

「拡張連続梁方式」とは（概要）

「拡張連続梁方式」とは、基礎梁および基礎梁開口部（人通口、床下換気口など）の構造計算を、従来のグレー本の方法と異なるモデル化や手法で行う計算方式です。  
 （「拡張連続梁方式」という呼称は、インテグラルの造語です）  
 ・ホームズ君「構造EX」Ver.3.70（2019年5月リリース）にて新機能として追加されました。従来のグレー本方式と選択可能です。設計者の確認・判断して、選択してください。

「拡張連続梁方式」の目的

■目的① 換気口以外の開口部（人通口など）の検定を行うため

グレー本2017年版には、基礎の換気口の検定方法が示されています。（グレー本2017年版① p.153 図2.6.2.3）  
 しかし、人通口については、住宅金融支援機構「フラット35対応 木造住宅工事仕様書」が参考として記される等、換気口以外の開口部についての具体的な検定方法は明記されていません。  
 ※ホームズ君「構造EX」では、グレー本の換気口の検定を、人通口等にも適用できます。  
 ⇒「拡張連続梁方式」は、人通口・換気口を問わず、全ての基礎梁開口部を検定します。

■目的② 基礎梁開口部のせん断の検定を行うため

グレー本2017年版の換気口の検定は、曲げ（主筋）に対する検定は行っていますが、せん断（せん断補強筋）に関しては明記されていません。  
 ⇒「拡張連続梁方式」は、基礎梁開口部のせん断の検定を行います。

■目的③ 基礎梁開口部の位置の応力に応じた配筋を可能にするため

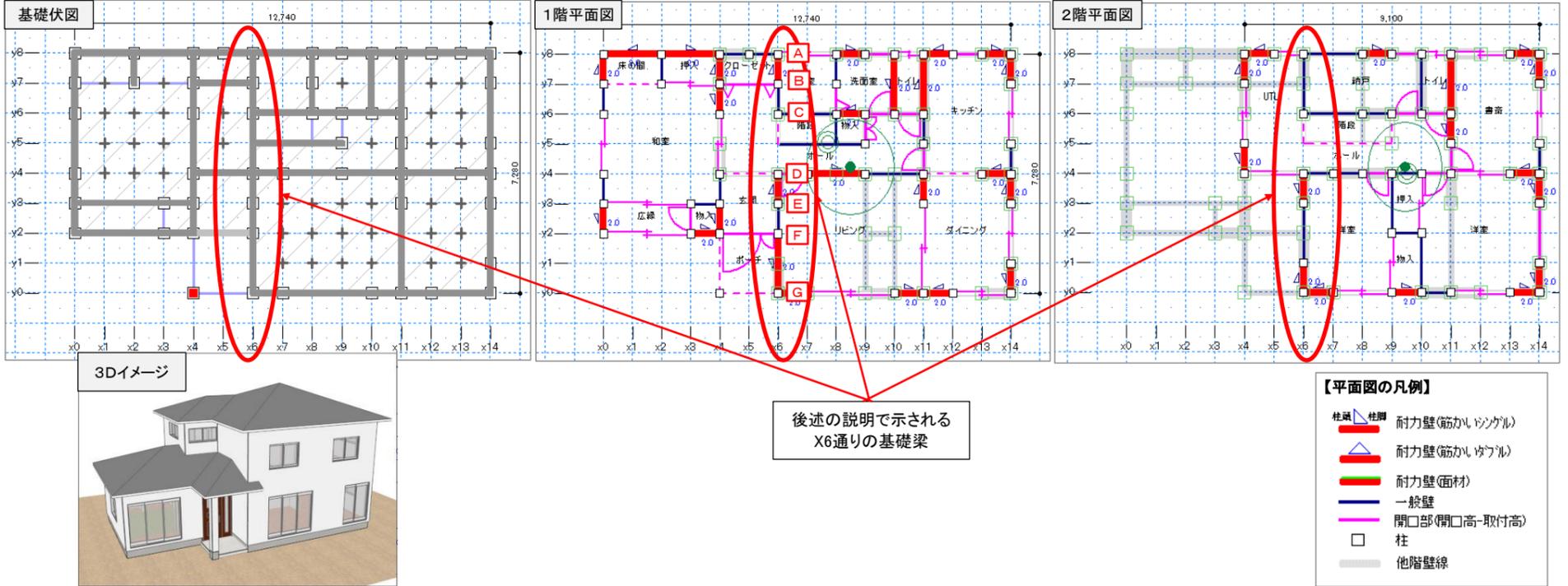
グレー本2017年版の換気口の検定において、基礎梁開口部の主筋の必要断面積は、大まかに言うと、当該基礎梁の（非開口部分）の主筋の断面積を梁せい比で割り増して求めます。  
 そのため、元々の基礎梁の主筋が多い箇所では、基礎梁開口部下の主筋の本数が増える場合があります。  
 ⇒「拡張連続梁方式」は、基礎梁開口部の位置の存在応力と、欠損断面から求めた許容耐力によって検定し、基礎梁開口部の主筋の本数やせん断補強筋のピッチを求めます。  
 そのため、応力の大きいスパン中央等の箇所を避けることで、主筋の本数が（グレー本の換気口の検定を適用した場合に比べ）減る可能性があります（位置や条件によっては増える可能性もあります）。

