

社会資本の予防保全技術の開発状況と 既開発事例としての路面性状点検技術

国土交通省 国土技術政策総合研究所 駒田 達広*

○岩塚 浩二*

By Tatsuhiro KOMADA, Koji IWATSUKA

わが国の社会資本は、これまでに蓄積されてきたストックのうち、高齢化したストックの割合が今後急速に増加することが想定される。そのため、これまでの「事後的管理」から「予防保全的管理」へ転換し、戦略的な維持管理を実施する必要がある。予防保全技術は、個別施設に対する点検、健全度評価、劣化予測および補修補強の4つのフェーズで構成され、現在、各フェーズにおいて研究が着手されたところである。

ここでは、社会資本の予防保全技術の開発状況を紹介するとともに、先行して技術開発が行われ実用段階に至っている技術である、舗装の路面性状（ひび割れ、わだち掘れ、平坦性）を高速かつ大量に測定する路面性状点検技術を、今後の点検技術開発のあり方を示す事例として紹介する。

【キーワード】 予防保全技術、点検、点検技術の開発、路面性状点検技術

1. はじめに

わが国の社会資本は、これまでに蓄積されてきたストックのうち、高齢化したストックの割合が今後急速に増加することが想定され（図-1）、近年の厳しい財政状況の下では、既設構造物の維持管理に支障をきたす恐れがある。そのため、限られた予算の中で社会資本の高齢化に適切に対応した戦略的な維持管理の実施が求められている。

社会資本の高齢化に適切に対応するためには、損傷が発生した後に補修するこれまでの「事後的管理」から、計画的な点検により、異常が確認された際には致命的欠陥に至る前に措置を施し、施設の延命化と安全の確保を図る「予防保全的管理」へ転換し、戦略的な維持管理を実施する必要がある。

ここでは、社会資本の予防保全技術の開発状況と、先行して技術開発された事例である、舗装のストック増大に対応し調査の効率化を図るべく開発された路面性状点検技術およびその要求性能と評価基準を、今後の点検技術開発のあり方を示す事例として紹介する。

2. 予防保全技術の開発状況

(1) 現状

予防保全技術は、個別の施設に対する点検、健全度評価、劣化予測および補修補強の4つのフェーズで構成され、現在、各フェーズで研究が着手されたところである。また、管理者が行うべき施設全体に対する総合体系についても研究が始められたばかりである。施設別の予防保全技術の開発状況を以下に示す（表-1）。

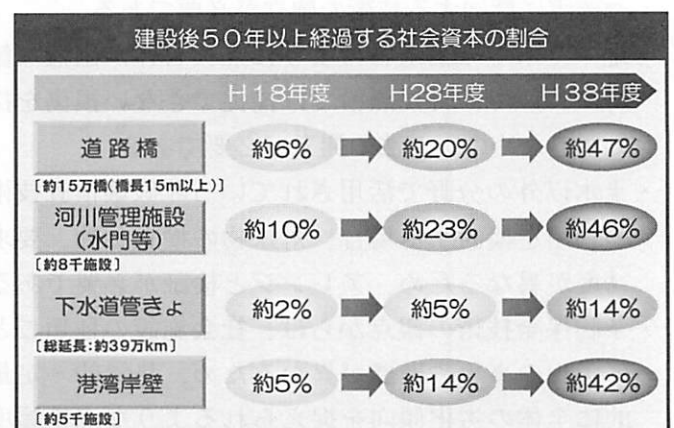


図-1 高齢化する社会資本

* 総合技術政策研究センター 建設システム課 029-864-2677

表－1 予防保全技術の開発状況

施 設	損傷メカニズムの例	点 検		健全度評価の例	劣化予測の例	補修補強の例
		従来の方法	開発が必要な方法			
舗 装	わだち掘れ ひび割れ	目視 スケッチ、直接計測	路面性状測定車による連続測定	路面性状値の数量化 MCI による評価	路面性状値・MCI による予測	切削オーバーレイ シール材注入
橋 梁 基 礎 構造物	疲労 中性化 塩害 アルカリ骨材反応	近接目視 足場機械による点検	■目視が困難な部位 を点検・診断する 技術 ・超音波や電磁波による点検 等	橋梁性能の定量評価	疲労曲線 塩分浸透予測式 中性化予測式 腐食予測式	当て板 ひび割れ注入 炭素繊維接着 等
RC 建築	タイル剥離 取付治具の腐食・劣化	打音検査 足場による点検	■目視では評価が困難な変状を点検・監視・診断する技術 ・赤外線による漏水箇所検知 ・位置測定による変状監視	タイル、設備等外装材の健全度評価	接着強度の推定	ピンネット工法 樹脂注入工法 被覆・埋戻し工法
トンネル	覆工クラック 空洞、剥離	近接目視 打音検査		覆工コンクリートの健全度評価		内巻き工 裏込め注入
下水管	腐食、不等沈下 荷重による破損	潜水目視 TV カメラ調査		腐食等による健全度評価	水質等による健全度予測	管更正工法 等 非開削工法
木造建築	蟻害（シロアリ） 腐朽（腐朽菌）	目視検査 触診検査		触診抵抗値のデジタル化	劣化判定のしきい値の特定	部材交換 土壌処理
土構造物	浸透、漏水、 法すべり、 侵食、沈下	近接目視 ボーリング調査		飽和不飽和浸透流解析 円弧すべり解析		ドレーン工法 表のり面被覆工法 川表遮水工法

