

地下鉄トンネルにおける維持管理に関する検討

新才 浩之¹・日比野 直彦²・森地 茂³

¹正会員 東京地下鉄株式会社 (110-8614 東京都台東区東上野 3-19-6)

E-mail:h.shinsai@tokyometro.jp

²正会員 政策研究大学院大学准教授 大学院政策研究科 (〒106-8677 東京都港区六本木 7-22-1)

E-mail:hibino@grips.ac.jp

³名誉会員 政策研究大学院大学特別教授 大学院政策研究科 (〒106-8677 東京都港区六本木 7-22-1)

E-mail:smorichi.pl@grips.ac.jp

日本国内の高度経済成長長期に整備された社会資本は、今後急速に高齢化することが懸念されている。東京メトロが維持管理している土木構造物は2012年時点で23%が50年以上経過しており、今後10年で約55%に急増する。本研究では、今後さらに高齢化が進行する土木構造物の維持管理の重要性を勘案して、東京メトロの地下鉄トンネルを対象とし、トンネル内に発生する変状について、過去の定期点検のデータを活用したデータベースを作成する。さらに、劣化の発生と遷移に着目し、複数の指標による複合的な要因があることを明らかにするものである。

Key Words : *subway tunnel, maintenance, periodic check, deterioration*

1. 序論

東京地下鉄株式会社（以下東京メトロという）は、平成20年に開業した副都心線を含め全9路線、営業キロ195.1kmの土木構造物を維持管理している。維持管理対象である土木構造物のうち約85%をトンネルが占めており、約60%が開削トンネル、約25%がシールドトンネルである。最も延長が長い開削トンネルには供用開始から80年以上経過している区間も含まれている。また、供用開始から50年以上経過している区間は2012年時点で約23%あり、今後さらに土木構造物の経年が進むにつれて、10年後の2022年には約55%が50年以上経過することになる。したがって、地下鉄トンネルの特性を把握し、今までの維持管理の経験を活かしたこれまで以上に効果的かつ効率的な維持管理が必要であることが明確である。

現在の東京メトロの維持管理は、運転保安、列車の正常運行及び旅客、公衆等の安全の確保を前提に、日常の巡回、定期的実施している全般検査、劣化が著しい箇所等に対して行われる個別検査、異常時に行われる随時検査に体系化されている。これらの検査によって作成された検査記録を基に、変状の種類や程度により日常的に補修工事を実施している。しかしながら、軽微な変状も含めた全ての変状に対策を施すことは難しく、今後土木構造物が高齢化するにしがたい、増加すると考えられる変状に優先順位を付けると共に、事後保全だけでなく、長寿命化を視野に入れて、劣化の進行が予測できる箇所

においては予防保全を実施することが、効果的かつ効率的に維持管理することであると考える。

長寿命化の取り組みの一つとして、多くの行政機関や事業者においては土木構造物のアセットマネジメントを試行または導入しつつある。東京メトロにおいても、独自にアセットマネジメントを必要なマネジメント手法として、平成17年度に開発検討に着手した。しかしながら、システム上不可欠な劣化予測式が完全には確立されていないこと、予測に必要な測定指標にばらつきが多くあること等の理由から、導入に関しては客観性、論理性に欠ける段階であると判断している。以上を踏まえて、本研究では東京メトロの路線について、過去の検査記録を基に、劣化の発生・遷移に着目し、複数の指標により影響を明らかにすることを目的とする。

検査記録は、これまで2年以内に定期的実施している通常全般検査の記録を活用する。劣化の発生については、直近の検査記録で新たに確認した変状とする。劣化の遷移については、直近の検査記録を4回目の記録と位置付けし、過去3回の記録に同変状があるものを選択している。また、検査記録は補修計画を策定するための記録として作成しているため、検査年代の基準で作成していることやマニュアル通りではなく検査員の判断により判定を変更していることなど必ずしも構造物の程度をそのまま表記しているものではない。したがって、全てを同基準で統一するために、検査記録を見直し、集計することで研究用のデータベースを作成し、分析している。

2. 既往研究の整理と本研究の位置付け

土木構造物の維持管理者には、管理対象である土木構造物を常に利用者が不都合なく利用できる状態に維持し続けることが求められる。コンクリート構造物の維持管理の基本的な考え方については、土木学会「コンクリート標準示方書〔維持管理編〕」¹⁾において示されている。また、鉄道のコンクリート構造物については、鉄道技術総合研究所「鉄道構造物等維持管理標準・同解説（構造物編）」²⁾において示されている。近年では、時間制約や予算制約など様々な制約の下、より効率的な維持管理をしていくための手段として、将来の劣化を予測し、維持管理計画を策定するアセットマネジメントが注目され、試行・導入されつつある。

