

出力の概要説明 と (4)式の集計の確認方法

「各階のC値、F値、グループ」の出力例

(4)式の集計において最大E₀となるケースを出力

2F階 X 方向 →加力

診断基準(4)式による保有性能基本指標E₀

	グループ1	グループ2	グループ3
保有せん断力 Q _u	1049.4	4231.9	17673.0
強度指標 C	0.047	0.189	0.789
靱性指標 F	1.00	1.20	1.50
保有性能基本指標E ₀	27012.0 (0.964)		

× [外力による補正係数(0.8)]

診断基準(5)式による保有性能基本指標E₀

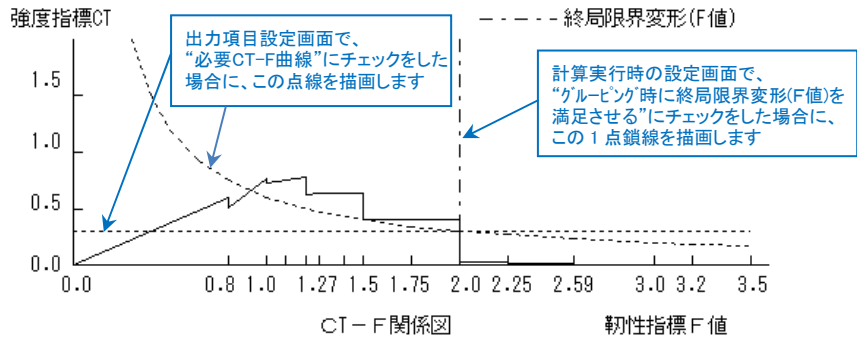
靱性指標			強度指標		保有性能基本指標	
各F値における	各F値での保有せん断力	各F値のαQ _u	C	CT	E	E ₀
1.50	6439.7	17673.0	0.789	0.631	26509.6	0.946

(5)式の集計において最大E₀となるケースを出力

各F値における強度指標			保有性能基本指標			
各F値での保有せん断力	各F値のαQ _u	強度指標	E	E ₀		
0.80	2409.3	16562.9	0.739	0.591	13250.3	0.473
1.00	1174.8	21296.3	0.950	0.760	21296.3	0.760
1.20	4375.6	21726.2	0.969	0.775	26071.5	0.931
1.50	6439.7	17673.0	0.789	0.631	26509.6	0.946
2.00	10430.6	11233.3	0.501	0.401	22466.7	0.802
2.25	401.7	802.8	0.036	0.029	1806.2	0.064
2.59	401.1	401.1	0.018	0.014	1038.8	0.037

(5)式についての詳細は後述

各靱性のQ_u = 各F値グループの部材Q_uの合計
 $\sum \alpha Q_u = \sum Q_u + \sum (\alpha_j Q_{uj})$
 上階の重量の和 W_i = 22413.0
 外力による補正係数 = 0.800



「保有性能組合せ詳細表」の出力例

2F階 X 方向 →加力

注1) 2グループ,3グループの組み合わせのうち、各終局限界変形でE₀が最大となる組み合わせはE₀欄に*を記す。
 注2) I_s値が最大となる場合はI_s欄に*を記す。(終局限界変形およびCTUSDの制限を満たすもの)
 注3) 終局限界変形の制限を超えるF値グループはF1欄に*を記す。
 注4) CTUSDの制限を満たさない場合はCTUSD欄に*を記す。

グループ1		グループ2		グループ3		W _i = 22413.0	外力による補正係数 = 0.800						
F1	CT	Q1 (kN)	F2	CT2	Q2 (kN)	F3	CT3	Q3 (kN)	E (kN)	E ₀	I _s	CTUSD	Nr<N
0.80	0.491	16562.9							13250.3	0.473	0.473	0.591	
1.00	0.760	21296.3							21296.3	0.760	0.760	0.760	3
1.20	0.75	21726.2							26071.5	0.931	0.931	0.775	3
1.50	0.631	17673.0							26509.6	0.946	0.946	0.631	8
2.00	0.401	11233.3							22466.7	0.802	0.802	0.401	10
2.25 *	0.029	802.8							1806.2	0.064	0.064	0.029 *	12
2.59 *	0.014	401.1							1038.8	0.037	0.037	0.014 *	13
1.20	0.75	21726.2	1.00	0.037	1049.4				26092.6	0.931 *	0.931	0.775	3
1.50	0.631	17673.0	1.00	0.151	4231.9				26866.7	0.959	0.959	0.631	8
			1.20	0.151	4231.9				26991.6	0.963	0.963		
						1.00	0.037	1049.4	27012.0	0.964 *	0.964 *		
2.00	0.401	11233.3	1.00	0.376	10536.8				24814.8	0.886	0.886	0.401	10
			1.20	0.379	10613.5				25825.6	0.922	0.922		
						1.00	0.037	1049.4	25846.9	0.923 *	0.923 *		
			1.50	0.230	6439.7				24455.2	0.873	0.873		

