
等価曲げせん断型モデルとしたときの 質点の全変形とせん断変形の履歴を Microsoft Excel で図化するための操作手順

2005/09/07

Dynamic21 開発チーム 山崎久雄

1. はじめに

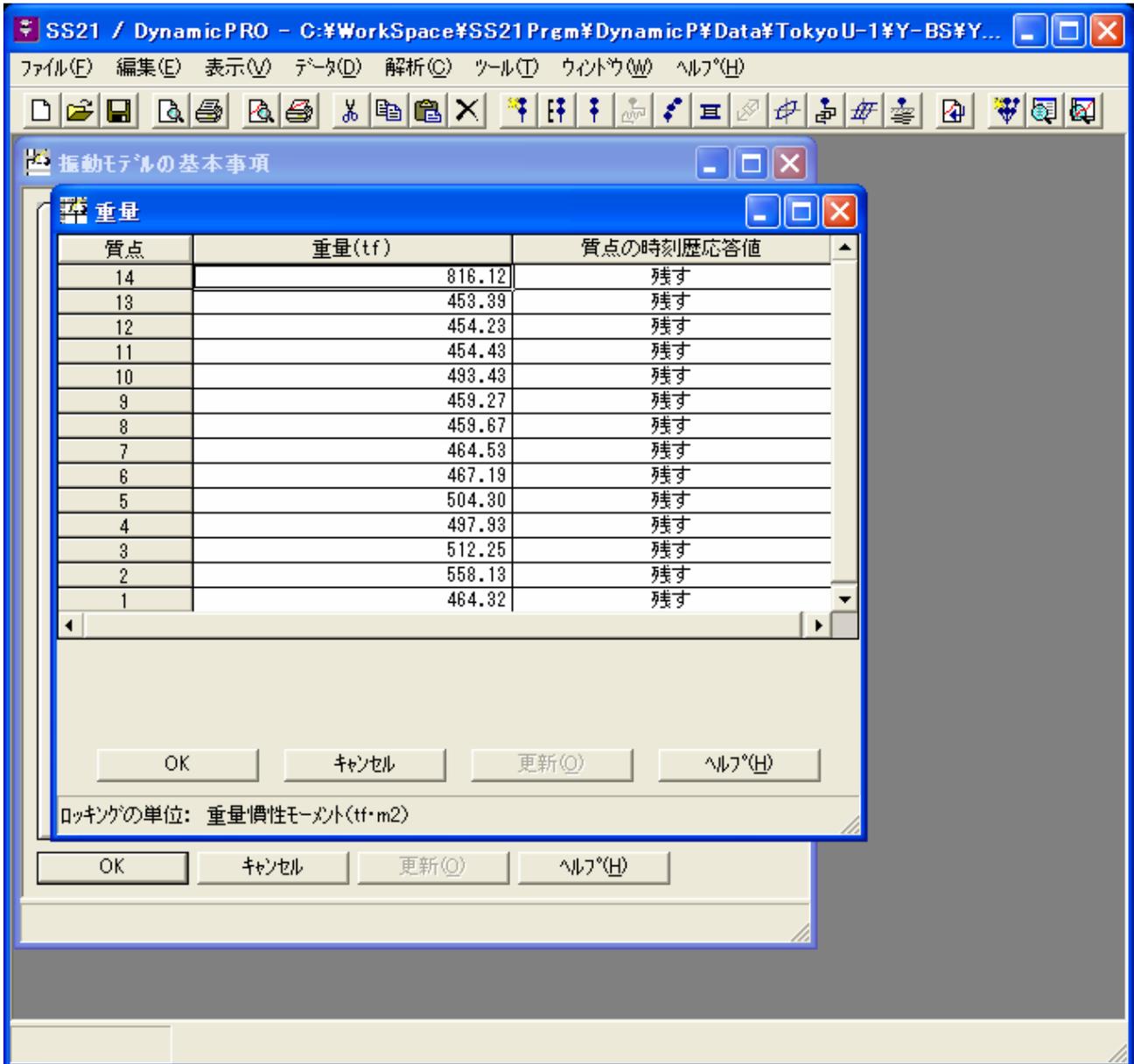
SS21/DynamicPRO では振動モデルとして等価曲げせん断型モデルが扱える。その場合、最大変位、最大層間変位および最大層間変形角は全変位または全変形（せん断成分変位と曲げ成分変位の和）より求めているが、最大塑性率を求める変形や、「復元力特性と最大応答値」の図および応答履歴ループで表示される層間変位はせん断成分変形になっている。現在のプログラム機能では、最大せん断変形や全変形とせん断成分変形との相対的な比較を直接確認することはできないが、プログラムが出力する CSV ファイル(Microsoft Excel 等で直接読み込めるファイル) を利用すればこれらを確認することができる。本資料はその一例として、ある質点についての全変形とせん断成分変形の時刻歴の重ね描き図を、Microsoft Excel のグラフ機能を用いて完成させるための操作を説明するものである（使用した Microsoft Excel は Excel 2003 である）。

Microsoft Excel（エクセル）は、米国 Microsoft Corporation の米国及びその他の国における登録商標です

2. DynamicPRO での必要な操作

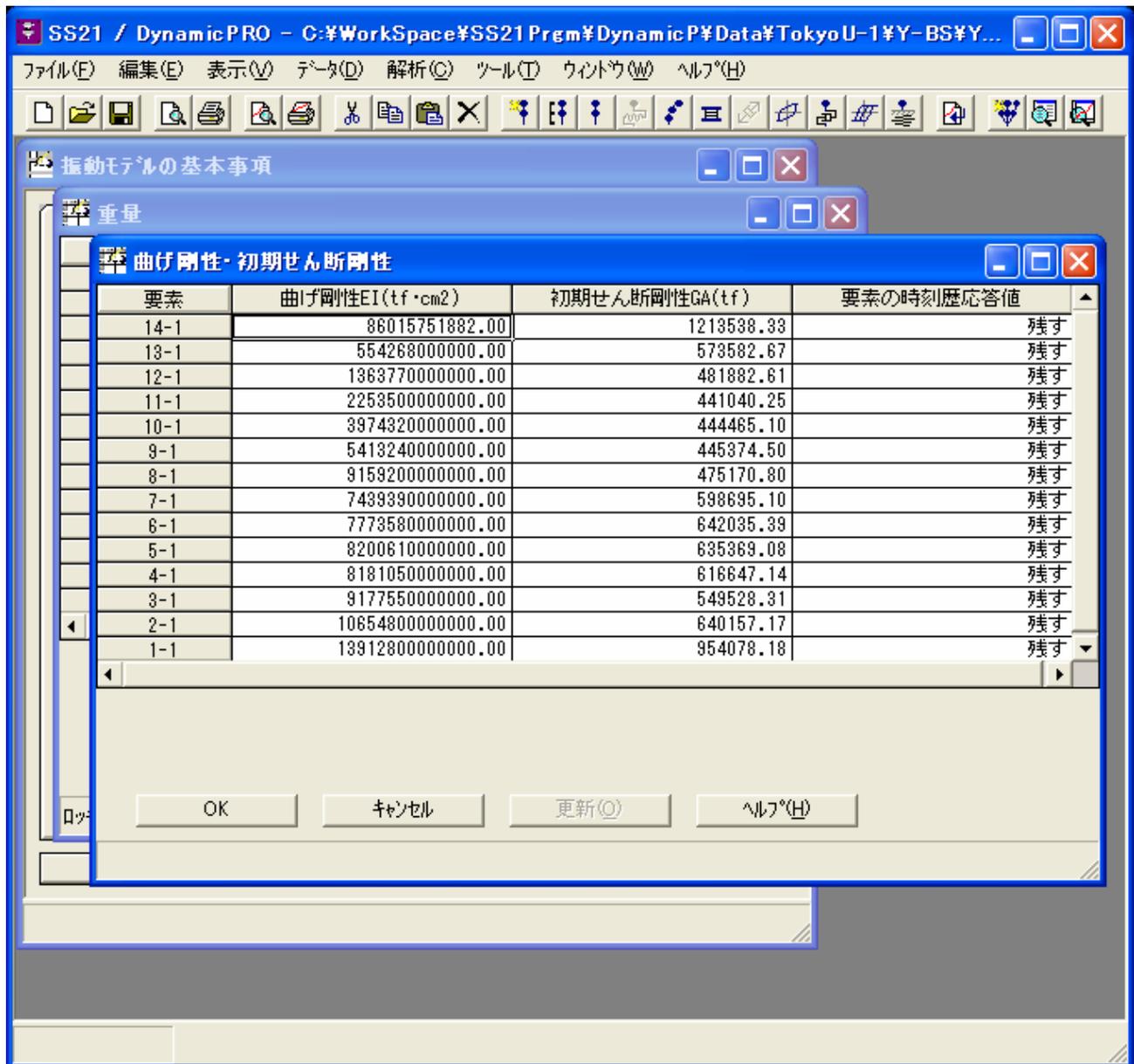
2.1. “質点の時刻歴を残す” 操作

質点重量を入力する画面で目的の質点に対して“質点の時刻歴を残す”と指定する。質点の時刻歴ファイル (CSV ファイル) には全変形の値が含まれる。下図ではすべての質点の時刻歴を残すとしている。



