

PS 1-6 アクリル樹脂コンクリート増厚補強工における 道路橋床版の主桁近傍の3次元応力解析

トーマンコンストラクション(株)	正員 徳岡 文明
三菱レイヨン(株)	正員 中沢 文雄
大阪工業大学土木科	正員 堀川 都志雄
大阪工業大学大学院	学生員 江村 剛

1. はしがき ひびわれ損傷を受けた道路橋鉄筋コンクリート床版の補強工法として, ①縦桁増設, ②鋼板接着および③床版上面の増厚 等による方法があげられる。貫通したひびわれを有する床版に対しては, ①と②の方法では雨水によるひびわれ面のスリット化を防止する効果は低く, コンクリート床版上面において防水層の設置が必要であると言われている。③の方法では床版と増厚部分との接着状態が完全であることは床版としての剛性を高める上で当然であるが, さらに増厚部に防水性を発揮する材料を使用することにより床版の耐久性が向上できると推察される。

アクリル樹脂材をバインダーとする樹脂コンクリートを, ひびわれ損傷床版の上面に敷設した場合の補強効果は, 静的及び疲労実験のいずれにおいても十分であるとの報告がなされている。¹⁾ 一方, 増厚補強を施したひびわれ床版を力学的にみると, アスファルト舗装の剛性を無視すれば, 材質の異なった2層の板が完全接合される2層板と見なすことができる。

感温性の高いアクリル樹脂材は厳冬期で脆い性質を呈すると予測されるので, 本研究においては, 負の曲げモーメントが作用する主桁部分に着目して, 桁近傍での増厚部の応力やコンクリート床版との付着せん断応力を厚板理論により算定する。

2. 桁つき2層板の解析

多主桁で合成されたひびわれ床版が増厚補強される場合, 桁近傍に作用する局所的な応力状況は全周単純支持された2層板の支間内で桁と鉛直及び水平方向に合成された解析モデルにより求められる。(図-1)

各板に適用されるガラーキンベクトル W とブーシネスクの関数 θ の基礎式は次のように示される。

$$\Delta \Delta W = 0, \quad \theta = 0 \quad \text{--- (1)}$$

ここで, $\Delta = 3$ 次元ラプラシアン,

$$W = W_x i + W_y j + W_z k, \quad \theta = \theta_x i + \theta_y j + \theta_z k$$

全周単純支持された2層板の解は接合面での条件を満たさせるフーリエ級数による調和解析法から得られる。²⁾ 次に, 2層板と桁は選点法を用いて変位の連続条件を適合させる。(図-2)

2層板と桁との間に授受される橋軸方向の伝達力を $X = \{X_1, X_2, \dots, X_n\}^T$ および鉛直方向の力を $Z = \{Z_1, Z_2, \dots, Z_n\}^T$ とすれば, 2層板下面の変位 $u^b = \{u, w\}^T$ と桁の上面の変位 $u^t = \{u, w\}^T$ とを連続させると, 伝達力 X および Z に関する連立方程式が次のように得られる。

$$[A] - [B] \begin{Bmatrix} X \\ Z \end{Bmatrix} = -[C] \quad \text{--- (2)}$$

ここで, $[A], [B]$: 2層板および桁の柔性行列,

$[C]$: 2層板の上面に作用する外荷重による影響項

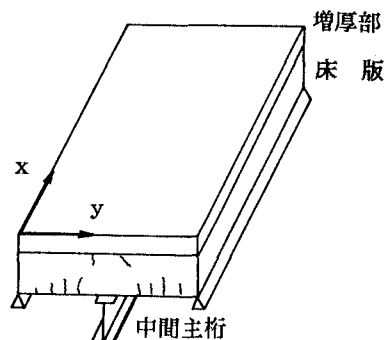


図-1 多主桁床版の解析モデル

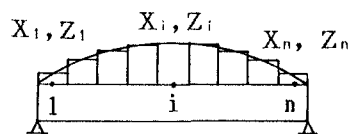


図-2 桁に働く伝達力 X および Z の分割

また、コンクリート床版と桁とが非合成である場合には、式(2)で $X = 0$ となるように連立方程式を縮約すればよい。

3. 実橋床版における計算例

図-3に示される補強床版の諸元を表-1に示す。なお、計算にあたってハンチ部のコンクリートの剛性および桁のねじり剛性は無視している。

輪荷重 ($P = 1 \text{ tf}$) の載荷面積を $50 \text{ cm} \times 20 \text{ cm}$ とし、桁直上に発生するアクリル樹脂増厚部の主筋方向応力 σ_y の分布状態を図-4に示す。図-5は床版と増厚部との接合面に作用するせん断応力 τ_{yz} の分布を表す。

