

## 多層弾性解析プログラム(re\_aamesL)の使用方法

この多層弾性解析プログラムは、以下の論文で発表された理論に基づいて開発されたソフトウェアで、舗装表面に分布荷重が作用したときのたわみや応力、ひずみといった舗装応答を計算することができます。インターフェイスとポスト処理はMicrosoft Excelのマクロで行い、ソルバーはFortranで作成しています。理論の詳細については、上記の論文を参考にして下さい。ここでは、使用方法のみを記します。

### <参考文献>

川名太，松井邦人：体積ひずみを用いた軸対称分布荷重を受ける多層弾性構造の理論解，土木学会論文集E1（舗装工学），Vol.68，No.3，I\_21-I\_28，2009.

### <利用規約>

この解析プログラムは、舗装の構造解析を簡便に行うために作成したものであり、どなたでも自由に利用することができます。ただし、本プログラムまたはこれを加工したものを2次利用することはお控えください。また、本プログラムを用いて得られた成果を論文等で公開する場合、許可をとる必要はありませんが、上記の論文を参考文献として挙げてください。

### <免責事項>

本プログラムを利用したことによるいかなる損害も作者は一切の責任を負いません。

### <動作保障>

動作保障は致しませんが、可能な限り個別に対応いたしますので、以下の連絡先にご相談ください。

### <連絡先>

東京農業大学地域環境科学部生産環境工学科社会基盤工学研究室川名太

Tel : 03-5477-2342

E-Mail : [fk205262@nodai.ac.jp](mailto:fk205262@nodai.ac.jp)

## 【利用方法】

1. Zip ファイルをご使用の PC のハードディスク上に展開してください。フォルダの展開場所には、制約はありません。展開したフォルダ内に以下のファイルがあることをご確認ください。

- re\_aamesL.xls
  - re\_aamesL.exe
  - 多層弾性解析プログラムの使用方法.pdf
  - libguide40.dll
- ・・・ このエクセルファイル上で作業します。
  - ・・・ 解析プログラムの本体です。
  - ・・・ 本マニュアルです。
  - ・・・ ご使用の PC によっては、必要になる場合があります。

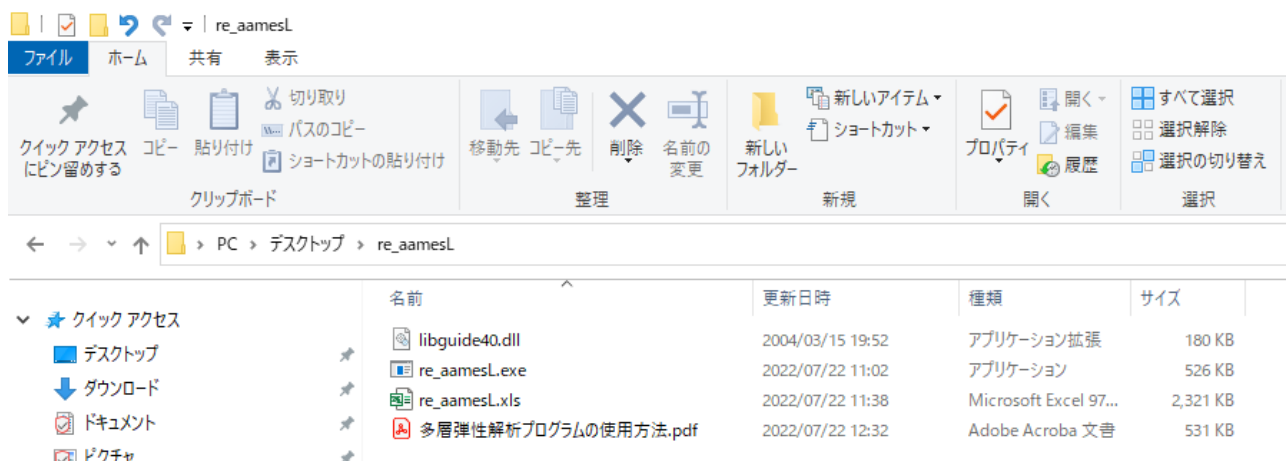


図-1 ファイルの構成

re\_aamesL.xls で解析条件等の入力ファイルを作成し，re\_aamesL.exe で解析を実行します。両ファイルは同じフォルダ内に無いと解析できません。注意して下さい。