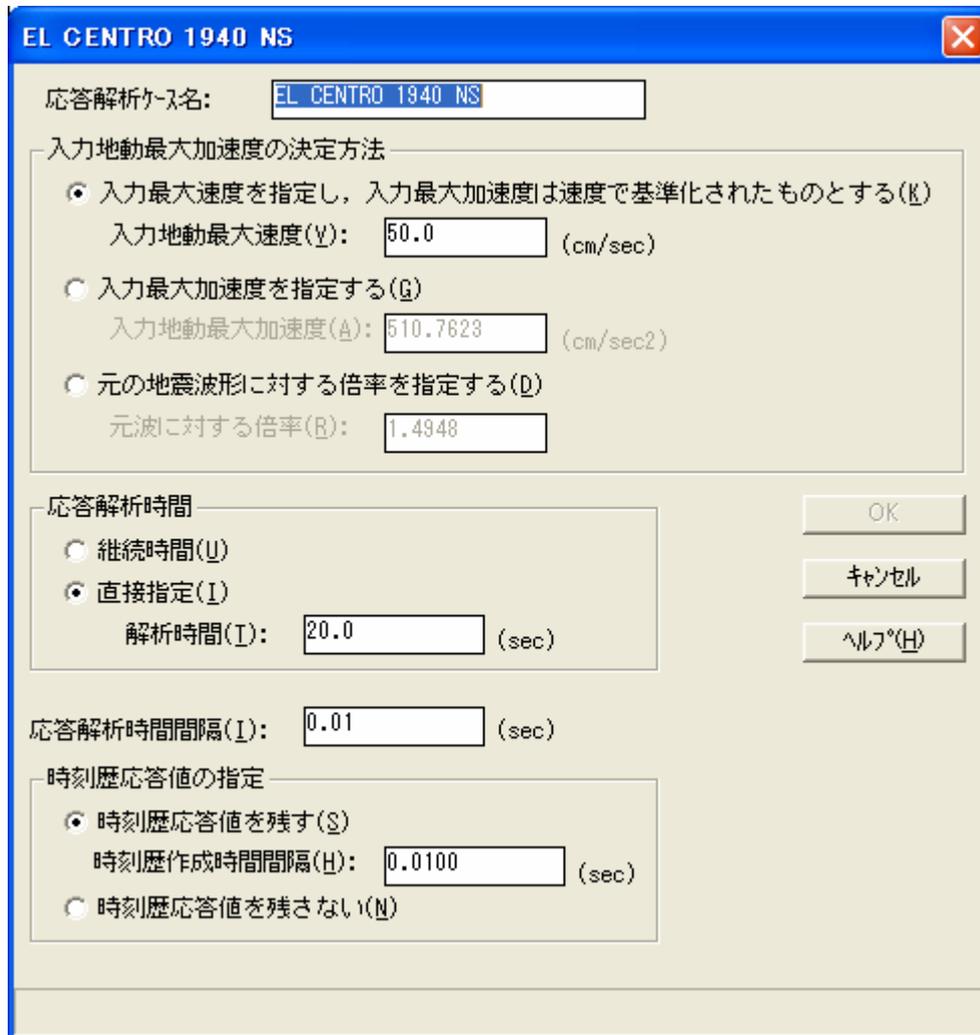
2.2. “要素の時刻歴を残す”操作

曲げ剛性・初期せん断剛性を入力する画面で目的の要素に対して“要素の時刻歴を残す”と指定する。要素の時刻歴ファイル（CSV ファイル）にはせん断成分変形の値が含まれる。下図ではすべての要素の時刻歴を残すとしている。また等価せん断型モデルの場合は、要素の番号のうち左側の値は必ず質点番号に対応しかつ右側の値は必ず 1 である。



2.3. 入力地震動に対して”時刻歴応答値を残す”操作

目的の入力地震動に対して“時刻歴応答値を残す”と指定する。ただし、この項目の初期値は“残す”とされているため特に変更していない場合は確認だけでよい。また時刻歴応答値の時間間隔（解析の時間間隔の定数倍で指定可能）も指定できる。



EL CENTRO 1940 NS

応答解析ケース名: EL CENTRO 1940 NS

入力地震動最大加速度の決定方法

- 入力最大速度を指定し、入力最大加速度は速度で基準化されたものとする(K)
入力地震動最大速度(V): 50.0 (cm/sec)
- 入力最大加速度を指定する(G)
入力地震動最大加速度(A): 510.7623 (cm/sec²)
- 元の地震波形に対する倍率を指定する(D)
元波に対する倍率(B): 1.4948

応答解析時間

- 継続時間(U)
- 直接指定(I)
解析時間(T): 20.0 (sec)

OK

キャンセル

ヘルプ(H)

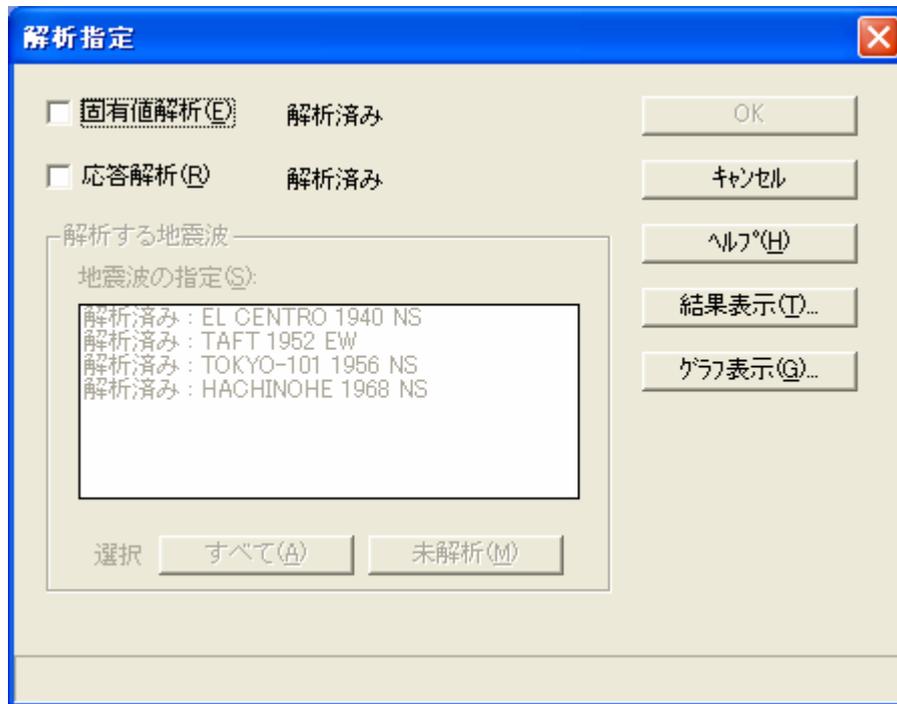
応答解析時間間隔(I): 0.01 (sec)

時刻歴応答値の指定

- 時刻歴応答値を残す(S)
時刻歴作成時間間隔(H): 0.0100 (sec)
- 時刻歴応答値を残さない(N)

