



研究ノート

# 道路橋鉄筋コンクリート床版のひびわれ破損とその対策

松井 繁之\*

## 1. 橋梁床版の現況

橋というのは基本的には図1のような構造から成り立っており、その主要構造は路面上の荷重を地盤に伝える“けた”である。鉄道橋の場合、レールを直接このけた上に乗せれば路面構造は必要でなくなるが、自動車の通る道路橋では色々な大きさの自動車が任意に通行できるようにするため、平面構造の床版をけたの上にする必要がある。すなわち、床版で平面路面を作っている。現在、この床版に、図1に示したように鉄筋を縦横に配筋した鉄筋コンクリート床版（Reinforced Concrete Slab、以下、RC床版という）が、強度、施工性、工費、騒音防止等で優れたものとして多用されている。

ところが、このRC床版に関して、コンクリートにひびわれが発生し、部分的に破損するという現象が数多く報告され、最近、橋梁分野で問題となっている。この破損は一般には図2に示すように、床版下面（引張側）に生じたひびわれが徐々に亀甲状のひびわれへと成長し、ついには連続性が失われて部分的に床版が陥没したり、床版下面のコンクリートが抜け落ちたりするものである。しかし、床版上面のコンクリートが圧潰したり、鉄筋が疲労破断するという危険な破損は現われていない。この床版のひびわれ破損は広義の疲労現象と言える。

古くは、橋は人や車の通行の障害である河川や谷に架けられるものであったが、近年のモータリゼーション時代に入ってから都市部における高速道路やバイパスの高架構造として頭上にも建設されている。買収用地の節約、けた下空間の有効利用、立体交差化、さらには、分断

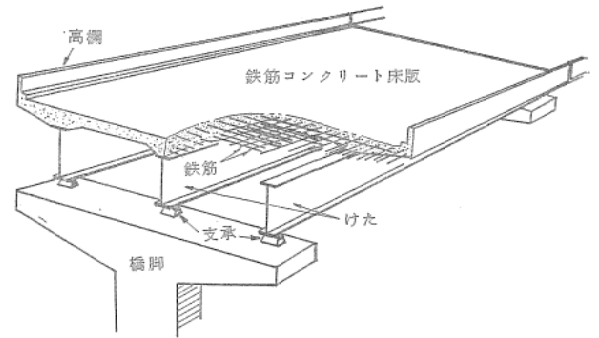


図1 橋梁の一般図

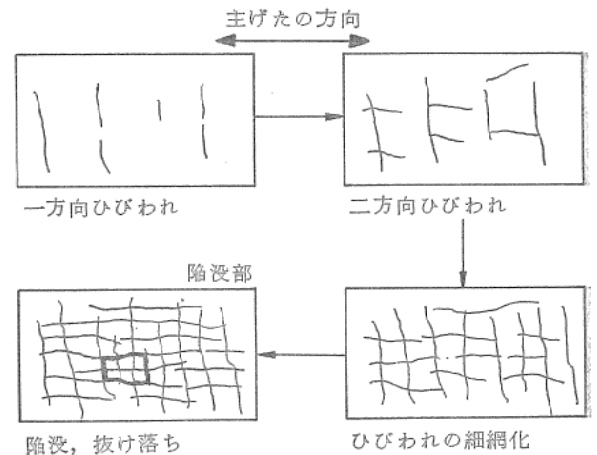


図2 RC床版のひびわれ損傷過程

される道路両側住民のコミュニティの確保、等のため高架道路が悪求される。東京オリンピック前後から建設された首都高速道路（S37年12月供用開始）、名神高速道路（S38年7月）、阪神高速道路（S39年6月）等にその実例が顕著である。しかし、これら本格的な高速道路の開通数年後から上記床版破損が問題となってきた。このように書くと、手抜き工事があったのではと疑われる向きがあるが、決してそのようなことは無いと断っておきたい。高架式の場合、下から床版下面のひびわれを発見しやすいこと、美観を損ねること、また、けた下空間に被害をもたらす恐れもある等の考えで、道路管理者側の丁寧な保守・点検によって発見度合が

