

6. コンクリート舗装の解析

6.1. 荷重応力の計算

JCA Pave3D はもともとコンクリート舗装の構造解析用に開発されたので、こちらの方の機能が充実している。コンクリート舗装の構造解析の特徴としては、コンクリート版の大きさが有限であり、荷重位置によって応答が異なること、目地やひび割れの不連続があること、コンクリート版と路盤は水平方向に付着していないこと、温度応力を計算する必要があることなどがある。

JCA Pave3D はこれらの点をすべて考慮できる。

例題 4

400cm×500cm 厚さ 28cm のコンクリート舗装の目地縁部に大型車後軸が作用している。また後軸の中心はコンクリート版の中央にある。この時にコンクリート版に生ずる最大曲げ応力およびたわみを計算せよ。ただし、大型車後軸の配置は図 6.1 に、構造および材料定数は表 6.1 のとおりである。

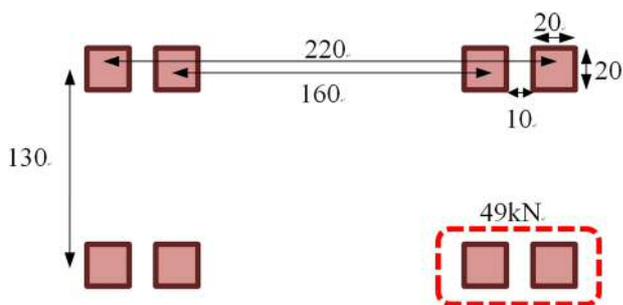


図 6.1 大型車後軸のタイヤ接地面(単位:cm)

表 6.1 コンクリート舗装の構造

コンクリート版	
厚さ(cm)	28
弾性係数(MN/m ²)、ポアソン比	30000、0.2
密度(kg/cm ³)、線膨張係数(/°C)	0、0
深さ(cm)と温度(°C)	温度は考慮しない
目地	
x、y、z方向のばね係数(MN/m ³)	10、10、10
それらの閾値	10、10、10
コンクリート版と路盤の境界面	
x、y、z方向のばね係数(MN/m ³)	100、100、1000000
それらの閾値	10、10、10
ダウエルバー	
長さ、配置間隔(cm)	70、40
弾性係数、ばね係数(MN/m ²)	209000、400000
中間層	
厚さ(cm)	5
弾性係数(MN/m ²)、ポアソン比	5000、0.35
密度(kg/cm ³)、線膨張係数(/°C)	0、0
深さ(cm)と温度(°C)	温度は考慮しない
路盤	
厚さ(cm)	20
弾性係数(MN/m ²)、ポアソン比	300、0.35
密度(kg/cm ³)、線膨張係数(/°C)	0、0
深さ(cm)と温度(°C)	温度は考慮しない
路床	
厚さ(cm)	400
弾性係数(MN/m ²)、ポアソン比	80、0.35
密度(kg/cm ³)、線膨張係数(/°C)	0、0
深さ(cm)と温度(°C)	温度は考慮しない