床版の中央に輪荷重が載る場合、主桁上では負の曲げモーメントが卓越し、樹脂部上面での主筋筋方向応力は約 1.4 kgf/cm^2 に達する。

一方、せん断力が支配的となる case-2 での樹脂層とコンクリート床版との接着応力は荷重の端部で最大となり、その値は約 0.7 kgf/cm^2 となる。

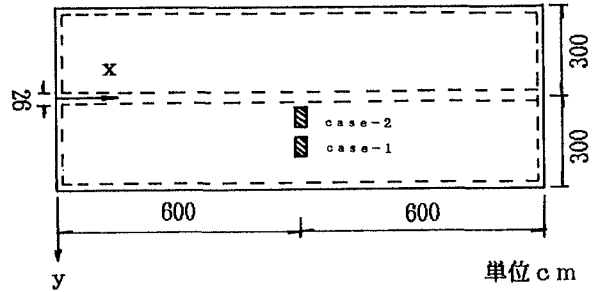


図-3 荷重載荷位置 ($P = 1 \text{ tf}$)

表-1 補強床版の諸元

	板厚 (cm)	ヤング率 (kgf/cm^2)	ポアソン比
アクリル樹脂増厚部	4	2.1×10^4	0.35
コンクリート床版	20	1.4×10^4	0.2

桁の断面2次モーメント $I = 2.132 \times 10^6 \text{ cm}^4$

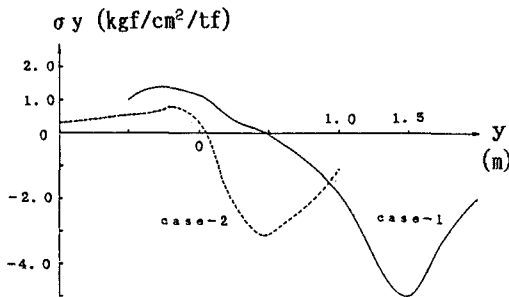


図-4 アクリル樹脂部上面の主筋方向応力分布 ($x = 6 \text{ m}$)

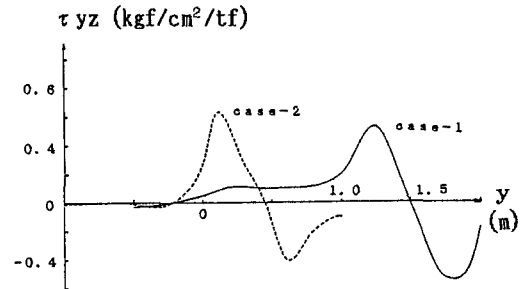


図-5 増厚部とコンクリート床版との付着せん断応力の分布 ($x = 6 \text{ m}$)

4. あとがき 主桁をはさんで車両が通過する場合、図-4の曲げタイプ (case-1) とせん断タイプ (case-2) が同時に作用するため、主筋方向の応力は相加されることになる。疲労の影響を考えれば増厚部には細径の鉄筋を配置することが望ましいと思われる。

自動車のタイヤ荷重をシミュレートできる「自走式輪荷重移動載荷装置」を用いて、現在3主桁からなる補強床版を実験中であり、実験結果については当日発表する予定である。

5. 謝辞 本研究を遂行するに当たり、有益な御助言を頂いた大阪工大 岡村宏一教授、栗田章光講師ならびに大阪大学 松井繁之助教授に感謝致します。また、当時大阪工大卒研生であった喜田慎悟、末武 浩および松下秀樹君らの御協力に感謝致します。

参考文献 1) 桜井・荒川・栗田：道路橋RC床版のアクリル樹脂コンクリートによる増厚補強工について（続），土木学会年講，I-244，平成元年10月 2) 園田・堀川・白鳥：3次元弾性問題に対する伝達マトリックス-級数解法の適用，土木学会論文報告集，No. 339，昭和58年11月，pp, 41-50