

破損RC床版の力学的性状について

神戸大学工学部 正員 西村 昭
清水建設(株) ・ 〇松井 忠和
住友商事(株) ・ 吉井 伸吾

1. まえがき

橋梁の耐用性に關して最近特に問題になっているものとして、橋床、殊に道路橋床版の大部分を占めるRC床版の破損があげられる。従來の床版の破損調査は、この破損に対して支配的と思われる床版の亀裂、剝離、鉄筋露出、コンクリート劣化などの程度を床版の破損程度を測る尺度と考えて行なわれて來た。本文はRC床版の破損程度の定量化のための基礎的な資料をうるために、破損の程度とそれが床版の力学的性状に及ぼす影響を調査したものである。

2. RC床版の現地載荷試験

一般に健全なRC床版上の荷重により床版に生ずるたわみは、その版の境界条件、荷重位置、版の曲げ剛度、版厚などの因子により決定される。

これに対して破損のある床版では、場所的な版の曲げ剛度の不均一性、亀裂による不連続性などにより、もはや一般的な取扱いが許されず、個々の版についての検討が必要となる。そこで供試RC床版として大正13年に架設され、主流が新路線に転じたため現在はほとんど交通量の無い道路橋床版を選び、その載荷試験を行なった。図-1は床版の概略を示したもので、主桁、縦桁、横桁などの支持桁で囲まれる部分に図のような区画番号を附し、これらの中から、破損の程度に応じて3つの区画を選定して載荷試験を実施した。すなわち、図-2に亀裂の概略をスケッチしたように、区画2は微細な亀裂を有する程度で、ほぼ健全と見られるもの、区画9はかなり大きい亀裂が走り、相当破損が進行していると考えられるもの、区画11では亀裂は大きくて深く、版は部分的に押し抜きせん断を受けていくらか陥没をまじっているのが見られる。

測定 たわみ測定は、長さ2.2mの山型鋼65×65の単純梁に28個のダイヤルゲージ(精度:1/1000mm)を取り付けた装置を用い、その支間中点で床版に点荷重を加え、各ゲージでその位置のたわみを読み取る。測線は図-2の○で囲んだ番号を有する交点を中心点、すなわち載荷点として橋軸方向と採った。載荷は①～⑨の9点において行なった。荷

