

大阪大学工学部 正会員 松井繁之
大阪大学工学部 正会員 前田幸雄

1. まえがき

道路橋鉄筋コンクリート床版のびびわれ破壊事故に対処するため、昭和46年3月の道路橋示方書において、床版に関する条項は文中に改訂された。しかし、未だ不十分な点があるように思われる。そのうち重要と思われる点は、①コンクリートの曲げびびわれ発生による E_c 床版の直交異方性を考慮しないこと、②床版支持ゲタの不平等下を考慮に入れていないこと、③輪荷重接地面の床版中央までの45°方向での危険側拡大等であろう。著者は特に①②について強調してきた¹⁾。鉄筋コンクリート床版では当然曲げびびわれは発生し、防ぎ得ないものがあると著者は考へる。そして、任意に移動する自動車の輪荷重によって、びびわれは版全域に拡散し、その結果、版の曲げ剛性は引張側コンクリートを無視したものに収束すると予想してきた。すなわち、主鉄筋方向と配力鉄筋方向で剛性の異なる直交異方性板へと移行することと予想してきた。旧示方書で設計された床版の多くが、びびわれ破壊の危険にさらされているのは、配力鉄筋比がわずか $1/4$ の非常に直交異方性の大きいものであったからである。断面剛性は引張側コンクリートを無視したものに低下すること、および、その結果、直交異方性が大きかったことを考慮すると、各鉄筋は等方性理論値で計算し得る応力よりも過大な応力を受けたことが容易に理解できる。この過大な応力発生により、劣化が進んだと考へられる。よって、現行示方書の依然として、 E_c 床版は等方性であるとの仮定は一考を要するものと提言する次第である。しかし、これまで、上記に述べたびびわれと直交異方性の関係とを立証する実験資料がなかった。今回、新しい方法による繰返し載荷試験によって若干の裏付け資料を得たりここに報告する。

2. 試験方法と供試体

実験での床版下面におけるびびわれパターンは版全域に拡散した葉毛状あるいは亀甲状と言えらるものである。よって、まずこのびびわれパターンを再現して初めて、 E_c 床版の直交異方性が論じられると考へた。従来の疲勞を考慮した繰返し載荷試験は、幅広い床版に自動車後輪を想定した載荷面を一定点に置き、その面に繰返し荷重を加えるものであった。このような方法でも、当然、疲勞の現象は見られるが、床版下面のびびわれは載荷点中央から伸びる放射状にしか発生せず、損傷は局部的なものであり、タワミ応答から E_c 床版の異方性発現は説明できない。

そこで、著者は実験床版におけるびびわれパターンの発生は自動車の移動性にあると確信し、模型試験においてもこの機構を導入することを試みた。しかし、現段階では荷重面を任意に、しかも動的に移動させることが出来ず、試みとして、載荷点のある回数毎に移動させるようにした。倉田ら²⁾も本試験法と同様の手法により成果を納めている。

今回の供試体は表-1に示す5体を用意した。内4体は現行示方書に従って設計したN-型(ただし、 $3/4$ 模型)で、旧示方書に従って配力鉄筋量を主鉄筋の25%にしたO-型1体も製作した。全床版とも床版スパンが150cm、床版長300cm、床版厚12cmの2辺自由。

表1 供試体

供試体	試験方法	荷重とその位置
NS-1	静的	一定点載荷
NS-2	静的	一定点載荷
NF-1	繰返し載荷	$P=1\sim5.3t$
NF-2	繰返し載荷	40万回毎に載荷位置を移す
OF-1	繰返し載荷	位置を移す

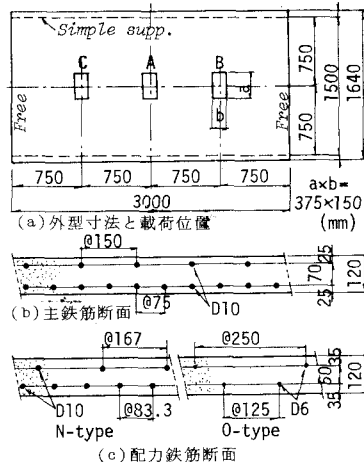


図-1 供試体

表2 コンクリートの材料特性

Specimen	σ_{28} (kg/cm^2)	σ_t (kg/cm^2)	E_c (kg/cm^2)
NS-1, NS-2, NF-1	302	36	1.77×10^5
NF-2, OF-1	327	33	2.22×10^5

表3 鉄筋の材料特性

Reinforcement	σ_y (kg/cm^2)	σ_B (kg/cm^2)	E_s (kg/cm^2)
D10 (SD35W)	3500	5834	1.93×10^6
D6 (SD30W)	3460	6543	1.98×10^6

2辺単純支持の長方形版である。着目点を床版中央にとると、床版長が3mであれば、タワミ・モーメントと十分に無限極のものに収束している。移動繰返し載荷を与える点は図-1に示す3点で、その載荷順序はA, B, A, C, Aの順とし、各載荷点で40万回づつの動的繰返し載荷をした。このB, C点はA点より床版スパンの各1/3だけ離れている。この点より約1/3m中央寄り配筋鉄筋方向の曲げモーメントは正から負に変化している。

