

石川工業高等専門学校 正員 西澤辰男  
宇都宮大学工学部 正員 佐藤良一

1. まえがき

コンクリート舗装版に発生するひびわれは、その開きが微細なものであればかなりのせん断伝達機能を有し、構造的な寄与分があると考えられる。コンクリート舗装の構造解析においては、このようなせん断伝達機能はせん断ばねでモデル化されている。しかしながら、ひびわれ幅が拡大すると図1に示すような遊び（ギャップ）が生じ、荷重が作用してもひびわれ面が接触を始めるまでひびわれでのせん断伝達が行われない。この間、コンクリート版に生ずる曲げ応力は自由縁部載荷のそれであり、比較的厳しい載荷条件になる。従来の構造モデルではこのことは全く考慮されていないので、今回、ひびわれにおけるせん断伝達に及ぼすこのようなギャップの影響について、数値シミュレーションにより検討した。

2. ギャップのあるせん断ばねモデル

ひびわれ幅が広がると、荷重が作用を始めた直後にはひびわれ面は接触しておらず、一時的な自由縁部載荷となる。このことを考慮に入れるため、図2に示すような、従来のせん断ばねにギャップ要素を直列に結合した。この場合のせん断ばね定数は次式のようになる。

$$\kappa = \begin{cases} \kappa & (|w_l - w_u| \geq \delta) \\ 0 & (|w_l - w_u| < \delta) \end{cases} \quad (1)$$

ここに、 $\kappa$ :せん断ばね定数、 $w_l, w_u$ :それぞれ載荷側および非載荷側のたわみ、 $\delta$ :ひびわれにおけるギャップである。具体的な数値計算にあたっては増分法を用い、載荷側のたわみと非載荷側のたわみの差をモニターして、式(1)に従って $\kappa$ の値を調整しながら計算を進めていく方法をとった。

3. 数値計算モデル

ひびわれを有するコンクリート舗装版の構造解析には平板FEMを用い、図3に示すような要素分割を用いた。その他計算に必要な数値は表1に示すとおりである。ひびわれのギャップは、0、0.001、0.005、0.01、0.05cmの5種類を想定して、ギャップの大きさの影響を調べることにした。

4. 数値計算結果

図4(a)はギャップの大きさ $\delta$ をパラメータとした荷重-たわみ曲線を示したものである。実線が載荷側、破線が非載荷側のたわみである。図から明かなように、ひびわれにおけるギャップが埋まるまでとその後の段階が明瞭なバイリニアの挙動を示す。前半の段階は自由縁部載荷の状態であり、後半の段階ではひびわれでの荷

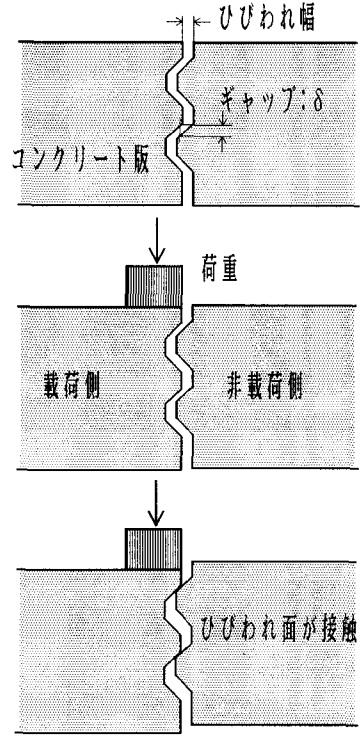


図1: ひびわれでの荷重伝達

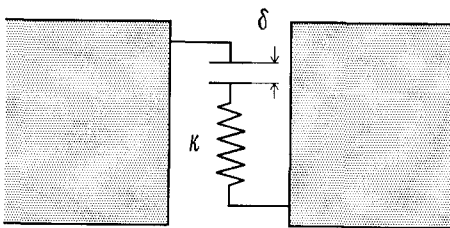


図2:ギャップを考慮したせん断ばねモデル

表1: 計算に用いた数値

|              |                             |
|--------------|-----------------------------|
| コンクリート版厚     | 25 cm                       |
| コンクリートの弾性係数  | 300,000kgf/cm <sup>2</sup>  |
| コンクリートのポアソン比 | 0.2                         |
| せん断ばね定数      | 100,000 kgf/cm <sup>3</sup> |
| 路盤K値         | 10kgf/cm <sup>3</sup>       |
| 荷重           | 5t (30 × 30cm)              |

