

図 K.2 節点入力メイン Window (水色)


Windows10 上なら実行可能です。

E. 構造解析プログラム ‘Truss-p.exe’ について: このプログラムは、インターネット上のページ

<http://mechanics.civil.tohoku.ac.jp/bear/soft/truss-p/>

からダウンロードして用いる。学科の演習室のコンピュータであれば、ダウンロードしたソフトウェアがすぐに実行できるが、自宅のコンピュータでも利用したい場合には同じページに記述されているライブラリをインストールする必要があるかもしれないので注意すること。また実行する度に「セキュリティの警告」が出る場合には、プログラムのアイコンで右クリックをして「プロパティ」を開き、出てきたタブの一番下の「ブロックの解除」をクリックすれば、それ以降は警告無しで実行できる。



1. アイコン  をクリックして ‘Truss-p.exe’ を実行する。
2. まず ‘Load’ ボタンを押してこのプログラムを置いたフォルダを探し、そこにあるファイルの中から一つを選び（例えば ‘truss1.dat’）「開く」を押す。これで、そのファイルに保存してあったトラス構造のデータが読み込まれる。あるいは、このプログラムを置いたフォルダを表示しておいて、そこにあるファイル ‘truss1.dat’ のアイコンをプログラムの水色のメイン Window 中に drag & drop することによっても、データが読み込まれる。
3. 次にボタン ‘Analyze’ を押すと結果と誇張された変形図が表示されるから、だいたいのはこれで推測できると思う。さて、一旦終了して再度 ‘Truss-p.exe’ を実行し、自分のトラスを作ろう。
4. まず水色の Window 画面で格点（節点）情報を入力する。図 K.2 の例では、節点 1 が原点にあって、節点 2 が中央の荷重を載せる点で、節点 3 が右端となっている。座標の原点は左端であり、 x は右向きを正として負は許されない。 z は下向きを正とする。この図 K.2 のデータ例の最初の 3 点のデータをその

Element Data --- Truss-P

elmt	l	r	E/E0	area	m-inert	[area: mm ² , moment of inertia: mm ⁴]				# of elements = 42							
1	1	5	1	5	0.417	19	10	12	1	20	26.67	35	17	20	1	10	3.333
2	1	5	1	20	26.67	19	2	11	1	10	3.333	36	17	16	1	10	3.333
3	4	5	1	10	3.333	1	12	1	10	3.333	37	16	20	1	20	26.67	
4	4	6	1	5	0.417	21	17	13	1	30	90	38	16	19	1	20	26.67
5	4	7	1	10	3.333	22	2	18	1	10	3.333	39	20	19	1	10	3.333
6	4	8	1	20	26.67	23	11	15	1	10	3.333	40	20	3	1	5	0.417
7	5	8	1	20	26.67	24	11	15	1	10	3.333	41	19	3	1	20	26.67
8	6	7	1	10	3.333	25	11	13	1	10	3.333	42	6	9	1	10	3.333
9	部材の番号	1	10	3.333	これは 1 のままにする	1	10	3.333	43	-1	0	1	5	2			
10	7	9	1	10	3.333	27	13	14	1	20	26.67	44	-1	0	1	5	2
11	7	10	1	10	3.333	28	15	18	1	10	3.333	45	-1	0	1	5	2
12	8	10	1	20	26.67	29	15	17	1	10	3.333	46	-1	0	1	5	2
13	6	2	1	10	3.333	30	15	14	1	10	3.333	47	-1	0	1	5	2
14	2	9	1	10	3.333	31	18	20	1	5	0.417	48	-1	0	1	5	2
15	9	11	1	10	3.333	32	18	17	1	10	3.333	49	-1	0	1	5	2
16	9	10	1	10	3.333	33	14	17	1	10	3.333	50	-1	0	1	5	2
17	9	12	1	10	3.333	34	14	16	1	20	26.67	51	-1	0	1	5	2

After the 'left node number is set, the 'right node number can be entered. Left node of the element #1 is fixed to be 1.