※解析後に「input.dat」というファイルが自動で作られます。このファイルは，計算条件を設定するためのものですが，このファイル上で作業をしても，計算条件には反映されません。

## 2. 計算条件の設定

「re\_aamesL.xls」ファイルの「input」のシートを開くと、以下のような画面が現れます。

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

19

20

21

22

23

24

25

26

27

28

A

B

C

D

E

F

G

H

I

J

K

L

Analysis for multi-layered elastic systems

Ver.01 (2022.04.22)

CAL

1. Analysis condition

Layers	Loads	Points
4	1	13

2. Load properties

Type	Load [kN]	Radius [mm]	X-axis [mm]	Y-axis [mm]
3	49	150	0	0

3. Layer properties

No.	E [MPa]	$\mu$	Thick. [mm]	SLIP
1	8000	0.35	100	0
2	2000	0.35	80	0
3	500	0.35	200	0
4	20	0.4		
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				

4. Point properties

No.	Layer NO.	X-axis [mm]	Y-axis [mm]	Z-axis [mm]
1	1	0	0	0
2	1	300	0	0
3	1	600	0	0
4	1	900	0	0
5	1	1200	0	0
6	1	1500	0	0
7	1	0	0	100
8	2	0	0	100
9	2	0	0	180
10	3	0	0	180
11	3	0	0	380
12	4	0	0	380
13	4	0	0	1000
14				
15				
16				

input

output

図-2 re\_aamesL.xls の input シート

### (a) Analysis condition (計算条件を入力します。)

Layers : 舗装を構成する層の数

Loads : 荷重の数, このシートでは「1」のみ入力可能です。

Points : 計算点の数

### (b) Load properties (载荷条件を入力します。)

Type : 荷重の種類 (1 : インバースパラボリック分布荷重, 2 : パラボリック分布, 3:等分布荷重)

Load [kN] : 荷重の大きさ, Radius [mm] : 载荷半径

X-axis [mm] : 载荷位置の  $x$  座標, Y-axis [mm] : 载荷位置の  $y$  座標

※FWD 試験を想定していますので, 円形領域の载荷となります。道路舗装の場合, 载荷半径は, 一般に 150mm を使います。

### (c) Layer properties (各層の物性値等を入力します。)

$E$  [MPa] : 弾性係数,  $\nu$  : ポアソン比, Thick. [mm] : (層厚),

SLP : 層間の付着状況 (0 が完全接着, 1 未満の値)

なお, 最下層 (路床) の Thick. と SLP は不要です。

### (d) Points properties (計算位置の情報を入力します)

Layer No. : 計算位置の層の番号 (最上層を 1 層目とします) を指定します。

$\nu$  : ポアソン比, Thick.[mm] : (層厚), SLP : 層間の付着状況 (0 が完全接着, 1 未満の値)

なお, 最下層 (路床) の Thick. と SLP は不要です。

※荷重の単位は kN, 弾性係数の単位は MPa, 層厚の単位は mm を使用してください。

※Layer properties と Points properties は「99」まで入力できるようにしていますが, それ以上の場合も計算可能です。必要な分だけ, セルを付け足してご利用ください。

3. 計算の実行

「2. 計算条件の設定」が終了したら、「CAL」ボタンをおしてください。計算が実行され、計算が終了すると、図のようなメッセージボックスが表示されます。

Analysis for multi-layered elastic systems  
Ver.01 (2022.04.22)

CAL

1. Analysis condition

Layers	Loads	Points
4	1	13

2. Load properties

Type	Load [kN]	Radius [mm]	X-axis [mm]	Y-axis [mm]
3	49	150	0	0

3. Layer properties

No.	E [MPa]	$\mu$	Thick. [mm]	SLIP
1	8000	0.35	100	0
2	2000	0.35	80	0
3	500	0.35	200	0
4	20	0.4		
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				

4. Point properties

No.	Layer NO.	X-axis [mm]	Y-axis [mm]	Z-axis [mm]
1	1	0	0	0
2	1	300	0	0
3	1	600	0	0
4	1	900	0	0
5	1	1200	0	0
6	1	1500	0	0
7	1	0	0	100
8	2	0	0	100
9	2	0	0	180
10	3	0	0	180
11	3	0	0	380
12	4	0	0	380
13	4	0	0	1000
14				
15				