I_s値が最大となるケースは値に*印が付く

(4)式の集計の全ケースは、「保有性能組合せ詳細表」(上表)という出力で確認できます。この出力において、I_s値が最大となるケース(つまり、E₀が最大となるケース)のI_s値には、*印を付けていますので、どのケースが(4)式が最大となるケースであるかの確認が簡単にできます。この最大となるケースは、「各階のC値、F値、グループ」での(4)式の出力と一致します。

※ なお、「保有性能組合せ詳細表」でのF値グループの並びですが、(社)建築研究振興協会発行の「既存建築物の耐震診断・耐震補強設計マニュアル 2003年版」の「様式15 耐震診断結果の一覧」の出力形式が、グルーピングの最大F値グループが左側、最小F値グループが右側になっていることや、見やすさの観点から、グルーピングの最大F値グループを左側、最小F値グループを右側に配しています。

(4)式の集計における注意点:
 ・(4)式の集計で、1グループのみで集計した場合が最大E₀となった場合でも、その集計は採用しません。1グループの場合に採用しない理由は、診断基準p79の(4)式の背景に拠っていて、(4)式は靱性が異なる部材が混在する場合に用いるものであるからです。
 1グループの場合(4)式の結果として採用しないことは、(財)日本建築防災協会による評価更新時にも確認および了承を受けています。
 ・(4)式のC₁₀S₀の計算に使うC₁₀は、2001年RC耐震診断基準のP30で定義付けられているように「構造物の終局限界における累積強度指標」です。従って、最終グループのCT値になります。今回の例では、最終グループ(最大F値グループ)は、F=1.50のグループですので、F=1.50でのC₁₀=0.631がC₁₀として採用されます。(なお、C₁₀は、強度指標Cに 階補正を掛けた値です。)
 (補足)
 今回の例では、Nr<Nが8本となっているのに終局限界変形内となっていますが、Nr<Nとなっている柱についても周辺部材を考慮すると軸力の再分配が可能であると判断され、終局限界変形がF_u=2.0となっているためであり、問題はありません。

(4)式の各グループでのQuの値 と (4)式のE₀の具体的計算方法

「強度寄与係数詳細表」の出力例

2F 階 X 方向 ->加力

診断基準(4)式による保有性能基本指標E0

	グループ1	グループ2	グループ3
保有せん断力 Qu	1049.4	4231.9	17673.0
強度指標 C	0.047	0.189	0.789
靱性指標 F	1.00	1.20	1.50
保有性能基本指標E (E0)	27012.0 (0.964)		

2F 階 X 方向 ->加力

Q_{mu} : 曲げ終局時のせん断力(kN) Q_{su} : せん断終局強度(kN) Q_u : 終局時せん断力(kN)
 R : せん断終局層間変形角R_{su}または曲げ終局層間変形角R_{mu} R_{my} : 曲げ降伏時の層間変形角
 α_j : 各F値グループでの強度寄与係数。[]は直接入力があることを示す。

