

都市高速道路の維持管理に関する マネジメントへの取り組み

名古屋高速道路公社 ○森下 宣明*1

名古屋高速道路公社 前野 裕文*1

(財)名古屋高速道路協会 澤田 敏幸*2

パシフィックコンサルタンツ(株) 重松 勝司*3

By Nobuaki MORISHITA, Hirofumi MAENO, Toshiyuki SAWADA, Katsuji SHIGEMATSU

都市高速道路である名古屋高速道路は供用後 26 年を経過し、供用延長や交通量の増加に伴い維持管理コストは増大する傾向にある。将来的に構造物が高齢化する中、いかにコスト管理を踏まえた効率的な維持管理を計画・実施し、安全で円滑な交通を確保するかが重要な課題となっている。

本論文では、都市高速道路の管理者として目指す維持管理全般に関する方向性ととともに、その基礎となる構造物点検に着目し、点検結果の分析等を通して得られた知見を維持管理の計画や要領にフィードバックしていく考え方について述べる。

【キーワード】都市高速道路，維持管理，構造物点検，修繕計画

1. はじめに

有料道路である都市高速道路を健全に経営していくには、料金収入、コスト縮減、アカウンタビリティの向上などの課題があり、名古屋高速道路公社（以下、公社）では、このための効果的な資源（資金、人材等）配置及びその継続的な改善に取り組んでいる。

本論文は、名古屋高速道路が将来にわたり所期の役割を発現するため、道路構造物の保全に従事する者の立場から、コスト管理を踏まえた適正で効率的な維持管理の方向性と、その基礎となる構造物の状態把握（点検）及びその結果のフィードバックに関する取り組みを述べるものである。

2. 維持管理の課題と方向性

(1) 維持管理に関する課題

供用後 26 年を経過した現在、図-1に示すように維持管理コストは供用延長、利用交通量に相関して、増大する傾向にある。公社ではこれまでも、日常点検、定期点検、臨時点検などの体制により、施設の劣化・損傷や異常を早期に発見し、定められた予算の中で必要な措置を講じることで、一定の安全やサービスを確保してきた。しかし、今

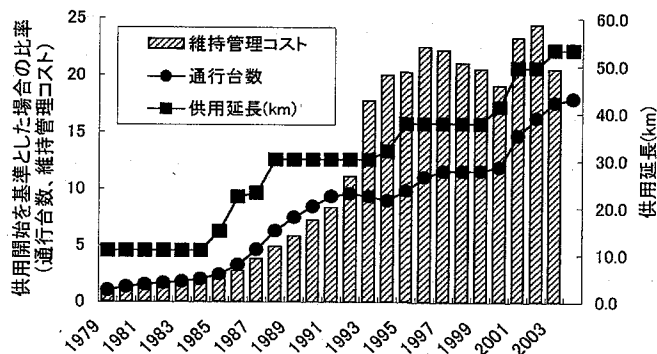


図-1 維持管理コストの推移

までの知見では想定しなかった劣化等も顕在化してきており、今後さらに、構造物の経年変化が進行することを考えると、将来を見据えた効率的な維持管理の計画・実施・評価とそのための体制づくりが重要な課題としてある。

(2) 維持管理の方向性

このような課題に対し公社では、維持管理の実践に並行し、図-2に示すように、各種技術、人的資源、要領・マニュアル類の整備、情報及び支援システムの活用を視野に入れて維持管理の効率化に向けた検討を進め、継続的な改善と体制づくりを図っている。

a) 構造物の維持管理

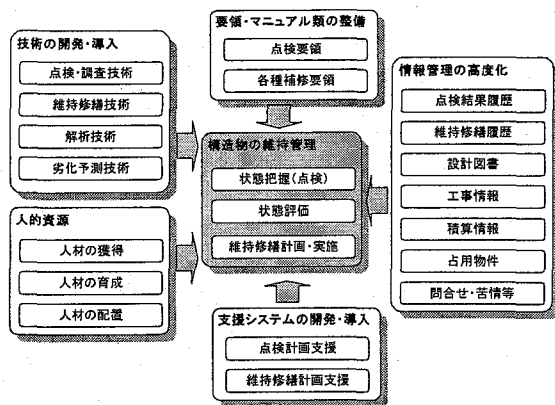
① 状態把握（点検）

将来的な構造物の劣化の増大に備え、現時点から適切な

*1 保全施設部 052-919-3202

*2 技術部 052-823-8088

*3 社会基盤マネジメント部 042-372-6599



図－2 維持管理の効率化に向けた視点

予防保全を検討するとともに、保守・点検に関するデータを蓄積する。効率的な状態把握及びデータ蓄積に関する方向性を以下のように考えている。

- ・蓄積したデータを分析し、既往の知見を踏まえて作用環境や構造上の特性等に関する劣化傾向の把握（グループ化）や劣化予測を行い、これらに応じて点検方法や頻度を設定していく。
- ・予測された劣化進行に対して、点検により実態との乖離を監視し、点検方法や頻度を見直していく。
- ・架設される足場等により構造物に接近できる場合には、これを共有し同調して点検や補修を行い効率化を図る。
- ・新たな損傷が確認されれば、構造物の類似性に留意し同種損傷の発生状況を把握し点検方法の見直しに反映する。

