

コンクリート薄層オーバーレイの力学的モデル

石川工業高等専門学校 正会員 西澤辰男
 大林道路技術研究所 正会員 国分修一
 運輸省港湾技術研究所 正会員 福手 勤

1. まえがき

アスファルト舗装の上に薄いコンクリート層を施工する修繕工法はホワイトトッピング工法とも呼ばれ、既存の舗装の構造強化を図る目的で行われる^{1),2)}。そのような舗装の力学的解析モデルとして複合平板理論と平板FEMを組み合わせたモデルがあるが、ホワイトトッピング工法のように上のコンクリート版のみに目地があるような場合は取り扱えない。このような場合に対する1つの方法としてIoannidesらが提案したオーバーレイ平板モデルがある³⁾。この方法は平板要素を2層に重ねその間をばね結合させたモデルで、平板FEMをわずかに改良することで簡単に実現できる。さらに、境界面に適当な結合条件を与えてやれば、2層の変形を独立に扱うことが可能である。ただ、単純に重ね合わせただけでは境界面が非接着であるアンボンド型しか扱えないため、接着されたボンド型のオーバーレイを扱うためには多少の改良が必要である。そこで本研究においてはIoannidesモデルに改良を加え、ボンド、アンボンド型の2層系の平板モデルを開発した。このモデルの適用性について、複合平板理論による計算値、実験結果と比較することによって検討した。

2. オーバーレイ平板FEMモデル

2つの平板要素を図-1のように重ねて、対応する節点間を弾性ばねから成るリンク要素によって結合する。両者の境界面におけるボンド、アンボンドの状態に応じた平板のひずみ分布となるように、曲げ剛性を調整する。境界面がアンボンドの状態においては、2枚の平板要素を単純にリンク要素で結合する。その結果として、2つの要素の剛性が単純に加えられた形となる。境界面がボンドの状態においては、平板要素を結合した上に、中立面が共通になることによる剛性の増加分を要素の剛性に加えなければならない。応力の計算においては、図-2に示すように、曲率による曲げのひずみ分布と中立軸の移動に伴う軸力のひずみ分布とに分けて考える。

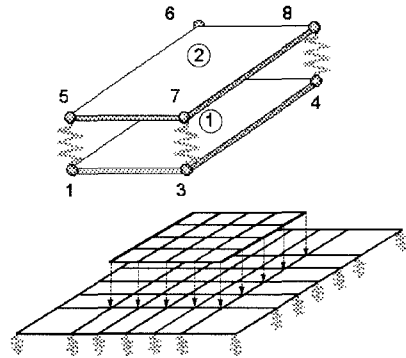


図-1 オーバーレイ平板要素

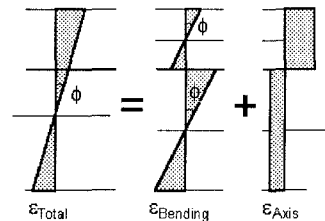


図-2 ボンド構造のひずみの調整

3. 数値計算例

オーバーレイモデルの妥当性を検証するために、オーバーレイモデルと等価換算厚を用いた計算結果を比較する。この場合の等価換算厚とは、曲げ剛性が同じになるように、下層の厚さを調整したものである。計算条件を表-1に示す。

Case A は下層にコンクリート、上層にアスファルトを用いたものである。この場合には、ボンドおよびアンボンド型について計算を行った。等価換算厚 h_e は、曲げ剛性が同じになるように、下層の厚さを調整したものである。Case B は文献(1)に述べられているモデル実験を参照したものである。両者のケースにおいて、5tfの荷重を中央部に30×30cmの正方形等分布で作用させた。

図-3 および図-4 は、Case A の計算結果である。

Key words: 薄層コンクリートオーバーレイ、オーバーレイモデル、FEM解析. 連絡先: 929-03 河北郡津幡町 TEL:0762-88-8171 FAX:0762-88-8171