■目的④ 目的①～③の実現に先立って、基礎梁にかかる応力をより実情に合わせるため

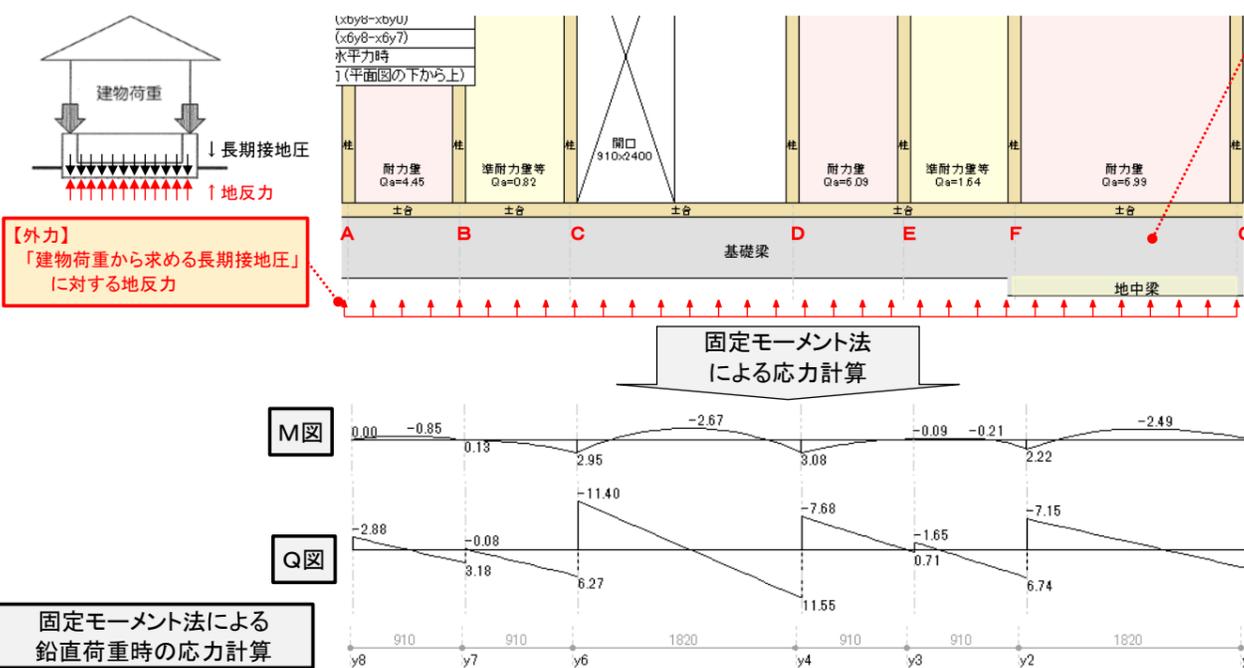
目的①～③を実現するためには、基礎梁にかかる応力も、（グレー本の計算方法よりも）より実情に合わせる必要があります。  
 ⇒「拡張連続梁方式」は、グレー本の基礎梁に加わる応力の計算や換気口の検定方法を拡張するような形で、計算内容の変更や追加を行っています。  
 （「基礎梁（連続梁）のモデルの変更」「固定モーメント法」「格子梁」「水平荷重時の1階柱脚部引抜き力と鉛直荷重との相殺」など）  
 これらにより、より実情に合った応力となるように計算します。