【凡例】

実用段階

施設共通に開発

施設別に開発

一部実用

国土技術政策総合研究所まとめ（平成 21 年 7 月）

(2) 課題

予防保全技術の研究開発における各フェーズでの課題は以下のとおりである。

① 点検

- ・構造物の局部で密かに進行する亀裂や腐食等のような目視が困難である局部損傷の進展を効率的かつ確実に探知する技術の確立が必要である。
- ・地中や水中の構造物のように点検自体が困難な箇所において、目視点検では捕捉できない損傷を探知するための調査法の開発が必要である。
- ・土木以外の分野で活用されている非破壊検査技術の利用を検討する場合、対象物の検査目的、要求精度が異なるため、アレンジと検証が必要である。
- ・予防保全技術の観点からは、社会施設の種類ごとに劣化の事象や進展が異なるため、科学的・定量的に全体の劣化傾向を捉えられるような点検頻度や点検項目を設定することが必要である。

② 健全度評価

部材の局所的な劣化状況を反映させた構造物の性

能を評価する指標を開発する必要がある。

③ 劣化予測

劣化予測技術を向上させるために、個々の劣化メカニズムの研究だけではなく、実際の構造物の長期挙動観測などによるデータの蓄積も必要である。

④ 補修補強

適切な時期に効果のある補修補強を行うための技術開発および開発結果の検証し、現場へフィードバックするシステムの構築が必要である。

(3) 点検・監視技術の開発

保全技術の開発状況を踏まえると、効率的な予防保全的管理を推進するには、点検分野の技術開発が必要不可欠である。

今後の点検技術の開発では、これまでの目視が中心の「見えるところを見る」点検・監視から、目視困難な部位および変状の点検・監視、診断を行う「診るべきところを診る」点検・監視へ、転換を図る必要がある。そのために必要な研究開発の例を以下に示す。

① 目視困難な部位等を点検・診断技術の開発

- ・非破壊検査技術等を用いた、鋼材・アンカーボルト等のコンクリートへの埋込部、外装材の剥離など目視困難な部材の点検・診断技術及び評価基準を開発
- ・人が直接近寄れない管路内部・床下等の閉所、建築物等の高所で、鮮明な画像やデータを取得して行う点検・診断技術及び評価基準を開発

② 目視では評価が困難な構造物の変状の点検・監視、診断技術の開発

- ・赤外線サーモセンサーを活用し、効率・効果的にかつ定量的（客観的）に把握する点検・診断技術及び評価基準を開発
- ・位置の特定技術（電子基準点を利用した絶対位置やレーザー測距を利用した相対位置）を発展させ、日常の変状を迅速・簡便に把握する点検・監視技術及び評価基準を開発

3. 路面性状の点検技術

表－1で示した予防保全技術としての点検技術のうち、ここでは技術開発・実用化が先行している舗装の路面性状測定車を用いた路面性状点検技術について紹介する。

従来からの路面性状の点検は、調査員によるスケッチや横断プロファイルメータ等の機器を用いた人力作業が中心であったが、舗装のストック増大に対応し点検作業の効率化を図るために路面性状測定車が開発された。

(1) 路面性状測定車の開発

路面性状測定車は、昭和 59 年度に建設省の建設技術開発制度での開発課題「路面性状自動測定装置の開発」により開発に着手された。“路面性状の測定について作業効率および精度がよく、しかも安全性の高い自動化された装置を開発する”ことを目標とし、具体的には以下の項目を設定した。

- a) 迅速な測定およびデータ処理が可能であること
- ・わだち掘れ、平たん性（縦断凹凸）は、通常の走行速度で計測可能なもの。
 - ・ひび割れについては、測定時に 10km/h 程度以上で走行可能なもの。
- b) 道路管理上、必要な精度を有していること
- ・ひび割れについては、クラック幅 1mm 以上が認識できること。

- ・わだち掘れ量は、横断プロファイルメータによる測定結果に対し、±3mm 以内の精度であること。
- ・平たん性は、縦断プロファイルメータによる測定結果に対し、±30%以内の精度。

- c) 安全性が高く、経済性にも優れたものであること
- ・自走式で測定時の安全性が高く、測定費用が従来方法より低廉であること。

この開発課題には 5 グループが参加し、開発された装置について各評価項目が開発目標の要求を満足しているか評価を実施し、昭和 60 年度に申請された全機種に対して建設大臣より評価書が交付された。

(2) 路面性状測定車の測定精度

技術開発後の、実用段階の測定装置の精度については、調査会社による自社検定、あるいは契約業務毎に発注者の指示により測定実施前に精度検定を実施していた。しかし、信頼性・効率性の面から全国的に統一した基準による評価の必要性が求められるようになり、平成元年度より（財）土木研究センターで、調査会社の保有する路面性状測定車の精度検定を同一の条件・試験方法により定期的実施している。性能確認項目は、ひび割れ、わだち掘れ、平たん性、距離の 4 項目である（表－2）。