グループF	F	通名	軸名	符号	Q _{mu}	Q _{su}	Q _u	μ-t'	R	R _{my}	F=0.8	F=1.0	F=1.1	F=1.2	1.27≦F		
											α _j α _j Q _u	α _j α _j Q _u	α _j α _j Q _u	α _j α _j Q _u	α _j α _j Q _u		
0.80	0.80	C	3	C4	716.6	609.6	609.6	CSS	1/500	1/250	1.000 609.6						
			4	C4	672.9	602.2	602.2	CSS	1/500	1/250	1.000 602.2						
			8	C4	655.4	599.3	599.3	CSS	1/500	1/250	1.000 599.3						
			9	C4	649.1	598.2	598.2	CSS	1/500	1/250	1.000 598.2						
1.00	1.08	A	8	C3	618.3	587.5	587.5	CS	1/211	1/196	0.605 355.2	0.893 524.9					
			9	C3	618.0	587.4	587.4	CS	1/210	1/196	0.604 355.0	0.893 524.5					
1.20	1.20	A	3	C3	561.1	570.9	561.1	CB	1/167	1/196	0.574 322.3	0.849 476.3	0.986 553.3		1.000 561.1		
			8	C1	587.8	557.9	557.9	CS	1/165	1/153	0.542 302.2	0.767 428.1	0.880 491.1		0.992 553.3		
1.20	1.21	B	9	C1	587.2	557.6	557.6	CS	1/168	1/153	0.542 301.9	0.767 427.7	0.880 490.8		0.991 552.8		
			7	C3	562.8	547.2	547.2	CS	1/159	1/153	0.529 289.4	0.749 410.0	0.859 470.2		0.968 529.8		
1.20	1.25	B	3	C1	545.3	539.9	539.9	CS	1/155	1/153	0.519 280.4	0.736 397.2	0.844 455.8		0.951 513.3		
			1	C1	539.4	537.5	537.5	CS	1/153	1/153	0.516 277.4	0.731 392.9	0.838 450.7		0.945 507.8		
1.20	1.26	B	4	C1	538.8	537.3	537.3	CS	1/153	1/153	0.516 277.0	0.730 392.4	0.838 450.1		0.944 507.2		
			11	C1	538.3	537.1	537.1	CS	1/153	1/153	0.515 276.8	0.730 392.1	0.837 449.8		0.943 506.7		
1.50	1.50	A	6	EW2	5695.6	5449.0	5449.0	WS	-	-	0.850 3541.8	1.000 5449.0	1.000 5449.0	1.000 5449.0	1.000 5449.0	1.000 5449.0	
			10	C1	495.9	520.3	495.9	CB	1/102	1/153	0.514 255.0	0.728 361.2	0.836 414.3		0.941 466.8	1.000 495.9	
			2	C1	494.9	519.9	494.9	CB	1/101	1/153	0.514 254.5	0.728 360.5	0.836 413.5		0.941 465.8	1.000 494.9	
2.00	2.00	A	4	EW2	5368.6	4290.0	4290.0	WS	-	-	0.850 2788.5	1.000 4290.0	1.000 4290.0	1.000 4290.0	1.000 4290.0	1.000 4290.0	
			5	EW2	6803.6	5251.0	5251.0	WS	-	-	0.850 3413.2	1.000 5251.0	1.000 5251.0	1.000 5251.0	1.000 5251.0	1.000 5251.0	
2.00	2.20	A	1	C5	445.8	498.3	445.8	CB	1/69	1/150	0.510 227.4	0.720 321.0	0.825 367.8		0.929 414.1	1.000 445.8	
			11	C5	443.7	497.4	443.7	CB	1/68	1/150	0.510 226.3	0.720 319.5	0.825 366.1		0.929 412.1	1.000 443.7	
2.25	2.588	A	10	C2	401.7	481.6	401.7	CB	1/50	1/150	0.510 204.9	0.720 289.2	0.825 331.4		0.929 373.1	1.000 401.7	
			2	C2	401.1	481.4	401.1	CB	1/50	1/150	0.510 204.5	0.720 288.8	0.825 330.9		0.929 372.5	1.000 401.1	

上表(「各階のC値、F値、グループ」の抜粋)で、
 グループ1はF=1.0、グループ2はF=1.2、グループ3はF=1.5 となっていますので、
 各グループの集計は以下の通りです。

- グループ1のQuは、F値が1.0以上の2未満の部材に関する集計値
- グループ2のQuは、F値が1.2以上1.5未満の部材に関する集計値
- グループ3のQuは、F値が1.5以上の部材に関する集計値

集計に使う各部材の強度寄与係数を考慮したQuは、「強度寄与係数詳細表」(右表)の出力で
 確認でき、[α_jQ_u]の数値が該当します。つまり、「強度寄与係数詳細表」の出力における、
 [α_jQ_u]の値をグループごとにそれぞれ合計した数値が、各グループでのQuとなります。

具体的な数値にて、各グループのQuを示すと、以下の計算内容となります。

- グループ1のQu=524.9+524.5=1049.4
- グループ2のQu=561.1+553.3+552.8+529.8+513.3+507.8+507.2+506.7=4232.0
 (「4231.9」との誤差は四捨五入による丸め誤差です)
- グループ3のQu=5449.0+495.9+494.9+4290.0+5251.0+445.8+443.7+401.7+401.1
 =17673.1 (「17673.0」との誤差は四捨五入による丸め誤差です)

(4)式のE0の計算式は以下の式です。

$$E_0 = \frac{n+1}{n+1} \sqrt{(C_1 \cdot F_1)^2 + (C_2 \cdot F_2)^2 + (C_3 \cdot F_3)^2}$$

- N : 建物階数 i : 対象としている階の階数
- C1 : 第1グループの強度指標 F1 : 第1グループの靱性指標
- C2 : 第2グループの強度指標 F2 : 第2グループの靱性指標
- C3 : 第3グループの強度指標 F3 : 第3グループの靱性指標