劣化予測については、目視点検データを利用したものがこれまで数多く研究されてきている。貝戸ら³⁾は統計的劣化予測を主体とした方法論を構築してきており、目視点検データが、アセットマネジメントの初歩的な情報である一方で点検マニュアルそのままに判定されているのではなく、なんらかの判断を加味した意思決定の結果が健全度として集約されたものであると指摘している。

また、実際の構造物を対象に目視点検データを利用した効率的な維持管理手法の研究が進められている。加藤ら⁴⁾は橋梁を対象とした津田ら⁵⁾の研究をもとに、山岳トンネルの劣化予測を行っている。また、堀江ら⁶⁾は通信用トンネルを対象に、統計的手法に基づく分析と力学的メカニズムに基づく分析により維持管理計画の最適モデルを構築している。また、現在まで検討されているアセットマネジメントの課題として、那須⁷⁾はシステム内で利用する劣化モデルが最適化機能と整合する精度レベルではなく、特に劣化現象が複雑なコンクリート構造物において様々な劣化モデルが複合的に適用されているものの、その精度確認があまり行われていないことを挙げている。

さらに、土木学会「最近のアセットマネジメント適用現状とその課題及びトンネル構造物へのケーススタディ」⁸⁾では、国、地方自治体、鉄道、道路、エネルギー、通信他の計150の行政期間担当局、事業者にアセットマネジメントの導入状況のアンケートを実施している。アンケートを集計した結果、重要な課題として、データベースの構築、劣化予測システムの構築を挙げている。

以上を踏まえて、本研究では地下鉄トンネルを対象に目視・打音による定期点検データについて意思決定を考慮した健全度ではなく、マニュアルそのままの判定で見直したデータベースを作成する。また、

本研究では、アセットマネジメントの構築そのものではなく、構築の前提となる将来の劣化を予測するためには欠かすことができない現時点での維持管理重点箇所の発生・遷移要因を把握するために、鉄筋コンクリートの劣化に起因すると考えられる複数の指標で複合的に評価することで、今後の維持管理の重点箇所を明らかにするものと位置付ける。

3. 東京メトロの維持管理の概要

(1) 劣化・変状

地下鉄トンネルに生じる劣化・変状による不具合としては、ひび割れに起因したトンネル背面の地下水の漏水によるコンクリート中の鉄筋腐食の加速（＝耐久性の低下）、レールや信号等の施設への悪影響（＝使用性の低下）などが挙げられる。また、鉄筋の腐食膨張の進行による表面（かぶり）コンクリートの剥離もリスクとして存在し、大きなひび割れや空洞の存在は鉄筋腐食を加速させる要因となる。

(2) 検査・補修

東京メトロの維持管理は、日常の巡回（徒歩及び列車による巡回）、2年毎の通常全般検査（目視調査及びハンマーによる打音調査）及び今年度から実施している特別全般検査により、コンクリート表面のひび割れや漏水、鉄筋露出、浮き等の各変状の抽出と進展を確認している。通常全般検査は開始されてから3カ月以内に終了することとし、検査終了後4カ月以内に補修計画を定めることとしている（個別調査等で期間を要する場合はこの限りではない）。策定した補修計画に基づき、次回検査時までに必要な措置を施し、記録を蓄積することとしている。

以前は検査員の経験重視の判定がなされていた。しかしながら、経験のある社員の退社、検査の外注化が進む中、近年の調査・研究で得られた根拠にできるだけ基づき、ばらつきのない検査判定を実施することを目的に、「維持管理の手引き」を作成し、地下鉄トンネルに特化するひび割れや漏水といった変状の状態を分類し、観察すべきポイントや変状の状態と耐久性判定の根拠、具体的な判定フローといった項目を、できるだけ可視化して具体的な表現で示している。また、平成19年度には土木構造物の検査・計画を担当する部署を設置し、体制を強化することで土木構造物の維持管理を行っている。

補修に関しては、検査判定区分により漏水が見られた場合は、旅客や施設物への影響度を勘案し、できるだけ止水する工法で補修している。また、コンクリートに浮きが見られた場合は、除去して、断面修復を行い、耐久性を回復させるとともに、ひび割れ補修等の工事も日常

的に実施している。また、必要に応じてコンクリートの中性化深さや塩分濃度、鉄筋の腐食度状況などのデータを非破壊・微破壊検査により測定する詳細調査も行っており、これらの各検査結果に応じて必要な補修・補強などの対策を実施している。

4. 対象構造物・路線及び劣化判定の整理

研究対象の構造物及び路線については、今後の維持管理重点箇所を見出すことを目的に選定した。劣化判定の整理については、蓄積された検査記録を基に、現在の維持管理の基準で客観的に見直し、変状ごとに発生キロ程、部位、変状の種類、劣化区分、補修履歴等の情報を整理する。