\*松井繁之 (Shigeyuki MATSUI), 大阪大学, 工学部, 土木工学科, 橋梁研究室, 講師, 橋梁工学

表1 ひびわれの要因

外的要因	内的要因	その他
(1)過大な輪荷重の 載荷	(7)配力鉄筋の不足 (8)鉄筋の許容応力 の過大評価	(13)コンクリート の品質不良
(2)通行頻度の増大	(9)床版厚の不足	(14)床版厚, 配筋 等の施工誤差
(3)走行レーン配置 とけたの関係	(10)直交異方性の影 響	(15)過密筋配のた めの施工不良
(4)衝撃係数の増大	(11)床版支持げたの 不等沈下	(16)コンクリート 打ち継目の施 工不良
(5)輪荷重載荷面の 過大評価	(12)支持げたと床版 との合成作用	
(6)輪荷重の移動性		

多くなったため表面化したものである。河川上に架かる従来の橋梁では床版コンクリートが脱落しても他に被害を及ぼすことがなく、大きな問題として取り上げられなかったようである。

## 2. ひびわれの要因

R C床版のひびわれ破損に関係する要因は表1に示すように、(A)外的要因、(B)内的要因、(C)その他の要因、の3つに大別して考えられる。しかし、一般的に1つの要因だけに起因するのではなく、いくつか複合している場合が多い。

さて、われわれ土木屋にとって、外的(外敵)な主因は過大輪荷重の通行であると強調したい。現在、設計に用いる荷重は20トントラック(1等橋)で、後輪(ダブルタイヤ)が8トン、前輪2トンである。法定輪荷重5トンに対し1.6倍の安全率を見込んだものである。しかし、現場では14トンもの驚くべき過大な輪荷重が測定されることがある。疲労被害則によると、このような過大荷重トラック1台の通過は20トントラックの100~200台にも相当し、さらに、限界を越えた荷重によってコンクリートは容易にひびわれ、一旦入ったひびわれは元には戻らないのである。このような大型車の横行は自動車性能の向上に伴う大型化と“過積”が相まったものである。外国においては問題となる過積などは無いと聞いている。それゆえ、このようなアウトローの車を排斥するのが床版破損を無くす最良の策と言える。

高速道路網の整備に伴う交通量の増加は顕著

であり、これに比例して床版損傷報告も増加していることから、通行頻度が床版破損を助長していると考えられる。このことが広義の疲労現象と言う所以である。このため筆者は疲労を考慮した設計法の確立を旨としている。

上記高速道路建設華やかなりし頃は経済高度成長時代で、高強度異形鉄筋も実用段階にあり、昭和47年頃まではこの異形鉄筋を使用して床版厚を薄くし、死荷重軽減に努力を払ったものである。しかし、結果的に、この時期に作った床版(昭和39年示方書を使用)に多くの破損が現われた。この教訓を生かして昭和48年に示方書は大幅に改訂されたのである。しかし、筆者はR C床版の直交異方性を考慮していないこと、支持げたの不等沈下による付加曲げモーメントが加わることなど内的要因に関してはまだ不完全な改訂であると考えている。

その他、コンクリートの部分的抜け落ちなどの最終破損現象は非常に局所的にしか現われないことから、現場施工における施工誤差も付随的な影響因子と言える。床版のように厚さの薄い構造物では丁寧な現場施工が必須の条件であろう。

## 3. 実験的研究

筆者はこのR C床版特有のひびわれ破損機構を解明するため、実験室内でほぼ実物大の供試体を使って疲労実験も行っている。砂利の混じったコンクリートと鉄筋を使用するR C床版では相似則を考慮して模型化するのには困難であり、約3トンもある供試体の製作や取り扱いには苦勞させられる。また、疲労実験は本来日数のかかるもので、準備を含めて1体につき約20日を要し、数体も実験すると人間の方が先に疲労する始末である。

さて、筆者はR C床版のひびわれはその発生パターンから考えて自動車の移動性に大きく影響されるとの確信を得ており、これをシュミレートするため、版面上に多くの載荷点を置き、数万回の繰り返し回数ごと(約1.5時間)に載荷位置を順次変える移動繰り返し載荷試験法を提案した。結果は予想通りであって、実橋と相似なパターンが観察できた。その結果、筆者が強