解答例

目地があるので、x 方向に 2 枚、y 方向に 1 枚とし、図 6.2 のような構造モデルとなる。

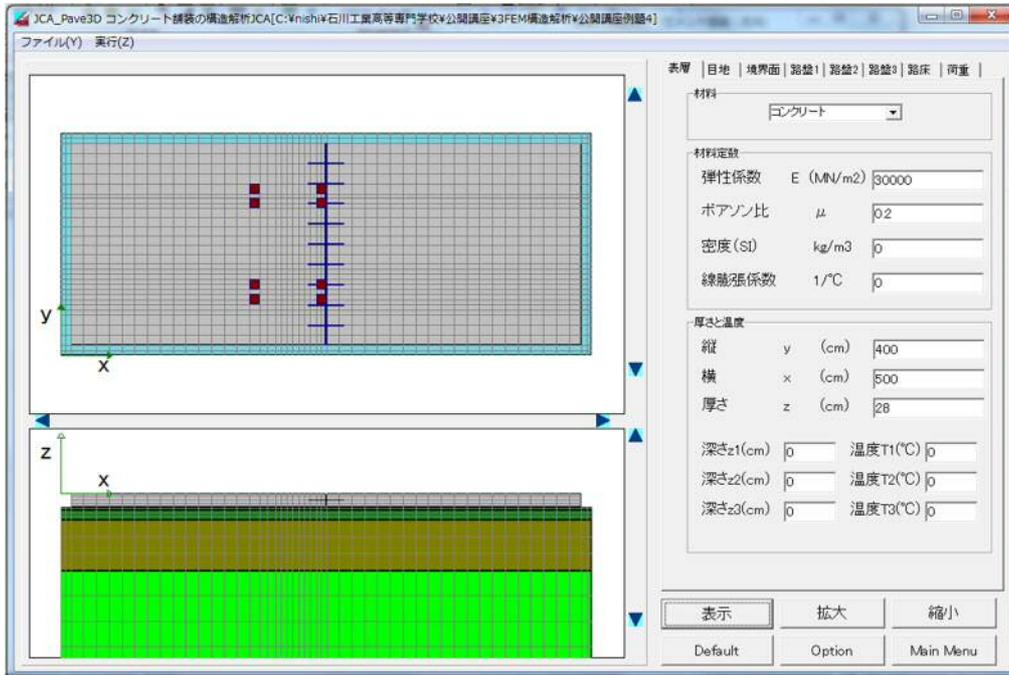


図 6.2 例題 4 の構造モデル

ここで注意すべきことは、目地および境界面におけるデータ入力である。

図 6.3 に示す目地のページにおいて、ダウエルを用いる場合には一番上のリストボックス[目地剛性]から[ダウエル有]を選択する。また、境界面では一番上のリストボックス[付着の程度]から[付着なし、はがれなし]を選択する。



図 6.3 目地および境界面の設定

のちの疲労度の計算に用いるので、 $x=5.1\text{m}$ における y 方向のたわみ形状と応力分布を求めておく。[Data]-[List]で、図 6.6 のウインドーから U_z 、 S_x 、 S_y 、 S_z を して、 $x=5.0$ 、 $y=\text{Non}$ 、 $z=-0.28$ で[Execute]ボタンを押す。表示されたら、[Save]ボタンでリストに表示されたデータをテキストデータ(*.xy)として保存する。そのデータを表計算ソフトで整理したものが図 6.7、表 6.2 である。

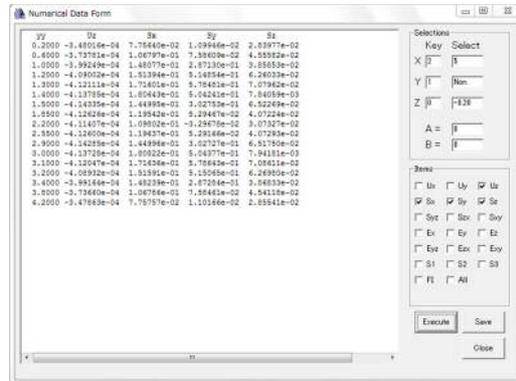


図 6.6 数値データの保存

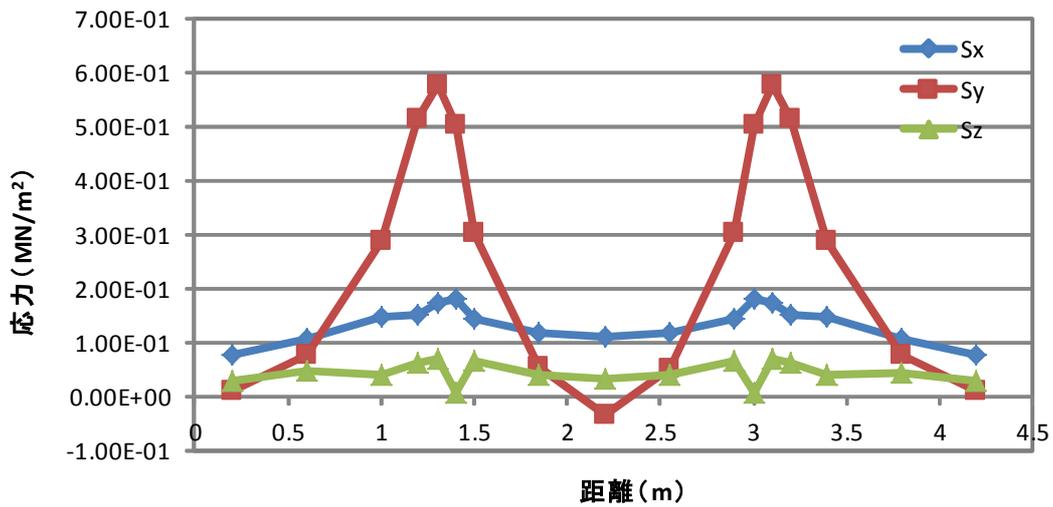


図 6.7 応力分布

表 6.2 数値データの一覧 (一部)

yy	U_z	S_x	S_y	S_z
0.2	-3.48E-04	7.76E-02	1.10E-02	2.84E-02
0.6	-3.74E-04	1.07E-01	7.59E-02	4.56E-02
1	-3.99E-04	1.48E-01	2.87E-01	3.86E-02
1.2	-4.09E-04	1.51E-01	5.15E-01	6.26E-02
1.3	-4.12E-04	1.72E-01	5.78E-01	7.08E-02
1.4	-4.14E-04	1.81E-01	5.04E-01	7.84E-03
1.5	-4.14E-04	1.45E-01	3.03E-01	6.52E-02
1.85	-4.13E-04	1.20E-01	5.29E-02	4.07E-02