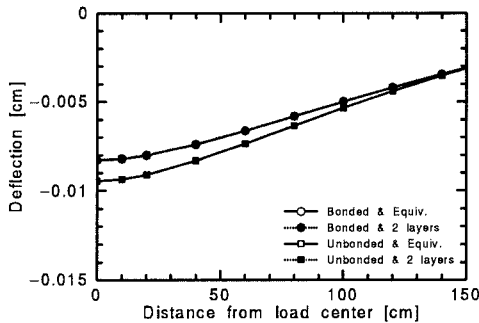


図-3 case A のたわみ形状

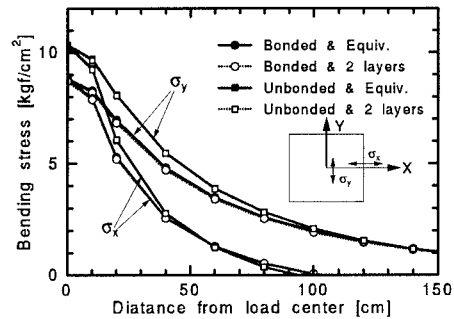


図-4 case A の応力分布

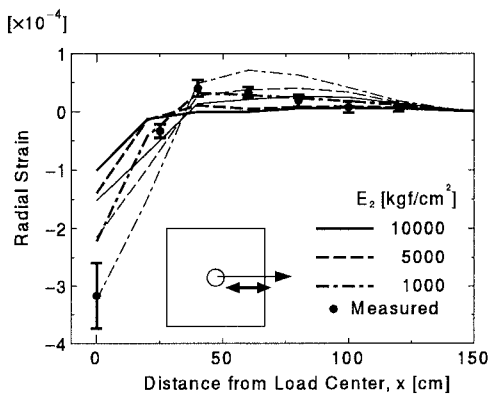


図-5 case B の半径方向のひずみ分布

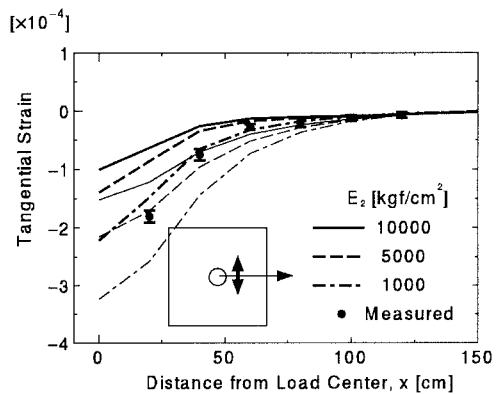


図-6 case B の接線方向のひずみ分布

表-1 計算条件

項目	Case A	Case B
E_1 [kgf/cm ²]	50000	289000
μ_1	0.35	0.2
h_1 [cm]	10	5
E_2 [kgf/cm ²]	350000	1000~10000
μ_2	0.2	0.35
h_2 [cm]	20	20
K [kgf/cm ³]	10	3.0
h_e (ボンド)[cm]	27.7	—
h_e (アンボンド)[cm]	25.1	—

それぞれたわみと下層下面の曲げ応力について、オーバーレイモデルの計算結果と等価換算厚を用いた計算結果を比較したものである。オーバーレイモデルと等価換算厚を用いた結果は実用的には十分な精度で一致していることが分かる。

図-5および図-6はCaseBのコンクリート版表面のひずみ分布であり、実測されたものと比較している。

同じ線種で太い線がボンド型、細い線がアンボンド型であることを示す。実測されたひずみは荷重直下でかなり大きく、その点ではアンボンドとしてアスファルト層の弾性係数を1000kgf/cm²程度にした計算値に対応する。しかしながら、その他の点の比較においてはボンド型の方が実測値に近い。

4. まとめ

薄層コンクリートオーバーレイに適用可能なオーバーレイ平板FEMモデルを開発し、その妥当性を検討した。実験結果と比較して検証を試み満足な結果を得たが、アスファルト層の剛性の評価に問題が残る。

参考文献

- 1) 国分修一, 伊吹山四郎, 瀬戸薫, 鋼繊維補強コンクリートオーバーレイの設計に関する基礎的研究, 土木学会論文集, No.348/V-1, pp.103-112, 1984.
- 2) 野田悦郎, 孔永健, 笠原好則, 付着型薄層ホワイトトッピング工法に関する基礎的研究, 舗装工学論文集, Vol.1, pp.45-52, 1997.
- 3) Ioannides, A.M. and L. Khazanovich, Analytical and Numerical Methods for Multi-Layered Concrete Pavements, Proceeding, 3rd International Workshop on the Design and Evaluation of Concrete Pavements, C.R.O.W. Record 14, pp.113-121, 1994.