3. 試験結果と考察, N-型供試体の静的破壊荷重は約310tで、本床版の設計荷重 $P=430$ tの約7.5倍になり、静的荷重に対する安全率は非常に高いと言える。このときの床版下面の最終曲げひびわれは図-2(a)に示す放射状のものであった。

これらの床版に移動繰返し載荷を行くと(c), (d)に示すように非常に密な分布で、しかも葉毛状あるいは亀甲状とも言えるパターンが発生した。(このひびわれの最小ピッチは主鉄筋間隔と同様の7.5cmであった)。このパターンは(b)に示すNF-2の40

万回までのもの(A点のひびわれ)40万回で収束しており、従来の試験のパターンと全く異なり、図-6に模写した実橋床版の分布状況とよく近似していると言える。この結果から、既存実橋床版のひびわれ発生の主原因は自動車の移動繰返し載荷にあることが立証できたようである。

図-3, 4, 5にタワミ結果の一例を示す。図-3, 4はコンクリートのひびわれによる残留タワミと引いた活荷重タワミである。繰返し回数1回目は全断面有効として挙動するが、回数増加に従って活荷重タワミも増加していく。本実験では200万回(着目点で120

万回)で載荷を止めため、明確には言えないが、徐々に引張側コンクリートが無効化した断面剛性での直交異方性理論値に近づいていった。図-5のタワミ曲線を見ると、まだ増加する傾向にあり、さらに異方性理論値に近づくことが予想できる。倉田らの実橋から切り出したひびわれた床版(図-6)の静的試験結果について、着

ろの直交異方性理論値と比較したのが図-7である。この図より、ひびわれが発生した床版は、やはり直交異方性になっていることが明確であろう。以上、本実験結果と倉田らの実験資料をまとめると、RC床版の安全設計としてはひびわれ発生を想定した直交異方性を考慮すべきであると言える。最後に、本研究に文部省科学研究所補助金を受けたことを付記する。

参考文献 1) 前田, 松井, 小島: 道路橋RC床版のモーメントに因るタワミの考察, 第24回年次講演会, I-75, 昭和49年10月.
2) 倉田, 園田, 実松, 竹村: 陸路橋RC床版の疲労破壊実験と疲労破壊機構に関する考察, 第22回構造工学シンポジウム, 1976-1.

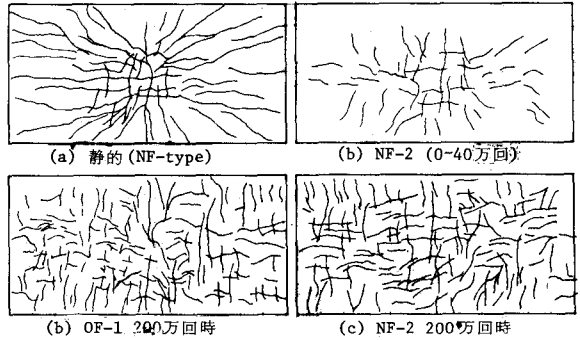


図-2 床版下面のひびわれ分布

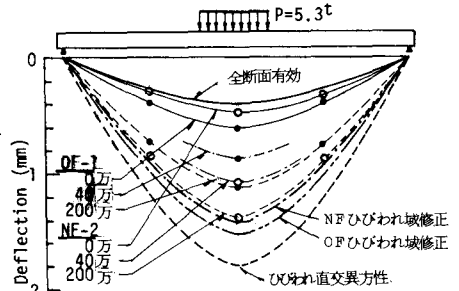


図-3 中央断面のタワミ分布

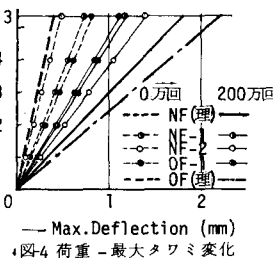


図-4 荷重-最大タワミ変化

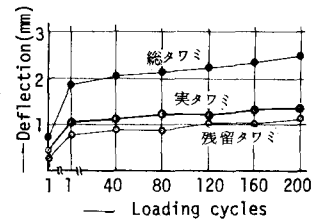


図-5 繰返しによる最大タワミ変化

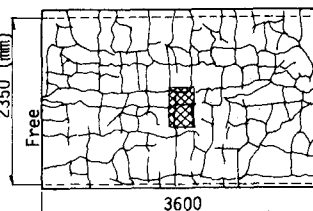


図-6 実橋床版のひびわれ (Old)

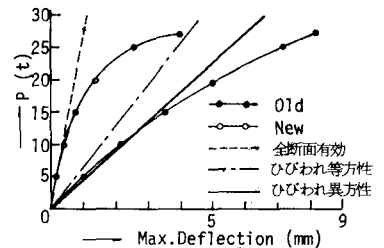


図-7 実橋床版のタワミ変化図