■用語の定義 本資料では、次ように各用語を定義して、説明します。  
 「換気口」：別称「床下換気口」。幅400mm×高さ200mm程度の基礎梁の開口部。床下の湿気を防ぐためのもの。  
 「人通口」：幅550mm×高さ350mm程度の基礎梁の開口部。床下点検のために人が通るためのもの。  
 「基礎梁開口部」：「換気口」「人通口」を含む、基礎梁の開口部（断面欠損部）の総称。

計算例（後述）で用いる 平面図・基礎伏図



鉛直荷重時の応力（X6通りの例）



固定モーメント法による鉛直荷重時の応力計算

鉛直荷重時の全体・区間の計算

区間	区間名	No.	基礎梁		スパン L (m)	断面2次モーメント I <sub>4</sub> (cm <sup>4</sup> )	剛度 K <sub>3</sub> (cm <sup>3</sup> )	剛比 k	等分布荷重 (kN/m)			端部曲げ (kN·M)	中央部曲げ (kN·M)	せん断力 (kN)		
			幅 b (m)	せい d (m)					w	wA	wB					
1	AB	x6y8-x6y7	28	1	0.120	0.500	0.910	125000.000	1373.626	0.954	6.660	8.870	8.320	0.574	-0.918	3.030
2	BC	x6y7-x6y6	29	1	0.120	0.500	0.910	125000.000	1373.626	0.954	6.980	9.300	8.720	0.602	-0.963	3.176
3	CD	x6y6-x6y4	30	1	0.120	0.500	1.820	125000.000	686.813	0.477	12.613	13.723	13.433	3.708	-5.682	11.477
4	DE	x6y4-x6y3	31	1	0.120	0.500	0.910	125000.000	1373.626	0.954	9.220	12.300	11.520	0.795	-1.273	4.195
5	EF	x6y3-x6y2	31	2	0.120	0.500	0.910	125000.000	1373.626	0.954	9.220	12.300	11.520	0.795	-1.273	4.195
6	FG	x6y2-x6y0	32	1	0.120	0.640	1.820	262144.000	1440.352	1.000	6.520	8.690	8.140	2.247	-3.598	5.933

鉛直荷重時の節点の計算

記号	A		B		C		D		E		F		G	
	AB	BA	BC	CB	CD	DC	DE	ED	FE	FG	GF	GF	GF	
DF	1.000	0.500	0.500	0.667	0.333	0.333	0.667	0.500	0.500	0.488	0.512	1.000		
FEM	0.574	-0.574	0.602	-0.602	3.708	-3.708	0.795	-0.795	0.795	-0.795	2.247	-2.247		
D1	-0.574	-0.014	-0.014	-2.071	-1.085	0.971	1.942	0.000	0.000	-0.709	-0.743	2.247		
C1	-0.007	-0.287	-1.035	-0.007	0.485	-0.518	0.000	0.000	-0.354	0.000	1.123	-0.372		
D2	0.007	0.661	0.661	-0.319	-0.160	0.173	0.345	-0.308	-0.308	-0.548	-0.575	0.372		
C2	0.331	0.008	-0.160	0.331	0.086	-0.080	0.173	-0.274	-0.154	0.186	-0.288			
CB	-0.331	0.078	0.078	-0.278	-0.139	0.078	0.156	0.051	0.051	-0.015	-0.016	0.288		
Σ M	0.000	-0.132	0.132	-2.946	2.946	-3.084	3.084	0.091	-0.091	-2.222	2.222	0.000		
Q'	-2.885	3.176	-0.084	6.268	-11.402	11.553	-7.684	7.066	-1.654	6.737	-7.154	4.712		

