分が全延長の4割強となっているが、この比率は、当然のことながら次第に増大する傾向にある。

(2) 建設および維持管理の動向

現在建設中の路線は従前の高架構造主体の路線から中央環状線(新宿線、品川線)、横浜環状北線など、トンネル主体の路線へと移行している。都市内でのトンネルであり、本線部分はシールドトンネルとしているが、出入口の分合流部分は開削トンネルとなる。トンネル工事による地上の既存街路への影響をできるだけ小さくするために非開削での施工を先行させ、後に「切開き」によって分合流部を構築するなどの工夫を行っている。維持管理に関しては、1日115万台に及ぶ重交通下において、交通渋滞を出来るだけ避けることが望まれているところではあるものの、一方で膨大な数量の構造物や施設の点検・補修をしていく必要があり、そのための交通規制は不可避である。結果として、大半の作業は夜間、交通量の比較的小さい時間帯に実施せざるを得ない。

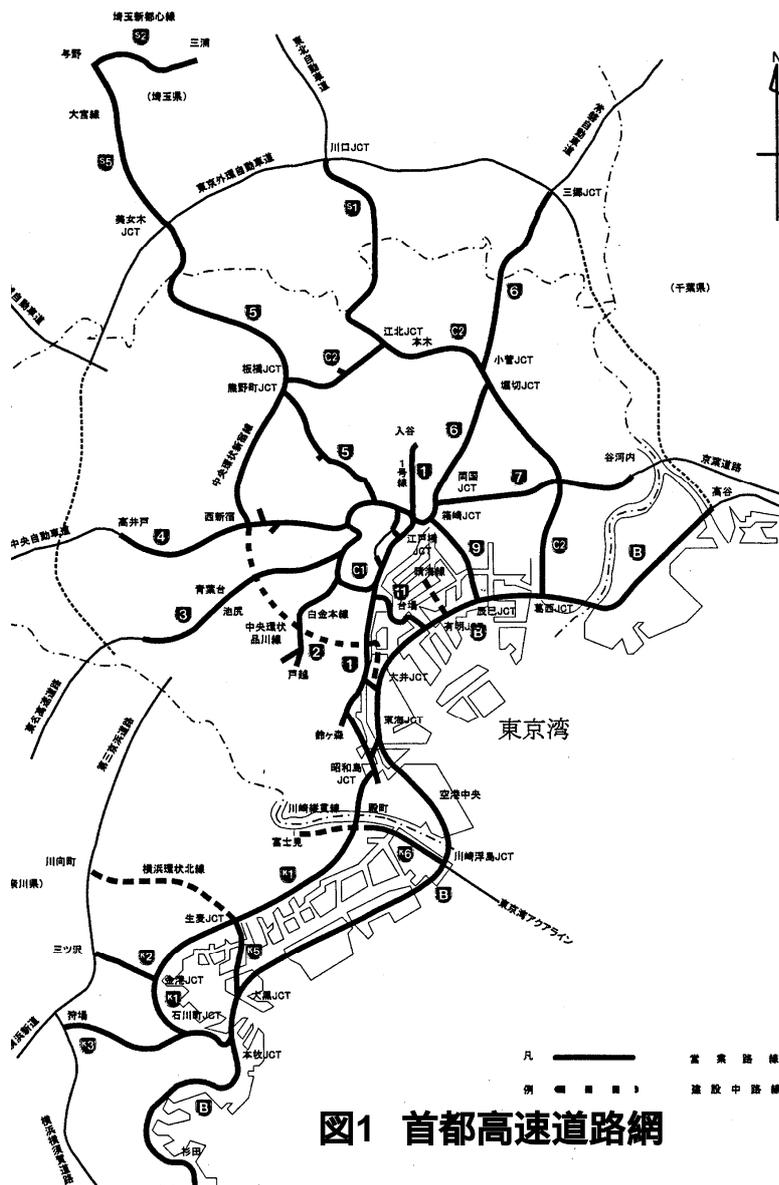


図1 首都高速道路網



図2 中央環状新宿線(山手トンネル)

