

1 準拠資料
道路橋示方書V(平成29年11月)

2 計算対象条件
コンクリートの種類：鉄筋コンクリート、プレストレストコンクリートは対象にしていません。

鉄筋形状：異形棒鋼
断面形状：矩形(長方形)
有限要素の種類：(はり要素)

鉄筋コンクリートの非線形履歴特性：Takedaモデル(剛性低下型トリニアモデル)

Takedaモデルはパラメータとして、び割れモーメント/曲率(M_c/ϕ_c)、初降伏モーメント/曲率(M_y/ϕ_y)、終局モーメント/曲率(M_u/ϕ_u)からなるトリニア型モデルです(図-1)。但し図-4に示すように鉄筋コンクリートの圧縮縁が図の上側にくる場合(normal)と図の下側にくる場合(reverse)の両方の場合について $M-\phi$ を求める必要があります。当アプリでは鉄筋位置を上側が圧縮縁とした場合の値を入力することで、reverse値も同時に計算しています。

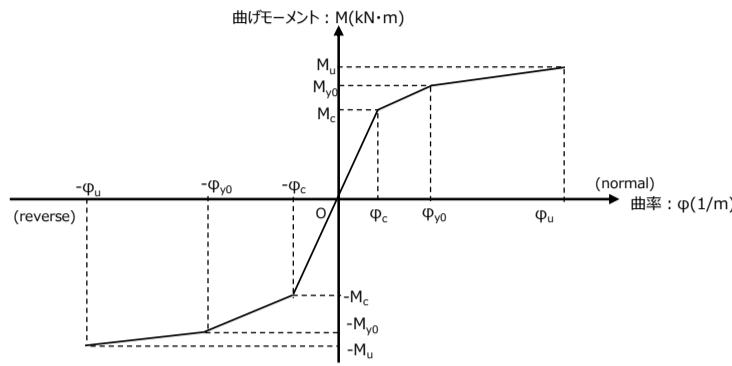
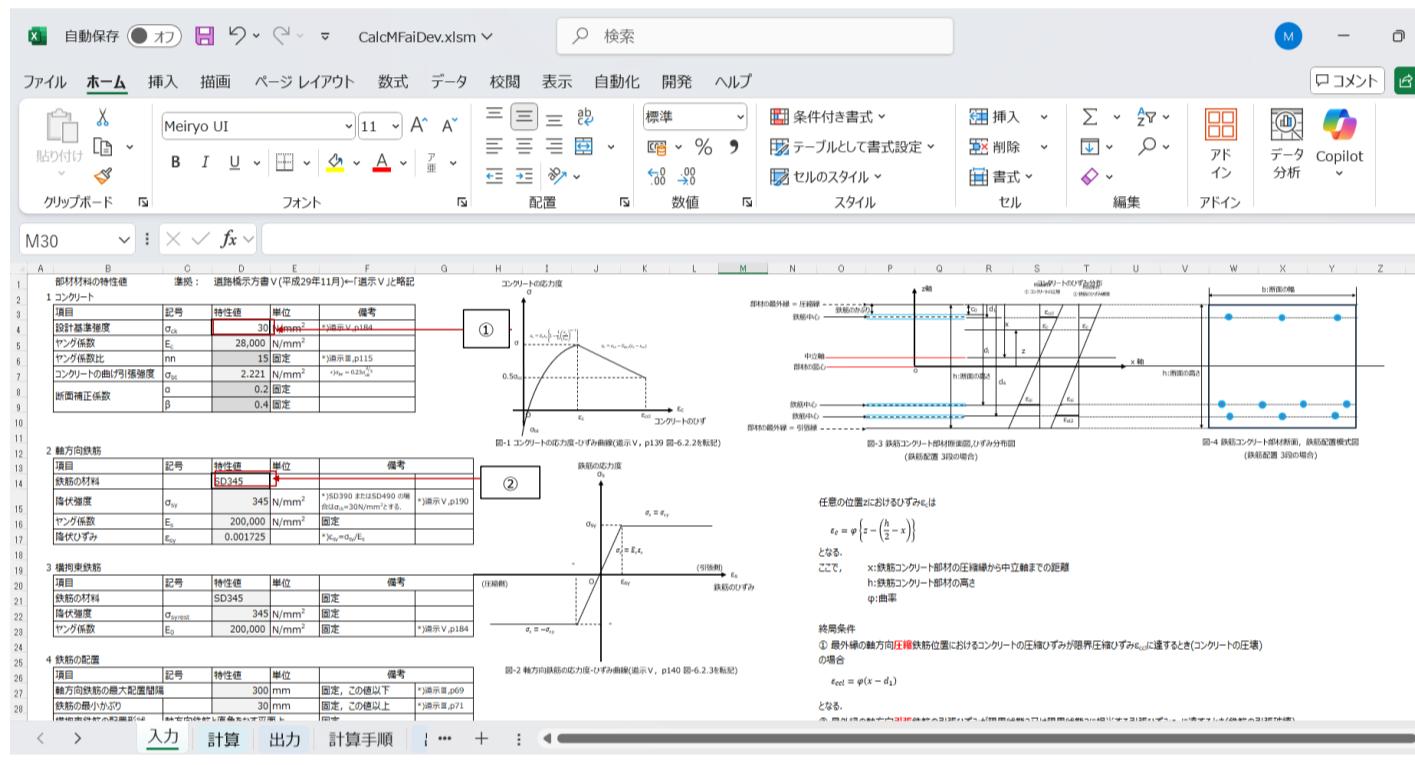