※参考資料「構造マニュアル」  
 ⇒「新建築 土木 構造マニュアル」  
 （鈴木悦郎監修 清田清司、高須治夫著 オーム社 2004年）

▼集中荷重 PA、PB の計算手順

(1) P により生じる基礎梁 A、B の変形量 δA、δB を求める計算式は次の通り。なお、δA = δB である。  
 ここで、P の内、基礎梁 A・B に加わる分をそれぞれ PA・PB とする。なお、P = PA + PB である。  
 ▼両端が固定端である場合： ※参考：「構造マニュアル」p.79 [II.8 両端固定ばり]の公式 式 II.8.5  

$$\delta A = PA \times \{ (LA^3 \times LB) / (3 \times E \times I \times (LA^3 + LB^3)) \}$$

$$\delta B = PB \times \{ (LB^3 \times LA) / (3 \times E \times I \times (LA^3 + LB^3)) \}$$
 ▼一端ピン他端固定である場合： ※参考：「構造マニュアル」p.72 [II.7 一端ピン他端固定ばり]の公式 式 II.7.2  

$$\delta A = PA \times \{ (LA^2 \times LB^2) / (4 \times LA \times LB \times (LA^2 + LB^2)) \}$$

$$\delta B = PB \times \{ (LB^2 \times LA^2) / (4 \times LB \times LA \times (LA^2 + LB^2)) \}$$
 ※ LA1 がピン支持側の場合  

$$\delta A = PA \times \{ (LA^2 \times LB^2) / (3 \times E \times I \times LA) \}$$

$$\delta B = PB \times \{ (LB^2 \times LA^2) / (3 \times E \times I \times LB) \}$$
 ▼両端がピン支持である場合： ※参考：「構造マニュアル」p.56 [II.4 単純ばり]の公式 式 II.4.2  

$$\delta A = PB \times \{ (LB^2 \times LA^2) / (3 \times E \times I \times LA) \}$$