また、以前は予想もされなかったような損傷も新たに発見されるようになってきており、要補修損傷が累積的に増大するなど、維持管理に関する業務比率は着実に大きくなっている。

(3)自動化・ロボット化・情報化等の動向

構造物の維持管理の「点検 判定 対応(補修・補強) 評価」というようなサイクルのなかで、「点検」が維持管理を実施していく上での基礎的な作業となることは言うまでもない。

点検のツールの一環として、以前から各種「非破壊検査」に関する技術開発がなされているが、非破壊検査結果だけで決定的な情報を得ることは困難であり、熟練点検員の接近目視点検と合せて最終的に判断する、というのが現状と思われる。

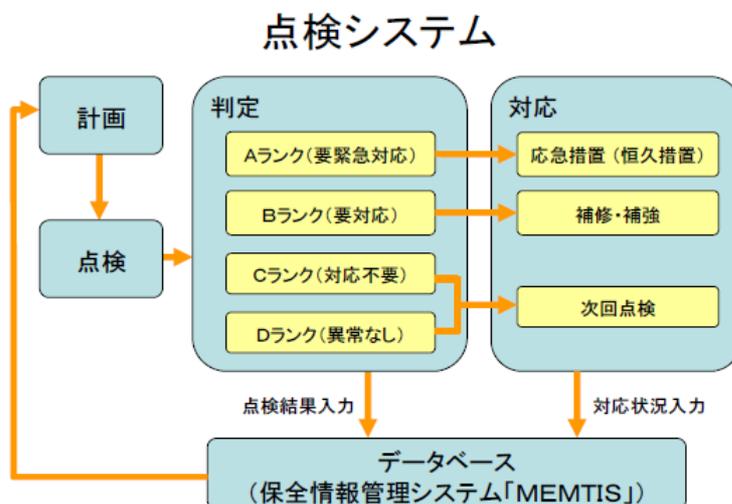


図3 点検・維持管理業務の流れ

点検分野で、近年試行的に導入している施策をいくつか例示する。

- 各種非破壊検査等: 赤外線法、鋼床版半自動探傷装置、自動垂直超音波探傷装置、10連タンデムアレイ光ファイバセンサを用いた橋梁の常時モニタリング巡回車により路面段差を点検するシステム
- トンネル点検車両(施設)

また、毎年蓄積される膨大な点検データを構造物のデータとともに一括管理する情報管理システム(MEMTIS)を構築し、運用中である。



図4 疲労亀裂非破壊探傷試験の例

(4) 今後の課題

限られた経営資源「人・モノ・金」で、「安心・安全・快適」な首都高速道路を供用することが求められている。

そのために、より効率的な維持管理手法を取り入れていくことは言うまでもない。

点検業務に関しては、私見ではあるが、「情報技術」あるいは「自動化」といった切り口で、「属人的でない」「客観的な」かつ「広範な」点検データ構築を「安価で」達成するための技術が求められているように思う。

また、長大橋梁の足場、塗装ロボット等の作業員が接近困難な箇所での点検補修技術の発展にも期待をしたい。

られ、全ての鉄道事業者が同じ体系で維持管理を行うことになった。

一方、近年、現場の技術継承の困難さや深刻な労働力不足などの問題も浮上してきている。鉄道需要の飛躍的な増加が望めず、施設の改良や新設が困難な現状では、現在ある構造物を少ないリソースで効率的に維持管理し、安全の確保と構造物の長寿命化を図ることが必要であり、維持管理業務の省力化・自動化、確実に効率的な維持管理手法の研究開発が望まれている。また、活線下でのリニューアル技術の開発も要望されている。

2.3 自動化・情報化への取り組み

構造物は、コンクリートの剥離、鋼材の腐食・疲労など様々な変状が発生するほか、地震、地盤変位、雨、環境、衝突、火災等により、性能が低下する。これを、通常は、目視主体の定期検査で見極める。しかし、対象が地中、高所、トンネル内、危険箇所等に存在していたり、被覆されていたりし、直接見ることが困難な場合が多い。また、その結果は検査員の経験とセンスに依存しているのが実情で、結果にバラツキが見られる場合もある。