図-1 鉄筋コンクリートの曲げモーメント-曲率関係

3 入力
3.1 「入力」シート



①「1.コンクリート/設計基準強度」をブルダウンメニューから選択します。
②「2.軸方向鉄筋/鉄筋の材料」をブルダウンメニューから選択します。

3.2 「計算」シート

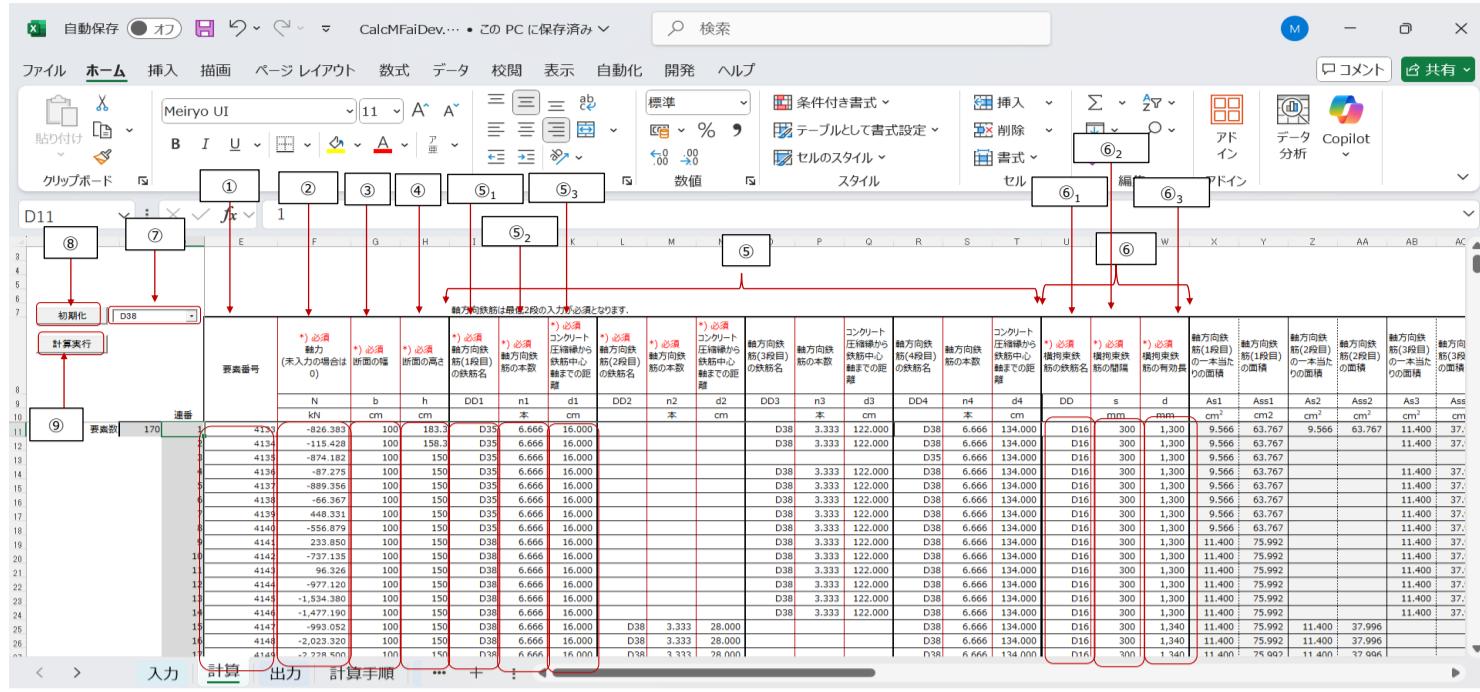


図-3 「計算」シート

500要素までのデータ入力が可能です。

①「要素番号」：要素名を入力します。番号としてはいますが、任意の文字列が入力可能です。

②「軸力(kN)」：各要素に作用する外力としての軸力を入力します。値が未入力の場合は 0.0kN と解釈されます。

③「断面の幅(cm)」：部材断面の幅を入力します。

ボックスカルバート等の平板形状部材をはり要素でモデル化する場合、通常軸方向鉄筋と直角方向に単位長さを取り、それら断面の幅となります(b=1m = 100 cm)。

