

不均等分割ブロックをもつ併用法の鋼板接着補強床版への適用

三井住友建設(株) フェロー会員 ○三上 浩
 大成ロテック(株) 水野 政純
 井沢設計(株) 正会員 廣瀬 清泰
 大阪工業大学名誉教授 正会員 堀川都志雄

1. はしがき

著者らは多層版解析に際して計算精度の向上と演算速度の迅速化を図る目的で、調和解析法と選点法からなる併用法を提案し、層間で部分的剥離を呈する多層版問題の応力算定や、乱数発生による模擬輪荷重が床版中央上を走行する場合での床版下面と樹脂層間に働く界面せん断応力の挙動を明らかにした¹⁾。しかしこの併用法では均等に按分された分割ブロックであるため、剥離域が点在する問題等でブロックの区割りと剥離域が合致しない場合には、得られた数値の信頼性が損なわれる懸念がある。

本研究では不均等な区割りの分割ブロックを組み込むことで、汎用性のある併用法を誘導する。本方法を鋼板接着された補強床版に適用して、床版と樹脂層の接合界面で剥離域が徐々に進行する経緯で、剥離現象がどの程度の影響を与えるのかを力学的に検証する。

2. 接合界面でずれ量を考慮する連続条件

接合界面の各ブロックに働く伝達力と、界面より上側に位置する上層版の最下面、および下部にある下層版最上面での変位との関係を以下に示す。

$$U_u = F_u X + U_p, \quad U_l = F_l X \quad (1)$$

ここで、 U_u ：上層版最下面での変位ベクトル
 U_l ：下層版最上面での変位ベクトル
 F_u ：上層版の柔性マトリックス
 F_l ：下層版の柔性マトリックス、
 X ：界面の伝達力ベクトル
 U_p ：外荷重による影響項

上層版と下層版との変位の連続条件でずれ量がある場合、次式が得られる。

$$(F_l - F_u) X + \delta = U_p \quad (2)$$

ここで、 δ ：ずれ量ベクトル

鋼板接着工法のアンカーボルト状のもので上層版と下層版を結合する場合には、ずれ量はこれらのバネ定数を介して伝達力で表現され、式(2)が変形される。

$$(F_l - F_u + K_s) X = U_p \quad (3)$$

ここで、 K_s ：バネ定数に伴う柔性マトリックス

3. 剥離作用による鋼板接着補強床版の挙動

表-1 の諸元をもつ鋼板接着補強床版が床版下面と樹脂層との接合界面で剥離域を有する例を取り上げる。

表-1 補強床版の諸元

項目	厚さ (mm)	弾性係数 (kN/mm ²)
舗装	50.0	2.0
床版	180.0	19.11~6.74
樹脂材	4.0	2.0
鋼板	4.5	200.0

表-2 換算弾性係数の比較

ひび割れ密度 (m/mm ²)	損傷度 D δ	換算弾性係数 (kN/mm ²)
2.0	0.378	19.11
3.0	0.532	16.85
4.0	0.685	13.03
5.0	0.838	6.740

キーワード 併用法, 鋼板接着工法, 剥離, 多層版解析, 余寿命推定

連絡先 〒160-6112 東京都新宿区西新宿 8-17-1 大成ロテック(株) 営業部 TEL 03-5925-9436 FAX 03-3362-5807

鋼板接着前の損傷床版は、橋軸直角と橋軸方向の2.5mと5mで、輪荷重98kN(載荷面:200×500mm)が舗装を介して床版中央に作用している。上・下の主鉄筋量は $D16@250$ と $D16@125$ で、下被厚が 40mm である。

余寿命推定プログラム²⁾を稼働して、損傷床版でのひび割れ密度と損傷度 D_0 との関係から、多層版解析で用いる床版部の換算弾性係数は表-2の結果となる。

次に鋼板接着補強床版(剥離率 16.2%)の不均衡分割ブロックを図-1に示す。図中の赤色はアンカーボルト $\phi 13$ の位置を、青色は剥離域を表す。なお数値計算ではアンカーボルトの剛性を無限大とし、剥離域は橋軸直角方向(y)の幅が同一で、橋軸方向(x)の長さを変化させており、剥離面積/橋床面積の比で剥離率を表している。

ひび割れ密度 $2m/m^2$ 時に鋼板接着された床版が次第に剥離率を増加する場合について、床版中央のたわみ、橋軸直角方向の下鉄筋と鋼板下面での応力の比較を表-3に示す。なお鉄筋応力は同位置でのひずみ値に弾性係数を乗じて推定している。

鋼板接着された床版のたわみと鉄筋応力の回復率はそれぞれ 38% と 61% と得られる。剥離による劣化が進行すれば、たわみと鉄筋応力は増加するが、鋼板応力は緩和する傾向にあることが判る。