これら検査のサポート、検査・診断精度の向上を目指して新しいセンサやセンサを用いた検査法、診断自動化、検査・診断を含む構造物の総合的な情報のデータベース化の研究開発が進められている。また、常時監視や異常時の早期状態把握のため、モニタリング技術の開発（図-4）が進められている。

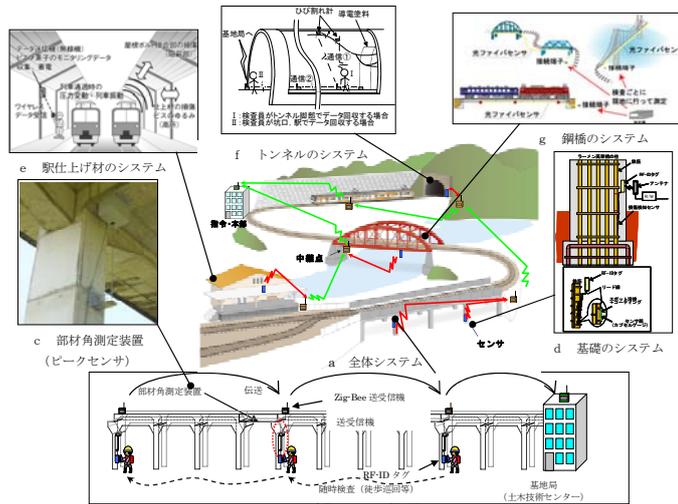


図-4 モニタリング技術の例

3. 今後の課題と展望

今後の予想では、駅を中心とした都市部への人口集中が予想され、既設都市鉄道、駅の性能を向上させる技術、これらの古い構造物を改築・リニューアルする技術（図-5）、密集地域での設計・施工技術が必要になると思われる。

また、都市間を高速移動する必要性が高まり、鉄道的高速化・高速走行を可能とする技術の開発が必要となる。すなわち、高速・低コストの新線建設技術、騒音・振動対策技術である。

維持管理に関しては、維持管理業務の省力化・自動化が必要であり、データベース化、検査ロボットの開発、さらなるモニタリング技術の開発が必要である。

また、異常気象等から、今後、災害の増加が予想され、防災投資が増加されるとともに、災害時の被害予測技術、災害監視システム、防止技術、早期復旧技術の研究開発が望まれる。

このような、研究開発の中では、検査や補修用ロボットあるいは災害復旧支援ロボットのよう機械化、モニタリング技術、データベースの構築、シミュレーション技術等の基本技術の開発が必要と考えられる。

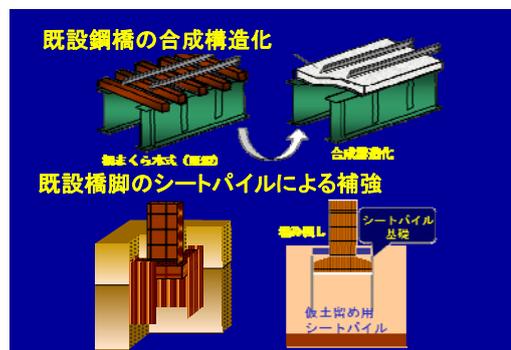


図-5 リニューアル技術の例

話題提供-5 地下鉄

高橋 聡 東京地下鉄株

1. 既存ストック（量、質）

現在、日本では、札幌、仙台、首都圏、名古屋、京都、大阪、神戸、広島、福岡において地下鉄道の営業が行われている。その営業線の現況は表-1に示す通りであり、700km強という長大な地下鉄路線網が構築されている。

さらに、東京地下鉄株を例に見ると、竣工後50年以上経過している構造物は全体の13%存在している。昭和2年（1927年）に開通した銀座線上野・浅草間2.2kmは供用開始から80年以上経過しているが、現役構造物として十分にサービスの提供に寄与している（図-1）。