(1) 対象構造物・路線の選定

本研究の対象構造物・路線については以下の視点から銀座線、日比谷線及び東西線の開削トンネルの駅間とする。図-1に50年以上経過する路線延長を示す。銀座線は東洋初の地下鉄として1927年に開業してから85年経過し、全延長が経年50年以上と最も高齢化している路線である。日比谷線は5年後には全延長が経年50年以上となる東京メトロでは3番目に古い路線であり、近い将来維持管理を重点的に実施する必要があると考えられる路線である。東西線は高度経済成長期に埋め立て地や河川下に建設されていることもあり既に重点的に補修が必要であることに加え、10年後には全延長が経年50年以上となる路線である。

対象3路線は、地上部、地下部（開削トンネル・シールドトンネル）で構成されている。本研究では全体に占める延長が最も長い開削トンネル区間を対象とする。また、駅部においては、旅客への直接的な被害を防止するため、多くの箇所でも表面被覆を実施するなど、既に対策を実施していることから、今後特に対策が必要と考えられる駅間を対象とした。対象構造物・路線の概略図を図-2に示す。

(2) 劣化判定の整理

東京メトロでは構造物の検査を国土交通省、鉄道総合技術研究所制定の「鉄道構造物等維持管理標準・同解説」に基づき、2年毎に通常全般検査を実施している。B判定は、監視対象の変状を示す判定であり、コンクリートの浮き、小中量の漏水及びひび割れ等が該当する。A2判定は、全ての補修対象箇所において優先順位を考慮し、必要な時期に措置すべき変状を示す判定であり、多量の漏水や鉄筋の露出が見られる変状が該当する。A1判定は、事業計画で最優先補修箇所として扱い、早

急に措置が必要な変状が該当する。C判定以上を記録として蓄積している。図-3に事例で紹介する。

また近年、検査基準の明確化や社内体制の強化が図られてきた。それにより、平成20年度以降に判定ランクの変更が行われている。また以前から、検査担当者により補修順位を考慮したランク上げが行われている。維持管理においては経験による感覚を日常業務の中で反映することも重要であり、安全性が保たれていると考えるが、本研究では、構造物の劣化程度を評価するために、現在の基準で検査記録の見直しを行う。対象とする検査記録は定期的実施している通常全般検査のものとし、直近の検査記録を含め蓄積されている過去4回分とする。図-4に劣化判定数及び劣化判定変更割合を示す。銀座線は平成16年～平成22年、日比谷線及び東西線は平成17年～平成23年の検査記録を活用する。11,349箇所の劣化判定総数に対して判定を変更した割合は、平成19年以前は51%～69%、平成20年以降は3%～8%となる。

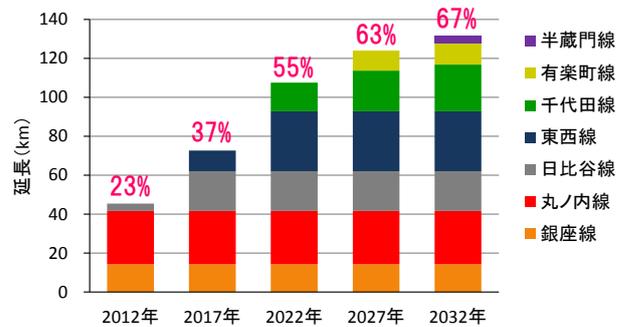
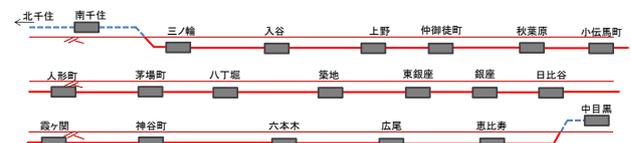


図-1 50年以上経過する路線延長

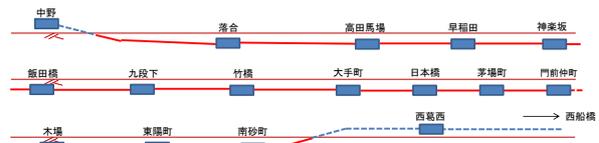
銀座線概略図



日比谷線概略図



東西線概略図



--- 地上
 — 開削トンネル
 - - - シールドトンネル

図-2 対象構造物・路線の概略図

B判定事例



A2判定事例



A1判定事例



S判定事例



図-3 劣化判定事例

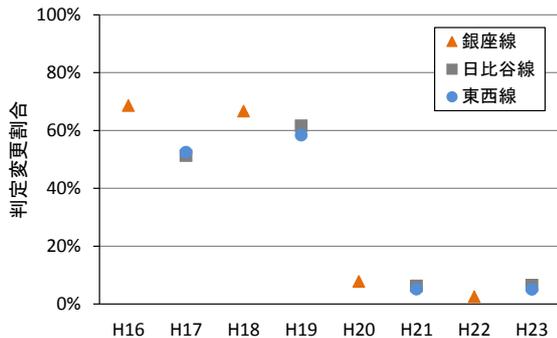
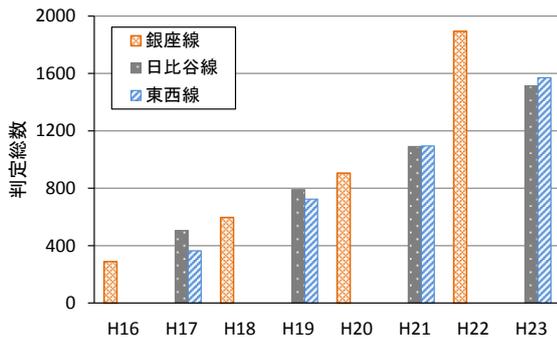