表－2 路面性状測定車の性能確認項目と評価基準

項 目	評価基準
ひび割れ	幅 1mm 以上のひび割れが識別可能
わだち掘れ	横断プロファイルメータの測定値に対し、±3mm 以内
平たん性	縦断プロファイルメータの測定値に対し±30%以内
距 離	実測値（約 1000m）に対し±1%以内

(3) 路面性状測定車による点検

路面性状測定車は、舗装の維持修繕計画等に必要なデータを収集するため、数 km 以上の延長にわたり高速かつ大量の測定を行う場合に用いられている。測定項目は、ひび割れ、わだち掘れ、平たん性であり、走行しながら連続的に 3 要素を同時に計測する（図－2）。

国土交通省が直轄管理する国道の路面性状調査は、前述の性能確認試験に合格した路面性状測定車を用いて、概ね 3 年サイクルで実施されている。また、路面性状測定車は、高速道路や地方自治体が管理する幹線道路の点検にも使用されている。

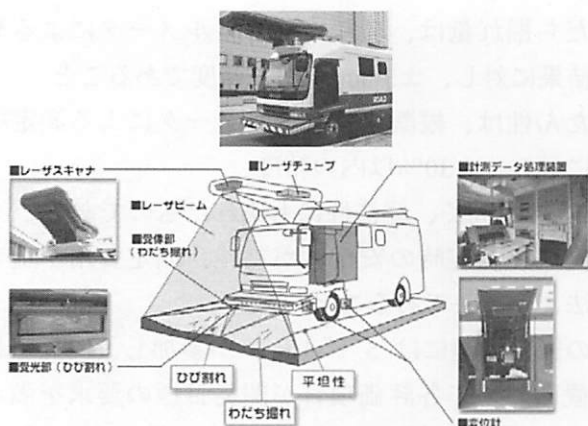


図-2 路面性状測定車の例

(4) 路面性状測定車の測定方法

路面性状測定車の測定方法は、機器を開発・製作する各社で様々な方法を採用し、技術の進歩に伴って年々進化している。ひび割れ測定は、路面画像の記録方式の違いにより線撮影、面撮影方式などがある。わだち掘れ測定は、路面の横断形状をカメラで撮影する方式やレーザースキャナにより測定する方式などがある。平坦性は、路面の縦断凹凸の測定に加速度計を用いる方式やレーザー変位計を用いる方式がある。

4. 今後の取組みのあり方

予防保全技術は、個別施設に対する点検、健全度評価、劣化予測および補修補強の4フェーズで構成され、現在、各フェーズで研究が着手されたところである。また、効率的な予防保全的管理の実施には点検分野の技術開発が必要となっている。

予防保全技術としての点検技術では、舗装の路面性状調査で技術開発・実用化が先行しており、この事例が他の施設の点検技術開発のあり方のひとつを示しているものと考えられる。路面性状の点検技術では、

要素技術である測定方法・装置構成は、開発者により種々であるが、要求性能と評価基準が明確であれば、これに適合した技術、実用機器の開発が進展するという事例となっている。

今後、開発する点検技術についても、要求性能と評価基準が、実用化可能な水準で適切に設定され、明確に示されることで、機器を開発・製作する各社での技術開発が促され、日常的に利用される技術として広く普及させる可能性が大きいものと考えられる。

【参考文献】

- 1) 塩井直彦：戦略的な維持管理の取り組みについて、建設マネジメント技術，2009.3
- 2) 総合科学技術会議：社会基盤 PT 分野別推進戦略中間フォローアップ（案）～社会基盤分野の研究開発を取り巻く現状、課題と対応方針について～，第9回会合，2009.5
- 3) 深沢敦志：供用中の調査－路面評価システムと新しい路面性状測定手法の開発－，アスファルト，No.144，1985.8
- 4) 柴崎隆次ほか：舗装の評価とエレクトロニクス～主として路面性状測定手法について～，アスファルト，No.164，1990.7
- 5) 丹治和裕：路面性状の測定技術、アスファルト，No.198，1999.1
- 6) (社)日本道路建設業協会 H.P.：路面性状調査システム，<http://www.dohkenkyo.net/pavement/kikai/chosa.html>
- 7) (社)日本道路協会：舗装調査・試験法便覧，2007.6

Development situation of preventive maintenance technology for infrastructure and monitoring technology of pavement performances as a developed case

By Tatsuhiro KOMADA Koji IWATSUKA

As for the infrastructure of Japan, it is assumed that the ratio of the aging stock will increase rapidly among the stocks that have been accumulated so far in the future. To correspond to aging in the infrastructure appropriately, it is necessary to attempt the conversion from current "Corrective maintenance" to "Preventive maintenance management".

In this report, it introduces the current development situation of the preventive maintenance technology for infrastructure and the requirement and the criterion of the pavement performances monitoring technology as a case where it precedes and the technology is developed.