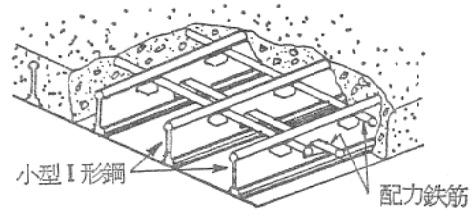
調する直交異方性板挙動も発現させることができた。しかし、要因が複雑多岐で、かつ、床版構成パラメーターが沢山あるので、限られた実験研究から系統的な結果を導き出すのは困難である。

#### 4. ひびわれ床版の補修・補強

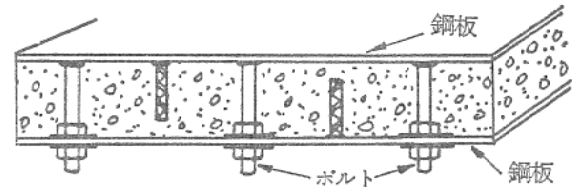
橋梁は道路のなかでも重要な位置を占め、かつ、大きな社会的資産である。道路管理者は巡回点検を常時実施して、異常部の早期発見と適切な処置を講じることによって交通の安全確保に努めている。損傷ひびわれを放置しておくとしびわれへの雨水の浸透や、ひびわれ面でのこすり合わせなどにより床版の劣化を促進させる。ひいては、他の橋梁構成要素に悪影響を及ぼすほか、交通に大きな障害をもたらす結果となる。欧米諸国でもこのRC床版の劣化は問題となっており、OECDの道路研究グループによる「橋梁の点検」と題する調査・点検要領が発表されている。すでに我が国では、建設省や各道路公団などでRC床版の修繕要領が発表されている。

現在、施工されている補修・補強工法のうち、図3に示した3つの方法が有効であると考えている。最も簡単かつ確実な方法は全床版を打ち換えてしまうことである。しかし、現状の交通過密時代では1日として交通遮断は許してもらえない。このため、交通を開放しながら床版下面からの修繕が余儀なくされている。これら工法の信頼性と効果、および、設計法についても研究を進めている。

また、新規に建設する橋梁に対しては、RC床版に代る新型式床版を開発する努力も必要であろう。筆者はすでに図4に示すようなプレハブ化も考慮に入れた新型式床版の開発研究も進めているところである。



コンクリート充填鋼格子床版



コンクリートサンドイッチ鋼床版

図4 新型床版の一例

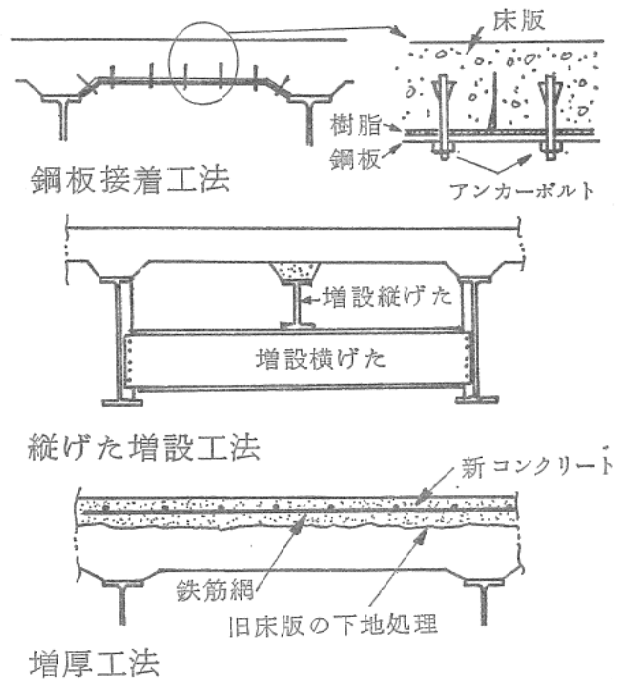


図3 代表的な補修・補強例