④「断面の高さ(cm)」：部材断面の高さを入力します。

⑤「配筋情報の入力」：軸方向鉄筋

軸方向鉄筋は最低2段の入力が必要となり、最大4段までの入力が可能です。

⑤₁ 軸方向鉄筋の鉄筋名：異形棒鋼の呼び名を入力します。

⑤₂ のコンボボックスから選択します。Dxxの形式で手入力も可能です。

⑤₃ 軸方向鉄筋の本数：断面幅方向に数えた全配筋本数を入力します。

平板形状の場合、断面幅方向で数えた全配筋本数の単位長さ当たりの本数を入力します。

⑤₄ 軸方向鉄筋の位置：コンクリート圧縮縁から鉄筋中心軸までの距離(cm)を入力します。

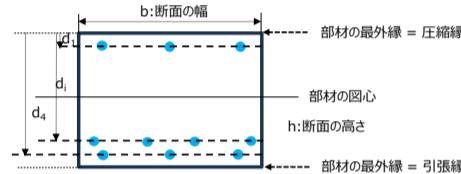


図-4 鉄筋コンクリート部材断面、鉄筋配置模式図

注意)4段まで鉄筋位置の入力が可能であり、区別する意味でd₁,d₂,d₃,d₄と表記していますがnormal-reverse両方の値を求める必要もあり、鉄筋データは

