

MINIMUM・MAINTENANCE橋を目指して

Minimum Bridge Maintenance

大阪大学工学部土木工学科教授

Professor, Osaka University

松井 繁之

Shigeyuki MATSUI



第二東名・名神の第一期工事区間である東海大府高架橋の架設は順調に進んでおり、昨年の夏には一部で載荷試験も行われた。幅員の大きい床版を3本の主桁で支持するため、主桁の高さが約3mという大きなものになり、景観的に上部工と下部工とのバランスに若干懸念を抱いていたが、実現してみると全くその心配はなかった。また、主桁間隔が6mであるのに、4m程度にしか感じさせない。全体のプロポーシオンとバックとの関係、および、簡素な構造形式と色彩の組み合わせが重厚さを取り除き、逆に軽快ささえ感じさせている。

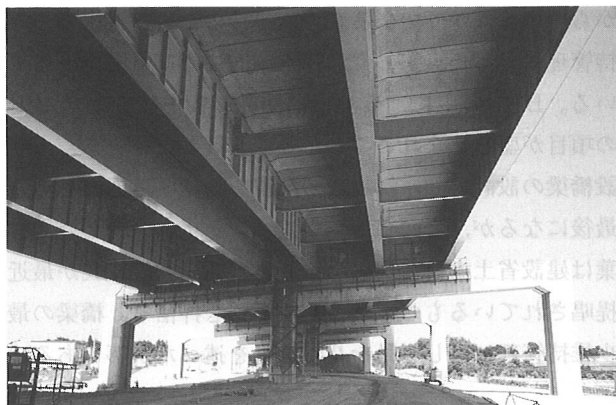
この第二東名の東海大府高架橋では床版にプレキャストPC床版を採用しているが、これは現場施工期間の短縮化、経済化を図るものであり、構造の合理化と床版の耐久性向上をも狙ったものである。床版の高耐久性を確保する方法として、橋軸方向にプレストレスを導入して橋軸直角方向のはり化現象を防止し荷重分配効果をあげる工法と、橋軸直角方向にプレストレスして主鉄筋断面のコンクリート有効断面積を増加させ、抵抗強度・疲労強度を高める方法の2種が考えられるが、本橋では現場での工数節減につながるとして後者の方が採用された。この結果、プレキャスト版どうしの橋軸方向継手の強度、耐久性が問題となるが、大型の輪荷重走行試験機によっ

て超過積載状態を想定した荷重下でも十分な耐久性があるとの確認を得て、ループ継手が採用されたのである。さらに、念を入れて床版上に防水工を施し、水への対策がなされている。この水対策によって床版自体の耐久性が確保されることは確実であるが、間接的に主桁等の鋼部材の耐久性にも好結果を与えるものと信じている。



プレキャスト床版間のループ継手
(この後、ループ内に通し筋を配筋)

これまでの、鋼橋の損傷に関する主要なものを挙げると、RC床版のひび割れ損傷、鋼部材の腐食、鋼部材連結部の疲労と言える（建設省等では50%：50%：若干%と言われている）。この第2番目の腐食損傷に床版が大いに関係していることがあまり指摘されていないようである。筆者の輪荷重走行試験機による疲労実験で明らかになったことであるが、コンクリートの自由乾燥収縮を主桁が拘束することによって発生する橋軸方向の残留引張りひずみに、輪荷重によるねじりモーメントによる引張りひずみが重なり、繰り返しの荷重下で早期に橋軸直角方向ひび割れが発生する。床版厚が薄い場合、このひび割れは一般的に全厚を貫通するひび割れになることが多いと推定できる。舗装にしみこんだ雨水が、これらのひび割れに浸入し、床版下面を流れ、主桁に到達し腐食をもたらすのである。床版劣化が進んだ橋梁では、特に上フランジ上面の腐食が激しいことが発見される。桁端でも同様な現象が起こる。桁には縦断勾配があり、かつ、床版端に伸縮継手もあるが、この伸縮継手が堰となって舗装に浸透飽和した水の出口がなく、床版内のひび割れが出口にならざるを得ない。床版の第一パネルは衝撃が大



東海大府高架橋

きいため、ひび割れ発生が容易であり、抜け落ち事故が多いのもこの雨水の浸透に原因しているのである。そして、床版から出た水は横桁、主桁、さらには支承を腐食させるのである。支承の腐食は伸縮継手からの水の漏れが第一原因であるが、一部は上記のような床版のひび割れからの漏水が原因している。最も、鉄道橋のように床版がない場合と比較すると、床版は傘の役目をして腐食速度は非常に小さいものとなっていることは明らかである。