② 要求性能からの状態評価

点検により得られた構造物の状態を要求性能から評価することで、対策の必要性・優先性を合理的に判断することができる。以下について、既往の知見や他機関の動向を考慮しながら公社の特性を踏まえた評価方法を判断していく。

- ・部材や部位の重要性
- ・損傷による影響の大きさ（桁下条件、交通量）
- ・損傷の程度と要因（進行性）

③ 修繕計画の策定

今後、構造物の劣化が増大することに備えて、中長期的な修繕計画を立案する必要がある。修繕計画の立案に関する方向性を以下のように考えている。

- ・安全性や第三者被害につながる重大な損傷については、緊急対策を行う。
- ・緊急対策の対象外については、点検等の結果をもとに劣化予測を行い、構造物を構成する部材や部位が、いつどのような状態となる可能性がどの程度あるかを把握する。
- ・予測された将来の状態に対して、ライフサイクルコスト、施工性、経済活動や環境に及ぼす影響等の観点から評価

を行い、対策内容を選定する。

b) 各種技術の開発・導入

維持管理の効率化を進めるにあたっては、点検・調査技術、維持修繕技術、解析技術、劣化予測技術等を積極的に開発・導入することが重要と考える。また、新たな点検・調査技術の導入に際しては、解析技術や劣化予測技術の面から損傷を見落とすリスクを適切に評価するなど、相互に補間できるように各種技術を導入することが重要である。

c) 人的資源

新たな技術や後述する支援システムを導入するにあたって、適切に評価し、運用できる人的資源が必要となる。評価には特に構造物の力学的特性や劣化特性に関する専門技術が、運用には安全性や経済性、環境影響などを総合的に判断し計画する技術が必要と考える。

d) 要領・マニュアル類の整備

点検及び補修要領の制定・改訂は、点検・補修技術に一定の品質を確保するために不可欠である。対策の優先性を評価する手法や修繕計画の立案手法等をマニュアル化することで担当者の主観による変動を抑制できると考える。

e) 支援システムの開発・導入

損傷の傾向分析により点検方法や頻度を使い分けたり、補修足場を活用して点検を行うことで点検の効率化を図ることから、複雑な点検計画となる。また、点検の結果を通して点検頻度を見直すことから点検計画は更新を繰り返すことが必要となる。したがって、点検計画の立案作業の効率化を図るため、支援システムを開発することが効果的であると考えている。

3. マネジメントへの取り組み事例

本章では、現状把握（構造物点検）に着目し、点検結果の分析などを通して得られた知見を維持管理の計画や要領の見直しにフィードバックする取り組みについて述べる。

(1) 状態把握に関する取り組み

公社では、平成2年に「道路構造物の点検要領（土木構造物編）」を制定し、平成8年に同改訂、これに準拠して順次に構造物の点検を行っている。日常的な路上巡回や路下目視点検とともに、構造物に接近した定期点検を行い、特定の損傷が確認された場合には、緊急的な点検や原因を把握するための調査を行っている。

これらの点検や調査結果をもとに損傷の傾向を分析する

とともに、既往の知見や他機関の動向を踏まえた評価を行い、点検方法や頻度、あるいは点検計画の見直しにフィードバックする検討を行っている。

(2) 構造物の点検とその結果に基づく改善事例

公社の実施してきた点検とそれをもとにした改善事例として、各種構造物のうちコンクリート橋脚を例に記述する。

a) 状態把握

公社では 1973 年よりコンクリート橋脚の建設をはじめており、各年度の建設基数と点検結果を図-3に、点検すべき項目と判定方法を表-1に示す。コンクリート構造物は経年変化とともに劣化損傷するのが一般的であるとされているが、点検結果からはそのような大きな傾向はあるものの、必ずしも建設年次が補修計画を立てる上での支配的パラメータであるとは断定できなかった。そのため、点検結果と種々の要因を分析したが、ここでは構造種別、環境種別、生コンクリート会社別に分けて分析した例を示す。