「軸方向鉄筋の位置」で内部でソートしており、**ランダム入力が可能**です。

例えば1番目の要素の鉄筋データは、入力位置を変えただけの図-5.1、図-5.2、図-5.3では、まったく同じ計算結果を出力します。ブランクは無視されます。



図-5.1 鉄筋位置情報の入力例-1-

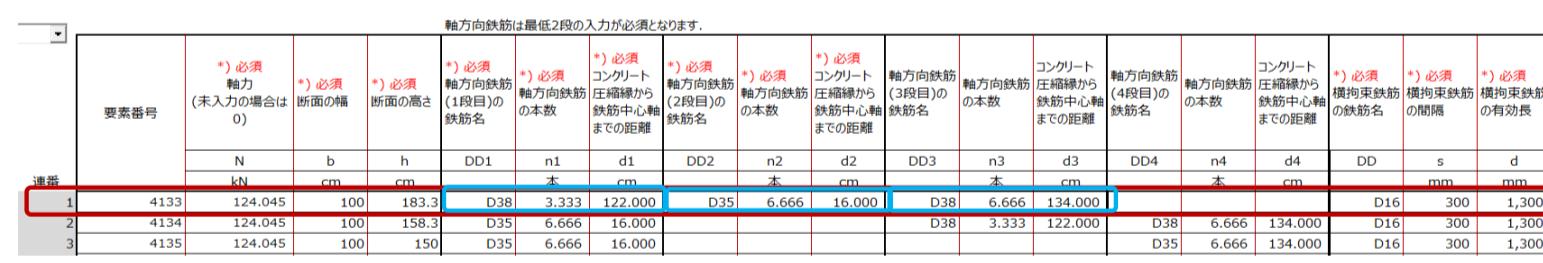


図-5.2 鉄筋位置情報の入力例-2-



図-5.3 鉄筋位置情報の入力例-3-

⑥横拘束配筋情報の入力

- 横拘束配筋のデータは各要素毎に入力する必要があります。
- ① 横拘束配筋の鉄筋名：異形棒鋼の呼び名を入力します。
 ② のコンボボックスから選択します。Dxxの形式で手入力も可能です。
- ② 横拘束配筋の間隔(mm)：横拘束配筋の間隔を入力します。
- ③ 横拘束鉄筋の有効長(mm)：横拘束鉄筋の有効長を入力します。

①～⑥のデータの入力は、別のexcel sheetで作成しそれをコピーし一括でこの「計算」シートに貼り付けることでも可能です。

⑦鉄筋名選択コンボボックス

鉄筋名セル(DD1～DD4)選択の状態で、プルダウンメニューに表示された鉄筋名をクリックすると、その鉄筋名がそのセルにセットされます。



要素番号	N	b	h	DD1	n1	d1	DD2	n2	d2	DD3	n3	d3	DD4	n4	d4	DD	s	軸方向鉄筋は最低2段の入力が必須となります。			
																		軸方向鉄筋 (1段目)の 鉄筋名	軸方向鉄筋 (2段目)の 鉄筋名	軸方向鉄筋 (3段目)の 鉄筋名	軸方向鉄筋 (4段目)の 鉄筋名
1	4133	124.045	100	183.3	D38	3.333	122.000			D38	6.666	134.000	D35	6.666	16.000	D16	300				
2	4134	124.045	100	158.3	D35	6.666	16.000			D38	3.333	122.000	D38	6.666	134.000	D16	300				
3	4135	124.045	100	150	D35	6.666	16.000			D38	3.333	122.000	D35	6.666	134.000	D16	300				
4	4136	136.148	100	150	D35	6.666	16.000			D38	3.333	122.000	D38	6.666	134.000	D16	300				
5	4137	136.148	100	150	D35	6.666	16.000			D38	3.333	122.000	D38	6.666	134.000	D16	300				
6	4138	98.892	100	150	D35	6.666	16.000			D38	3.333	122.000	D38	6.666	134.000	D16	300				
7	4139	98.892	100	150	D35	6.666	16.000			D38	3.333	122.000	D38	6.666	134.000	D16	300				
8	4140	98.892	100	150	D35	6.666	16.000			D38	3.333	122.000	D38	6.666	134.000	D16	300				
9	4141	98.892	100	150	D38	6.666	16.000			D38	3.333	122.000	D38	6.666	134.000	D16	300				

