

◆ 特集：橋梁の維持管理・補修補強 ◆

首都高速道路の構造物の維持、補修について

小島 宏* 下里哲弘**

1. はじめに

首都高速道路は、総延長約281km、1日の通行台数は約112万台であり、約200万人に利用され、首都圏の経済、産業や生活を支える施設として重要な役割を担っている（図-1）。

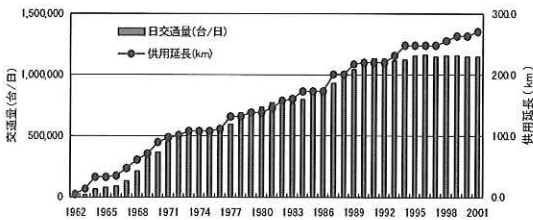


図-1 交通量の推移

首都高速道路の構造形式は、総延長の80%以上が高架構造で、トンネルや半地下構造も含めると構造物が総延長の約95%を占めている。構造物が主体であることより、土工部（舗装）が中心の一般街路と比較して維持管理業務が多岐に渡り、メンテナンスにより多くの費用を要している（図-2）。

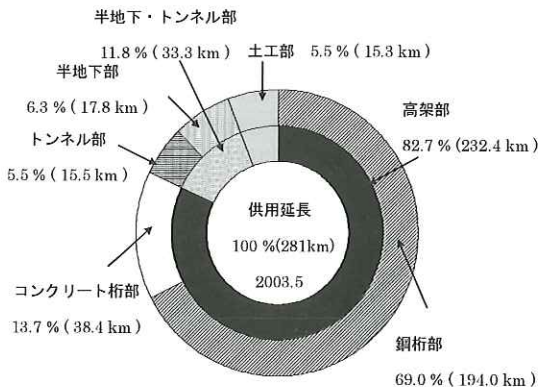


図-2 首都高速道路の構造種別

首都高速道路の、昭和37年に開通した区間が40年経過しており、開通後30年以上経過した路線が

全体の約36%、20年以上経過した路線が全体の約56%を占める（表-1）。

表-1 首都高速道路の経過年数（2003.5現在）

経過年数	延長	構成比
30年以上	101.3km	36.1%
20～29年	56.3km	20.0%
10～19年	62.4km	22.2%
9年以下	61.0km	21.7%
計	281.0km	100.0%

このように、長期間に渡り、過酷な重交通下で使用されてきたこれらの構造物には、近年、老朽化による損傷が目立って発生しており、構造物の点検手法および適切な時期の補修・補強を行うことが重要になってきている。

首都高速道路は首都圏の経済、物流機能上、最も重要な公共施設のひとつであることと、過密した大都市部に立地しているため、老朽化による長期間の交通止めを伴う工事は社会経済及び生活に多大な影響を与えることになる。従って、構造物をできる限り長期間健全な状態に維持し、利用者に安心かつ快適に利用して頂くことに対し責務を課せられている。

本稿では、維持管理の中でも重要な部分を占める点検手法について概説するとともに、近年の構造物の補修・補強事例について述べる。

2. 構造物の点検

首都高速道路公団では、構造物の老朽化に対応するため、点検の強化を目的として昭和57年の「構造物等点検要領」¹⁾を平成13年4月に改訂した。この改訂では、点検目的の明確化、土木構造物・電気施設等の分野別点検要領の統合、点検の頻度等の見直しを図っている。また、本要領では、高架構造、トンネルの主構造物の他に、照明柱、標識柱等の交通安全付属施設、交通管制施設、PA施設等の点検についても規定している。

今回改訂された点検要領の中で、点検の目的として「点検は、構造物等の損傷や機能停止、もしくは、それらの予兆、さらには利用者や周辺住民に与える影響の有無を的確に把握し、損傷等の状況に応じた応急措置、取替、清掃、追加調査等の適切な対応策を迅速確実に行い、全ての構造物等を常に良好で安全な状態に保つために行う。」と考へ、従来ありがちな構造物損傷のデータ集めのための「点検」に終わらず、常に点検結果に応じた対応策を迅速に行うよう強調している。

構造物の点検は、日常点検、定期点検、臨時点検の3種類があり、その内容は以下の通りである。

2.1 日常点検

日常点検は、高速上を巡回パトロールカーからの車上目視により、毎日行う「巡回点検」と、高架下から双眼鏡などを用いた徒歩目視により、概ね1年に1回行う「徒歩点検」に分けられる。

日常点検は、舗装、伸縮部等の路面上の変状や構造物等の損傷の状況および高速上の落下物の有無を把握する点検であり、日常的可能な範囲で行なう点検である。特に巡回点検は、路面の変状、落下物の有無を確認するため、交通の安全を確保する上で重要な点検である。さらに、車上目視による夜間点検・高架下点検・雨天時点検、徒歩による高架上点検等も適宜行っている。写真-1に高架下目視点検の状況を示す。