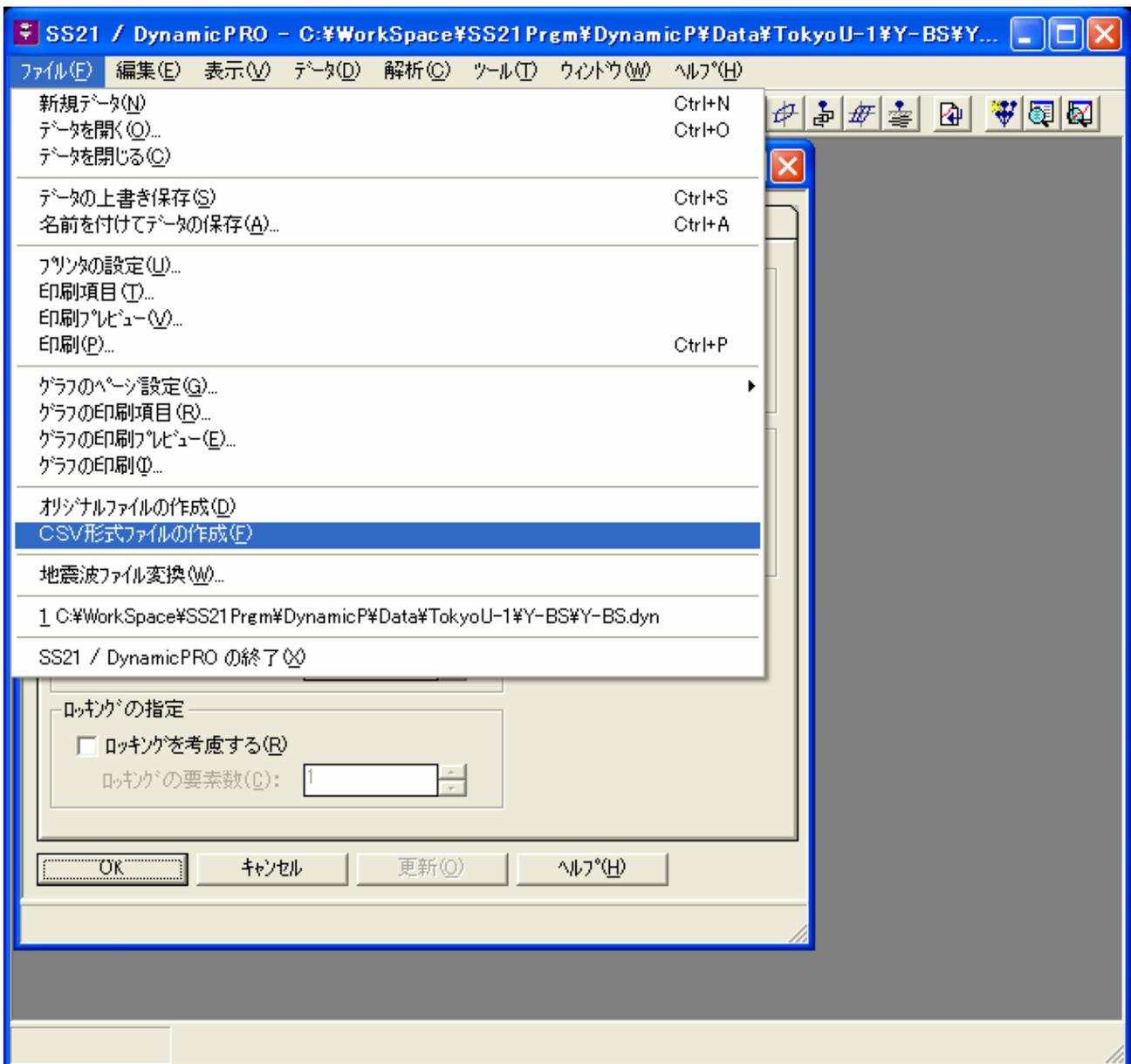
2.4. 解析操作

すべての入力地震動について解析を実行する。



2.5. CSV ファイルの作成

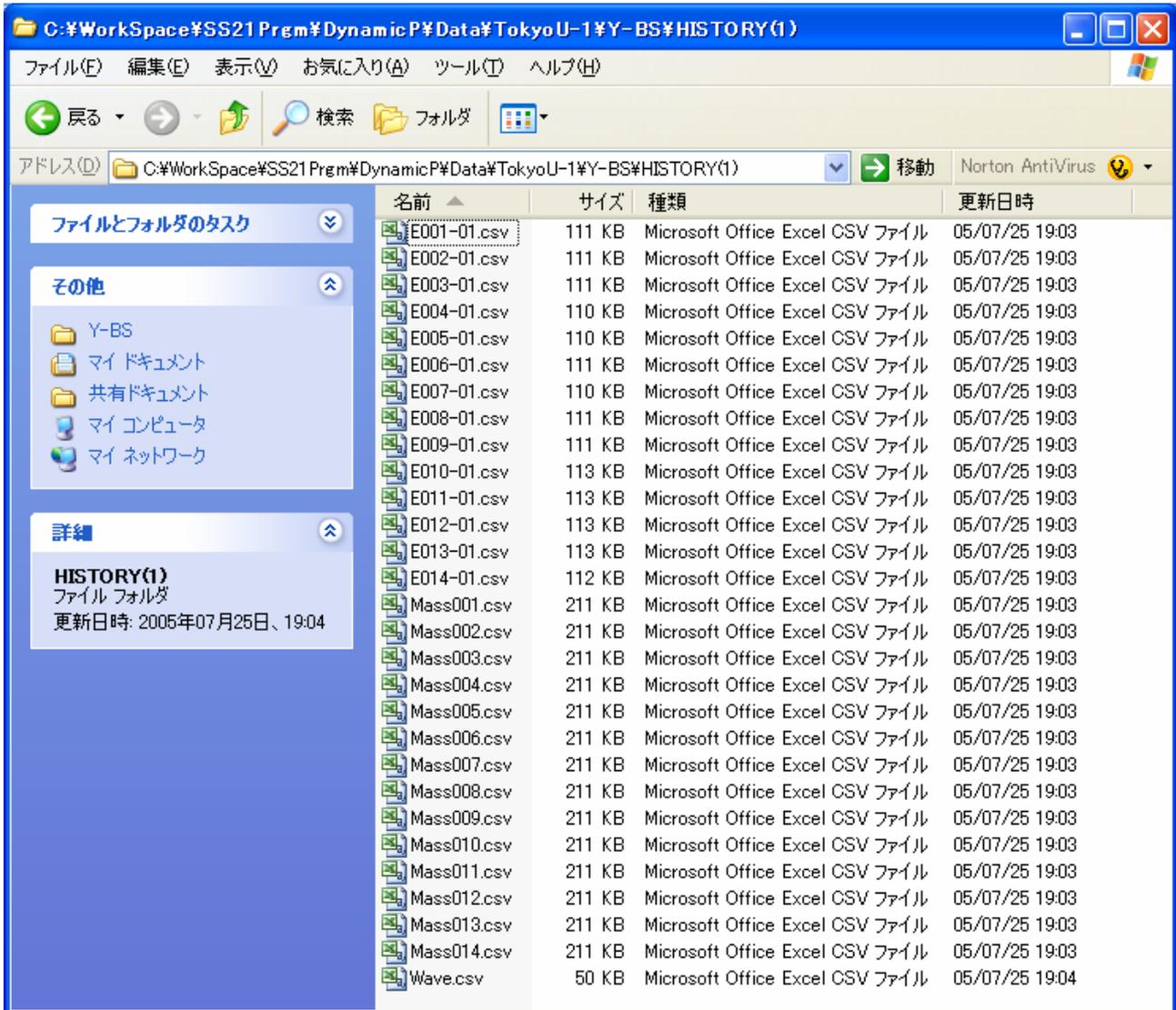
[ファイル] - [CSV 形式ファイルの作成] を実行し CSV ファイルを作成する。実行後は、既定のデータフォルダの中に、INPUT.CSV (入力データ)、EIGEN.CSV (固有値解析結果および減衰定数等)、RESPONSE.CSV (最大応答値) の各 CSV ファイルが作成される。そのほかに、HISTORY(1)や HISTORY(2) というサブフォルダが作成される。括弧中の数字は入力地震動の解析番号に対応し、このサブフォルダの中に各質点および各要素の時刻歴応答値の CSV ファイルが作成される。



3. Microsoft Excel での必要な操作（10-質点目を対象とする）

3.1. 時刻歴応答値 CSV ファイルの確認

例えば HISTORY(1)のサブフォルダの中には下図に示すような CSV ファイルが作成されている。
Mass###.csv は質点の時刻歴応答値で ###の値は質点番号に対応する。E###-\$.csv は要素の時刻歴応答値で、###の値は要素番号（等価曲げせん断型の場合、要素番号は必ず質点番号に対応している）で、\$の値は 1（等価曲げせん断型の場合）である。また Wave.csv は入力地動加速度の時刻歴である。



3.2. E010-01.csv ファイルを開く

E010-01.csv を選択し [ENTER] を押すか、E010-01.csv をダブルクリックして Microsoft Excel を起動し当該ファイルを開く。