図-6.1 コンボボックスによる鉄筋名のセット-1



要素番号	N	b	h	DD1	n1	d1	DD2	n2	d2	DD3	n3	d3	DD4	n4	d4	DD	s	軸方向鉄筋は最低2段の入力が必須となります。			
																		軸方向鉄筋 (1段目)の 鉄筋名	軸方向鉄筋 (2段目)の 鉄筋名	軸方向鉄筋 (3段目)の 鉄筋名	軸方向鉄筋 (4段目)の 鉄筋名
1	4133	124.045	100	183.3	D38	3.333	122.000			D38	6.666	134.000	D35	6.666	16.000	D16	300				
2	4134	124.045	100	158.3	D35	6.666	16.000	D29		D38	3.333	122.000	D38	6.666	134.000	D16	300				
3	4135	124.045	100	150	D35	6.666	16.000			D38	3.333	122.000	D35	6.666	134.000	D16	300				
4	4136	136.148	100	150	D35	6.666	16.000			D38	3.333	122.000	D38	6.666	134.000	D16	300				
5	4137	136.148	100	150	D35	6.666	16.000			D38	3.333	122.000	D38	6.666	134.000	D16	300				
6	4138	98.892	100	150	D35	6.666	16.000			D38	3.333	122.000	D38	6.666	134.000	D16	300				
7	4139	98.892	100	150	D35	6.666	16.000			D38	3.333	122.000	D38	6.666	134.000	D16	300				
8	4140	98.892	100	150	D35	6.666	16.000			D38	3.333	122.000	D38	6.666	134.000	D16	300				
9	4141	98.892	100	150	D38	6.666	16.000			D38	3.333	122.000	D38	6.666	134.000	D16	300				

図-6.2 コンボボックスによる鉄筋名のセット-2

⑧「初期化」ボタン

クリックすると、「計算」シートの入力データ、計算結果がすべてクリアされます。



要素番号	N	b	h	DD1	n1	d1	DD2	n2	d2	DD3	n3	d3	DD4	n4	d4	DD	s	軸方向鉄筋は最低2段の入力が必須となります。			
																		軸方向鉄筋 (1段目)の 鉄筋名	軸方向鉄筋 (2段目)の 鉄筋名	軸方向鉄筋 (3段目)の 鉄筋名	軸方向鉄筋 (4段目)の 鉄筋名
1	4133	124.045	100	183.3	D38	3.333	122.000			D38	6.666	134.000	D35	6.666	16.000	D16	300				
2	4134	124.045	100	158.3	D35	6.666	16.000	D29		D38	3.333	122.000	D38	6.666	134.000	D16	300				
3	4135	124.045	100	1																	

⑧「計算実行」ボタン

「計算実行」ボタンをクリックすると、計算が開始され「計算」シートX列～BG列に終局モーメントの計算に必要なコンクリートの限界圧縮ひずみ(ε_{cc})、限界状態2.3に相当する軸方向鉄筋の引張ひずみ(ε_{st2} , ε_{st3})、及びそれらの値を算出するに必要な各種パラメータ値がセットされます(図-10)。(これらの値の項目については、<https://www.geotechs.jp/ja-jp/M-φ計算フローチャート> 参照)