写真-1 日常点検

点検員が双眼鏡を用いて構造物の外観を観察する

2.2 定期点検

定期点検は、構造物等の詳細な損傷等の有無を把握するために行う最も基本的な点検であるとともに、構造物の健全度を把握する上で最も重要な点検である。定期点検は、「接近点検」と「機器

点検」に分けられる。

従来、「接近点検」は工事用足場の設置に連動して行ってきたが、今回の改訂では工事用足場の有無にとらわれず、点検用足場等を併用することにより、路線単位で5年に1度行うこととなった。接近点検は、足場上からの接近目視を原則とし、利用する足場は従来の塗装塗り替え等のための工事用足場だけではなく、点検用機械足場、点検通路、裏面吸音板等も積極的に利用することとしている。接近点検においては、日常点検では観察しにくい支承周辺などの狭隘な箇所も点検が可能であり、構造物に近接して目視点検を行うことができるため、近年道路橋でも発生が増加している疲労き裂の検出等も可能となる。接近目視により変状があった場合は、さらに詳細な調査を行う。例えば、床版等のコンクリート構造物で微細なひび割れが発見された場合等では、コンクリートの剥離の有無を確認するためハンマーを用いた打音検査等を行う（写真-2）。鋼構造物の場合は、塗膜剥がれがあった場合、磁粉探傷試験（MT）、超音波探傷試験（UT）の追加調査を行う。表-2に定期点検の具体的な内容についての一例を示す。

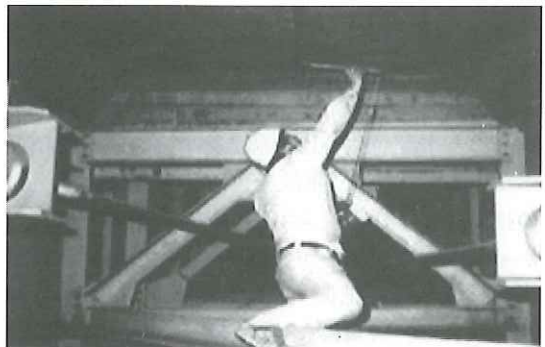


写真-2 打音検査

点検員がテストハンマーを用いて、剥落の疑いのある箇所をたたいて周囲の健全な部分との音の比較を行う

「機器点検」は主に舗装を対象に1年に1回行われるものであり、車載カメラで撮影された画像を分析し、わだち掘れ量やひび割れ率を算定することで舗装補修範囲を決定するための点検で、首都高速道路公団の点検補修システムの中で最も確立された手法のひとつである。

また、構造物の初期の状況を把握し、将来的な維持管理計画に資するため、新規路線が供用され

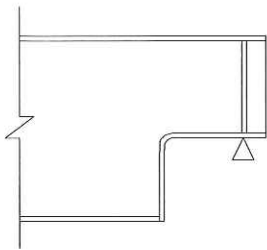
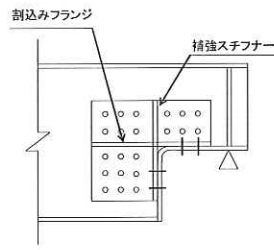


図-3 桁端切欠き部

図-4 応力集中を緩和した
桁端切欠き部

3.1.2 鋼製橋脚

近年発見された鋼製橋脚隅角部の疲労損傷について紹介する。平成9年に行われた3号渋谷線の定期点検において、接近目視により池尻ランプ付近の鋼製橋脚隅角部に塗膜われと錆汁が発見され、詳細調査として磁粉探傷試験を行った結果、き裂状の磁粉指示模様が検出された。その後、追跡点検としてき裂の進展を継続して計測したところ、平成11年に進展が確認されたため、進展性の疲労き裂と判断するに至った(写真-4)。

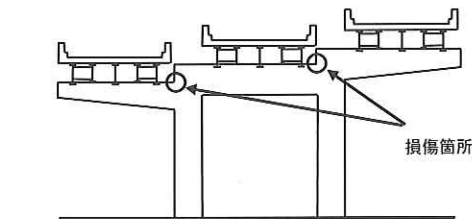


写真-4 鋼製橋脚隅角部の磁粉指示模様

従来、鋼橋の上部構造において、横桁、垂直補剛材、I桁端部の切り欠き部などに疲労き裂が発生した事例はあるが、橋脚で疲労き裂が発見された事例は初めてであった。鋼製橋脚隅角部の疲労き裂は、対策が講じられず放置された場合、き裂が進展し、最悪の場合ではぜい性破壊に至ること

も考えられるものであり、損傷としては緊急対策を要するものである。

3号渋谷線での疲労き裂の発見を受け、平成12年から平成14年にかけて首都高速道路の隅角部を有する鋼製橋脚約2000基に対して、前述の臨時点検を実施し、約560基にき裂損傷の可能性があることが確認された。

その後、早急に対策が必要と判断された16基に対してバント設置等の応急対策を実施し、平成13年内までに対策を行うとともに、現在損傷が発見された隅角部に対し補修・補強工事を鋭意進めている段階である。以下に補強の事例を示す²⁾。