図-4 劣化判定数及び劣化判定変更割合

5. 評価指標の概要

本研究では、対象構造物・路線において、蓄積された検査記録を見直した判定区分について、以下4指標にて評価する。本章では各指標の概要を示す。

(1) トンネル型式の概要

劣化には、施工方法や構造ごとに異なる影響があると考え、トンネル型式を一評価指標とする。トンネル型式は並列型、上下型、異高型、潜函型、鉄鋼框型及びアーチ型の全6種類の型式で構成される。

図-5に示す通り、銀座線には潜函型を除く5種類の型式、日比谷線は並列型及び潜函型の2種類の型式、東西線は並列型、上下型、異高型及び潜函型の4種類の型式で構成される。並列型が最も占める割合が多く対象路線・区間の全延長のうち74%を占め、アーチ型は銀座線の1区間のみ型式であり、最も占める割合が少なく0.4%を占めている。

(2) 経年の概要

劣化には、構造物の老朽化による影響があると考え、経年を一評価指標とする。図-6に供用開始から直近の検査年度までの経年の内訳を示す。日比谷線及び東西線は43年～51年経過し、銀座線は72年～83年経過し、2期間に大別される。

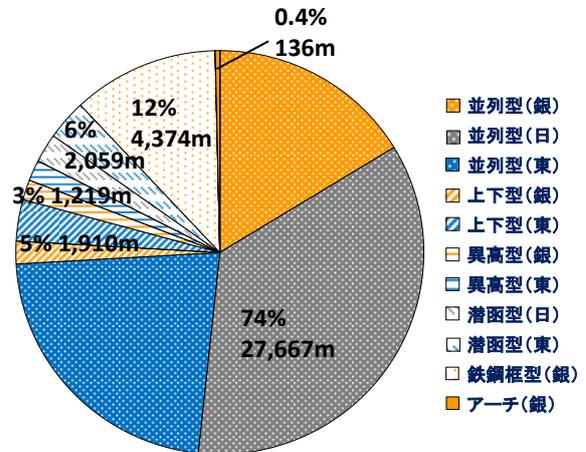


図-5 トンネル型式の内訳

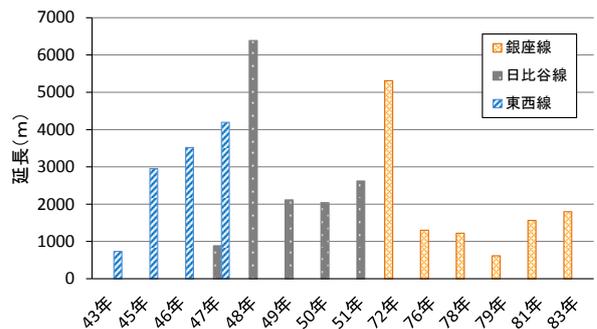


図-6 経年の内訳

(3) 施工会社の概要

既往研究において施工会社による施工品質にばらつきがあることが確認されているため、本研究においても施工会社を一評価指標とする。表-1に施工会社の内訳を示す。

(4) 表層地盤のゆれやすさの概要

環境条件が影響すると考え、表層地盤のゆれやすさを示す計測震度増分を一評価指標とする。全国の表層地盤について、中央防災会議で公表している表層地盤のゆれやすさマップを用いる。図-7に表層地盤のゆれやすさ全国マップに、対象3路線を重ね合わせたものを示す。各メッシュは1km四方、メッシュ毎の数値は計測震度増分を示す。

6. 評価指標の傾向

以上、活用する評価指標の概要を整理した。ここでは対象区間において、各指標ごとに、1m当たりが発生及び遷移する劣化数について傾向を把握する。

表-1 施工会社の内訳

施工会社	銀座線	日比谷線	東西線	施工会社別総延長
	A社	2,096m	675m	624m
B社	719m			719m
C社	1,118m	817m	463m	2,398m
D社	614m	1,025m	226m	1,865m
E社	5,698m	2,039m	822m	8,559m
F社	1,564m	145m	469m	2,178m
G社		43m		43m
H社		525m	740m	1,265m
I社		910m	875m	1,785m
J社		288m	594m	882m
K社		470m	202m	672m
L社		884m	510m	1,394m
M社		2,098m	395m	2,493m
N社		852m	905m	1,757m
O社		1,146m	1,565m	2,711m
P社		539m	505m	1,044m
Q社		470m	1,317m	1,787m
R社		115m		115m
S社		439m	603m	1,042m
T社		215m	582m	797m
U社		350m		350m
路線別総延長	11,809m	14,045m	11,397m	37,251m