計算が終了すると図-11に示すメッセージボックスが表示され、OKボタンをクリックすると、M-φ計算結果がセットされた「出力」シートが表示されます(図-12)。

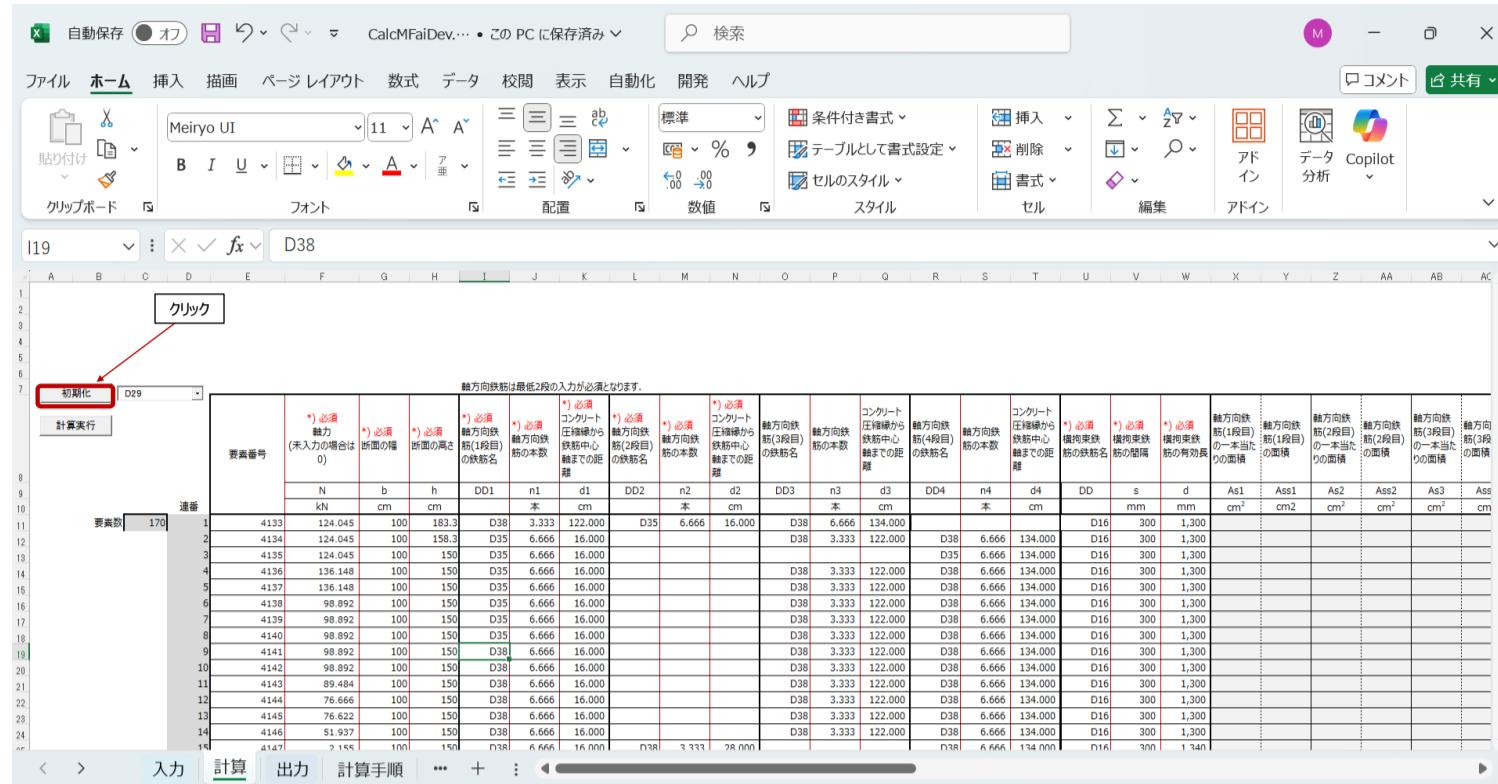


図-8「計算実行」ボタンのクリック



図-9「計算実行」ボタンのクリック時に表示されるメッセージボックス

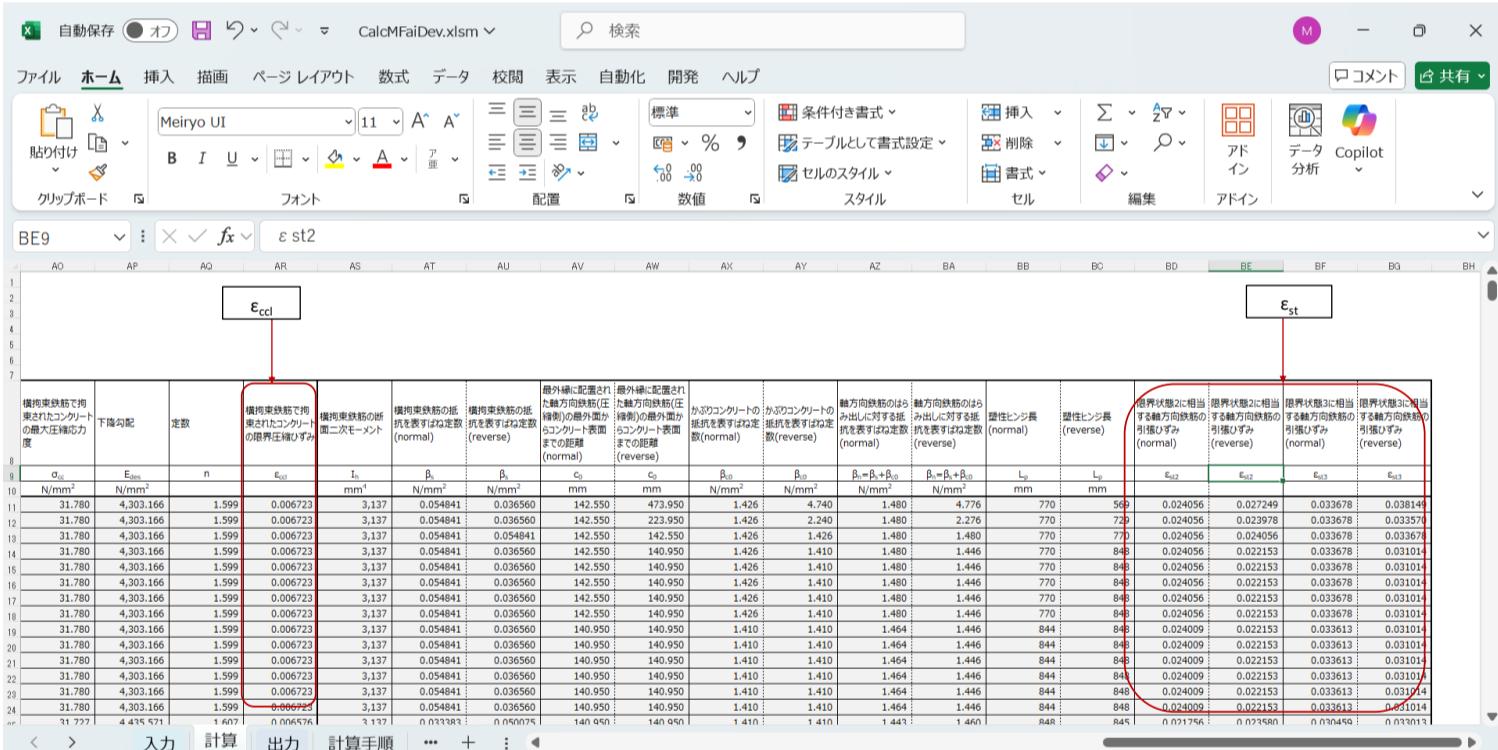


図-10コンクリートの限界圧縮ひずみ(ε_{cc})、限界状態2.3に相当する軸方向鉄筋の引張ひずみ(ε_{st2} , ε_{st3})計算シート

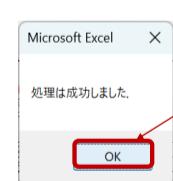


図-11 計算終了時に表示されるメッセージボックス

3.3 「出力」シート

図-12 計算終了後に表示される「出力」シート

要素毎にM-φ値の計算結果が「出力」シートに出力されます。

シート自体はコピー不可に設定していますので、計算結果のセルを選択/右クリック→別ブックのシートに貼り付け、ご利用ください。

終局においては、2つの終局条件 I, II があり、normal, reverseそれぞれどちらの条件で計算したか明示しています。

$M_c < M_{y0} < M_u$, $\phi_c < \phi_{y0} < \phi_u$ が満たされる必要があります。これが満たされないとFEM計算でerrorが発生し、計算不可となります。

この条件が満たされない場合、警告メッセージが表示され「出力」シートのQ, R列にその内容が記載されます。この場合は配筋条件等を見直す必要があります。

図-13, 図-14にその例を示します。170番目の要素で $M_{y0} < M_c$ となっていますが(図-13), 鉄筋を1段追加することで解消しています(図-13)。