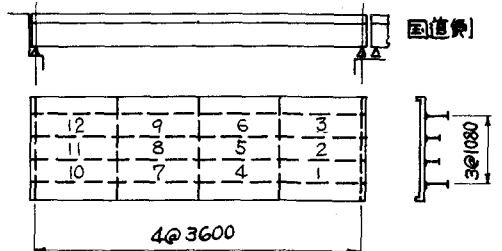


図-1 実橋供試床版の区画番号

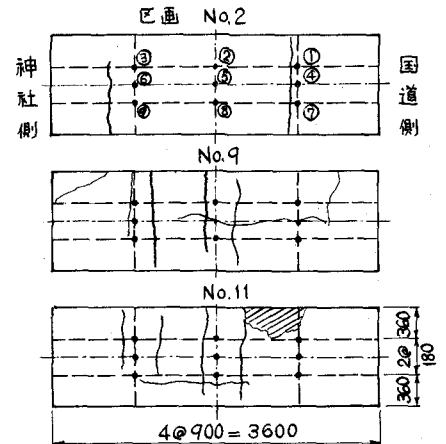


図-2 供試床版裏面の亀裂と載荷位置と番号

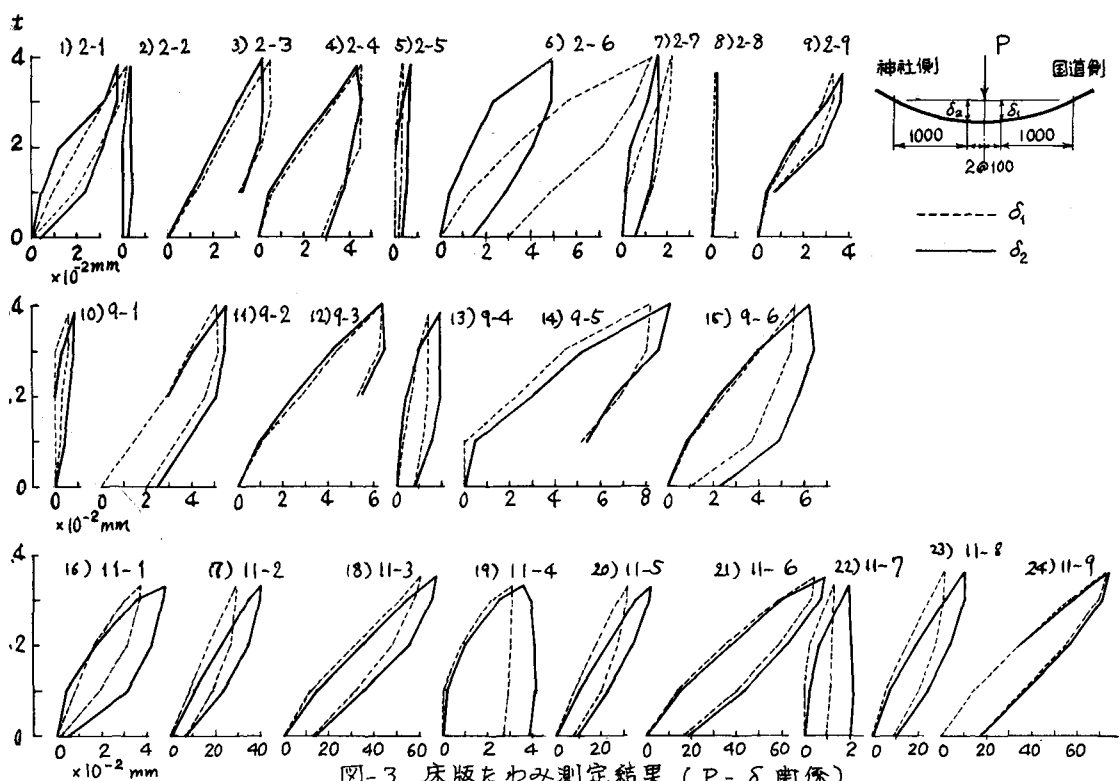


図-3 床版たわみ測定結果 (P-δ 関係)

重は乗用車をジャッキアップするときの反力を利用し、大きさは400 Kgを最大値とした。

測定結果 図-3は得られた荷重・たわみ関係を、右肩の説明図に示したように載荷点の両側100 mmでのたわみ δ_1 , δ_2 を用いて描いたものである。ただし、この δ は2.2 m離れた支点に対する相対たわみである。同図で上段1)~9)が区画No.2, 中段10)~15)がNo.9, 下段16)~24)がNo.11の各測点に対応するものである。

図-4, 5, 6はそれぞれ区画No.2, 9, 11の載荷点近傍900 mmの区間でたわみ形状を示したものである。

測定結果の考察 図-3より、破損床版のたわみ性状として、次の諸点が明らかである。

① P-δ関係は同一区画内でも、場所により甚だしく、その傾斜、ループの大きさ、載荷点の左右でのくい違い量などに相違がある。しかし、同一区画内では載荷①, ④, ⑦; ②, ⑤, ⑧; ③, ⑥, ⑨のように同一横断面内からは互に類似の形状を示し、亀裂の発生などにより、かなり顕著な異方性が生じたことを示している。

② δ_1 線と δ_2 線とが明確にずれているのは、亀裂位置でのせん断変形のためと考えられる。

③ P-δ線に基づく判断では、区画No.2, 9, 11の順に破損が進行していることになるが、これは外観上の破損程度に対する判断と一致する。図-3に基づき、これを定量的に比較するために、3区画について各(最高荷重/たわみ)の値を求めると次のようになる：

区画 No. 2	4.1 ~ 180 t/mm	区画 No. 11	0.4 ~ 3 t/mm
No. 9	4.4 ~ 63		

次に、
900 mm
の区間
の相対た
わみを表
わす図-4、
5、6より、

④ 微
細な亀裂
を有する
場合〔区
画2の2)、
5)、8)；
区画9の
1)、4)〕
には、
400 kg
程度の荷
重では、
ほとんど
たわみを
生じない。

⑤ そ
れ以外の
程度の亀
裂の近傍
での載荷
により、
同程度の
荷重でも
明確にた

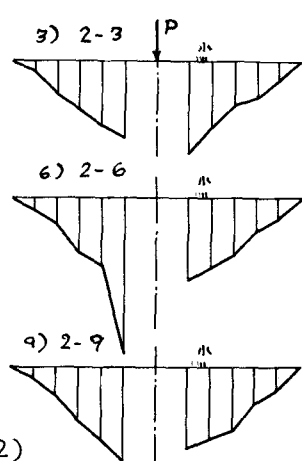
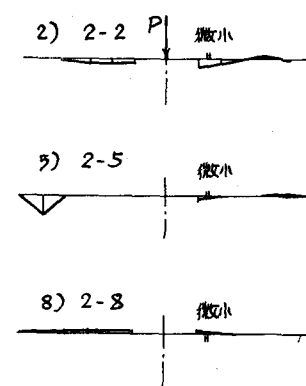
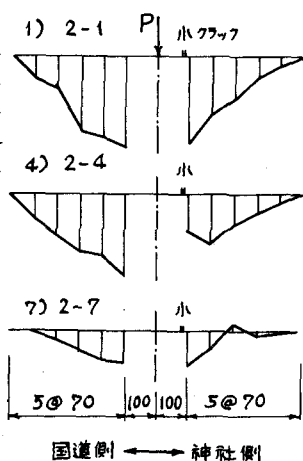


図-4 床版たわみ (区画 No. 2)