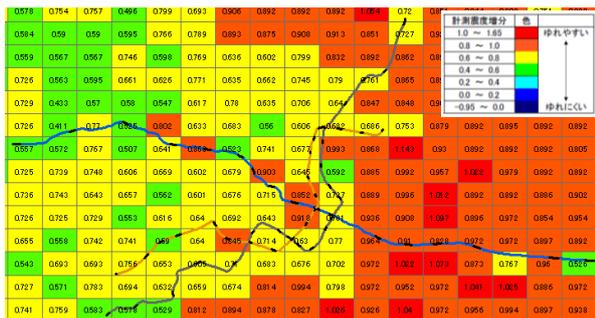


図-7 計測震度増分の内訳

(1) 劣化の発生数について

a) トンネル型式の傾向

図-8に対象区間におけるトンネル型式の傾向を示す。銀座線においては、鉄鋼框型区間で0.12箇所/m、アーチ型区間で0.1箇所/mと同程度で多く発生している。一方で、他の型式においては0.02~0.04箇所/m程度と同程度発生している。日比谷線においては、並列型及び潜函型区間で、0.019箇所/m、0.016箇所/mと同程度発生している。東西線においては、異高型区間で最も多く発生しており、0.04箇所/m程度、また並列型、上下型及び潜函型区間では0.02箇所/m程度と同程度発生している。

路線ごとにトンネル型式のみの指標で評価することで、鉄鋼框型やアーチ型など施工方法が異なる区間に発生しやすいことが読み取れる。また、潜函型区間では劣化発生数が少ないことが見て取れるが、潜函型については以前、函体間の接合部からの漏水による鉄筋腐食が問題となっていたため、表面被覆を施工したことで発生が抑えられていると考えられる。

b) 経年の傾向

図-9に対象区間における経年の傾向を示す。銀座線においては、72年から81年にかけては、増加傾向である。ただし、83年経過した区間においては、79年及び81年より少なく、路線全体では、経年と劣化発生数が比例するとは言えない。日比谷線においても、49年経過した区間で最も多くの劣化が発生しており、経年と劣

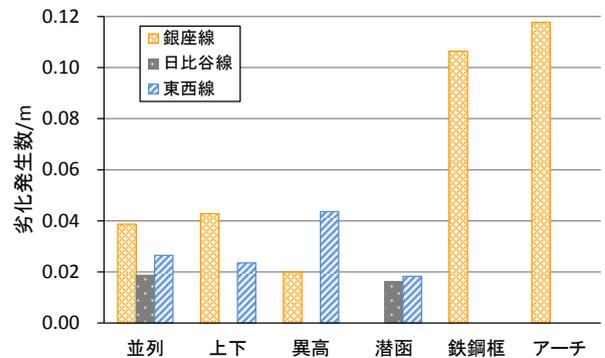


図-8 トンネル型式の傾向 (劣化の発生数)

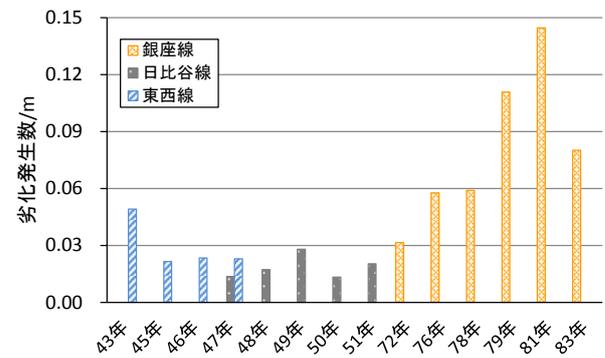


図-9 経年の傾向 (劣化の発生数)

化発生数が比例する傾向は見られない。東西線においては、年数の浅い区間ほど、劣化発生数が増加する傾向が見て取れる。つまり路線ごとで経年のみの指標で評価することは難しい。しかしながら、経年 50 年前後の日比谷線及び東西線と 80 年前後の銀座線を比較すると、明らかに後者において劣化発生数が多い。

c) 施工会社の傾向

図-10に対象区間における施工会社の傾向を示す。各路線において施工会社により、劣化発生数にばらつきがあることを確認できる。ただし、同施工会社であっても、路線が異なる、つまり施工時期・条件が異なれば劣化発生数の傾向が異なることから、各社に技術力の差があったとしても直接的に劣化発生数と結びついているとは言えない。

d) 表層地盤のゆれやすさの傾向

図-11に対象区間における表層地盤のゆれやすさの傾向を示す。計測震度増分の増加に比例して劣化発生数が増加する傾向は見られない。しかしながら、銀座線においては全体的に劣化発生数が多いことから、ゆれにくい地盤であっても古い路線では劣化発生数が多くなる傾向がある。

