

コンクリート舗装用解析支援プログラムの開発

金沢大学大学院 学生会員 ○中川 達裕 金沢大学大学院 正会員 梶川 康男
 石川工業高等専門学校 正会員 西澤 辰男 (社)セメント協会研究所 正会員 吉本 徹

1. まえがき

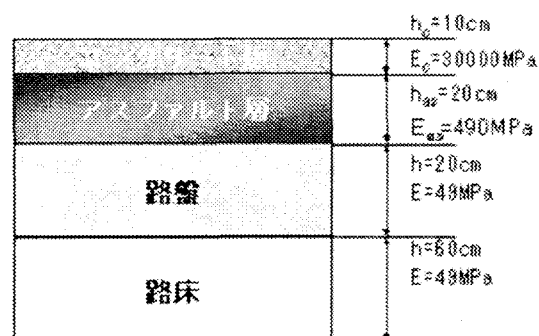
コンクリート舗装は、比較的剛性の高いコンクリート版によって交通荷重を分散させて路盤以下に伝達する。このような構造的特質を考慮した構造解析を行う場合、これまでは Winkler 地盤上の弾性平板モデルなどに代表される弾性地盤上の平板モデルが用いられてきた。しかし最近のパソコンの高性能化により大規模な数値計算が比較的手軽に行えるようになり、3次元有限要素法(3DFEM)による解析プログラムが多く開発されている¹⁾。しかし 3DFEM では要素分割や節点座標などの入力データの作成や解析結果の整理に大変な労力を要する。そこで本研究では入力データを簡単に作成するための支援プログラムを開発する。

2. プログラムの概要

今回開発するプログラムは、著者の 1 人が開発した Pave3D²⁾と呼ばれる舗装用 3DFEM の入力ファイルを作成する。Pave3D では要素分割に必要なデータを各層ごとにテキストファイルとしてマニュアルで作成するプレプロセッサ Pre3D を有していたが、データ作成時にミスが多く、使いにくいものであった。そこで今回作成したプログラムでは画面から各版の縦、横、厚さ、各材料定数、荷重の位置、大きさを入力し、実行することで入力ファイルを作成し計算を行えるようにした。荷重についても、任意の位置に任意の大きさで作用できるように改良した。このプログラムによって作成したデータに基づいて、3DFEM 用の要素分割データ、節点座標データなどを作成する。このデータを FEM ソルバープログラムに渡し、計算結果をすでに開発済みのポストプロセッサで図形表示を行うことができる。

3. プログラムの使用例

今回、簡単なホワイトトッピング舗装構造を例にとって使い方を説明する。材料の各定数を表-1 に、舗装断面図を図-1 に示す。コンクリート版 1 辺の長さは 100cm とし、荷重は軸中 5tf の複輪を考えた。本プログラムを実行するとまず図-2 が表示される。ここでまずコンクリート版の枚数や配置を決める。その際表示されている図をクリックすることで自動的に配置が決定し、図-3 に進む。ここでは 1 枚の版なので左上の図をクリックする。次に図-3 では表層、境界面、路盤 1,2,3、路床の材料の種類、大きさ、材料定数と荷重の位置、大きさを入力する。表層の入力は図-3 に示した画面で行う。まず材料(コンクリート、アスファルト等)をコンボボックスから選ぶことで、各材料の概略値が自動的に入力される。ここで値を入力しなおすこともできる。路盤、路床の入力も同様の方法で行う。また表層と路盤の接着を考慮するために境界面を設けている。境界面の入力は図-4 の左側に示したように、



ポアソン比はコンクリート版0.2、その他の層は0.35
 凡例のhは層厚、Eは弾性係数
 下付き文字 c はコンクリート、s はアスファルトを示す

図 1 舗装断面図

表 1 材料定数

	弾性係数(MPa)	ポアソン比	単位容積質量(g/cm ³)	線膨張係数
コンクリート層	30000	0.2	2.3	0.00001
アスファルト層	5000	0.35	2.3	0.00001
粒度安定処理	500	0.35	1.8	0.00001
路床	80	0.35	1.5	0.00001

付着の程度とはがれ閾値を入力する。荷重については図-4 右側に示した画面で入力を行う。荷重中心までの座標、大きさ、荷重強度を入力する。全ての層情報の入力が終わると表示ボタンをクリックすることで入力した値に応じて要素分割図が表示される。この表示結果を見て手直しをしたい場合、もう一度各情報を入力しなおし表示させればよい。また入力内容によっては表示からはみ出してしまう場合があるが、そのときは拡大、縮小、や上下左右の矢印ボタンをつかって見やすくすることができる。入力が終了すると次に実行メニューから構造解析を選ぶ。そうすることで自動的に入力ファイルが作成され、Pre3D が実行される。次に実行メニューの実行結果を選ぶことで実行結果を見ることができる。実行結果表示画面の1例を図-5 に示す。これは x 方向の応力のコンターを表示したものである。