The screenshot shows a Microsoft Excel window titled "Microsoft Excel - E010-01.csv". The spreadsheet contains the following data:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	EL CENTRO	入力最大加速度=0.51076e+03(cm/sec2)								
2	要素名	解析時刻(s)	層間せん断	層せん断力	バネ定数(tf/cm)					
3	10-1	0.00E+00	-2.12E-07	-2.62E-04	1.23E+03					
4	10-1	1.00E-02	-1.88E-06	-2.32E-03	1.23E+03					
5	10-1	2.00E-02	-8.04E-06	-9.92E-03	1.23E+03					
6	10-1	3.00E-02	-2.28E-05	-2.82E-02	1.23E+03					
7	10-1	4.00E-02	-5.04E-05	-6.23E-02	1.23E+03					
8	10-1	5.00E-02	-9.52E-05	-1.17E-01	1.23E+03					
9	10-1	6.00E-02	-1.62E-04	-2.00E-01	1.23E+03					
10	10-1	7.00E-02	-2.55E-04	-3.14E-01	1.23E+03					
11	10-1	8.00E-02	-3.78E-04	-4.67E-01	1.23E+03					
12	10-1	9.00E-02	-5.33E-04	-6.58E-01	1.23E+03					
13	10-1	1.00E-01	-7.16E-04	-8.84E-01	1.23E+03					
14	10-1	1.10E-01	-9.18E-04	-1.13E+00	1.23E+03					
15	10-1	1.20E-01	-1.12E-03	-1.38E+00	1.23E+03					
16	10-1	1.30E-01	-1.29E-03	-1.59E+00	1.23E+03					
17	10-1	1.40E-01	-1.38E-03	-1.70E+00	1.23E+03					
18	10-1	1.50E-01	-1.35E-03	-1.66E+00	1.23E+03					
19	10-1	1.60E-01	-1.14E-03	-1.40E+00	1.23E+03					
20	10-1	1.70E-01	-7.07E-04	-8.73E-01	1.23E+03					
21	10-1	1.80E-01	-2.11E-05	-2.61E-02	1.23E+03					
22	10-1	1.90E-01	9.38E-04	1.16E+00	1.23E+03					
23	10-1	2.00E-01	2.17E-03	2.68E+00	1.23E+03					
24	10-1	2.10E-01	3.66E-03	4.52E+00	1.23E+03					
25	10-1	2.20E-01	5.39E-03	6.65E+00	1.23E+03					
26	10-1	2.30E-01	7.32E-03	9.04E+00	1.23E+03					
27	10-1	2.40E-01	9.44E-03	1.17E+01	1.23E+03					
28	10-1	2.50E-01	1.17E-02	1.45E+01	1.23E+03					

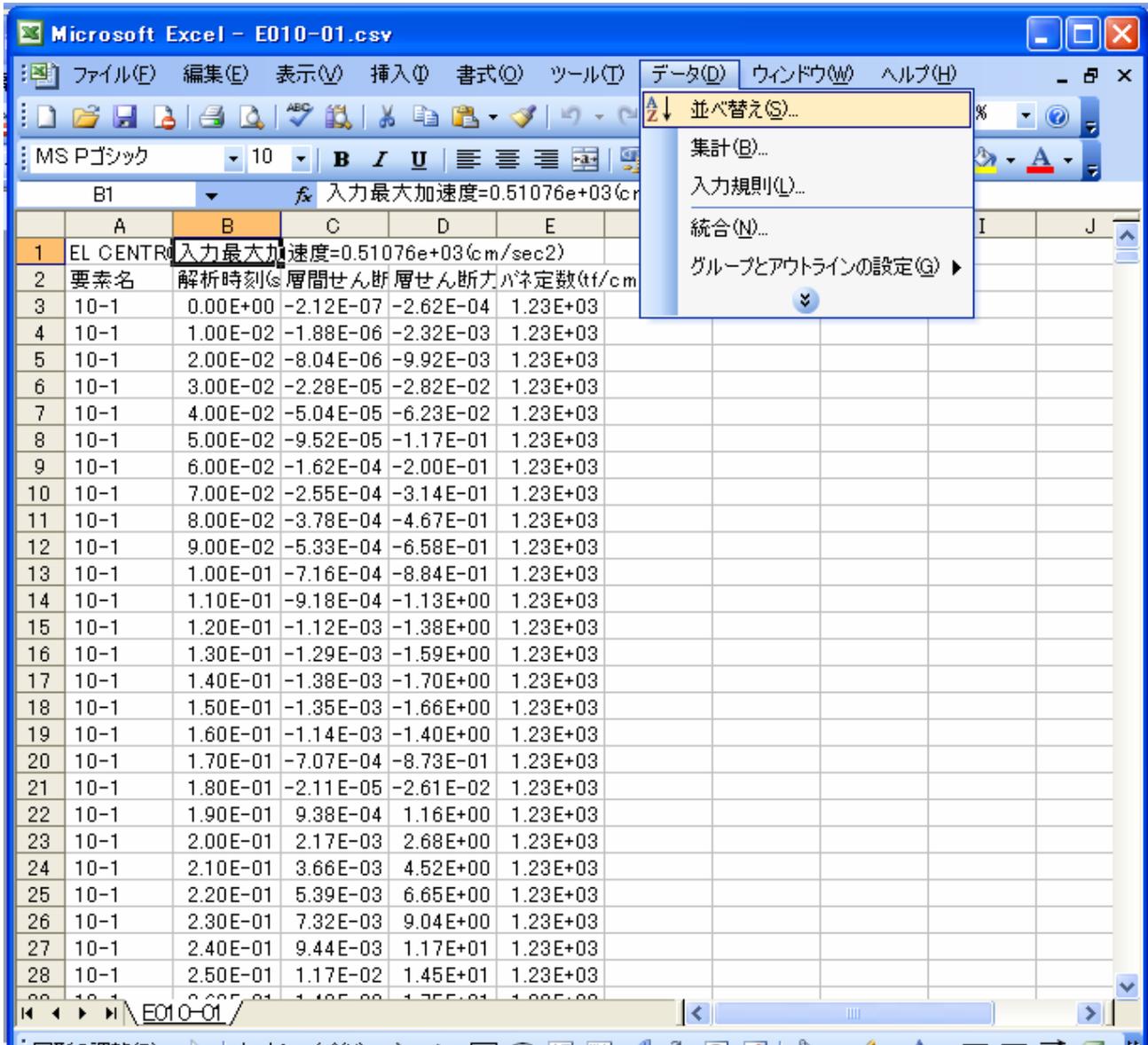
3.3. 剛性変化時の瞬間応答値を削除 (1)

要素の時刻歴応答値には、対象の要素が応答解析の中で塑性化など剛性が変化したステップがある場合に剛性の変化した瞬間の応答値を前後のステップに挿入して記述している（一般に剛性の変化は解析時間刻みの途中で発生している）。しかし、後で開く質点の時刻歴応答値にはそういった剛性変化の瞬間応答値が記述されていないため、そのまま両者を重ね合わせると剛性が変化することに同時刻の記述行がずれていく。

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
196	10-1	1.93E+00	4.38E-01	5.41E+02	1.23E+03					
197	10-1	1.94E+00	5.16E-01	6.38E+02	1.23E+03					
198	10-1	1.95E+00	5.95E-01	7.34E+02	1.23E+03					
199	10-1	1.96E+00	6.72E-01	8.30E+02	1.23E+03					
200	10-1	1.97E+00	7.47E-01	9.23E+02	1.23E+03					
201	10-1	1.98E+00	8.20E-01	1.01E+03	1.23E+03					
202	10-1	P	8.24E-01	1.02E+03						
203	10-1	1.99E+00	8.89E-01	1.09E+03	1.11E+03					
204	10-1	2.00E+00	9.52E-01	1.16E+03	1.11E+03					
205	10-1	2.01E+00	1.01E+00	1.22E+03	1.11E+03					
206	10-1	2.02E+00	1.06E+00	1.28E+03	1.11E+03					
207	10-1	2.03E+00	1.10E+00	1.33E+03	1.11E+03					
208	10-1	2.04E+00	1.14E+00	1.37E+03	1.11E+03					
209	10-1	2.05E+00	1.17E+00	1.40E+03	1.11E+03					
210	10-1	2.06E+00	1.18E+00	1.42E+03	1.11E+03					
211	10-1	2.07E+00	1.19E+00	1.43E+03	1.11E+03					
212	10-1	P	1.19E+00	1.43E+03						
213	10-1	2.08E+00	1.19E+00	1.42E+03	1.23E+03					
214	10-1	2.09E+00	1.18E+00	1.41E+03	1.23E+03					
215	10-1	2.10E+00	1.16E+00	1.38E+03	1.23E+03					
216	10-1	2.11E+00	1.13E+00	1.35E+03	1.23E+03					
217	10-1	2.12E+00	1.09E+00	1.30E+03	1.23E+03					
218	10-1	2.13E+00	1.05E+00	1.25E+03	1.23E+03					
219	10-1	2.14E+00	9.99E-01	1.19E+03	1.23E+03					
220	10-1	2.15E+00	9.43E-01	1.12E+03	1.23E+03					
221	10-1	2.16E+00	8.82E-01	1.05E+03	1.23E+03					
222	10-1	2.17E+00	8.16E-01	9.63E+02	1.23E+03					
223	10-1	2.18E+00	7.45E-01	8.75E+02	1.23E+03					