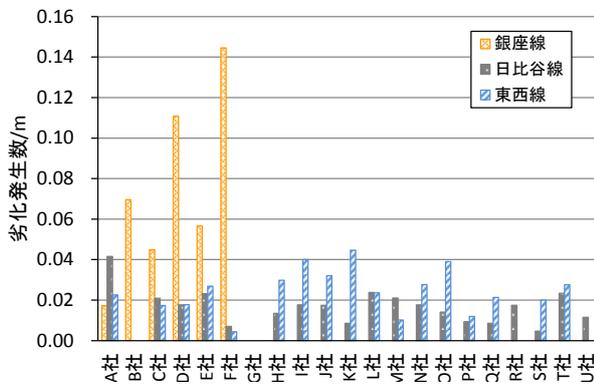


図-10 施工会社の傾向 (劣化の発生数)

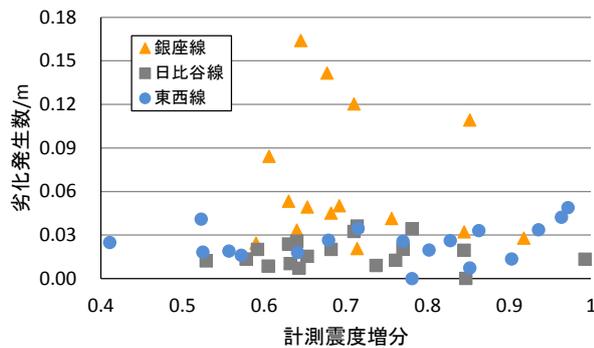


図-11 表層地盤のゆれやすさの傾向 (劣化の発生数)

(2) 劣化の遷移数について

a) トンネル型式の傾向

図-12に対象区間におけるトンネル型式の傾向を示す。銀座線においては、異高型区間で、0.05箇所/m程度と最も多く遷移している。一方で、鉄鋼框型及びアーチ型区間で0.01箇所/m以下と劣化の発生数の傾向と相対する傾向である。日比谷線においては、劣化の発生数での傾向と同様に、並列型及び潜函型区間で0.01箇所/m程度と同程度遷移している。東西線においては、上下型区間で0.017箇所/m程度と最も多く遷移しており、異高及び潜函型区間で0.01箇所/m程度と同程度遷移している。銀座線及び東西線においては、構造の異なる上下型区間及び異高型区間において遷移数が多くなる。

b) 経年の傾向

図-13に対象区間における経年の傾向を示す。銀座線においては72年経過した区間で他区間の約3倍もの遷移がみられた。日比谷線においては全体的には経年に比例して遷移数が増加している。東西線においては46年経過した区間が他区間の約1/2と少ないが、他区間は同程度であった。路線ごとに傾向が異なり、劣化の遷移に関しては、経年に比例する傾向はみられない。

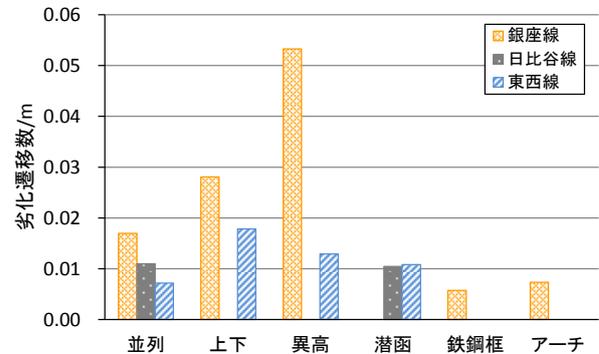


図-12 施工会社の傾向 (劣化の遷移数)

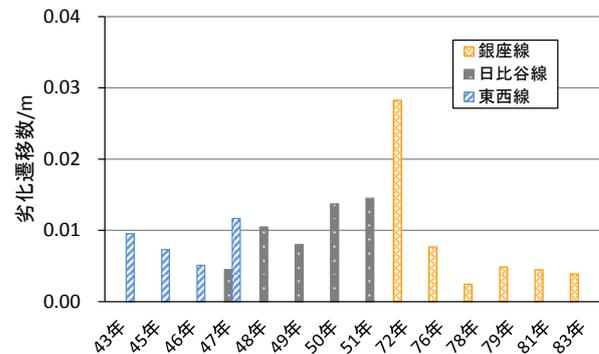


図-13 表層地盤のゆれやすさの傾向 (劣化の遷移数)

c) 施工会社の傾向

図-14に対象区間における施工会社の傾向を示す。施工会社劣化の発生と同様の傾向であり、各路線において施工会社により、劣化の遷移数にばらつきがあることを確認できる。しかしながら、発生数と遷移数が多い施工会社が異なることから、施工会社を指標とする際には、施工場所、施工時期に留意が必要であると考えられる。

d) 表層地盤のゆれやすさの傾向

図-15に対象区間における表層地盤のゆれやすさの傾向を示す。発生数と遷移数のばらつきを比較すると、遷移数においては、銀座線の2区間において0.04箇所/mを超えているがその他の区間においては3路線で0.03箇所/m以下でばらついていることが見て取れる。