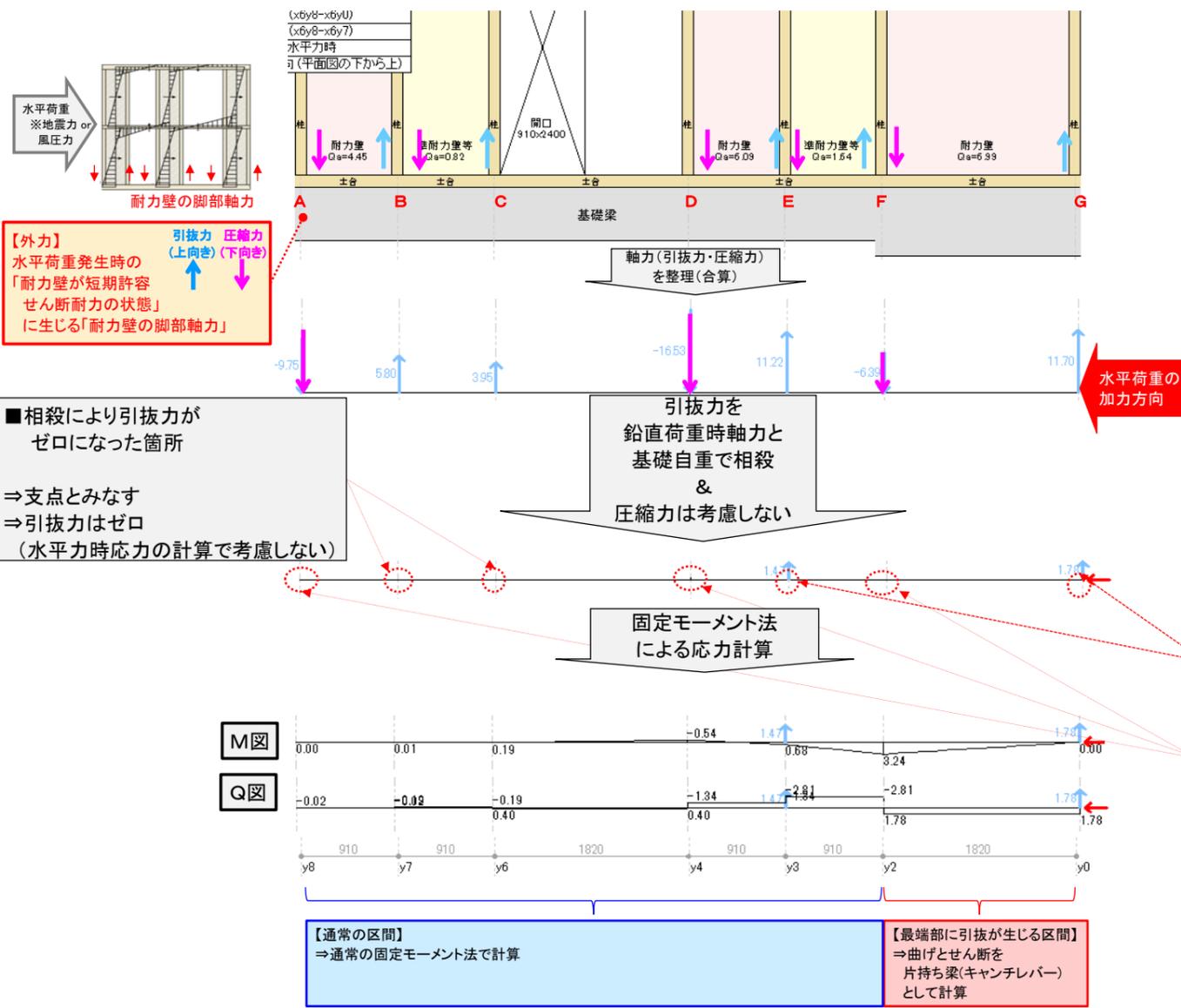
$$\delta B = PA \times \{ (LA^2 \times LB^2) / (3 \times E \times I \times LB) \}$$

(2) δA = δB、および、P = PA + PB、および、既に値が決まっている「PA・PB 以外の値」をもとに、PA・PB を求める。  
 (例：両端がピン支持である場合)  

$$PB = P \times \{ (LB^2 \times LA^2) / (3 \times E \times I \times (LA^2 + LB^2)) \}$$
  

$$PA = P - PB$$

水平荷重時の応力 (X6通りの例)



■耐力壁の脚部軸力の計算方法

① 各耐力壁の脚部軸力を計算  
 $N_i = \sum [y_i \times (Q_i / L_i) \times H_i]$   
 $N_i$ : 耐力壁iの脚部軸力 (kN)  
 ※符号は位置と水平力の加力方向によって変化  
 $y_i$ : 耐力壁iの反曲点高比 ※0.5または0.8(出隅柱)  
 $Q_i$ : 耐力壁iの短期許容せん断耐力 (kN)  
 $L_i$ : 耐力壁iのスパン (m)  
 $H_i$ : 耐力壁iの横架材天端間高 (m)

② 各1階柱脚ごとに、「耐力壁の脚部軸力」を合算  
 ①で求めた $N_i$ を、伝達先である各1階柱脚部で合算し、 $N$ を求める。

③ 鉛直荷重時軸力による相殺  
 ②で求めた $N$ が引抜き(鉛直方向の上向き)である場合、1階柱に加わる鉛直荷重時軸力を相殺(減算)する。  
 (許容応力度計算、または、住宅性能表示の基礎の計算で荷重計算方法が「伏図をもとに計算」である場合のみ)