4. あとがき

上鉄筋近傍で水平ひび割れがある問題では複数の剥離界面をもつ計算手法で対処でき、また換算弾性係数の同定操作により、既存補強床版の劣化度合いが把握できる。

参考文献

- 1) 三上, 高島, 廣瀬, 堀川: 調和解析法と選点法からなる併用法による多層版の数値解析, 構造工学論文集, Vol.60A, pp.1134-1139, 2014.
- 2) 鍋島, 柑本, 三上, 廣瀬, 堀川: アラミド繊維シート補強された損傷床版に対する管理寿命の推定手法, 第4回道路橋床版シンポジウム講演論文集, pp.55-60, 平成10年11月.

表-3 たわみ, 鉄筋応力, 鋼板応力の比較

剥離率 (%)	たわみ (mm)	鉄筋応力 (N/mm ²)	鋼板応力 (N/mm ²)
補強前	0.885	20.0	—
0.0	0.530 (0.531)	7.8 (7.7)	21.9 (23.6)
4.2	0.539	10.6	18.7
16.2	0.562	12.3	14.6
36.6	0.573	12.6	14.0

注) 括弧内は調和解析法による値

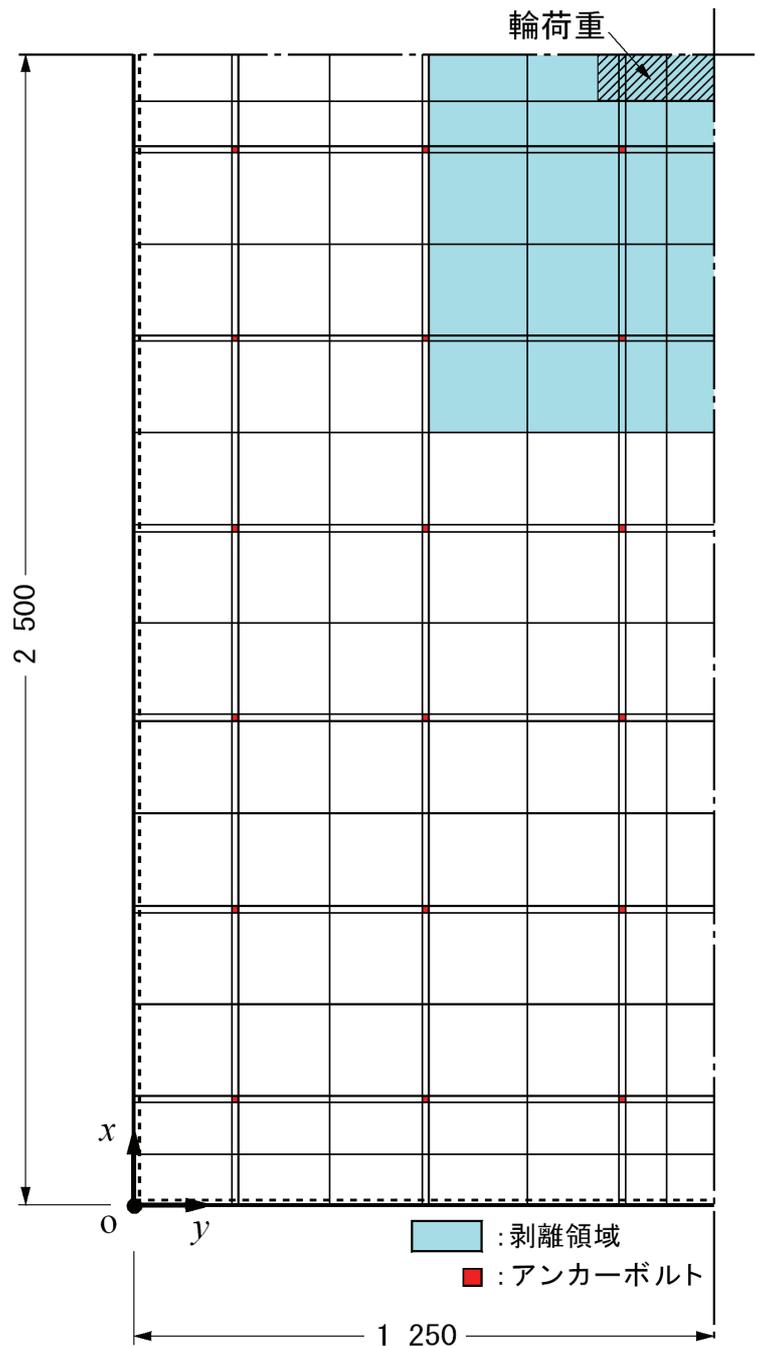


図-1 鋼板接着補強床版の不均衡分割ブロック (剥離率 16.2% の場合)