

厚板理論を拡張した混合法による変厚版の解析

ショーボンド建設中部支社

正会員

○横山 広

東京都土木技術センター

正会員

関口 幹夫

大阪工業大学都市デザイン工学科

正会員

堀川 都志雄

1. はじめに

道路橋床版の維持管理の場面では、各種の要因による劣化が進行した床版の上面あるいは下面側に補強材を接着して一体化させる工法が広く採用されている。代表的な工法としては鋼板接着工法や炭素繊維シート接着工法、及び下面増厚工法が挙げられ、各種の実験的な補強効果の確認が行われている。これらの床版下面側の補強では主桁近傍まで補強材が設置されるものの、床版構造から着目した場合には補強材がその支持位置まで連続していないため、変厚版としての扱いが必要になる。

床版劣化対策の補強効果を確認する手法として、設計照査では鉄筋コンクリート構造として補強材を換算する手法がとられており、一部には有限要素法による解析も適用されている。耐久性照査に関しては輪荷重走行試験機による繰り返し載荷での確認が実施されている。しかしながら、これらの補強材の連続性を評価するためには、既設床版と補強材の接触界面の付着せん断応力に着目する必要がある。筆者らの既往の研究では、異種材料の接触解析では有限要素法による解析には限界があることが判っている¹⁾。そこで本研究では、補強材の接触界面の厳密な応力値を得ることを目的として、3次元弾性論による厚板理論を変厚版に適用する。ただし、厚板理論を補強床版のような変厚版に適用することは境界条件の取り扱いが煩雑となるため、薄板理論との混合法²⁾を採用した実用的な解法によって計算する。

2. 計算モデル

計算モデルは鉋桁に支持された床版として図-1に示す単純版を採用した。床版下面への補強工法にはポリマーセメントモルタルを吹き付け、又はコテ塗りする下面増厚工法を対象としている。コンクリート床版と補強層の物性値は表-1に示す値を採用した。なお、実橋ではアスファルトコンクリート系の舗装が橋面上に施されているが、その舗装には感温性があり夏期には軟化して床版剛性に寄与しないことが知られていることから、本検討ではそれを無視したコンクリートと下面増厚層の2層版として解析する。

3. 計算結果と考察

本研究による計算手法の橋軸直角方向のたわみ分布を図-2に示す。図中のCASE-1は表-1に示した下面増厚材料であるポリマーセメントモルタルのヤング係数が $E_p=15.0\text{kN/mm}^2$ のものでCASE-2が $E_p=7.50\text{kN/mm}^2$ の計算結果である。ヤング係数を変数としたのは、ポリマーセメントモルタルでは性能を改善するためのポリマーの含有量で、ヤング係数が大きく変化することを考慮したためである。

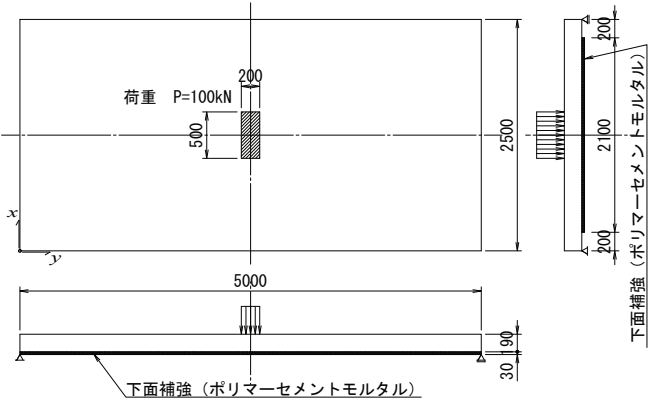


図-1 計算モデル (単位: mm)

表-1 材料物性値

種 別	厚 さ (mm)	ヤング係数 (kN/mm^2)	ポアソン比	備 考
コンクリート床版	190	23.5	0.2	—
ポリマーセメント モルタル	30	15		CASE-1
		7.5		CASE-2