前述した3号渋谷線池尻付近では、き裂周辺の応力の低減を目的として、支圧ボルトを用いた当て板補強による応急対策を実施した(図-5)。

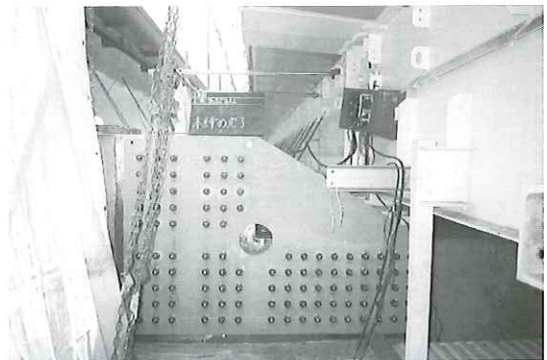
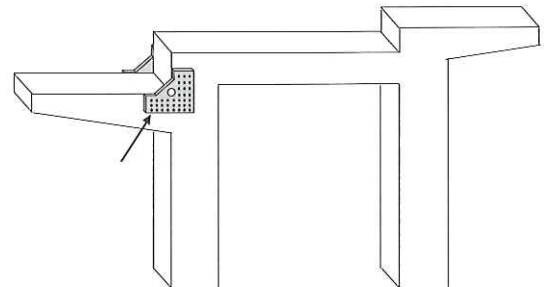


図-5 応急対策の一例

当て板を支圧ボルトにより取り付ける際、先行して打ち込んだボルトに力が集中しないよう、FEM解析などによりボルトの施行順序を慎重に設定した。応急対策実施後、当て板補強の効果を確認するために、現地で25t荷重車2台連行による試験走行を行い、対策前後で応力を測定した。その結果、き裂が発生しているフランジ端部の応力が約50%に低減したことから、当て板補強が応力の低減に有効であることが確認された。また、



図-7 橋脚横梁部の剥落防止対策

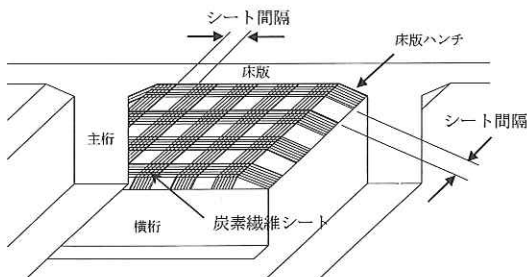


図-8 床版の疲労対策

り部 (図-6)、橋脚横梁部 (図-7) において、ガラス繊維シートを用いたFRP補修により剥落防止対策を実施している。近年、これに替わるビロン繊維やナイロン繊維を用いた新しい剥落防止工法が開発されており、それらを部位や状況に応じ使い分けることで、合理的な維持管理を図っていくこととしている。また、コンクリート橋の床版の延命化と併せて床版の劣化及び剥落の防止を目的として、床版下面に炭素繊維シートを、間隔を空けて格子状に接着する工法により補強を行っている (図-8)。

4. おわりに

維持管理における基本は点検であり、点検員の資質・技量はもちろんのこと、組織的な対応が必要不可欠である。点検員の資格制度において、日本は米国などに比べて劣っているとも言われ、資格制度の充実が望まれる。また、一方で点検員の人為的な見落としなどを完全に排除することは不可能であり、点検機器による点検が可能な部位に関しては、機器による点検技術の開発が望まれる。組織的な点検という観点からは、損傷発見時の情

報伝達が重要であり、デジタルカメラ等の機器を用いた報告システムの構築も必要であると考えられる。また、報告のやり方等を含め、現在運用している点検の体系が最良と考えず、実際に発生した事例を振り返り、常に改良していく姿勢が重要であると考えている。

損傷が発生した場合においても、鋼製橋脚隅角部で実施したように損傷原因等を明らかにして、適切な補修・補強を早期に行っていく必要がある。また、一方ではコンクリート片剥落防止対策にも実施したように、過大な補強はせずに合理的な維持管理を行っていく必要もある。

また、首都高速道路公団では維持管理費の合理的な削減が最重要課題のひとつである。すなわち、現在構築をすすめている点検データベースシステムと、主要な料金所に設置されている軸重測定器により測定された軸重データを用い、過去の補修履歴、大型車交通量などを考慮して、最も効率的な点検・補修計画を策定する必要がある。道路構造物を資産と考えたアセットマネジメントシステムを確立し、ライフサイクルコストを最小とする効率的な維持管理が必要と考えている。

参考文献

- 1) 首都高速道路公団 保全施設部：「構造物等点検要領」2001.4
- 2) 森河、下里、三木、市川：「箱断面柱を有する鋼製橋脚に発生した疲労損傷の調査と応急対策」, 土木学会論文集, 2002.4

小島 宏*



首都高速道路公団工務部
工事管理課課長 (前 保
全施設部保全技術課課長)
Hiroshi KOJIMA

下里哲弘**

首都高速道路公団保全施
設部保全技術課班長
Tetuhiko SIMOZATO