図-4に PC 構造、RC 構造ごとの損傷レベルを示す。PC 構造では AB 判定の割合は 13%、RC 構造では 23%

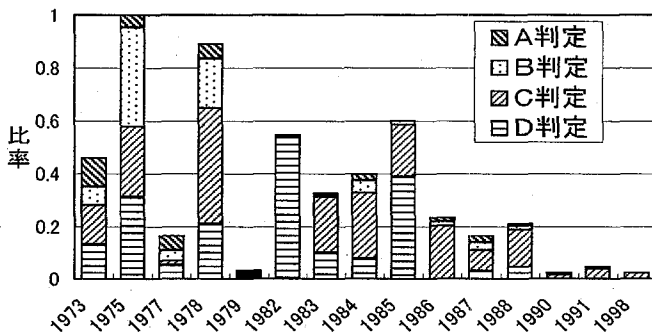


図-3 年度別建設基数と損傷レベル

表-1 損傷レベルの判定方法

構造物の健全度	交通機能または第三者への影響	判定
放置すれば早い時期に「重大な損傷」に発展したり、または2次損傷を誘発したりする損傷	路上または路下交通の機能に支障を生じたり、第三者の生命財産に障害を及ぼしたりする可能性がある場合	A
補修または補強が必要な損傷	将来交通機能障害または第三者への影響を生じるおそれのある場合	B
損傷があり、その程度を記録にとどめておく必要がある場合	—	C
損傷が軽微で、特に記録にとどめる必要がない場合	—	D

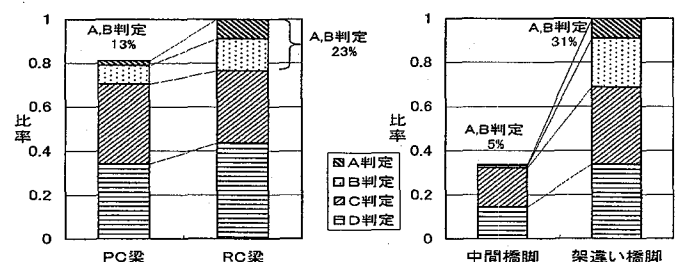


図-4 構造種別、環境種別の損傷レベル

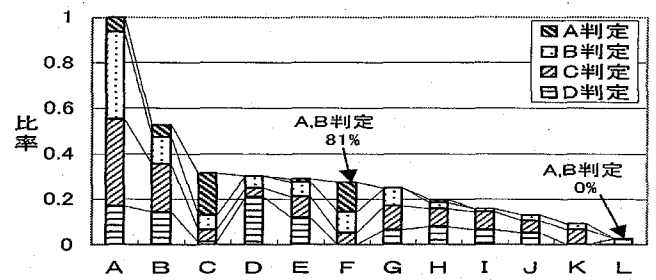


図-5 生コンクリート会社別の損傷レベル

で、若干 PC 構造が健全ではあるが優位な差は見られない。一方、中間橋脚と架違い橋脚の比較では、中間橋脚が AB 判定の比率 5%と低いのに比べて、架違い橋脚では 31%と高く優位な差がみられる。これは、伸縮装置部分からの漏水や冬期の凍結防止剤の影響であると考えられ作用環境が著しく異なることに起因する。図-5に示す生コンクリートの会社別の比較では AB 判定の比率が 0%～81%と大きな幅があり、会社毎に使用する骨材の種類や品質が影響していることも考えられる。

b) 状態評価と要求性能

ここでは、劣化要因に着目し中性化、塩害、アルカリ骨材反応 (ASR) について、現状の状態評価を行う。構造物によっては、そのまま放置すると中性化・塩害により 30 年程度後²⁾に劣化進行の加速期になることが予想された。また、ASRでは一部の橋脚にコンクリート物性値 (圧縮強度、静弾性係数) が低下していることが確認された。今後の経年変化によって劣化が進行することを想定すると適切な時期に補修・補強の必要性が生じた。そこで、劣化要因毎に点検結果を分析した後に状態を評価・区分し、補修要領を作成するとともに修繕計画を立てた。状態の評価を表-2に示す。

中性化、塩害、ASRによる劣化・損傷を補修する方法としては潜伏期、進展期ではコンクリートの表面被覆、ひび割れ注入、加速期では前述に加え断面修復を採用することが多い。そこで修繕計画を策定する上で表面被覆は劣化因子を遮断する性能を有し、その耐用年数は 15～20 年程度³⁾と定めた。また、ひび割れの進展性や劣化因子の影

表-2 劣化要因毎の状態評価

状態	中性化	塩害	ASR
I	中性化残りが25mm以上	塩化物イオン濃度が1.2kg/m ³ 未満	ASRの特徴的な外観変状が無い
II	中性化残りが10mmより大きい	塩化物イオン濃度が1.2～2.5kg/m ³ 未満	ASRの特徴的な外観変状がある 反応生成物があり、経過年数が短い 残存膨張量が0.1%未満
III	中性化残りが10mm以下	塩化物イオン濃度が2.5kg/m ³ 以上	ASRの特徴的な外観変状がある 残存膨張量が0.1%以上