④ 基礎自重による相殺  
 ②で求めた $N$ が引抜き(鉛直方向の上向き)である場合、基礎自重 $WD$  (kN)を求め、 $N$ から相殺(減算)する。

$\Sigma WD = \Sigma [ \Sigma W2 + \Sigma W3 + \Sigma W6 \times \Sigma \{ (L' / L) / 2 \} ]$   
 $\Sigma WD$ : 軸力と相殺する基礎自重の合計 (kN)  
 $\Sigma W2$ : 基礎梁群の地上部分の自重の合計 (kN)  
 $\Sigma W3$ : 基礎梁群の地中梁の自重の合計 (kN)  
 $\Sigma W6$ : 基礎梁群の荷重負担範囲内の底盤の自重の合計 (kN)  
 $L'$ : 1階柱から隣の柱までの区間のスパン (m)  
 $L$ : 基礎梁群のスパン (m)

固定モーメント法 (水平力時) による応力計算

水平力時の全体・区間の計算

区間	区間名	通り	基礎梁			スパン L (m)	断面2次モーメント I (cm <sup>4</sup> )	剛度 K (cm <sup>3</sup> )	剛比 k	集中荷重			端部曲げ C (kN・M)	中央部曲げ MO (kN・M)	せん断力 Q (kN)	
			No	区間	幅 b (m)					せい d (m)	P (kN)	始点との距離 a (m)				終点との距離 b (m)
1	AB	x6y8-x6y7	28	1	0.120	0.500	0.910	125000.000	1373.626	0.954			0.000	0.000	0.000	
2	BC	x6y7-x6y6	29	1	0.120	0.500	0.910	125000.000	1373.626	0.954			0.000	0.000	0.000	
3	CD	x6y6-x6y4	30	1	0.120	0.500	1.820	125000.000	686.813	0.477			0.000	0.000	0.000	
4	DF	x6y4-x6y2	31 31	1 2	0.120 0.120	0.500 0.500	1.820	125000.000	686.813	0.477	-1.473	0.910	0.910	0.335	-0.670	-0.737
5	FG	x6y2-x6y0	32	1	0.120	0.640	1.820	262144.000	1440.352	1.000	-1.778	1.820	0.000	3.236	3.236	1.778

水平力時の節点の計算

記号	A		B		C		D		F		G	
	AB	BA	BC	CB	CD	DC	DF	FD	FG	GF		
DF	1.000	0.500	0.500	0.667	0.333	0.500	0.500	1.000	0.000	1.000	0.000	1.000
FEM	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.335	-0.335	3.236	0.000	0.000	0.000
D1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.168	-0.168	-2.901	0.000	0.000	0.000	0.000
C1	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.064	0.000	-1.450	-0.064	0.000	0.000	0.000	0.000
D2	0.000	0.000	0.000	0.056	0.028	0.725	0.725	0.084	0.000	0.000	0.000	0.000
C2	0.000	0.000	0.028	0.000	0.363	0.014	0.042	0.363	0.000	0.000	0.000	0.000
D3	0.000	-0.014	-0.014	-0.242	-0.121	-0.028	-0.028	-0.363	0.000	0.000	0.000	0.000
Σ M	0.000	-0.014	0.014	-0.186	0.186	0.544	-0.544	-3.236	3.236	0.000	0.000	0.000
Q'	-0.015	-0.015	-0.189	-0.189	0.401	0.401	-1.340	-2.813	1.778	1.778		

【最端部に引抜きが生じる区間】  
⇒片持ち梁として計算 (区間 D-F)  
 節点G (片持ち側) : DF=1  
 節点F (片持ち支点)のG側: DF=0  
 節点F (片持ち支点)のD側: DF=1  
 $FEM = C = P \times L = 1.778 \times 1.82 \approx 3.236$

【通常の区間】  
⇒通常の固定モーメント法で計算  
 最端部の節点: DF=1  
 他の節点 : DF=k/Σk  
 ※Σk=節点周りのkの合計  
 $FEM = C = (-P \times a \times b^2) / L^2$   
 $= 1.473 \times 0.91 \times (0.91^2) / (1.82^2)$   
 $\approx 0.335$