4. まとめ

今回、開発したプログラムを用いることで入力ファイルの作成が簡単に行えるようになった。入力には 3DFEM になじみのない舗装技術者のために、舗装構造のみのデータで 3DFEM に必要な入力データを作成できるようにした。また従来は解析と結果の表示をバッチ処理で行ってきたが、このプログラムでは入力から結果の出力まで 1 つのプログラムにより実行可能な統合環境となっている。今後 Help 機能等を加えより実用的なものにしていきたい。

参考文献：1) 西澤辰男:3 次元 FEM に基づいたコンクリート舗装構造解析パッケージの開発, 土木学会舗装工学論文集, Vol.5, 2000. 2) 谷尻豊寿, 谷尻かおり:C++Builder ファースト・プログラミング, 技術評論社, 1997

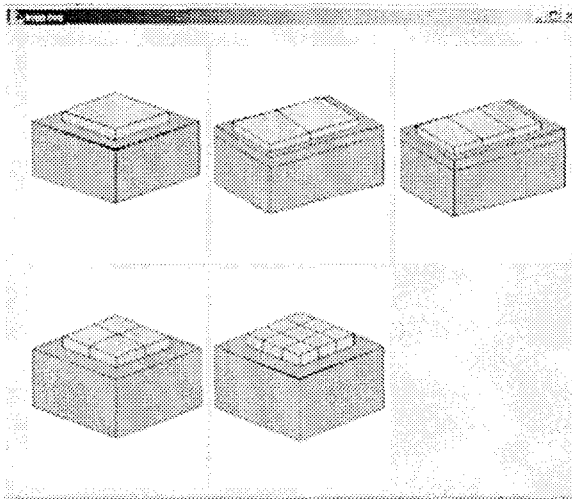


図 2 プログラム実行画面(舗装構造選択画面)

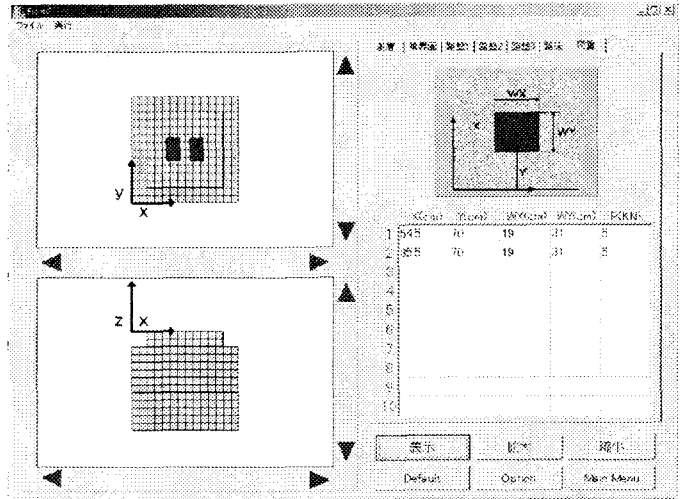


図 3 プログラム実行画面(データ入力画面)

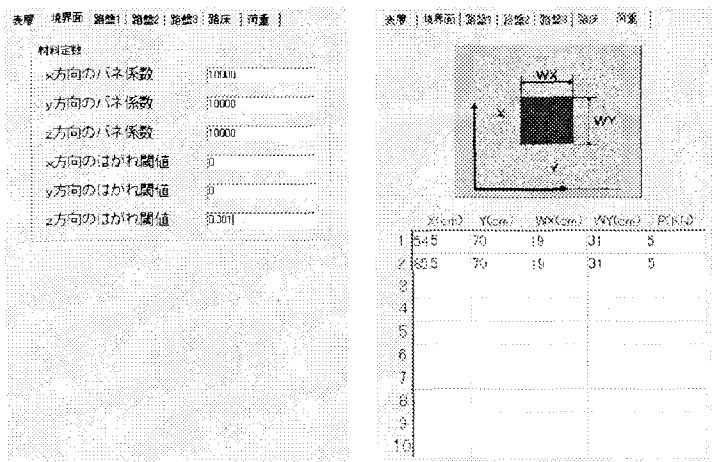


図 4 プログラム実行画面(データ入力画面)

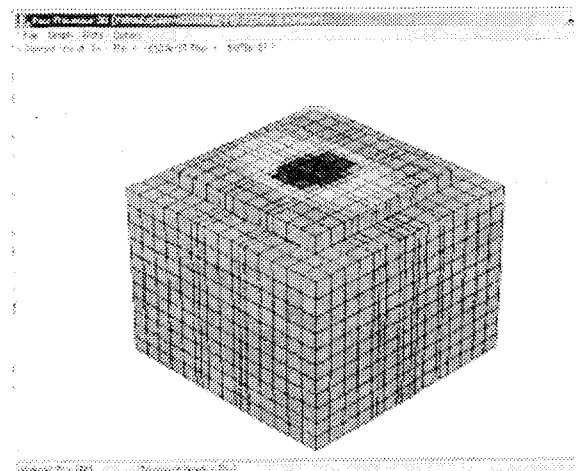


図 5 実行結果(x 方向の応力表示)