表-1 地下鉄事業者の概況

平成19年7月1日現在

圏域	事業者名	路線数	営業キロ(km)	開業年数	平成18年度1日当たり平均輸送人員(千人)
札幌	札幌市	3	48.0	S.46/12~H.6/10	699
仙台	仙台市	1	14.8	S.62/7~H.4/7	149
首都	東京地下鉄株	9	195.1	S.2/12~H.20/6	6,220
	東京都	4	109.0	S.35/12~H.12/12	2,159
	横浜市	2	40.4	S.47/12~H.11/8	470
	埼玉高速鉄道株	1	14.6	H.13/3	75
中京	名古屋市	6	89.1	S.32/11~H.16/10	1,155
	名古屋鉄道株	1	2.3	H.15/3	38
近畿	京都市	2	28.8	S.56/5~H.16/11	316
	大阪市	7	129.9	S.8/5~H.18/12	2,288
	神戸市	3	30.6	S.52/3~H.13/7	290
中国	広島高速交通株	1	0.3	H.6/8	49
九州	福岡市	2	29.8	S.56/7~H.17/2	331
合計		42	732.7	-	14,239

※『数字でみる鉄道2007』（監修：国土交通省鉄道局、発行：運輸政策研究機構）より

※ 東京地下鉄株の情報は平成20年7月時点のもの

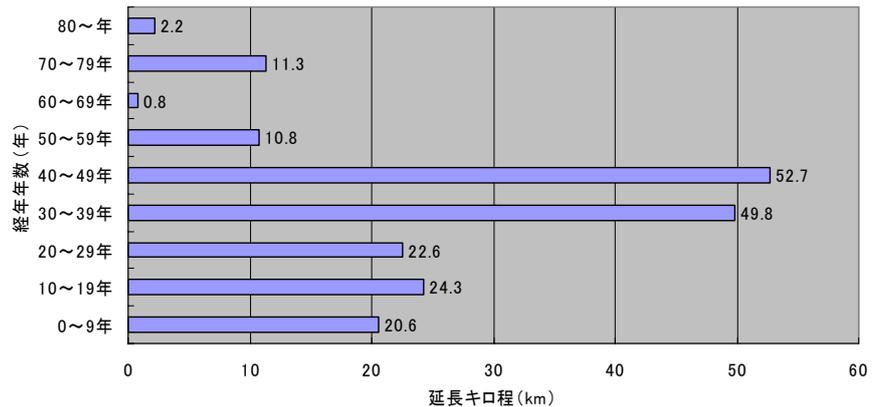


図-1 東京地下鉄株の鉄道構造物の経過年数

2. 建設及び維持管理の動向

新線建設については、平成20年6月14日に東京地下鉄株9番目の路線になる副都心線の開業を果たした。将来的には東京急行電鉄株との相互直通運転を開始し、埼玉から東京を横断し神奈川までのルートを確認することになる。運輸政策審議会答申第18号にもある東京8号線の延伸等が整備計画としてあげられているが、東京地下鉄株としての地下鉄建設は、副都心線を最後に終了した状態である。なお、「人と環境にやさしい地下鉄建設」を目指した副都心線工事においては、電動化掘削機械の導入、建設発生土のほぼ100%再利用、円形断面に比べ約10%掘削土量を削減できる複合円形断面シールド



写真-1 大断面複合円形シールド

(写真-1)の採用など様々な環境負荷低減方策をとった。

一方維持管理については、平成19年1月に国土交通省から鉄道構造物の維持管理に関する通達が出され、東京地下鉄(株)もそれに準拠した維持管理体制の見直しを行った。目視調査を基本とする通常全般検査を軸に必要な応じ個別検査を行い、変状箇所の抽出・変状原因の確認を行ったうえで然るべき措置を行っている。近年、維持管理に従事してきた技術者の減少と業務の多様化のため、技術力の伝承が難しくなっている傾向がある。東京地下鉄(株)としては、直営での現場での調査及び健全度判断が重要であると位置付け、維持管理業務の運用方法を再構築している状態である。

