

東洋技研コンサルタント 正員 ○ 島田 功  
 大阪工業大学 正員 岡村 宏一  
 大阪市立大学 正員 園田 恵一郎

1. まえがき：道路橋RC床版のひびわれ損傷は、次のような現象をともなうて進むようである<sup>1)</sup>。①輪荷重の移動により床版スパン全面に曲げひびわれが発生し、さらにひびわれ間隔が狭くなる。②輪荷重の繰返し載荷によって徐々に鉄筋の付着がきれ床版の剛性が低下する。③ひびわれ断面では、曲げによるひびわれ閉閉やねじりによるせん断すべりが繰返され、せん断力およびねじりモーメントに対する抵抗力が低下する。④これらの抵抗力の低下によってひびわれ断面に3次元応力集中がなこり、荷重接近端ではせん断力が起因するひびわれがさらに進行し、一方、荷重から離れたひびわれ断面ではねじりモーメントに起因するひびわれが床版上面より発達される。⑤ひびわれ断面における応力集中による上下からのひびわれは貫通することになる。すなわち、床版の最終段階である引張側コンクリートの剥離や床版の部分的陥没に致る過程は、輪荷重の移動・繰返しによって、鉄筋のボンドスリップやひびわれ面のスリット化が促され、進行するものと考えられる。

図-1.2は、実橋床版の既存ひびわれ図と、荷重の移動によって観測されたひびわれの開閉挙動を示したもので、荷重直下でひびわれは大きくひろく荷重が少し離れると主鉄筋方向のひびわれは逆に閉じる。ここに示した結果は鉄筋に丸鋼が用いられた鉄筋の付着はほとんど期待できない状態であり、さらにひびわれも貫通しており、劣化した床版の場合である。しかし、このような反転現象はひびわれ面に圧縮によるたつきを与え、ひびわれ幅の拡大やスリット化の促進、さらには剥落の原因となり、床版の劣化を早めることとなる。ところで、このような荷重から若干離れた位置での反転現象は板の曲げ理論では説明できないものであり、鉄筋の付着がきれ、連続性が失われたひびわれ床版特有の3次元挙動によるものと思われる。このような見地から、鉄筋のすべりを考慮したひびわれ床版の3次元モデルでの数値実験をかこない上述の特性を検討したのでここに報告する。

2. 解析結果：図-3は、主鉄筋方向にひびわれを中立面近傍まで仮定した3次元モデルである。さらに図-4には、配筋鉄筋の付着がきれた解析モデル4ケースを示した。ただし、解析においてねじりの影響を無視した。図-5は、ひびわれ断面における圧縮域のひずみ分布を示したもので、荷重位置から40cm離れたひびわれ断面②では、鉄筋の付着を切ると、ひずみ分布に反転現象が見られる。なお、この結果は、ひびわれ面のせん断抵抗が失われたとした場合である。図-6には、この4ケースについて床版下

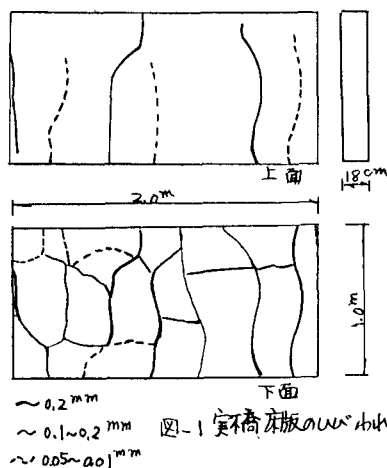


図-1 実橋床版のひびわれ図

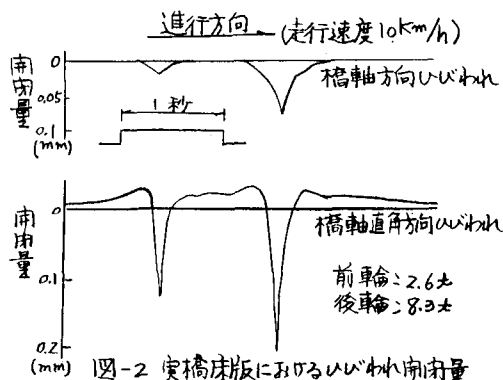


図-2 実橋床版におけるひびわれ開閉量

1) 岡村 園田「ひびわれ床版の力学特性、鉄筋コンクリート床版疲損設計委員会報告第7章、土木学会関西支部、昭和52年

面のひびわれ開閉を示した。ただし、開閉量の分布をひびり部今まで延長して推定した値である。図-8は、荷重の移動繰返しによって再現したひびわれ床版で測定したひびわれ開閉量の試験結果である<sup>1)</sup>が、荷重位置から40