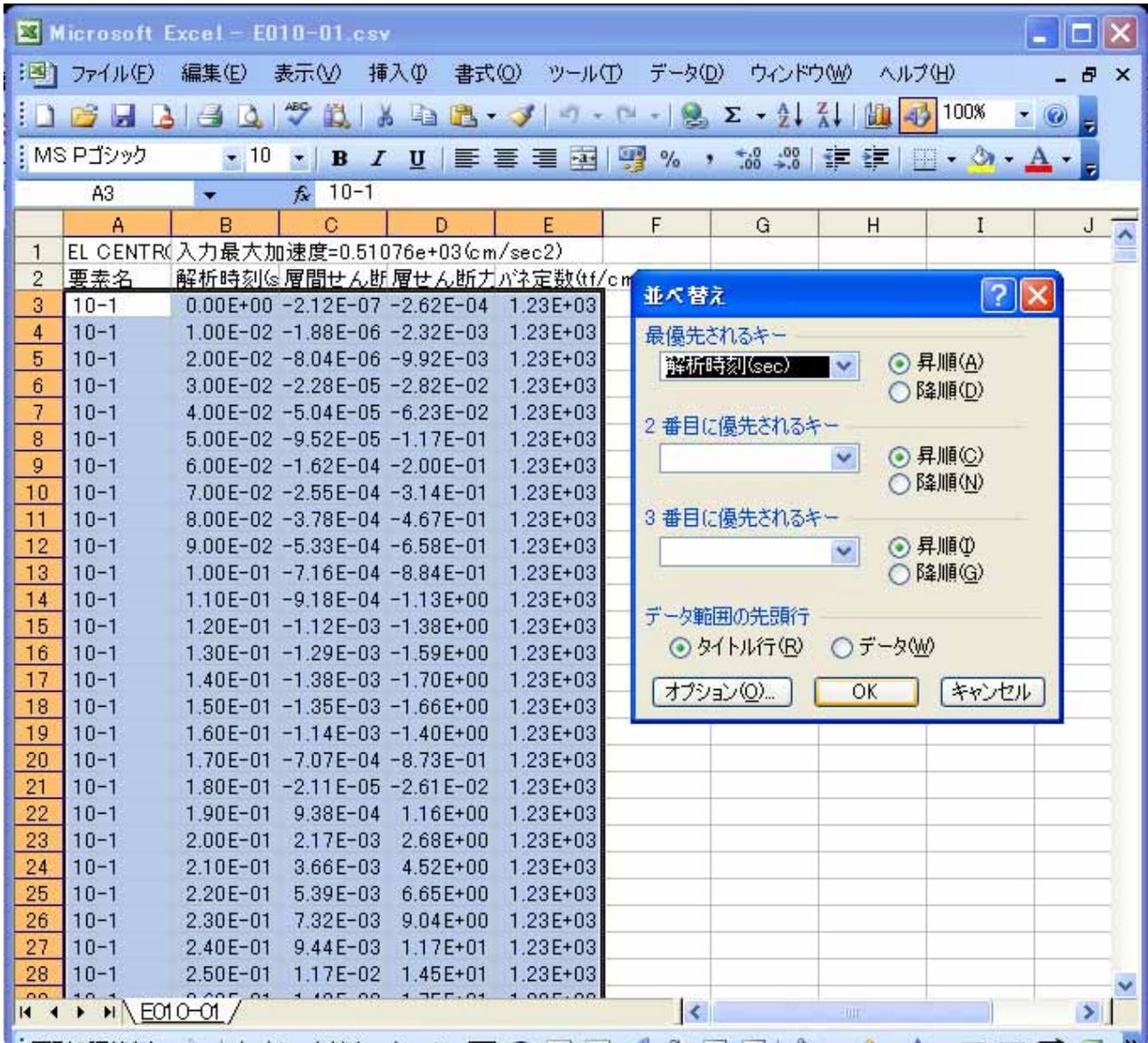
3.4. 剛性変化時の瞬間応答値を削除 (2)

Microsoft Excel の [B-1] セルにカーソルを移動し, [データ] - [並び替え] を指定する。



3.5. 剛性変化時の瞬間応答値を削除 (3)

3 行目以降の A ~ E 列が自動的に選択され, “ 解析時刻(sec) ” キーが “ 昇順 ” になっていることを確認して [OK] を押す。



3.8. Mass010.csv ファイルを開く

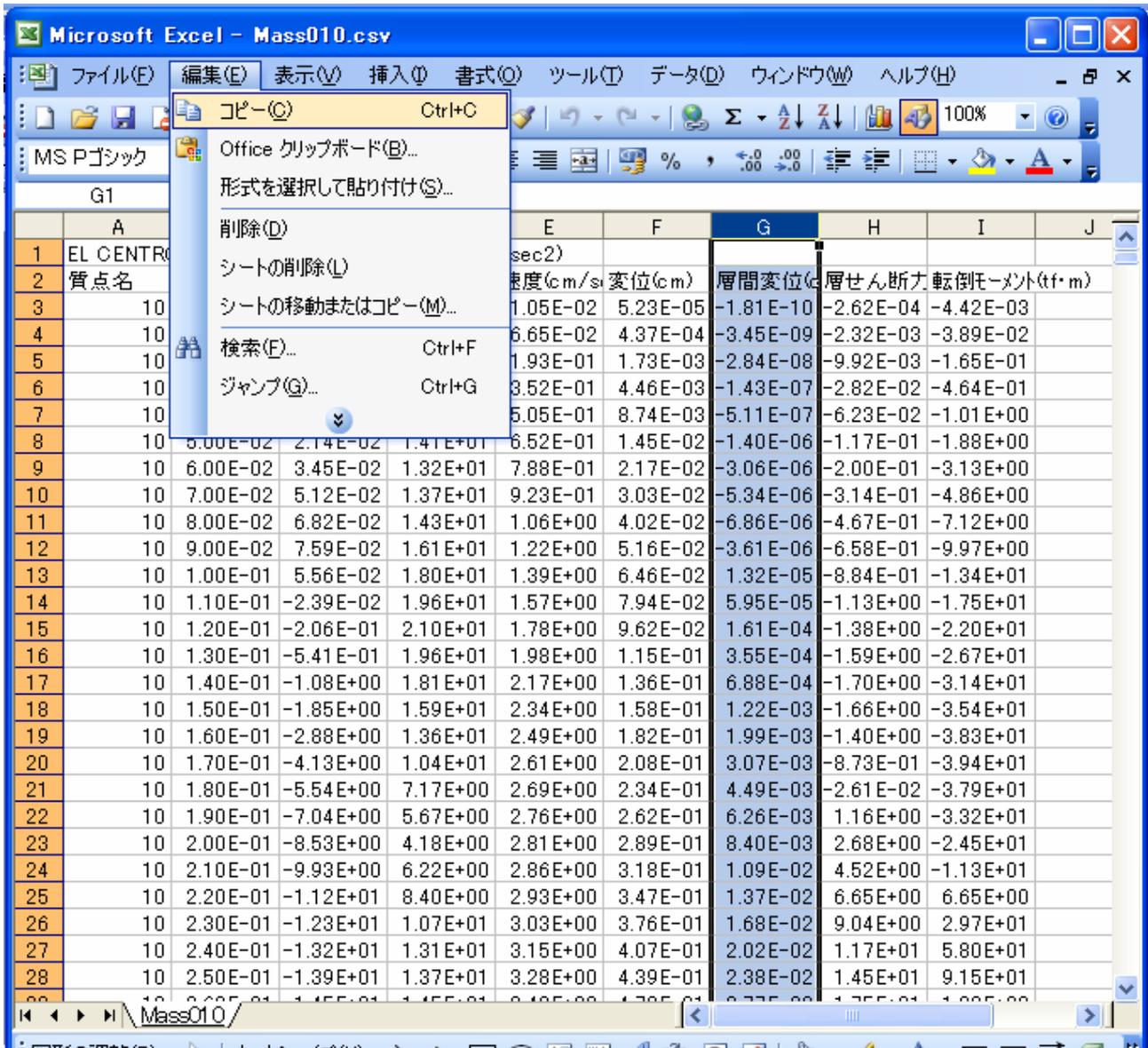
Mass010.csv を選択し [ENTER] を押すか、E010-01.csv をダブルクリックして Microsoft Excel を起動し当該ファイルを開く。

The screenshot shows a Microsoft Excel spreadsheet with the following data:

質点名	解析時刻(s)	絶対加速度	相対加速度	速度(cm/s)	変位(cm)	層間変位(cm)	層せん断力	転倒モーメント(tf·m)
10	0.00E+00	9.84E-05	2.09E+00	1.05E-02	5.23E-05	-1.81E-10	-2.62E-04	-4.42E-03
10	1.00E-02	7.26E-04	9.12E+00	6.65E-02	4.37E-04	-3.45E-09	-2.32E-03	-3.89E-02
10	2.00E-02	2.59E-03	1.61E+01	1.93E-01	1.73E-03	-2.84E-08	-9.92E-03	-1.65E-01
10	3.00E-02	6.25E-03	1.56E+01	3.52E-01	4.46E-03	-1.43E-07	-2.82E-02	-4.64E-01
10	4.00E-02	1.22E-02	1.51E+01	5.05E-01	8.74E-03	-5.11E-07	-6.23E-02	-1.01E+00
10	5.00E-02	2.14E-02	1.41E+01	6.52E-01	1.45E-02	-1.40E-06	-1.17E-01	-1.88E+00
10	6.00E-02	3.45E-02	1.32E+01	7.88E-01	2.17E-02	-3.06E-06	-2.00E-01	-3.13E+00
10	7.00E-02	5.12E-02	1.37E+01	9.23E-01	3.03E-02	-5.34E-06	-3.14E-01	-4.86E+00
10	8.00E-02	6.82E-02	1.43E+01	1.06E+00	4.02E-02	-6.86E-06	-4.67E-01	-7.12E+00
10	9.00E-02	7.59E-02	1.61E+01	1.22E+00	5.16E-02	-3.61E-06	-6.58E-01	-9.97E+00
10	1.00E-01	5.56E-02	1.80E+01	1.39E+00	6.46E-02	1.32E-05	-8.84E-01	-1.34E+01
10	1.10E-01	-2.39E-02	1.96E+01	1.57E+00	7.94E-02	5.95E-05	-1.13E+00	-1.75E+01
10	1.20E-01	-2.06E-01	2.10E+01	1.78E+00	9.62E-02	1.61E-04	-1.38E+00	-2.20E+01
10	1.30E-01	-5.41E-01	1.96E+01	1.98E+00	1.15E-01	3.55E-04	-1.59E+00	-2.67E+01
10	1.40E-01	-1.08E+00	1.81E+01	2.17E+00	1.36E-01	6.88E-04	-1.70E+00	-3.14E+01
10	1.50E-01	-1.85E+00	1.59E+01	2.34E+00	1.58E-01	1.22E-03	-1.66E+00	-3.54E+01
10	1.60E-01	-2.88E+00	1.36E+01	2.49E+00	1.82E-01	1.99E-03	-1.40E+00	-3.83E+01
10	1.70E-01	-4.13E+00	1.04E+01	2.61E+00	2.08E-01	3.07E-03	-8.73E-01	-3.94E+01
10	1.80E-01	-5.54E+00	7.17E+00	2.69E+00	2.34E-01	4.49E-03	-2.61E-02	-3.79E+01
10	1.90E-01	-7.04E+00	5.67E+00	2.76E+00	2.62E-01	6.26E-03	1.16E+00	-3.32E+01
10	2.00E-01	-8.53E+00	4.18E+00	2.81E+00	2.89E-01	8.40E-03	2.68E+00	-2.45E+01
10	2.10E-01	-9.93E+00	6.22E+00	2.86E+00	3.18E-01	1.09E-02	4.52E+00	-1.13E+01
10	2.20E-01	-1.12E+01	8.40E+00	2.93E+00	3.47E-01	1.37E-02	6.65E+00	6.65E+00
10	2.30E-01	-1.23E+01	1.07E+01	3.03E+00	3.76E-01	1.68E-02	9.04E+00	2.97E+01
10	2.40E-01	-1.32E+01	1.31E+01	3.15E+00	4.07E-01	2.02E-02	1.17E+01	5.80E+01
10	2.50E-01	-1.39E+01	1.37E+01	3.28E+00	4.39E-01	2.38E-02	1.45E+01	9.15E+01

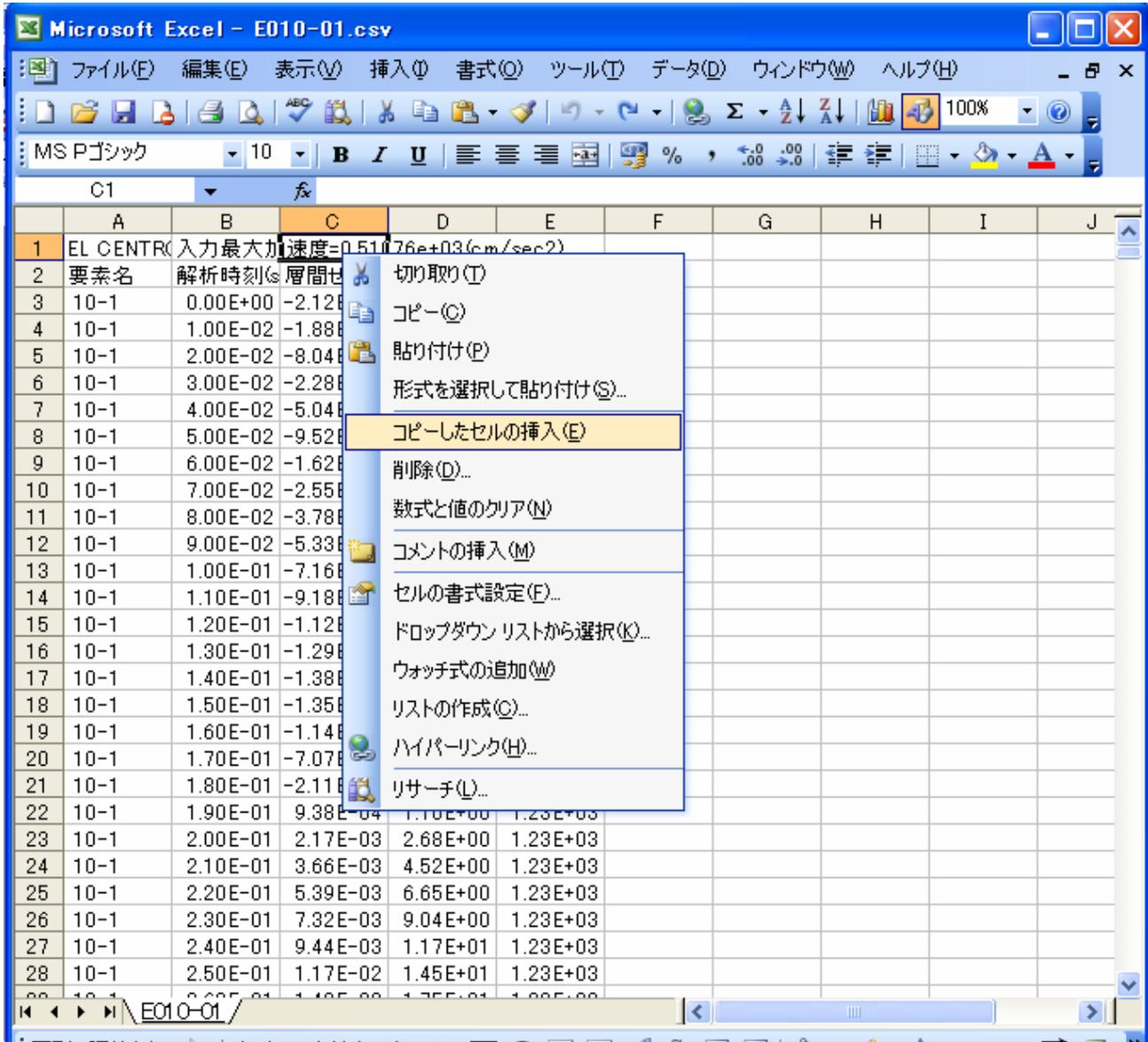
3.9. Mass010.csv ファイルから層間変位（全変形）データをコピーする