キーワード 厚板理論, 混合法, 厳密解, 鉄筋コンクリート床版, 下面増厚

連絡先 〒920-0362 石川県金沢市古府1丁目140番地 ショーボンド建設(株) TEL076-240-6438

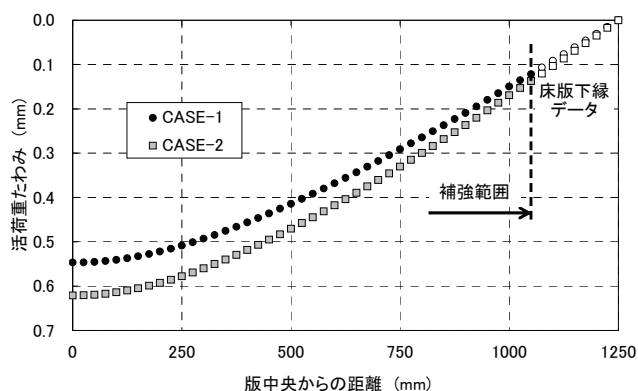


図-2 増厚材下縁のたわみ分布

図-2によれば下面増厚材料のヤング係数が1/2になることによって、床版中央のたわみが約1.14倍にまで大きくなることが判る。

荷重載荷位置直下の床版中央断面における橋軸直角方向の曲げ応力分布を図-3に示す。増厚材料のヤング係数の低下により、床版下縁での曲げ応力は約1.26倍に大きくなり、増厚材下縁の曲げ応力は約0.60倍まで小さくなることが判る。下面増厚ではひび割れの発生を制御するためにポリマーの含有量を大きくする場合が想定されるが、その際には補強効果が大きく変化することを考慮する必要がある。図-4は床版下縁の橋軸直角方向の曲げ応力分布を示したもので、増厚材の端部付近では曲げ応力が直線的に変化せず、増厚材の剛性に影響を受けて床版下縁の応力値が大きくなり、ヤング係数が大きければその応力値も大きくなる傾向が認められた。

図-5は床版と増厚材の接触界面における橋軸直角方向の付着せん断応力の分布を示したものである。応力値は版中央から $L=250\text{mm}$ の荷重載荷位置端部付近で最大となり、支持桁付近の増厚材端部でも荷重載荷位置端部に匹敵する大きな付着せん断応力が発生することが認められた。

4. まとめ

本研究では道路橋床版の補強対策の効果を確認するため、変厚板を対象とする3次元弾性論を拡張した混合法の解法を開発し、下面増厚工法における荷重載荷位置直下や端部の厳密解を得た。その結果、増厚材のヤング係数の低下は床版への補強効果にも影響を及ぼすことが認められた。本解法では床版下面補強ばかりでなく上面増厚のような床版上方への対策にも対応が可能である。また、有限要素法とは異なり補強材が部分的にはく離する場合についても付着せん断応力等の局所的な厳密解が得られるので、維持管理における性能照査の実務に有効であると考えられる。

参考文献

- 1) 横山広ほか：全周固定される多層版解析の一手法について，構造工学論文集，Vol.54A，pp.910-917，2008.3.
- 2) 横山広ほか：主桁近傍の床版最小厚さに関する研究，構造工学論文集，Vol.51A，pp.1353-1358，2005.3.

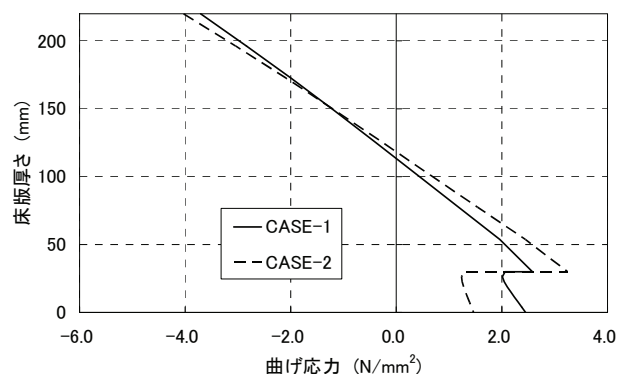
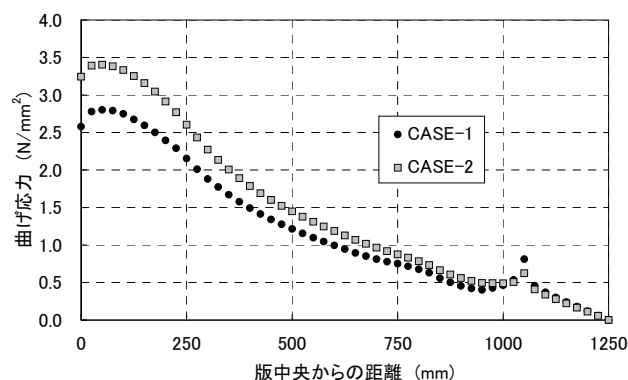
図-3 床版中央断面の曲げ応力分布
(橋軸直角方向)

図-4 床版下縁の曲げ応力 (橋軸直角方向)

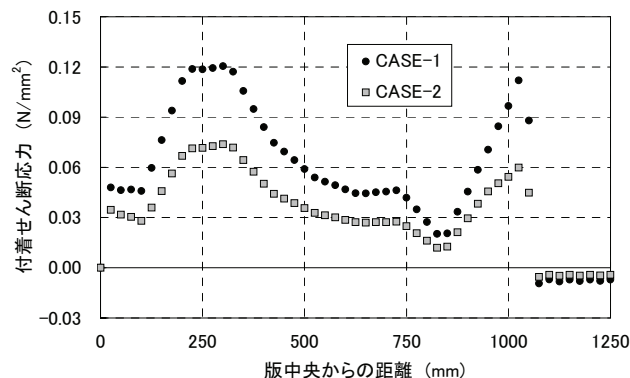


図-5 付着せん断応力 (橋軸直角方向)