Microsoft Excel X

EOP

OK

図-3 計算終了

#### 4. 解析結果

計算実行後には、以下の図の通り、4つのファイルが生成されます。

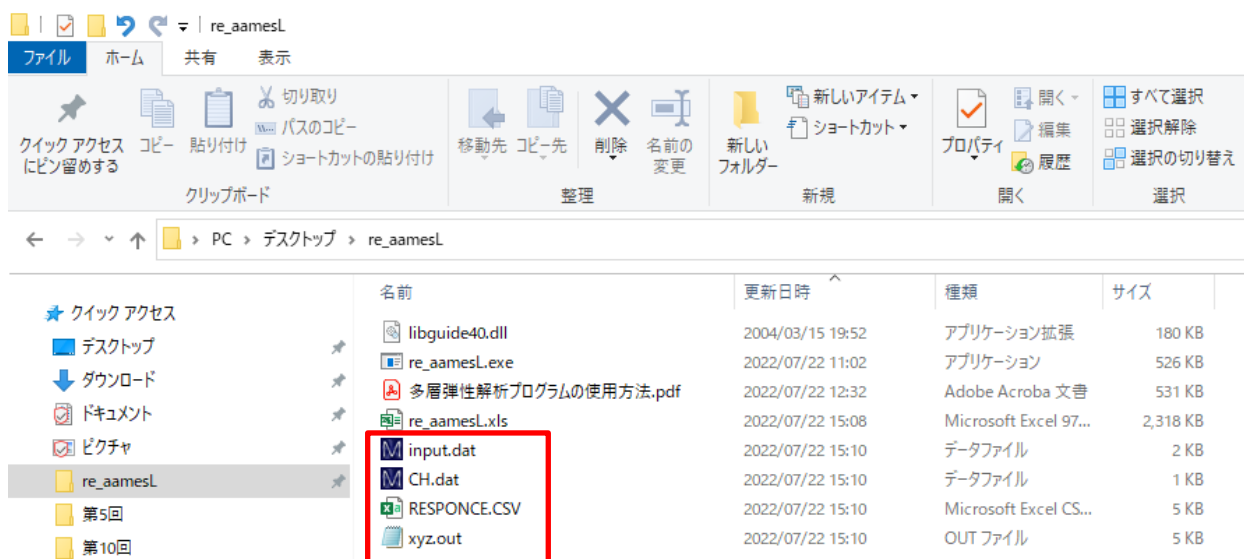


図-4 計算後のフォルダ内のファイル構成

input.dat：計算条件の入力ファイルです

CH.dat：計算が正しく実行された場合は、ファイル内に「FIN」が表示されます。

RESPONSE.CSV：計算結果をエクセルに読み込ませるためのダミーファイルです。

xyz.out：計算結果をテキスト形式で表示しています。

## 5. 解析結果の表示

「re\_aamesL.xls」ファイルの「output」のシートを開くと、以下のような画面が現れます。

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W
1	Analysis result		結果表示																				
2	POINT	X	Y	Z	Ux	Uy	Uz	STRx	STRy	STRz	STRxy	STRxz	STRyz	EPSx	EPSy	EPSz	EPSxy	SEPSxz	EPSyz	EPSv	Strain	Dispersion	Total
3	NUMBER	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)								Energy	Energy	Energy
4	1	0	0	0	0.00E+00	0.00E+00	9.63E-01	-2.33E+00	-2.33E+00	-6.93E-01	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-1.59E-04	-1.59E-04	1.17E-04	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-2.00E-04	1.79E-04	1.50E-04	3.29E-04
5	2	300	0	0	-2.66E-02	0.00E+00	8.67E-01	-4.65E-01	-8.73E-01	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-1.99E-05	-8.87E-05	5.85E-05	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-5.02E-05	1.12E-05	3.22E-05	4.33E-05
6	3	600	0	0	-2.87E-02	0.00E+00	7.52E-01	-1.45E-01	-4.34E-01	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	7.85E-07	-4.78E-05	2.53E-05	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-2.17E-05	2.10E-06	8.22E-06	1.03E-05
7	4	900	0	0	-2.73E-02	0.00E+00	6.47E-01	-2.77E-02	-2.52E-01	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	7.58E-06	-3.03E-05	1.23E-05	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-1.05E-05	4.90E-07	3.23E-06	3.72E-06
8	5	1200	0	0	-2.46E-02	0.00E+00	5.53E-01	2.82E-02	-1.54E-01	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.03E-05	-2.05E-05	5.50E-06	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-4.71E-06	9.87E-08	1.62E-06	1.72E-06
9	6	1500	0	0	-2.14E-02	0.00E+00	4.73E-01	5.24E-02	-9.56E-02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.07E-05	-1.42E-05	1.89E-06	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-1.62E-06	1.16E-08	9.51E-07	9.62E-07
10	7	0	0	100	0.00E+00	0.00E+00	9.62E-01	9.52E-01	9.52E-01	-3.20E-01	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	9.14E-05	9.14E-05	-1.23E-04	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	5.94E-05	1.57E-05	9.11E-05	1.07E-04
