

---

[共通セッション] 新設および大規模改修時における橋梁計画

## 新設および大規模改修時における橋梁計画 (3)

2019年9月3日(火) 14:55 ~ 16:25 CS-4 (幸町研究交流棟 5F会議室)

---

### [CS3-27] 70万橋の耐久性実験～メンテナンスに学ぶ橋のデザイン～ Bridge design learned from maintenance

\*西川 和廣<sup>1</sup> (1. 国立研究開発法人土木研究所)

キーワード：道路橋、メンテナンスサイクル、耐久性、ライフサイクルコスト、詳細設計  
road bridges, maintenance cycle, durability, life cycle cost, detail design

道路橋の設計手法は、海外から学んだ構造解析理論を積み上げることで確立され、実験室における模型実験、現場における載荷試験を重ね、実交通への供用の実績を経て、その信頼を高めてきた。また、耐震性に関しては、大地震の洗礼を受けるたびに、足りなかった点について研究され、設計手法が加えられた結果、より信頼性の高いものになっていると考えられる。それでは耐久性についてはどうだろうか。すでに長期にわたって供用されてきた、既設橋に学ぶ時が来ているのではないか。5年前に導入されたメンテナンスサイクルにその機会があるのではないか。それが本稿の主題である。

Design method of road bridges for durability should be refined through so called maintenance cycle.  
Now is the time for it.

## 70万橋の耐久性実験 ～メンテナンスに学ぶ橋のデザイン～

国立研究開発法人土木研究所 正会員 ○西川 和廣

### はじめに

道路橋において、事実上の本格的な整備が始まったのは戦後、昭和30年頃からではないだろうか。道路橋の設計手法は、それまでに海外から学んだ構造解析理論を積み上げることで確立され、実験室における模型実験、現場における載荷試験を重ね、実交通への供用の実績を経て、その信頼を高めてきた。また、耐震性に関しては、大地震の洗礼を受けるたびに、足りなかった点について研究され、設計手法が加えられた結果、より信頼性の高いものになっていると考えられる。それでは耐久性についてはどうだろうか。すでに長期にわたって供用されてきた、既設橋に学ぶ時が来ているのではないか。5年前に導入されたメンテナンスサイクルにその機会があるのではないか。それが本稿の主題である。

### 1. 道路橋示方書ではカバーできない劣化・損傷

道路管理者が橋の高齢化の問題に気づき、大型車の重量制限が20トンから25トンに緩和されたのを機に、道路橋の点検技術者研修を始めたのが平成6年、その10年後の平成16年には直轄管理橋梁の定期点検がスタートし、さらに10年後の平成26年にすべての道路橋で5年に1度の定期点検が法律で義務づけられた。その結果、劣化・損傷が認められ、速やかに補修・補強等の措置が必要とされる橋梁が、かなり高い割合で確認されることとなったのは周知の事実である。

橋の耐久性について、これまでの道路橋示方書では、「構造物の耐久性と維持管理の確実性および容易さに考慮しなければならない」と規定されており、鋼橋の疲労や、コンクリート橋の疲労については具体的な規程も整備されたが、実際の損傷はそれらの規程をかいくぐり、細部設計の隙間から生じているように見える。

### 2. メンテナンスサイクルから得られる耐久性設計へのヒント

いわゆるメンテナンスサイクルは、点検・診断・措置・記録の4つの段階からなっているが、この中で中心となる診断では、点検データなどから、生じている損傷・劣化の種類(メカニズム)とその程度、さらにはその原因について特定することが求められる。原因としては、過積載車両の増加や、円滑に作動すべき可動支承の機能不全などの力学的要因や、漏水や海からの飛来塩分、凍結防止剤の塩化物イオンなど、化学的要因などが挙げられるが、もう一步踏み込んで探れば、**設計段階に帰すべき要因**を多数指摘することができる。そしてそれは、メンテナンスの現場に立ってみれば、いくらでも得ることができる教訓の宝庫であることが理解できる。

### 3. 点検車の活用を前提としたら細部はどう変わるだろうか

ここでは、点検車の活用による鋼桁橋の近接目視点検方法を検討する中で、筆者が気づいた、細部構造の設計にフィードバックできる様々なアイデアについて紹介する。バーチャルにはあるが、メンテナンス現場における様々な発見を追体験していただきたい。なお丸数字は、デザインの変化に関わる事項である。

図-1に示すのは、逆台形の鋼箱桁橋と1台の点検車をシンプルな図形で示したものである。点検車を用いることで、総足場が不要になることでコストの削減が可能である。近年、ドローンの性能が向上しており、近接目視の代替になることが期待されているが、この方法では桁に直接接触ができること、簡単な措置であればその場で行うことが可能であることなどの利点がある。一方で、点検車の運用を効率的にするには、①路側に照明柱を設置しない設計が必要となる。