Mass010.csv の G 列全体（層間変位）を選択し，[編集] - [コピー] を指定する。



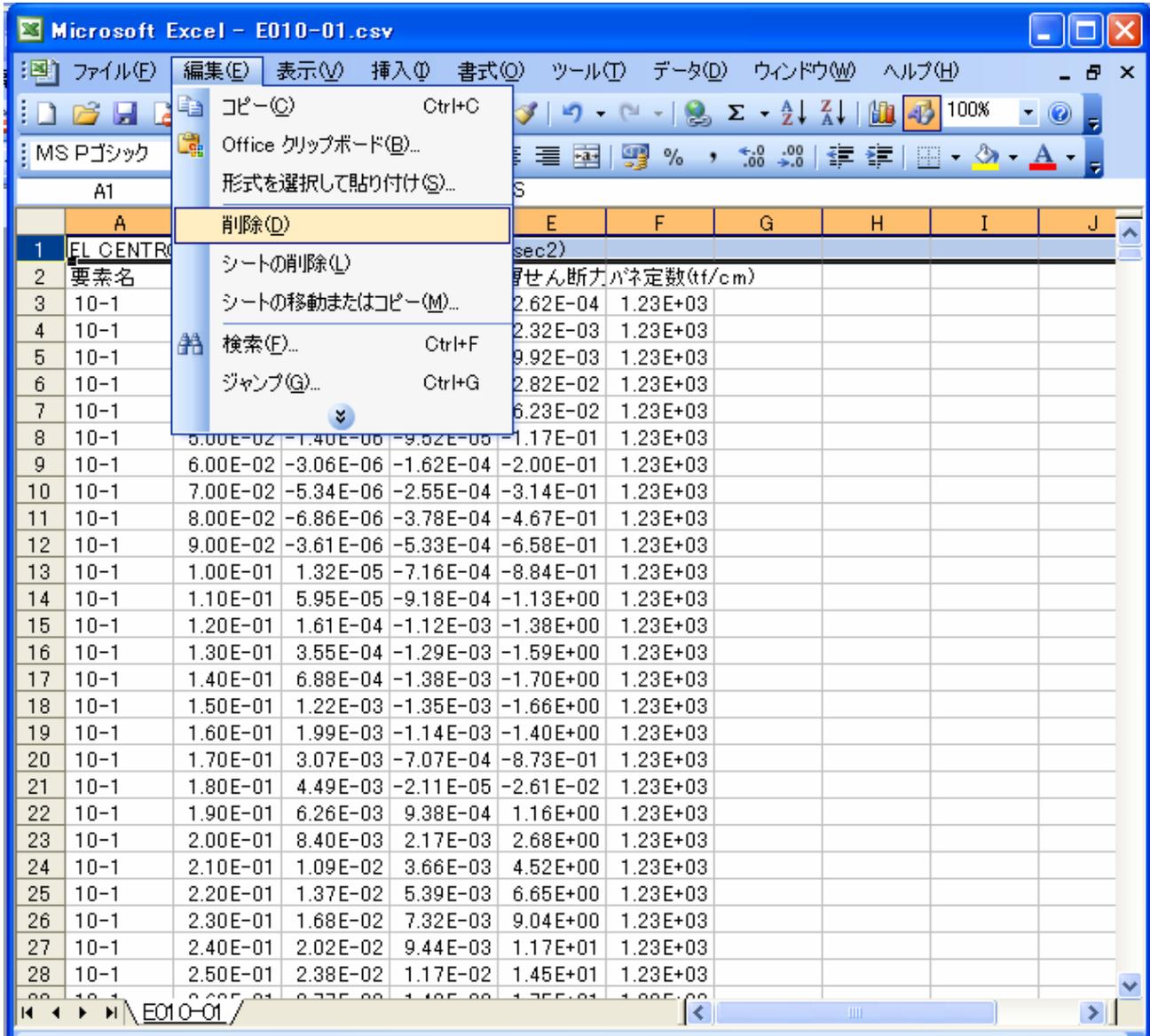
3.10. E010-01.csv ファイルに層間変位（全変形）データを貼り付ける

再び E010-01.csv を表示し、[C-1]セルにカーソルを移動し、右クリックで表示されるプロパティから“コピーしたセルの挿入”を指定する。



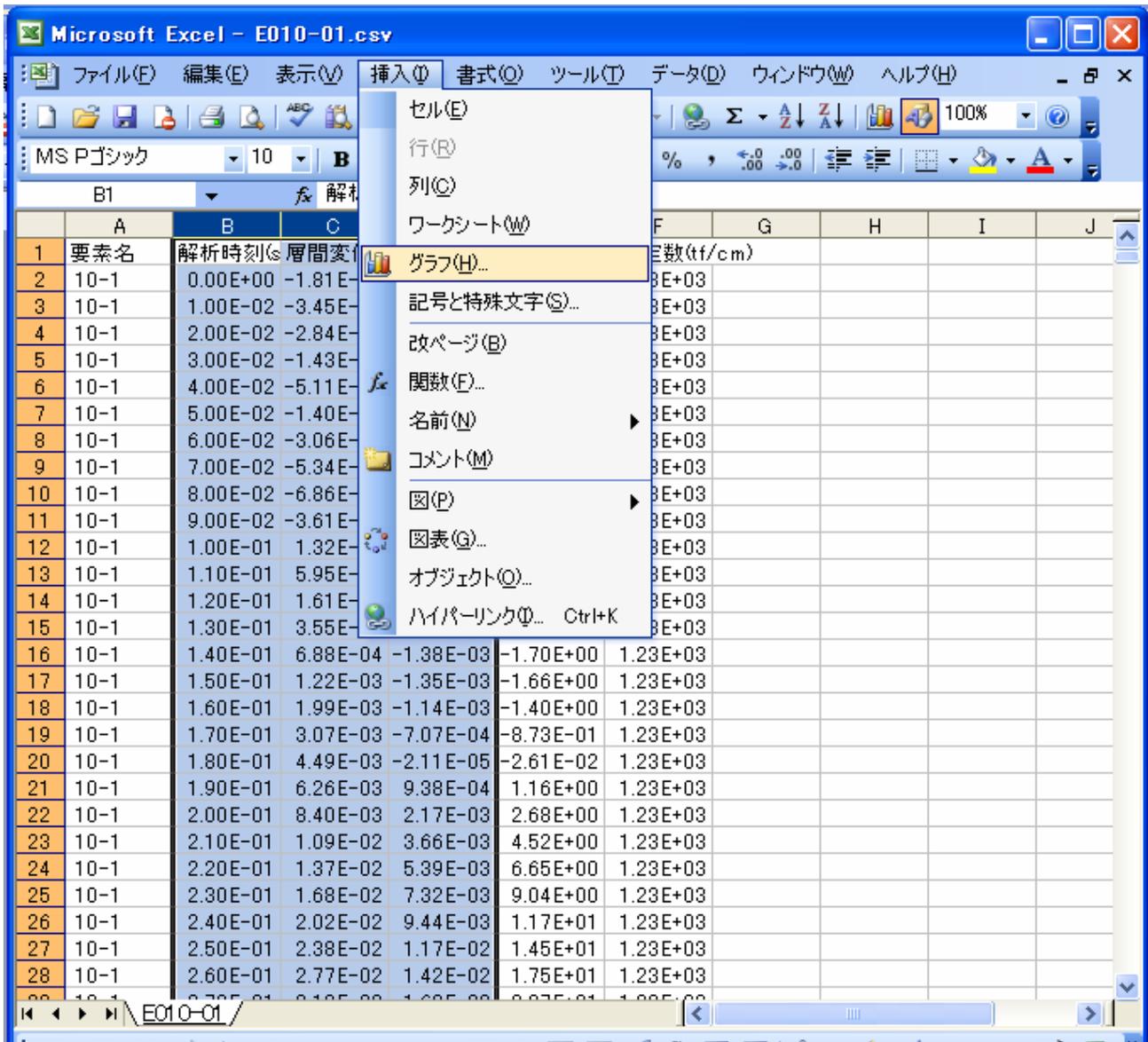
3.11. 時刻歴変位の図化に不必要な 1 行目を削除する

時刻歴変位の図化に不必要な 1 行目を削除する。1 行目を残したままでも作図できるが、指定が多くなるためここで削除する。1 行目全体を選択後、[編集] - [削除] を実行する。