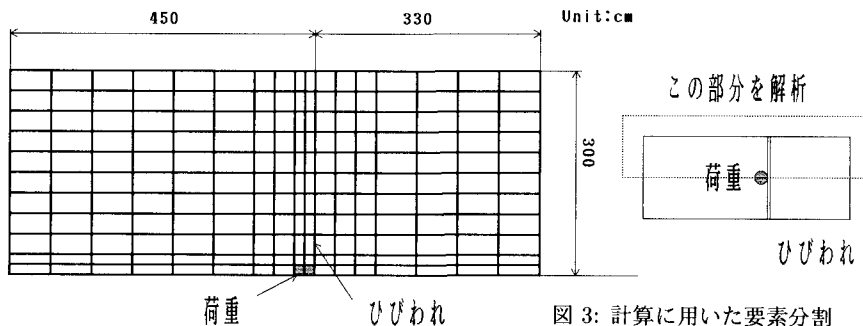


図3: 計算に用いた要素分割

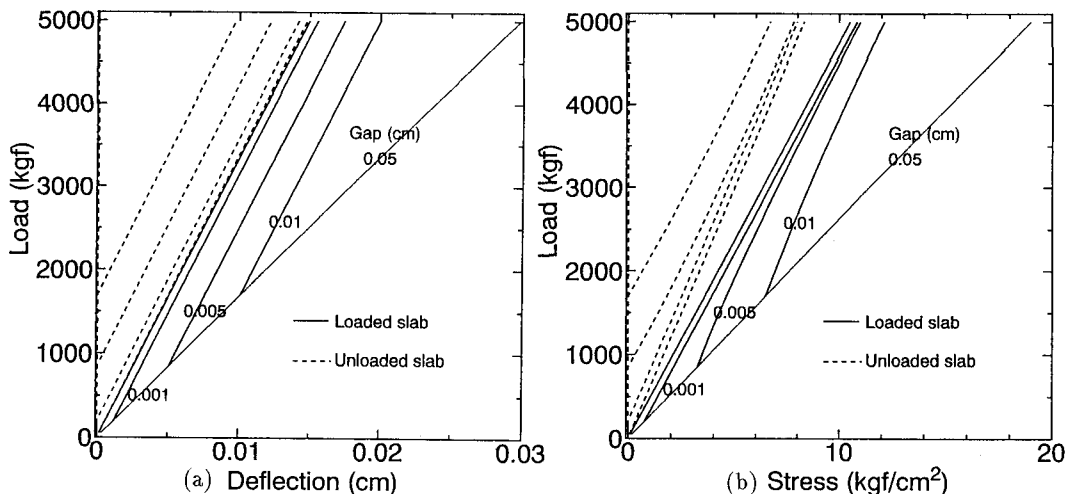


図4: ギャップがコンクリート版の挙動に及ぼす影響

重伝達が有効に機能している状態となる。それぞれの段階での直線の傾きはギャップの大きさによらず同一であるので、荷重の最終段階における載荷側と非載荷側たわみの差はほぼ $\delta$ に等しい。図4(b)は荷重-応力曲線である。たわみの場合と同様に、ギャップの埋まる前後の段階における差は明瞭である。たわみの場合と異なり、ギャップの埋まった後直線とはならず、ある種の非線形性が生じていることが分かる。これは、ひびわれにおける接触面が荷重の増加に伴って拡大していくので、各荷重段階においてコンクリート舗装版全体としての剛性が異なっていくためである。表2は、荷重の最終段階における載荷側と非載荷側のたわみおよび応力の最大値をまとめたものである。同じコンクリート舗装構造で、同じ荷重であってもギャップが大きくなるとたわみや応力の伝達率がかなり減少する。その影響はたわみにおいて特に著しい。

5. あとがき

コンクリート舗装版のひびわれの接触面におけるギャップの存在が、ひびわれの荷重伝達機能に及ぼす影響について考察した。ギャップが大きくなると、たわみや応力の伝達率は急激に減少するため、このようなギャップが実際にどの程度存在するのかについて、今後さらに検討が必要であろう。

最後に、本研究は(社)セメント協会の重交通舗装専門委員会(委員長:長瀧重義東工大教授)における研究成果の一部であることを付記し、謝意を表する。

表2: ギャップと伝達率の関係

| ギャップ (cm) |                           | 載荷側     | 非載荷側    | 伝達率 (%) |
|-----------|---------------------------|---------|---------|---------|
| 0.0       | たわみ (cm)                  | 0.01498 | 0.01480 | 98.8    |
|           | 応力 (kgf/cm <sup>2</sup> ) | 10.52   | 8.31    | 79.0    |
| 0.001     | たわみ (cm)                  | 0.01557 | 0.01421 | 91.1    |
|           | 応力 (kgf/cm <sup>2</sup> ) | 10.86   | 7.99    | 73.4    |
| 0.005     | たわみ (cm)                  | 0.01751 | 0.01227 | 70.1    |
|           | 応力 (kgf/cm <sup>2</sup> ) | 11.02   | 7.83    | 71.1    |
| 0.01      | たわみ (cm)                  | 0.02035 | 0.00975 | 43.0    |
|           | 応力 (kgf/cm <sup>2</sup> ) | 12.14   | 6.70    | 55.2    |
| 0.05      | たわみ (cm)                  | 0.02980 | 0.0     | 0.0     |
|           | 応力 (kgf/cm <sup>2</sup> ) | 18.99   | 0.0     | 0.0     |