3. 自動化・ロボット化・情報化等の動向

トンネルの維持管理における自動化・ロボット化の目的は検査精度の向上や省力化であると考えられる。東京地下鉄(株)は平成11年から平成17年にかけて、ひび割れ、漏水、剥離検知等を自動抽出可能としたトンネル検査車の開発を行った。これは、可視画像とアクティブ法による赤外線カメラにより変状を抽出するものであるが、赤外線カメラについてはコンクリート壁面への照射時間が長すぎることから、非効率な運用になることが把握された。結果的には可視画像のみを運用段階に落とし込むこととし、現在その作業を行っているところである。

近年のトピックとして、石綿除去のロボット化を図ったものがある。専用で開発した保守作業車を使用し、トンネル側壁部に吸音目的で吹付けてある石綿を、密閉空間を確保し外部への飛散を防止しながら除去するものである(図-2)。

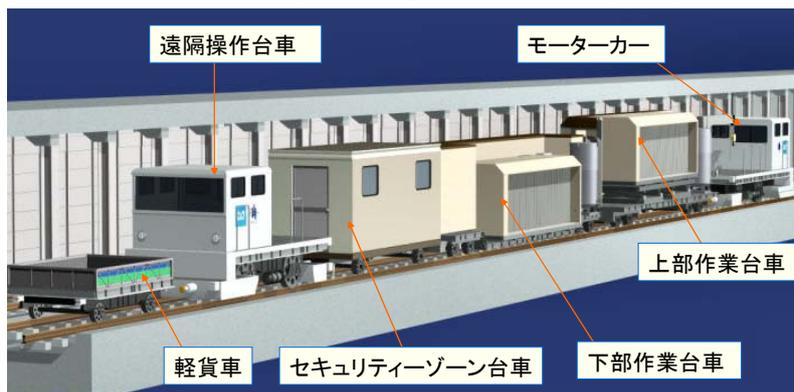


図-2 石綿除去装置の概要

4. 今後の課題と展望

維持管理の基本は、現地に行き自分の目で変状を確認した上で、様々な条件(建設時の条件、環境条件、材料の状態等)を加味し、健全度の判定を行うことになる。自動化・ロボット化は、その精度を向上させることを目的としており、早急に可視画像(写真-2)や鉄道各社で開発した構造物管理支援システムを運用段階に落とし込むことが課題になる。さらに、健全度の判定を行う際に必要な情報をストックしていくことも重要であり、前述した可視画像においては、情報の一元管理の機能を有するものとしても期待されている。



写真-2 可視画像撮影装置

1. 既存ストック (質、量)

NTTのサービスを支える基盤設備は、管路設備 63 万 km、とう道設備 600km 等と全国に膨大なネットワークを構成している。(図-1 通信設備量)

一方、建設年度を見てみると、60年代、70年代に構築された設備が多く、耐用年数を過ぎた設備が管路設備で50%、とう道設備で40%にも及び、設備の老朽劣化が懸念される。(図-2 設備の老朽化)