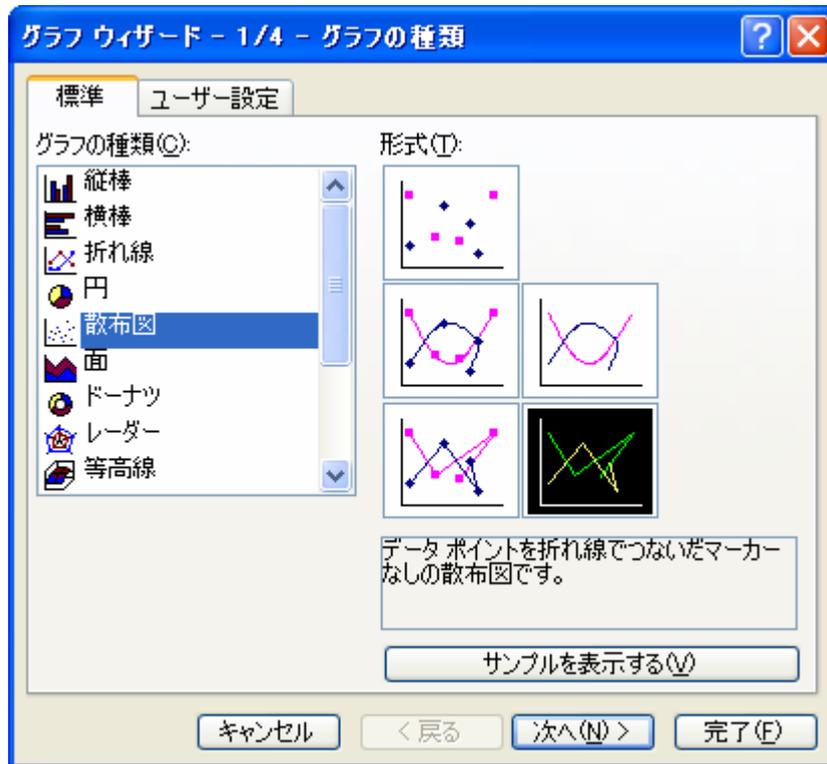
3.12. 図化に必要な範囲を選択しグラフ機能を指定する

B～D 列全体を選択し、[挿入] - [グラフ] を指定する、



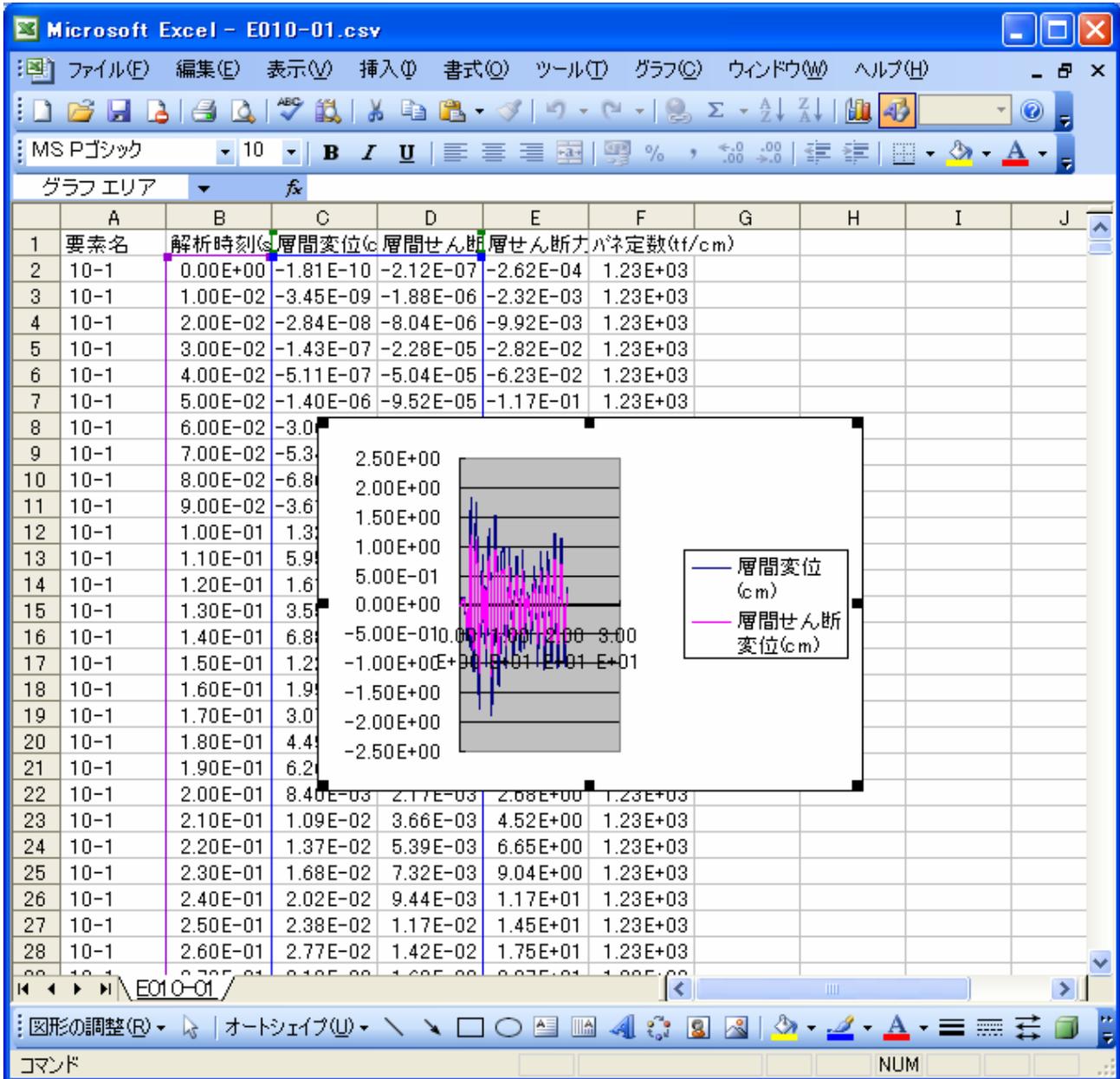
3.13. グラフ種類と形式を選択して図化指定

グラフの種類では“ 散布図 ” を、形式では下図に示すタイプを指定し [完了] を押す。



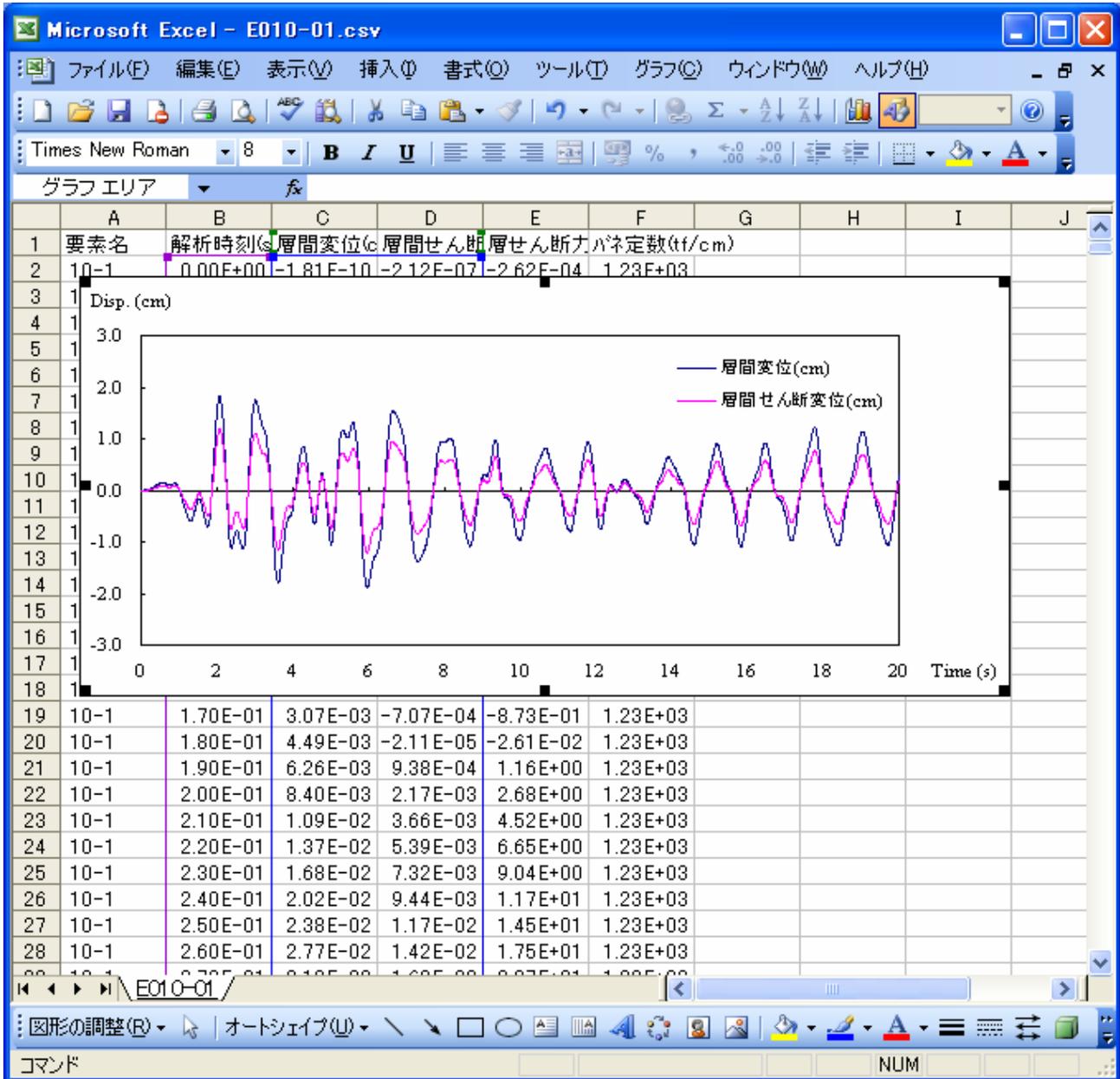
3.14. グラフ表示(1)

まず下図のようなグラフが表示される。これ以降はマイクロソフトのグラフの設定機能を用いて変更していく。



3.15. グラフ表示(2)

グラフの設定機能を用いたグラフ例を下図に示す。これで 10 質点目の全変形（層間変位）とせん断成分変形との時刻歴を重ねて図示できた。全変形の内に占めるせん断成分変形の傾向がわかる。



以上