響度に応じた使用材料の選定や、橋脚位置に応じた補修仕様を設定した。

d) 修繕計画の策定

都市高速道路は、大部分が大交通量を有する街路上に建設されているため、維持管理する上での点検や補修工事も街路交通への安全確保や与える影響を極力低減する検討が必要となる。例えば、橋脚1本1本を各々のタイミングで点状に点検・補修することは街路への影響や負荷が大きくなるため、大交差点間や街区等のまとまりにより橋脚をグループ化し、線状に点検・補修する必要がある。

そのため、修繕計画を策定する上では、構造物の安全性を第一パラメータとして、補修後の耐用年数、街路上での工事、補修に必要な費用を式(1)により総合的に判断する必要があり、これらを整理した一例が図-7である。

$$C(n) = \sum_{i=1}^n \{f_{1i}(A_j), f_{2i}(B_k), f_{3i}(C_\ell), f_{4i}(D_m), \dots\} | \min \dots (1)$$

C	: 補修費用の合計
n	: 補修間隔年
$f_{1i}(A_j)$	: 損傷ランク、強度、劣化などの安全に関するパラメータ $j=1 \sim$ 橋脚本数
$f_{2i}(B_k)$	: 建設年次に関するパラメータ $k=1 \sim$ 建設年数
$f_{3i}(C_\ell)$	: 施工方法に関するパラメータ $\ell=1 \sim$ 街区数など
$f_{4i}(D_m)$	: 補修予算に関するパラメータ $m =$ 設定
$f(L), \dots$	: 他の点検、補修工事との同調や新たな知見など

図-7は、緊急度の高い橋脚を集中的に補修し、その後は、再補修を含めた年度毎の補修基数とコストの平準化を図った計画である。図-3に基づく建設年数のみによる修繕計画とは異なり合理的、効率的な維持修繕が図られる。

e) モニタリングとフィードバック

ASRの抜本的な補修方法が現状では無い⁴⁾ため、劣化進行を把握する目的で、補修後の構造物に対して光ファイ

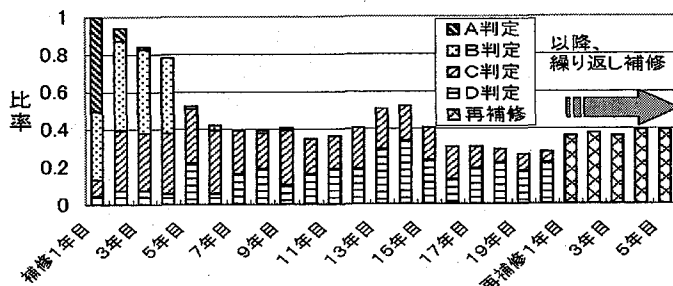


図-7 修繕計画

バーやひずみゲージを用いたモニタリングを行っている。このデータを蓄積・活用することで補修対策の効果検証を行い、今後の維持管理へのフィードバックを考えている。

4. おわりに

本論文では、都市高速道路の維持管理の合理化・効率化に向けた方向性を示すとともに、具体的な事例としてコンクリート橋脚の修繕計画を考察した。その結果、従来、主に採用されていた建設年次に基づく修繕計画とは異なり合理的、効率的な修繕計画を示すことができた。

しかしながら、将来的な作用環境の変化や点検手法・補修工法等の技術開発などを見通すことは容易ではない。このため、これらリスクを評価する手法の開発や、劣化予測や対策選定の前提となった条件と実態との乖離について、運用を通して監視し、見直し続けることが重要と考える。

【参考文献】

- 1) 牛島栄：構造物の維持管理におけるアセットマネジメントの概要とその展開，コンクリート工学，VOL.42, No.3, 2004.3
- 2) 土木学会：コンクリート標準示方書〔維持管理編〕，2001
- 3) 青山實伸 他：厳しい塩害環境下の新設コンクリート橋に適用した各種の表面被覆方法の効果，コンクリート工学，VOL.41, No.9, 2003.9
- 4) 土木学会：アルカリ骨材反応対策小委員会報告書，コンクリートライブラリー124

A Study of Maintenance and Management System of Urban Expressway

By Nobuaki MORISHITA, Hirofumi MAENO, Toshiyuki SAWADA, Katsuji SHIGEMATSU

Increasing in road length and traffic volume, the maintenance cost has also increased in Nagoya Expressway (NEX). Considering progress of road's deterioration, it is an important issue for us to plan and implement proper maintenance and management. In addition to the general direction for the maintenance and management for NEX. This report states attention to the inspection and feedback of the information from the analysis of inspection result to the improvement of planning, inspection/maintenance manual.