7. 分析結果

4指標個別で劣化の発生・遷移の傾向からは十分に評価できず、他の指標と複合的であると考えられる区間があるため、複合的な要因による分析を行う。以下、1m当たりの劣化発生数及び遷移数について、トンネル型式及び施工会社を質的な変数（ダミー変数）として、経年及び計測震度増分は量的な変数として、重回帰分析することで複合的な要因を明らかにする。

(1) 劣化の発生数について

劣化の発生数について、トンネル型式では、アーチ型、鉄鋼框型、その他の型式で分類し、施行会社では、F社、B社、その他の施工会社で分類し、重回帰分析した。表-2に示す分析結果から、経年、アーチ型、鉄鋼框型、特定の施行会社及び計測震度増分がそれぞれ影響すると言える。

さらに、図-16に銀座線における劣化発生数の多少の特徴を示す。銀座線においては、劣化発生数が多い区間の特徴として鉄鋼框型、80年以上経過及び特定の施工会社の複合している区間、あるいは鉄鋼框型及び計測震度増分が高い区間が複合している区間が挙げられる。一方で、劣化発生数が少ない区間の特徴として、72年経過及び計測震度増分が低い区間が複合している区間が挙げられる。

(2) 劣化の遷移数について

劣化の遷移数について、トンネル型式では、異高型、上下型、その他の型式で分類し、施行会社では、G社、その他の施工会社で分類し、重回帰分析した。表-3に示す分析結果から、上下型、異高型、特定の施行会社及び計測震度増分がそれぞれ影響すると言える。

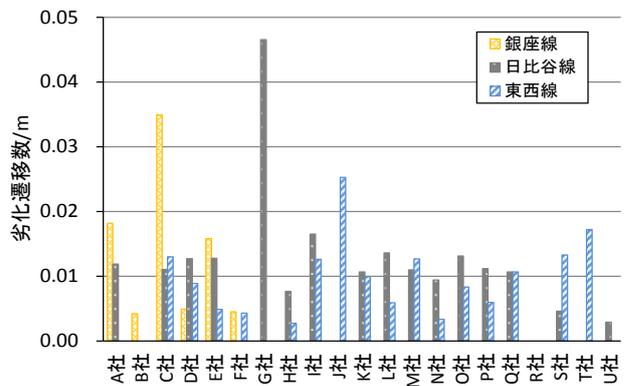


図-14 施工会社の傾向 (劣化の遷移数)

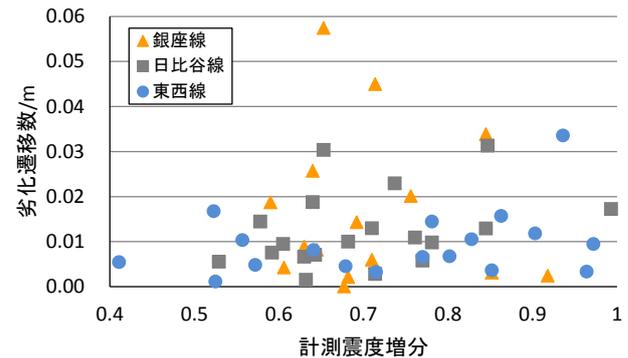


図-15 表層地盤のゆれやすさの傾向 (劣化の遷移数)

表-2 重回帰分析結果 (劣化の発生数)

回帰統計	
重相関 R	0.657
重決定 R ²	0.432
補正 R ²	0.382
標準誤差	0.045
区間	99

	係数	t
切片	-0.232	-2.146
框	0.029	1.688
アーチ	0.064	1.355
経年	0.005	2.059
F社	0.045	2.245
B社	0.028	1.168
計測震度増分	0.063	1.637
銀座線ダミー	-0.109	-1.638
日比谷線ダミー	-0.017	-1.183

表-3 重回帰分析結果 (劣化の遷移数)

回帰統計	
重相関 R	0.516
重決定 R ²	0.266
補正 R ²	0.144
標準誤差	0.015
区間	50

	係数	t
切片	0.068	1.451
上下	0.007	0.839
異高	0.017	2.138
経年	-0.001	-1.425
G社	0.026	1.633
計測震度増分	0.012	0.669
銀座線ダミー	0.049	1.774
日比谷線ダミー	0.012	1.691