また、連続桁の中間支点上の外桁の塗装が、このような漏水で汚れている場合も少なくはない。これは張出部床版に橋軸直角方向の貫通ひび割れが多いことを物語っている。以上のようなことを勘案すると、床版の維持管理は床版自身の機能保持に重要なことは自明であるが、さらにそれを支持する鋼部材の早期腐食、塗装の早期劣化を防ぐことから非常に重要なことであると理解できるであろう。

第二東名の最初の工区である東海大府高架橋の製作架設のJVに川田工業が入っているのは、北海道のホロナイ橋の建設の実績が買われたためと信じている。この実施実績のみだけではなく、この工事を可能にした基礎研究と工場製作の合理化に厳しく望まれた当然の結果であると納得している。プレキャスト床版についてもいち早く継手に関する研究に着手されたが、上記のような問題点を再認識して頂き、プレキャスト床版での水対策を慎重に検討していただきたいと希望する次第である。

話を少し変えるが、入りくねった海岸線に沿った道路をドライブするのは、自動車を運転する中で最も快適なものである。松の枝の緑と明るい海面・岩礁の凸凹が見事にマッチし、自然の造形がこころに大きな安らぎを与えるのであろう。また、このような道でドライブすると前面のシーン中に、時々橋梁が見え隠れし、緑の中に赤い桁の橋梁や、コンクリートのアーチなどが見えると、橋の躍動美、たのもしさ、重要性等々について、シーンの替わる度に、自作自演の紙芝居の語り部をしてしまう。

時々、時間があると車を停めて橋を視ることがある。海岸沿いの木々の緑は深く、橋梁の桁の塗装は少々古いものでも、意外と綺麗に見えるものである。よく見ると鋼材のエッジやボルトの頭の角には錆が発生しているが、維持管理が意外と良いなと感心する。しかし、橋の下に行くと桁の内側を見てびっくりすることが多い。部材の厚さが倍程度に膨らんでいるとか、ボルトやリベットの頭が倍に膨らんでいる。時には、ガセットプレートに孔があいているのが見かけられる。これらはいわゆる塩害による鋼材の激しい腐食である。海岸から水平距離・鉛直距離とも約20m以内に位置する橋梁では、常時、波飛沫が飛来し、塩分が沈着し濃縮するのであろう。主桁の

上に床版が載っているため、桁間において湿気がこもり、内側の腐食がひどくなっているのである。外が天気でも内部の部材に露がついており、なめてみると非常に塩辛い経験は何度でもある。

このような腐食から橋梁の桁をどのように守ればよいのだろうか？ 重防食塗装を施せば！ 電気防食を行えば！ との解答が得られるのは予想できる。筆者は月に一回でよいから橋を洗えばよいのではないかと提案したい。

上記の、雨水、塩害の次に、問題にしたいのは泥である。これらはわが国の橋梁維持管理で好ましくない御三家と筆者は思っている。支承が泥で全く埋もれてしまいそこから草が生い茂っているとか、排水桝に可憐な花が咲いていることもある。斜張橋の橋面のケーブル定着部が埃の吹き溜まりとなっており、やはり草が生い茂っている。さらにその泥には水分を保持する機能があるため、毛細管現象によってケーブルに水分を供給してケーブルの腐食をもたらししている例もある。確かに、橋には泥がよく溜まるのである。約50%以上の排水桝は確実に詰まっていると言っても過言ではない。このような泥を除去してもらいたいのである。道路スイーパーで取り得ない場所ばかりである。高圧水で洗うのが最も効率的と言えるであろう。イギリスのエジンバラにあるフォース道路橋でこのような水道施設を設置していたと記憶している。ここでは橋面に撒く融雪剤を洗い流すためであった。

海岸べりの橋梁では橋面上とさらに橋梁下面にも高圧水道施設を設置したいものである。橋を洗うために！ ただし、この議論を始めると、洗った水の処理はどうするのか？ 誰が洗うのか？ 通行車両に水がかかったら責任問題が発生しないか？ 等の問題点が指摘されることは目に見えている。わが国特有の議論である！ 欧米なみにまずはやってみてはどうかと薦めたい。

今、世界中で開催される橋梁の国際会議では、橋梁の維持管理が最重要課題として取り上げられ、新材料・新工法の開発が盛況である。また、BMS(Bridge Management System)という維持管理システムの構築も新しい課題となっている。しかし、ほとんどは力学面、材料面からの議論ばかりである。機能維持のための清掃等の維持管理によっても橋の寿命は飛躍的に延びると確信している。BMSの中に、橋の清掃回数、橋を洗う回数などの項目が盛り込まれることを強く期待したい。また、新設橋梁の設計に、水道施設の配置を期待するものである。最後になるが、表題のミニマムメンテナンス橋という言葉は建設省土木研究所橋梁研究室の西川和廣室長が最近提唱されているものであるが、それを拝借し、橋梁の最少維持管理に対して私なりの意見を述べた次第である。