図 K.3 要素入力の Window (黄色)

まま真似するなら、 x は $0 \leq x \leq 300$ で、また下路としていることから、 z は非正 ($z \leq 0$) になることに注意すること。

- 最大で 28 節点が定義可能であるが、使わない節点の x 座標値は -10 に固定しておくこと。ただし節点番号は跳び跳びではなく 1 から連続していなければならない。
- また両端の支持条件も設定する。これも、図 K.2 のデータを参考にすればやり方は明らかだと思う。左端を左右と上下に固定し、右端は上下だけに固定してある。各自の設定でも全く同じにしておけばいい。
- 同じ水色の Window 画面で、スパン中央（この例を真似するなら節点 2）の z 方向に荷重を入力する。荷重の大きさは適当でいいが、できるだけ大きな値を入れておいて欲しい。これは危ない部材を座屈させ易くするためであり、例えば 100 とか 1000 とかでいい。
- とりあえず、この段階で念のためにデータを保存しておこう。窓の右側にある 'Save' ボタンを押して、例えばこのプログラムがあるフォルダを選んで、そこに例えば 'sozo-1' というファイルで保存しておこう。実際のファイル名は拡張子付きで 'sozo-1.dat' となる。
- 次に図 K.3 の黄色の Window で弦材（要素）情報を入力する。要素 1 の左端の節点は 1 番に固定してあるので、その右端の節点番号と、それ以外の要素の配置を入力する。左端の番号を入力しないと右端の番号も入力できない。またそれぞれの要素毎に、断面積 A と断面 2 次モーメント I も前述の式を用いて計算して設定しておく。使わない要素の左端の節点番号は -1 に固定しておくこと。要素の順番はどうでもいいが、要素番号も跳び跳びではなく 1 から連続していなければならない。