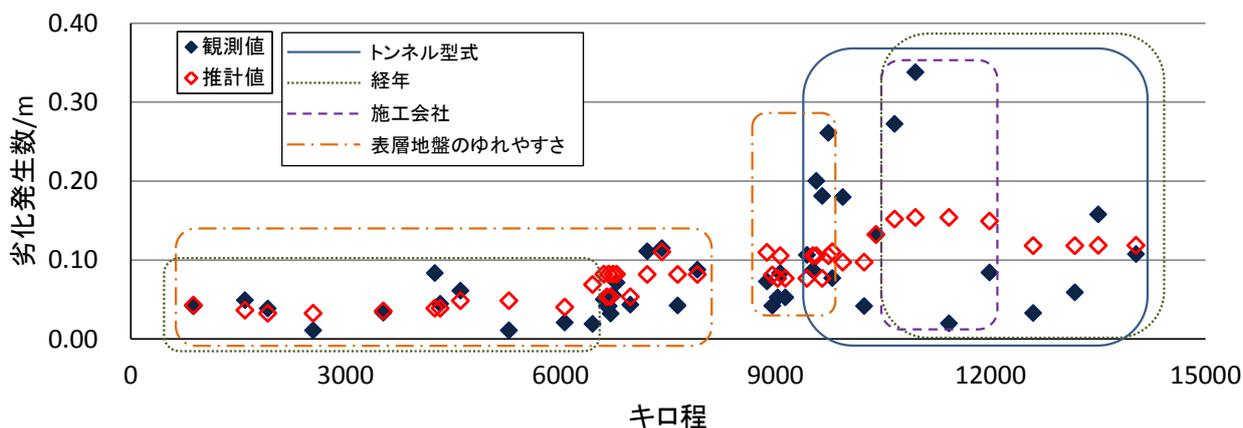


図-16 銀座線における重回帰分析結果 (劣化の発生数)

8. 結論

本研究では、高齢化が進む東京メトロの路線について、劣化の発生・遷移に着目し、過去の検査記録を基に、複数の評価指標により、複合的な要因による影響を明らかにすることを目的として分析した。劣化の発生数については、施工方法の異なる区間や経年、特定の施行会社及び計測震度増分が複合的に影響していることが分かった。劣化の遷移数については、構造の異なる区間や特定の施工会社、計測震度増分が複合的に影響していることが分かった。しかしながら、経年に関しては浅いほど遷移数に影響するなど相関が良くない結果となり、本研究で用いた指標のみでは十分に実構造物の劣化の遷移を表現できるまでには至っていない。以上を踏まえて、劣化の発生及び遷移について、部位や損傷種類程度ごとに整理し、環境条件の異なる他の路線についても分析することで、さらに詳細に地下鉄トンネルにおける今後の維持管理重点箇所の特性を明らかにすることが課題であると考える。

参考文献

- 1) 土木学会：コンクリート標準示方書〔維持管理編〕，2007.
- 2) 鉄道総合技術研究所：鉄道構造物等維持管理標準・同解説（構造物編），2007.
- 3) 貝戸清之，青木一也，小林潔司：実践的アセットマネジメントと第2世代研究への展望，土木技術者実践論文集，Vol. 1，pp. 67-82，2010.
- 4) 加藤隆，上田孝行，森地茂：山岳トンネルの維持管理段階におけるリスクの定量化についての研究，政策研究大学院大学学位論文，2008.
- 5) 津田尚胤，貝戸清之，青木一也：橋梁劣化予測のためのマルコフ推移確率の推定，土木学会論文集，No. 801/I-73，69-82，2005.
- 6) 堀江豊司，上田孝行，森地茂：通信用トンネルの効率的な維持管理に関する検討，政策研究大学院大学学位論文，2010.
- 7) 那須清吾：アセットマネジメントシステムの考え方，土木技術，Vol. 67/No. 11，2011.
- 8) 土木学会地下空間研究委員会維持管理小委員会：最近のアセットマネジメント適用現状とその課題及びトンネル構造物へのケーススタディ，2011.

AN EXAMINATION OF MAINTENANCE FOR SUBWAY TUNNELS

Hiroyuki SHINSAI, Naohiko HIBINO and Shigeru MORICHI

Aging of the social capital constructed at the rapid economic growth period in Japan will advance to urgency from now on. Also in the line of Tokyo Metro, about 23% of all the extension of a civil engineering structure will pass for 50 years increases rapidly to about 55% in 10 years later.

In this research, the importance of the maintenance management of the civil engineering structure in which aging will advance further from now on was taken into consideration, the data of the past periodic check was utilized for the subway tunnel 3 line object of Tokyo Metro, and the database was created.

Furthermore, paying attention to generating and degrading, influence by the complex factor by two or more indices was clarified deterioration which occurs in a tunnel.

Key Words : 地下鉄トンネル, 維持管理, 定期点検, 劣化