

# 床版劣化ならびに上面増厚補強工法に関する一考察

国土開発センター 正会員 横山 広  
 国土開発センター 非会員 浦 修造  
 大阪工業大学 正会員 堀川 都志雄

## 1. はじめに

道路橋床版の劣化に対する抜本的な対策に打ち換え工法があり、疲労損傷や凍害劣化によって過去に数多くの床版が更新されている。それらの施工時に確認される現象として、床版上面付近の水平ひび割れが挙げられる。水平ひび割れはそのほとんどが床版の上側鉄筋に沿って発生しているが、その原因は明らかにされていない。しかしながら、水平ひび割れの発生による床版の層状化が耐荷性に影響を及ぼすことは明白であり、その解明が床版の耐久性向上に有効であることは容易に想像できる。本研究では厚板理論による多層版の解析でその原因について検討するが、さらに同様の方法で上面増厚工法の既設床版との接触界面における離問題も検討する。これらは何れも床版内部に発生する横せん断応力に起因する劣化現象であることが推察されるためであり、3次元弾性論に基づく厚板理論により厳密解が得ることで詳細な検討が可能となる。

## 2. 計算モデルと材料物性

計算対象となる床版は橋軸方向が 5.0m で橋軸直角方向が 2.5m の単純支持長方形版で、厚さは 200mm とした。載荷荷重は道路橋示方書に準じて 100kN とし、接触面の載荷形状は 200×500mm で床版中央に載荷した。床版劣化の検討モデルではアスファルト舗装の厚さを 50mm とし、舗装と床版の付着界面には滑りがないものとした。上面増厚工法の検討モデルでは 10mm の切削を考慮して床版厚さを 190mm とし、増厚コンクリートの厚さは一般的な 60mm で、床版劣化の検討と同様に既設床版との付着界面には滑りがないものとしている。何れの計算でも既設床版の状態として健全床版と劣化床版を設定しており、健全床版の設計基準強度を 21N/mm<sup>2</sup> とし、道路橋示方書のヤング係数を採用した。劣化床版は床版剛性が低下している状態を表現するものとし、引張無視（ひび割れ考慮）のヤング係数比  $n=15$  による値を用いた。通常の使用状態では版として荷重に抵抗しているためヤング係数の操作による表現で概ね問題はない。表-1 は計算に用いた物性値である。

表-1 材料物性

材料	ヤング係数 (kN/mm <sup>2</sup> )	ポアソン比
アスファルト舗装(冬季)	2.0	0.4
増厚コンクリート	33.0	0.2
既設コンクリート床版(健全)	21.5	0.2
既設コンクリート床版(劣化)	14.0	0.2

## 3. 床版劣化の計算結果

床版劣化の計算結果を図-1 に示す。図は荷重端部の橋軸直角方向（主鉄筋方向）の横せん断応力の分布を示したもので、舗装と床版の境界と内部鋼材の配置を示している。ここで示した内部鋼材は D16 が使用されていると仮定した主鉄筋・配力鉄筋の位置である。図によれば横せん断応力のピーク値は 0.45N/mm<sup>2</sup> 程度で床版上面から約 65mm の位置に発生している。これは上側配力鉄筋の直近となっており、水平ひび割れの発生位置にも一致する。ここで床版を構成するコンクリートに着目すれば断面内部に配置される鉄筋は抵抗断面を減少させる異物であり、断面の減少から応力も増加することが

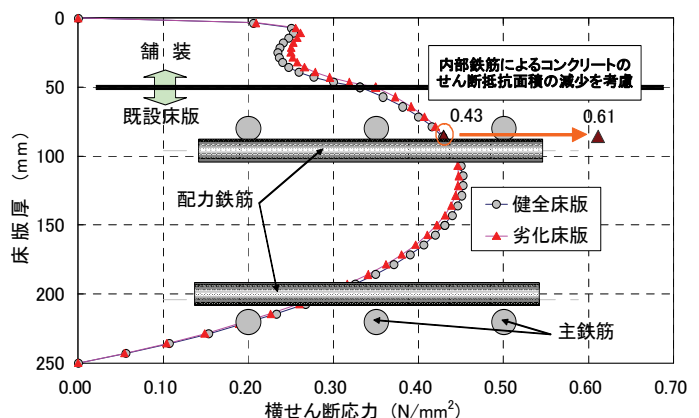


図-1 劣化床版の横せん断応力分布（橋軸直角方向）

推察される。図中の鉄筋考慮の▲印は、D16鉄筋が主鉄筋方向と配力鉄筋方向のそれぞれに100mmピッチに配置された場合のコンクリートの断面減少率の逆数を対応する横せん断応力に乗じた仮定値である。主鉄筋と配力鉄筋は厳密に言えば同一平面上にはなく、断面減少率は過大となる可能性がある。ただし、コンクリートは20mm程度の粗骨材を含む複合材料であり、せん断破壊面が切断面のような平滑さを持つとは考えにくいことから、矛盾はないと考えている。このような考え方による鉄筋位置の横せん断応力の仮定値は大きく突出し、水平ひび割れの発生要因となる可能性が増大する。しかしながら本仮定は推論の域を出ないので、鉄筋と接触する部分の応力集中の検討やスタッドジベルのせん断試験を模擬したモデル供試体による試験等を実施し、妥当性を検証する必要がある。