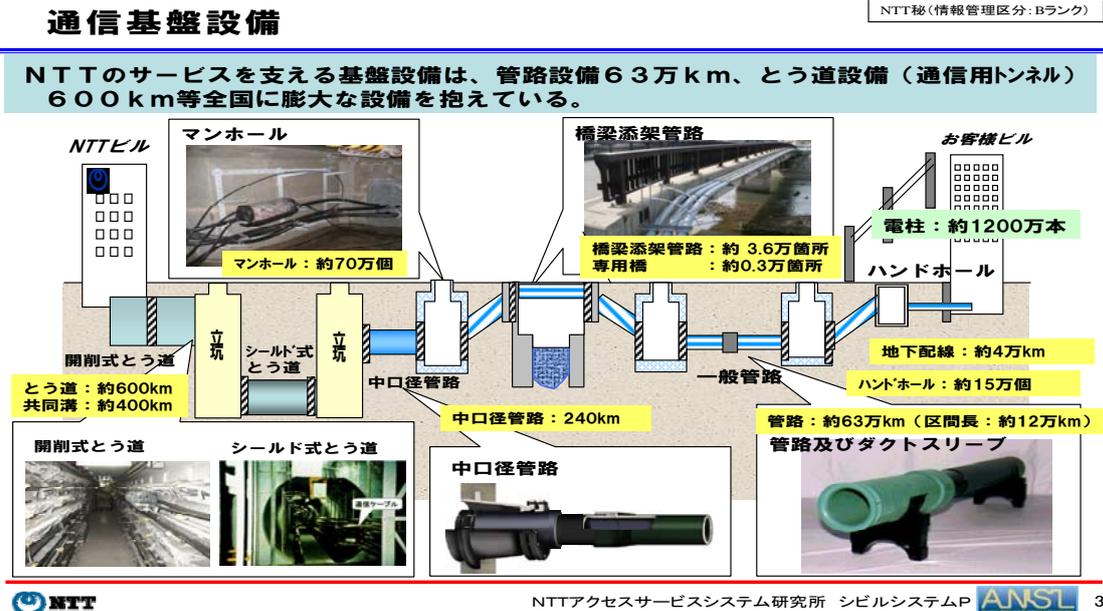


図-1 通信設備量

設備の老朽化

NTT秘(情報管理区分:Bランク)

電話大量架設時代に構築された膨大な設備が老朽化し、機能劣化していることが想定されることから、対応が必要。

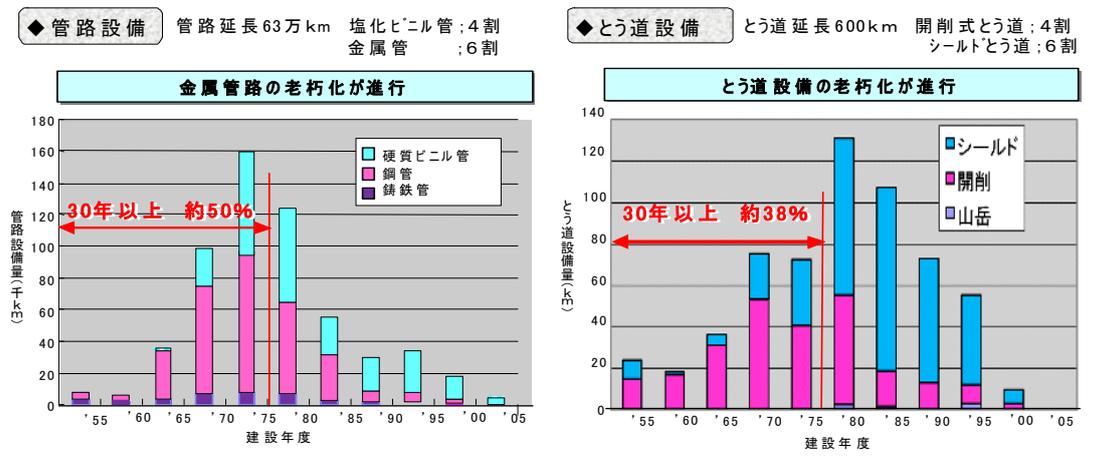


図-2 設備の老朽化

2. 建設及び維持管理の動向

建設工事については、新規ルートの構築と言った工程はほとんど無くなり、既設ルートでの増管工事やルート変更を伴う支障移転工事及び自治体等の要請に基づく電線類地中化整備工事を中心となっている。

メタルケーブルによるサービスから光ケーブルによるサービス展開にシフトしており、通信技術の発達により、細いケーブルで大容量の情報通信が可能となり、同一情報量を伝達するのに必要な地下空間は益々小さくなる傾向にある。したがって、既設設備を如何に効率的に運用し、徹底的に活用することで、安価で信頼性の高いサービスを提供することが企業者として求められている。