図-2には点検車を2台使用したときの図を示す。2台の点検車を結合することで、足場としての安定性が向上し、2台を同期して移動すれば、外観上の点検データを一気にスキャンして取得することができるであろう。

キーワード 道路橋、メンテナンスサイクル、耐久性、ライフサイクルコスト、詳細設計

連絡先 〒305-8516 茨城県つくば市南原1番地6 (国研)土木研究所 TEL 029-879-6701

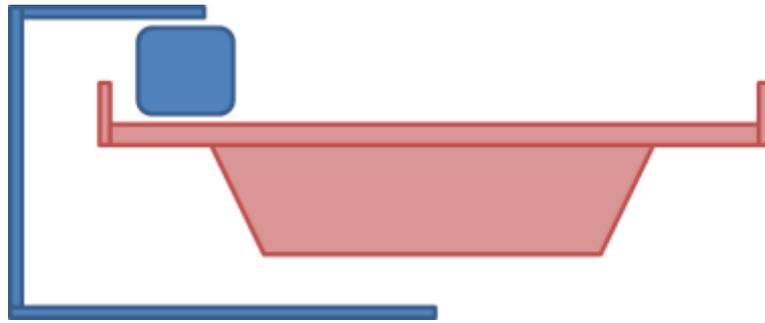


図-1 逆台形の鋼箱桁橋と1台の点検車

それを可能にするためには、②配水管などの障害物は極力設置すべきではないことはすぐに気がつく。

鋼の塗装劣化に関しては、ボルトによる添接部、添加物の取り付け金具や足場用の吊り金具など突起物とその溶接部が弱点となる。点検車の足場が安定的していれば、塗装のタッチアップなど、簡単な予防保全措置が可能である。最近の塗装の寿命は20～30年と言われており、タッチアップによる防食機能の延命ができれば、防食機能の劣化を防ぐことができ、低LCCかつ超長寿命化が可能になる。

このように設計上の工夫があれば、著しくLCCを低減することができる。また、塗装のネックになる高力ボルト継ぎ手に代えて、③現場溶接にすることができれば大きな弱点を克服できるし、点検車により簡単な予防措置ができることを前提とすれば、そもそも④吊り足場用の金具や手すりは不要になる。⑤路面での雨水の排水処理の検討をしっかりと行えば、多くの場合、配水管の横引きをやめることで同様の効果が期待できる。

その結果、桁橋の外観はどのように変わることになるだろうか。支点部を除き、凹凸のない、つるつるすべすべの箱桁が出現することになる。そこには塗装の弱点となるものがほとんどなくなり、劣化要因が激減していることになる。その上美しい本来の箱桁の姿が現れることになる。一石何鳥になるのだろうか。

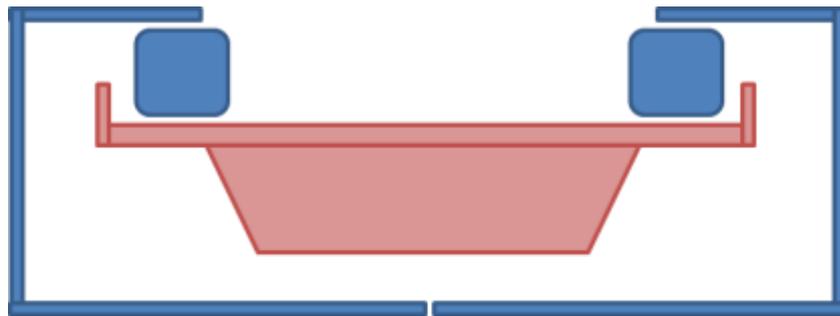


図-2 点検車を2台連結して使用

#### 4. メンテナンス現場で想起されたさらなる発想

紙面の制約があるため、一つの事例しか示すことができないが、たとえば以下のifについて、橋のデザイン、とくに細部構造がどのように変化するか考えることは有益である。

- ・ とかく漏水の生じやすい伸縮装置を、地覆の切れ目を含めて排水の呑口として積極的に活用したら。
- ・ 伸縮装置本体以上に、装置背面の床版コンクリートとの接合面の遮水性を徹底するとしたら。
- ・ 橋面舗装の基層に高度な防水性を要求し、側端の表層を一部施行せず、開水路として配水管への負担を減らしたら。
- ・ 基礎の支持層深さが一定以上ある場合には、上下部剛構造を標準としたら。
- ・ 渡河橋基礎の支持層を、河床低下の心配のない深度に設定し、河床低下を前提とした設計をしたら。

#### おわりに

橋のデザインは、70万橋に及ぶ耐久性実験のデータを活用する時期に来ている。ここで言う耐久性には維持管理上の意味合いだけでなく、景観デザインや機能上の耐久性を含むものであることは言うまでもない。