#### 4. 上面増厚のはく離問題

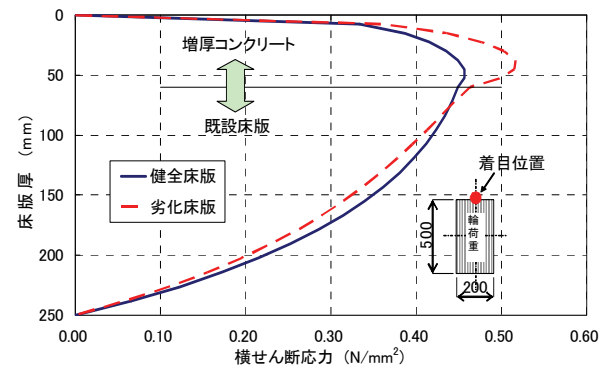
上面増厚工法は劣化床版への補強工法として、主に国内の高速道路で広く採用されている。ただし、最近になってはく離問題が顕在化しており、様々な検討が進められている。図-2は多層版解析による既設床版と増厚コンクリートとの境界部分に発生する横せん断応力の計算結果で、輪荷重接地面端部の橋軸方向、橋軸直角方向及びその交差部の値を示した。図によればほとんどの計算結果で増厚コンクリートの内部に横せん断応力のピーク値が存在することと既設床版での最大値は境界面もしくはその付近に発生することが判る。応力値は、橋軸直角方向>橋軸方向>交差部となっており、劣化床版の計算結果が健全床版と比較して大きい値となっている。床版コンクリートの付着に関するせん断応力度の規格値として防水層で $0.2\text{N/mm}^2$ の値が示されている<sup>1)</sup>。本計算結果はその値を超過しており、はく離の危険性が高いと推察される。

#### 5. まとめ

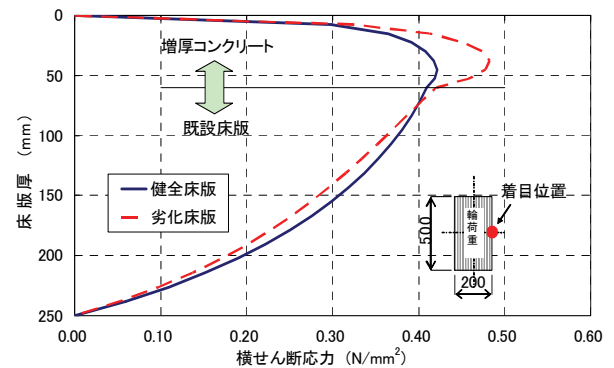
本研究では厚板理論による多層版解析で劣化床版の水平ひび割れ問題と上面増厚工法のはく離問題を検討した。何れの問題も横せん断応力に起因する劣化現象と考えられ、劣化床版の水平ひび割れの発生の可能性や上面増厚工法における増厚コンクリートのはく離の危険性が示唆された。劣化床版として $n=15$ を想定したが実橋床版の載荷試験の結果で $n=31$ と換算されるとの報告<sup>2)</sup>もあり、その際にはさらにはく離の危険性が助長されるものと推察される。本研究での荷重載荷位置は中央であるが、主桁等の支持線付近では応力分布も複雑化すると考えられるので、適切なモデル化により発生応力の確認を進めたい。

参考文献)

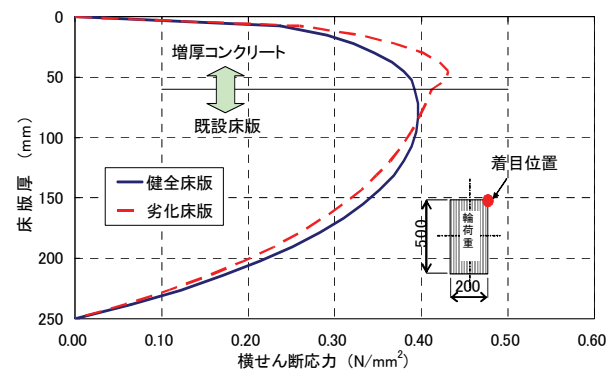
- 1) 財団法人災害科学研究所：道路橋床版高機能防水システムの耐久性評価に関する研究，平成17年9月
- 2) 関口幹夫ら：リブ付き多層版解析による各種補強床版の実測たわみの評価，構造工学論文集 Vol.54A, pp.442-451, 2008.3.



(a) 橋軸直角方向端部中央



(b) 橋軸方向端部中央



(c) 橋軸，橋軸直角交差部

図-2 上面増厚時の横せん断応力の分布