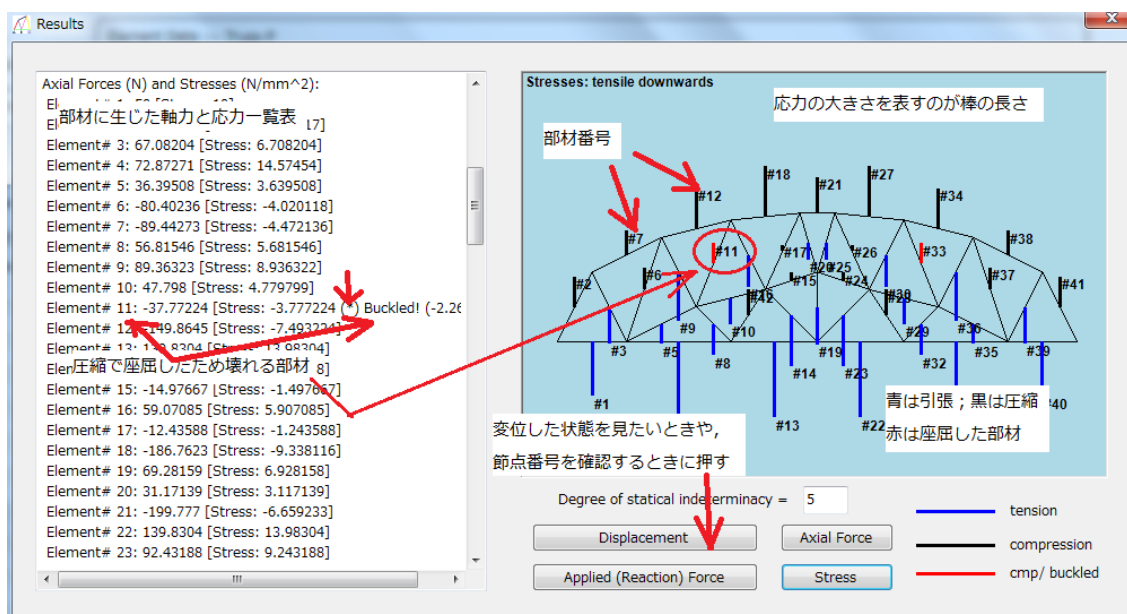


図 K.4 結果表示の Window

10. 必要な情報を入力し終わったら、また水色の Window に戻ってボタン 'Save' を押し、前と同じ 'sozo-1' と入力してデータを重ね書きで保存する。この操作でファイル 'sozo-1.dat' に、設定した情報が保存されるので、万一コンピュータの電源を切っても大丈夫である。
11. ここで、各要素に生じる軸力を計算させるために水色の Window のボタン 'Analyze' を押す。もしエラーメッセージが表示されずに結果を示す Window が現れたら成功だ。そうでない場合にはデータに誤りがある。ほぼすべての誤りの原因は次のようなものであろう。
 - 節点が十分に結ばれておらず、どこかに自由に動ける部材がある。
 - 一つの部材の両端の節点番号が同じになってしまっている等の入力ミス。

エラーのメッセージボックスが表示されたら「続行」を押し、そのあとのメッセージすべてにも 'OK' で応えること。うっかりデータ保存を忘れたままここで「終了」を押してしまうと、せっかく入力したデータすべてを失ってしまうので注意すること。データを修正したら再度 'Analyze' ボタンで解析してみて、エラーが無くなるまで修正作業を続ける。修正の度に忘れずに同じファイル 'sozo-1' に重ね書きで保存しておくこと。エラーの原因がどうしてもわからないときは、データファイルを添付メールで教員に送る等して質問すれば、助言がもらえる。

12. 計算が成功して図 K.4 のような結果表示の Window が現れたら、その 'Stress' ボタンを押せば部材毎の応力が図示され、窓の左側にはその数値が表示される。実はこれが橋の抵抗力になっているので、この値の絶対値をできるだけ小さくすれば、強い構造ができることになる。ちょっと詳細なヒントは
 - 特に、負の応力（圧縮）の要素（黒か赤い部材）を強くする必要がある。正の応力（青い部材）はある程度までなら薄い部材のままで大丈夫である。つまり、負の応力になっている要素番号を見て、その部材の紙の枚数を増やす必要があるのだ。
 - もし応力の表の数値の右に '(*)' マークがついていて、部材の色が赤だったときには、その部材は壊れる（座屈する）ことを示している。もし '(*)' マークが一つも表示されない場合には、水色のメイ

ン Window で荷重をもっと大きくして解析し直してから、応力値と部材の色を確認する。これを繰り返して、座屈しない状態（赤い部材が無い状況）でできるだけ大きな荷重を支えられるように設計（デザイン）すれば、強いトラスを作ることができるのだが・・・

- 実際には赤い部材を無くすことはできないので、簡単に言えば、負の応力になる赤い部材は太くして応力の絶対値を小さくし、正の応力が生じる青い部材はある程度(?)は応力値が大きくても構わないから少しだけ細くするといった対処しかできない。

ということである。

13. 実際の設計でも、適切な（自分が納得のいく）構造にするために複数の案を比較しなければならない。つまり、水色や黄色の Window に戻って節点位置を変更したり面積と断面 2 次モーメントを変更したりするだけではなく、部材の数も変更する等して、数種類のモデルを作って解析を繰り返して結果を比較する必要があるのだ。このとき応力表示の表に ‘(*)’ マークが表示されるように荷重は常に大きめの値を設定して、すべてのモデルに同じ値を入力して比較しないと意味が無いので注意すること。また各モデル毎に、あるいはやや多めの修正をしたときには、異なる名前のファイルにデータを保存しておかないと後悔することになるので注意すること。

ただし実際に模型を手で作ることを考えると、あまりにも短い要素や細い要素は避けておかないと、製作精度が出ない可能性があるので、作り易さも想像しながらデザインしておこう。また模型全体がまっすぐでなかったり振れたりしていると、設計で期待した強度に達する前に壊れてしまうことがあるので、丁寧に製作することも重要である。