※単位は：距離、たわみは m、応力は MN/m^2

また荷重については、大型車後軸の配置を入力していくのが面倒なので、既存のデータを用いる。図 6.4 の[荷重]ページで、[読み込み]ボタンをクリックする。すると、大型車後軸のデータがあるので、これを読み込む。このままだと位置がずれているので移動する。[移動]ボタンをクリックし、x 方向および y 方向の移動量を入力する。この移動量はすべてのタイヤ接地面に作用するため、現在のタイヤ接地面を一気に移動することができる。また、複雑な荷重配置のデータを作成したのち保存すれば、それを別の解析で読み込んで使うことができる。

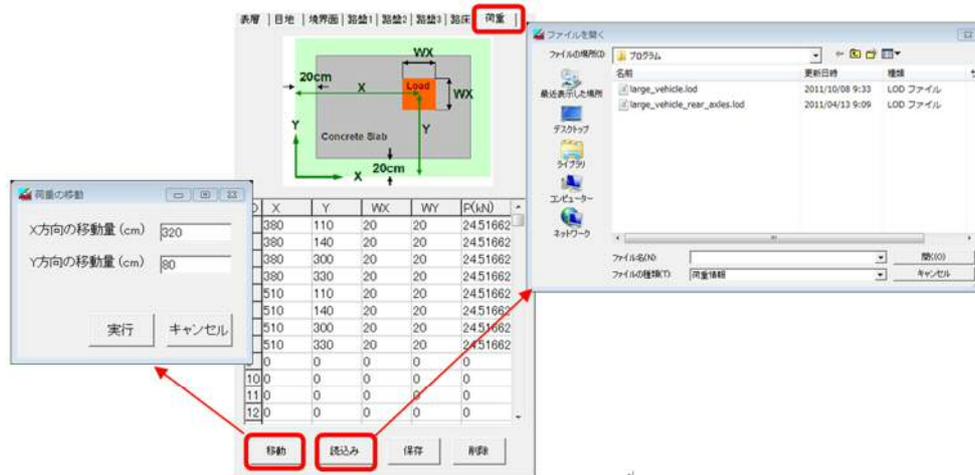


図 6.4 荷重配置データの読み込みと荷重の移動

以上でデータ入力完了したので、"ex04.msh"という名前で保存し、要素分割、構造解析を順番に実行する。計算が終わったら結果表示から[Graph]-[Contour]-[S3]によって、図 6.5 のような最大主応力のコンターを表示させる。画面上面に最大曲げ応力の値とその位置が表示される。この場合 $x=5.00$ 、 $y=3.10$ 、 $z=-0.28$ の位置に最大主応力 $5.805e-01\text{MN/m}^2$ である。これは荷重直下のコンクリート版下面の y 方向に生ずる曲げ応力である。このことは、[Graph]-[Contour]-[Sy]で表示してみると、 S_y の最大値と一致することからわかる。

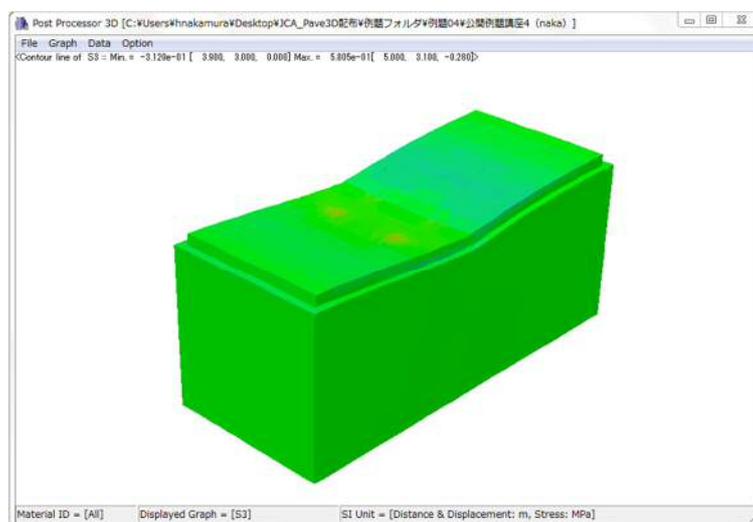


図 6.5 最大主応力のコンター