■節点間に引抜き(集中荷重)が複数存在する場合、次の措置を取り、その他は同様に計算する。  
 (1) FEM ... 集中荷重ごとに求めた C の合計とする。  
 (2) MO ... 各集中荷重ごとに、曲げのグラフをMOと同じ計算式で求め、そのグラフを合計し、その中の絶対値が最大となる箇所の値とする。

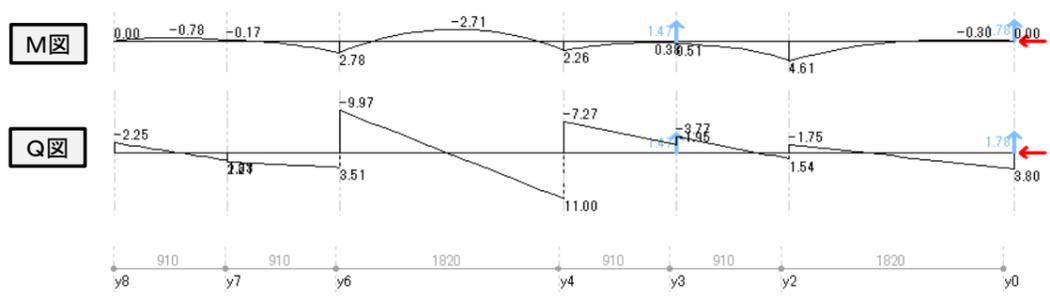
【全区間】  
⇒通常の固定モーメント法で計算  
 $\Sigma M = FEM \cdot D_n \cdot C_n$  の和  
 $Q'$ : (例)区間ABの場合  
 左端:  $Q'A = Q0$ (左端) -  $[MAB(-) + MBA(+)] / L$   
 右端:  $Q'B = Q0$ (右端) -  $[MAB(-) + MBA(+)] / L$   
 ※参照:「建築学テキスト」建築構造力学Ⅱ 不静定構造力学を学ぶ」  
 (坂田弘安、島崎和司 著 学芸出版社 2011年) p.44~51「2.4 固定モーメント法」

■各区間の端部の基準曲げ C  
 【最端部に引抜きが生じる区間】⇒片持ち梁として計算  
 $C = -P \times L$   
 ※参照:「構造マニュアル」p.51「片持ちばりの計算公式」式II.3.1  
 【通常の区間】⇒通常の固定モーメント法で計算  
 $C = (-P \times a \times b^2) / L^2$   
 または  
 $C = (-P \times a^2 \times b) / L^2$   
 ※参照:「構造マニュアル」p.79「両端固定ばりの計算公式」式II.8.5

■各区間の集中荷重の作用点の基準曲げ MO  
 【最端部に引抜きが生じる区間】⇒片持ち梁として計算  
 $M0 = -P \times L / 2$   
 ※参照:「構造マニュアル」p.51「片持ちばりの計算公式」式II.3.1  
 【通常の区間】⇒通常の固定モーメント法で計算  
 $M0 = P \times a \times b / L$   
 ※参照:「構造マニュアル」p.56「単純ばりの計算公式」式II.4.2

■各区間の基準せん断力 Q  
 【最端部に引抜きが生じる区間】⇒片持ち梁として計算  
 $Q = -P$   
 ※参照:「構造マニュアル」p.51「片持ちばりの計算公式」式II.3.1  
 【通常の区間】⇒通常の固定モーメント法で計算  
 $Q = P \times a / L$  または  $-P \times b / L$   
 ※参照:「構造マニュアル」p.56「単純ばりの計算公式」式II.4.2

鉛直荷重 + 水平荷重 時の応力 (X6通りの例)



■鉛直荷重+水平力時の応力の計算方法

鉛直荷重+水平荷重時 応力

鉛直荷重時 応力 ※

※「水平荷重時 応力」と加算する際の「鉛直荷重時 応力」は、「水平荷重時 応力」で相殺した箇所の鉛直荷重時軸力や基礎自重を除いて、別途求めたもの

+

水平荷重時 応力