このような計算値が表示される場合があることは、道示Vに記載があります(下に転記)。

道路橋示方書p137

「部材断面が非常に大きく、軸方向鉄筋比が小さい場合には、ひび割れ曲げモーメントが、降伏曲げモーメント及び限界状態2又は限界状態3に相当する曲げモーメントよりも大きくなることがある。」

図-13.1 $M_{y0} < M_c$ となる場合の例(170番目の要素)-1

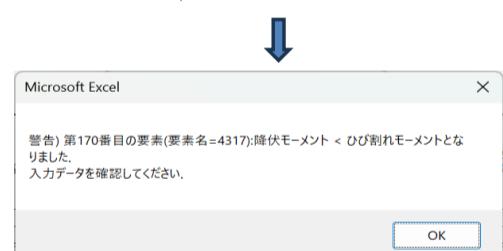


図-13.2 $M_{y0} < M_c$ となる場合の例(170番目の要素)-2

図-13.3 $M_{y0} < M_c$ となる場合の例(170番目の要素)-3

軸方向鉄筋は最低2段の入力が必須となります。

要素番号	要素番号												要素番号																										
	*) 必須 軸力 (未入力の場合は 0)			*) 必須 断面の幅 断面の高さ			*) 必須 軸方向鉄 筋(1段目) の鉄筋名			*) 必須 コンクリート 圧縮側から 筋(2段目) の鉄筋名			*) 必須 軸方向鉄 筋(3段目) の鉄筋名			*) 必須 軸方向鉄 筋(4段目) の鉄筋名			コンクリート 圧縮側から 筋(5段目) の鉄筋名			軸方向鉄 筋(6段目) の鉄筋名			コンクリート 圧縮側から 筋(7段目) の鉄筋名			軸方向鉄 筋(8段目) の鉄筋名			*) 必須 機拘束鉄 筋の鉄筋名			*) 必須 機拘束鉄 筋の間隔			軸方向 筋(1段 の一本 の面積		
	N kN	b cm	h cm	DD1 本	n1 本	d1 cm	DD2 本	n2 本	d2 cm	DD3 本	n3 本	d3 cm	DD4 本	n4 本	d4 cm	DD mm	s mm	d mm	As ₁ cm ²																				
175	165	4313	-2,169,700	100	180	D38	6.666	16.000	D35	6.666	28.000				D38	6.666	164.000	D16	300	1,640	11.4																		
176		5005	-2,184,400	100	180	D38	6.666	16.000	D35	6.666	28.000				D38	6.666	164.000	D16	300	1,640	11.4																		
177	167	4314	-2,194,820	100	180	D38	6.666	16.000	D35	6.666	28.000				D38	6.666	164.000	D16	300	1,640	11.4																		
178	168	4315	-2,207,070	100	180	D38	6.666	16.000	D35	6.666	28.000				D38	6.666	164.000	D16	300	1,640	11.4																		
179	169	4316	-2,525,500	100	201	D38	6.666	16.000	D35	6.666	28.000				D38	6.666	164.000	D16	300	1,640	11.4																		
180		170	4317	-2,538,370	100	246	D38	6.666	16.000	D35	6.666	28.000	D38	6.666	152.000	D38	6.666	164.000	D16	300	1,640	11.4																	
181		171																																					
182		172																																					
183		173																																					
184		174																																					
185		175																																					

図-14.1 鉄筋を1段追加することで $M_c < M_{y0}$ となる-1-

要素番号	要素番号	モーメント			エラー/警告												
		ひび割れ	降伏	終局	reverse						normal						
		M _c (kN·m)	M _{y0} (kN·m)	M _u (kN·m)													
176	166	5005.08	543.818	2,255.874	2,381.244												
177	167	4314.07	540.692	2,248.736	2,373.983												
178	168	4315.04	537.017	2,240.345	2,365.451												
179	169	4316.47	649.216	1,755.226	1,879.156												
180		170	4317.80	1,198.991	4,687.610	4,736.708											
181		171															
182		172															
183		173															
184		174															
185		175															

図-14.2 鉄筋を1段追加することで $M_c < M_{y0}$ となる-2-