具体的には、「点検（目視等）」、「診断（コア採取を含む精密点検等）」、「補修」、「設備管理（DB等）」、「点検計画」のサイクルを回すことで、最適な維持管理を行うことになる。

また、専門技術者の減少と言った課題からも、設備の悪さ具合が簡易に定量化できる非破壊点検技術を導入している。

3. 自動化、ロボット化、情報化等の動向

効率的な維持管理及び安心安全信頼に基づく維持管理等を進める上で、「点検診断技術」、「モニタリング技術」、「オペレーション技術」、「耐震化技術」等の実用化及び研究開発に取り組んでいる。



図-3 点検診断技術化

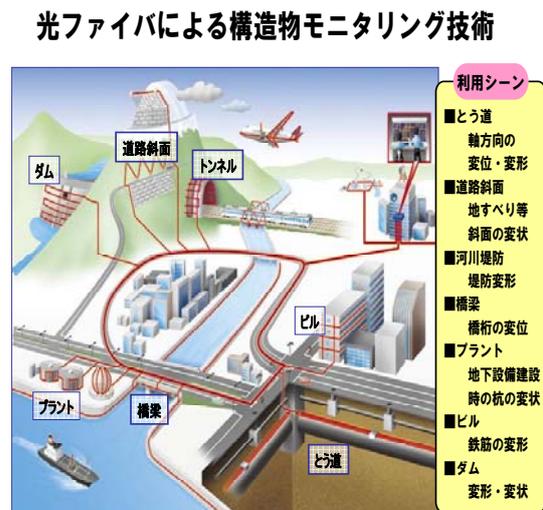


図-4 モニタリング技術

4. 今後の課題と展望

建設においては、環境問題や地域住民への配慮等の観点からも「開削」から「非開削」へのニーズが高まるとともに、他ライフライン企業との共同施工による工期短縮、共同溝による社会資本の一元化が益々進むものと考えられる。

維持管理においては、技術者の高齢化・大量退職時期を迎え、点検・診断・補修・設備管理・点検計画の各工程で、スキルレス化・省力化に向けた自動化・情報化技術等の開発を進める必要がある。併せて、全ての基盤設備を対象に、全体最適解を求める「アセットマネジメント」の確立にむけた研究開発、実用化が望まれる。

話題提供-7 建設

亀村 勝美 大成建設㈱

1. 建設会社の維持管理への取り組みの背景

図-1 は、現在の我々が置かれている状況と課題、そしてその解決策の関連を示したものである。社会は、その成熟化と共に経済的には長い低成長時代に入った。一方で社会基盤構造物は増大しつづけており、その中に占める老朽化構造物は今後時間の経過と共に飛躍的に増加する。片や高齢化・少子化などから社会基盤構造物の機能の維持と安全の確保は、なんとしてでも成し遂げねばならない。とは言え税収の増加は見込めないため、公共投資といえども、何のために、どのように限られた予算を使うのかについての説明責任（アカウンタビリティ）を果たさねばならない。

ここに構造物の建設費と供用期間中の維持管理に関する費用の総計（ライフサイクルコスト=LCC）を、安全と機能維持の条件の下に最適化すること、すなわち科学的手法によるマネジメントの重要性がある。科学的マネジメント手法の導入は時代の要請なのである。

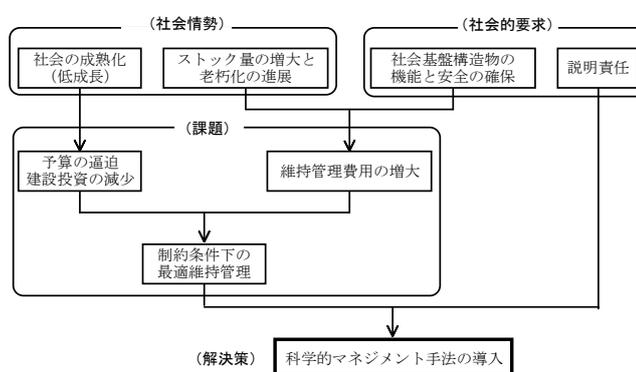


図-1 今、何が求められているか？

このような背景の下、建設各社は維持管理に関わる様々な新たなニーズに応えるべくソフト技術（LCC算定のための劣化予測手法、アセットマネジメント手法など）やハード技術（効率的かつ高精度の点検調査手法、合理的で環境に優しい新工法・新材料、厳しい環境条件下での再構築技術など）の開発を行っている。