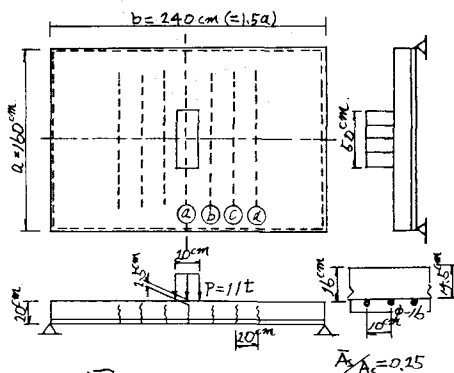
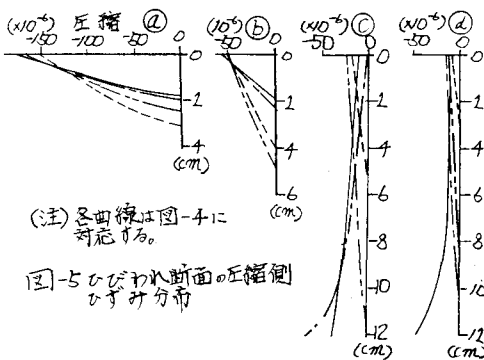


図-3 ひびわれ床版モデル

cm以上はなれたひびわれ断面には、解析結果と類似の反転現象が見られる。

次に、図-8は、荷重から40 cmまでボンドスリップ領域を設定した図-4の数值実験モデルで、配筋鉄筋量を変化させた場合、ならびに骨材のひびわれ等によりひびわれ断面のせん断抵抗があると考えた場合について、圧縮域のひずみ分布をさきほどの結果と対比したもので、鉄筋のすべりを考慮すると同様な反転現象がみられ、ひびわれ断面のせん断抵抗を考慮すると反転現象がさらに助長される傾向がある。



(注) 各曲線は図-4に対応する。

図-5 ひびわれ断面の圧縮側ひずみ分布

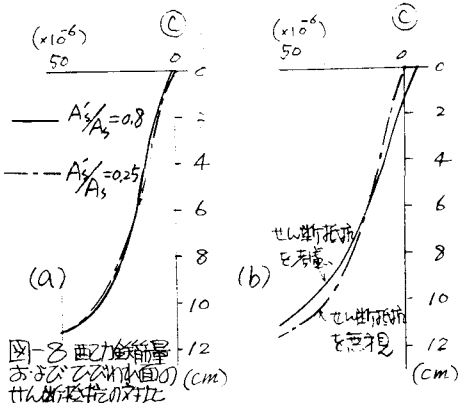


図-6 配筋鉄筋量およびせん断抵抗の対比

3. あとは、鉄筋のすべりを考慮したひびわれ床版を3次元モデルで解析し、実験結果に見られる、荷重直下でひびわれが大きく開き、少し離れたひびわれ断面では閉じる現象を把握することはできた。本解析結果によると、荷重位置から40 cm位置離れたひびわれ断面まで付着が切れるとひずみの反転現象があらわれる。また、この現象は、鉄筋量にはあまり関係なく、ひびわれ断面にせん断抵抗がある場合には反転現象が助長されるようである。なお、この現象を示すひびわれ断面の上面は引張りひずみとなるが、その値は小さく応力はポアソン比の影響で圧縮となる。したがって、この現象による床版上面のひびわれ発生はないものと思われる。しかし、さきにも述べたように、荷重の移動繰返しによって鉄筋の付着がきれると、ひびわれ断面には開閉によるたぐさを与え、床版の劣化を促進する二重となる。

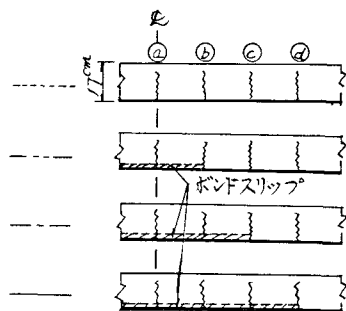


図-4 ボンドスリップ域の変化

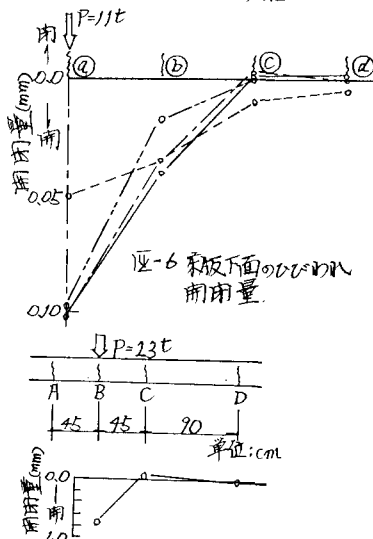


図-6 床版下面のひびわれ開閉量

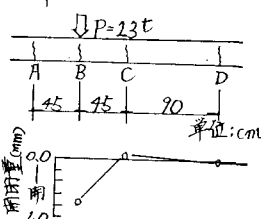


図-7 床版のひびわれ開閉量



図-9 ひびわれ開閉機構