11	8	0	0	100	0.00E+00	0.00E+00	9.62E-01	1.09E-01	1.09E-01	-3.20E-01	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	9.14E-05	9.14E-05	-1.98E-04	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-1.55E-05	2.66E-07	4.14E-05	4.17E-05
12	9	0	0	180	0.00E+00	0.00E+00	9.45E-01	5.01E-01	5.01E-01	-1.24E-01	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.85E-04	1.85E-04	-2.37E-04	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.32E-04	1.93E-05	8.80E-05	1.07E-04
13	10	0	0	180	0.00E+00	0.00E+00	9.45E-01	7.52E-02	7.52E-02	-1.24E-01	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.85E-04	1.85E-04	-3.53E-04	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.59E-05	7.02E-08	3.57E-05	3.58E-05
14	11	0	0	380	0.00E+00	0.00E+00	8.91E-01	1.91E-01	1.91E-01	-1.38E-02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.58E-04	2.58E-04	-2.95E-04	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.21E-04	1.36E-05	3.78E-05	5.13E-05
15	12	0	0	380	0.00E+00	0.00E+00	8.91E-01	-6.14E-04	-6.14E-04	-1.38E-02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.58E-04	2.58E-04	-6.67E-04	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-1.51E-04	3.78E-07	4.07E-06	4.45E-06
16	13	0	0	1000	0.00E+00	0.00E+00	6.31E-01	-3.98E-04	-3.98E-04	-6.04E-03	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.09E-04	1.09E-04	-2.86E-04	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-6.84E-05	7.79E-08	7.43E-07	8.21E-07
17	14																						

図-5 re\_aamesL.xls の output シート

上段にある「結果表示」を押すと、計算結果の一覧が表示されます。ファイル内の略称は以下の通りです。

POINT NUMBER : 計算地点の No.

X[mm] : 計算地点の  $x$  座標, Y[mm] : 計算地点の  $y$  座標, Z[mm] : 計算地点の  $z$  座標

Ux[mm] :  $x$  方向の変位, Uy[mm] :  $y$  方向の変位, Uz[mm] :  $z$  方向の変位 (たわみ)

STRx[MPa] :  $x$  方向の水平応力, STRy[MPa] :  $y$  方向の水平応力, STRz[MPa] :  $z$  方向の鉛直応力

STRxy[MPa] :  $x$  軸と直交する面に作用する  $y$  方向のせん断応力

STRxz[MPa] :  $x$  軸と直交する面に作用する  $z$  方向のせん断応力

STRyz[MPa] :  $y$  軸と直交する面に作用する  $z$  方向のせん断応力

EPSx :  $x$  方向の水平ひずみ, EPSy :  $y$  方向の水平ひずみ, EPSz :  $z$  方向の鉛直ひずみ

EPSxy[MPa] :  $x$  軸と直交する面に作用する  $y$  方向のせん断ひずみ

EPSxz[MPa] :  $x$  軸と直交する面に作用する  $z$  方向のせん断ひずみ

EPSyz[MPa] :  $y$  軸と直交する面に作用する  $z$  方向のせん断ひずみ

EPSv : 体積ひずみ

Strain Energy : ひずみエネルギー

Dispersion Energy : 散逸エネルギー

Total Energy : 総エネルギー