こうした様々な技術から構成される合理的なマネジメント手法は、既存施設（資産）の維持管理に当たって用いられるだけではなく、これからの基盤整備（新規の計画、設計、建設）においても、また同様に用いられるものである。すなわち何のために、何を、どうやって、どれくらい（時間、金）などの有用な情報が利害関係者に提供されるのである。

2. ソフト技術の開発

合理的なマネジメントのためには、ライフサイクルコストを知る必要がある。しかしここに多くの課題がある。（図-2）

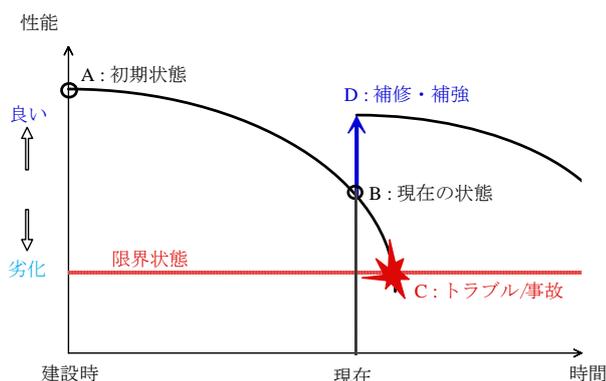
①建設時の品質の把握（図-2 A点）

多くの地下構造物では、建設終了時点での性能が明確になっていない。

定期的な点検などにより劣化に関するデータを取得することは重要であるが、同時に建設完了時の初期状態の評価手法について検討する必要がある。

②劣化特性の評価（図-2 B点）

劣化曲線は、LCC 算定の基礎となるものである。しかし地下構造物の場合、橋梁などとは異なり外観の目視ができないなど点検作業そのものが難しく、調査点検手法の更なる開発が必要である。また劣化状況と性能との関係の評価についても課題が残されている。



③要求性能の明示（図-2 C点）

性能の劣化曲線を設定するに当たっ

図-2 構造物の劣化特性

ても、また具体的な維持補修策を検討するに当たっても、まずその構造物に要求される性能、あるいは機能を明確にしておく必要がある。

④補修、補強工の効果の定量的評価（図-2 D点）

多くの点検、調査データから劣化のメカニズムが明らかになれば、的確な補修、補強が可能になる。その際には、用いられる工法の性能維持あるいは回復に対する効果の定量的評価、その効果確認のためのモニタリング手法の開発が必要である。しかし地下空間の閉鎖性、遮蔽性などはモニタリングの大きな障害であり、新たな技術の開発が求められる。

3. ハード技術の開発

様々な構造物の維持管理のための技術開発が行われている。また新たな基盤整備のための特殊工法なども開発されている。

新工法では、環境への影響の小さいこと、短工期、低コストなどがキーワードとなる。また新材料では長寿命（高耐久性、維持管理しやすい）、低コスト、高強度などがキーワードとなる。



図-3 ハーモニカ工法（大成建設 HP より）

4. 今後の課題

「これからは維持管理の時代だ！」と言われてから久しいが、合理的維持管理を目指した様々な取り組みが成されているにもかかわらず、未だ建設分野における新たな市場としての姿ははっきりしていないのが現状であろう。しかし社会基盤施設は複雑なシステムと高度な機能を有しており、災害や事故などによりたとえ一部の機能が失われたとしても、その社会へ及ぼす影響は莫大なものとなる。このような事態を回避し、安全・安心な社会を守り続けていくためには、維持管理を重要かつ緊急の問題として関係者が一体となって今後とも取り組んでいく必要がある。