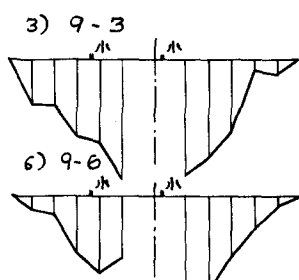
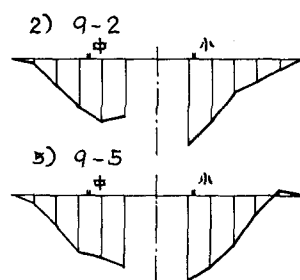
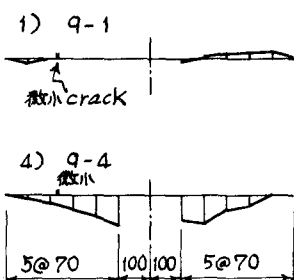


図-5 同 (区画 No. 9)

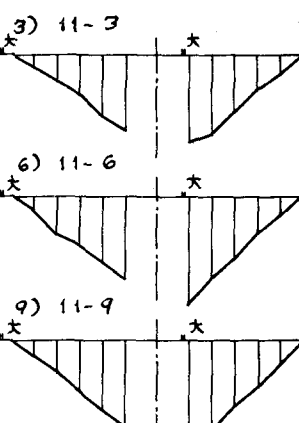
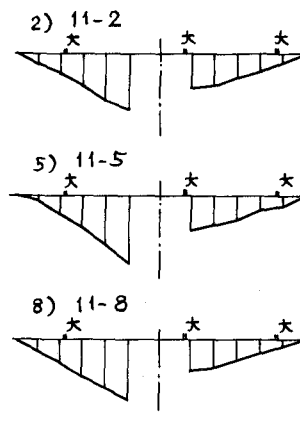
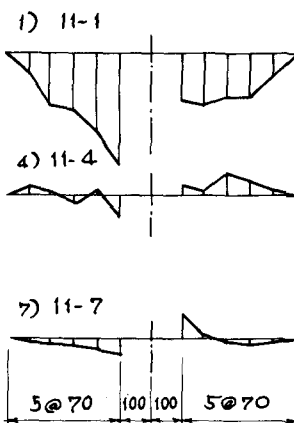


図-6 同 (区画 No. 11)

わみを生じ、ことに外観上破損の著るしい区画 No. 11では大きい。

この載荷試験方法は、できるだけ簡易に床版の破損程度を判定することを目的としたため、試験荷重は乗用車重量を利用し、余り特殊な装置を使用することなく、しかも交通を阻害しないものとしてこのような形式のものとなった。試験荷重が現行設計荷重程度となると、また異なる性状を示すことが想像されるが、今回の 400 kg 程度の荷重でも、破損程度を充分判定しうる事が明らかとなった。

上述の①～⑤の考察から、床版の破損程度の判定基準に利用しうるものとして、次の項目に注目する必要がある。

- i. 変形性状の場所的ばらつき
- ii. 顕著な異方性の有無
- iii. 荷重／たわみの値

これらについては、さらに多くの実測資料を集積する必要がある。

3. R_C床版の低サイクル疲労

RC床版でのクラックの発生と、一旦発生したクラックの生長と、その過程での力学的性状の変化を実験的に明らかにするために、一つの実験を試みた。

さて、最近の自動車重量の増大により、過去の示方書によって設計された橋梁のみならず、現行の示方書に準拠した橋梁においても、その設計応力の数倍程度の応力の作用することが調査されている。しかしながら、このような過大輪荷重を有する自動車の交通量は非常に少なく、それを原因とする床版破損は、いわゆる低サイクル疲労と考えられる。この点に着目し、せいぜい数千回程度の過大荷重の反復作用によるRC床版の耐荷性状を知るための基礎的試験として、図-7に示すRC供試桁の低サイクル疲労試験を行なった。

試験はそのたわみ、亀裂の荷重反復に伴なう変化の測定よりなり、荷重は図示のような2点載荷とする。その大きさは、供試桁の鋼あるいはコンクリートの一部に降伏を生ずる荷重に近い値とし、繰返し回数を100回目に

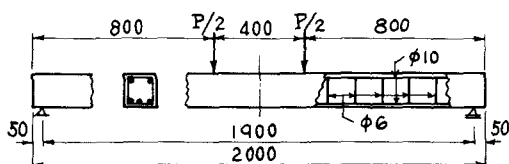


図-7 低サイクル疲労供試桁

とにたわみをチェックした。4000回まで繰返した試験によると、各部の応力が降伏点を超えるような荷重でない限り、4000回程度の過大荷重による繰返しでは、疲労による影響は見られなかった。

この結果も直接、実橋RC床版に適用することはできないが、少なくとも過大荷重のみが床版破損の直接的原因ではないと考えることができよう。

4 むすび

実橋RC床版の破壊程度を判定する簡易法として、このほかに床版の動荷重試験による方法も考えられ、実験室的にデータも得ているが、それらについては実橋での試験を行なった上で発表の機会を得ない。

最後に、本研究の実施に当り御協力も得た関係各位に感謝の意を表します。