強度指標は、Quを建物重量で除した値ですので各グループの強度指標(C1,C2,C3)は、
 C1=1049.4/22413.0=0.047, C2=4231.9/22413.0=0.189, C3=17673.0/22413.0=0.789
 となり、F1=1.0、F2=1.2、F3=1.5、(n+1)/(n+1)=0.8 と、C1,C2,C3の値を、(4)式のE0の計算式
 に代入すると、E0=0.964 となります。

※なお、強度指標は Quを建物重量で除した値で値が小さく、丸め処理によって誤差が大きくなりますので、
 QuをそのままC1,C2,C3の代わりに使って、階補正をしない値を、「各階のC値、F値、グループ」の出力で、
 “保有性能基本指標E”という名前で出力しています。
 保有性能基本指標E = √((1049.4×1.0)² + (4231.9×1.2)² + (17673.0×1.5)²) = 27012.0
 従って、“保有性能基本指標E”を建物重量で除して、階補正を掛けた値はE0と一致するものとなります。
 27012.0/22413.0×0.8 = 0.964 → E0

(5)式の集計方法について

(5)式のE0の計算式は以下の式です。

$$E_0 = \frac{n+1}{n+1} \left(C_1 + \sum_j \alpha_j C_j \right) \times F_1$$

n : 建物階数
 i : 対象としている階の階数
 C1 : 第1グループの強度指標
 F1 : 第1グループの靱性指標
 Cj : 第jグループの強度指標
 αj : 第1グループ靱性指標(F1)の終局時変形(R1)における第jグループの強度寄与係数

(5)式は、終局強度算定の基準となる靱性指標(F値)を第1グループとして、第1グループよりも靱性指標の大きい鉛直部材のみの強度の寄与分を考慮して加算したものですので、「保有性能組合せ詳細表」の中の、1グループのみで集計した場合が相当することになります。

今回の場合、C_{TUS0}が制限値(=0.3)以上で、終局限界変形(F値)=2.0以下の第1グループF値の中で、Isが最大(つまりE₀が最大)となるケースは、F=1.5の場合になりますので、「各階のC値、F値、グループ」の(5)式の結果としては、F=1.5でグループ3の場合の結果を出力します。

「各階のC値、F値、グループ」の出力例

2F 階 X 方向 →加力

診断基準(4)式による保有性能基本指標E0

	グループ1	グループ2	グループ3
保有せん断力 Qu	1049.4	4231.9	17673.0
強度指標 C	0.047	0.189	0.789
靱性指標 F	1.00	1.20	1.50
保有性能基本指標E (E0)	27012.0 (0.964)		

診断基準(5)式による保有性能基本指標E0

靱性指標 各靱性のQu	ΣQu (kN)	強度指標 C	CT	保有性能基本指標 E	E0
1.50	6439.7	17673.0	0.789	0.631	26509.6
					0.946

「保有性能組合せ詳細表」の出力例

2F 階 X 方向 →加力

注1) 2グループ,3グループの組み合わせのうち、各終局限界変形でE0が最大となる組み合わせはE0欄に*を記す。
 注2) Is値が最大となる場合はIs欄に*を記す。(終局限界変形およびCTUSDの制限を満たすもの)
 注3) 終局限界変形の制限を超えるF値グループはF1欄に*を記す。
 注4) CTUSDの制限を満たさない場合はCTUSD欄に*を記す。

グループ1			グループ2			グループ3			Wi = 22413.0	外力による補正係数= 0.800			
F1	CT1	Q1 (kN)	F2	CT2	Q2 (kN)	F3	CT3	Q3 (kN)	E (kN)	E0	Is	CTUSD	Nr<N
0.80	0.591	16562.9							13250.3	0.473	0.473	0.591	
1.00	0.760	21296.3							21296.3	0.760	0.760	0.760	3
1.20	0.775	21726.2							26071.5	0.931	0.931	0.775	3
1.50	0.631	17673.0							26509.6	0.946	0.946	0.631	8
2.00	0.401	11233.3							22466.7	0.802	0.802	0.401	10
2.25 *	0.029	802.6							1806.2	0.064	0.064	0.029 *	12
2.59 *	0.014	401.1							1038.8	0.037	0.037	0.014 *	13
1.20	0.775	21726.2	1.00	0.037	1049.4				26092.6	0.931 *	0.931	0.775	3
1.50	0.631	17673.0	1.00	0.156	4366.1				26866.7	0.959	0.959	0.631	8

(5)式のE0の具体的な計算方法

F=1.5の時の(5)式のQu(「保有性能組合せ詳細表」のQ1や「各階のC値、F値、グループ」のΣQuと同じ)は、今回の場合、(4)式の場合のグループ3(F=1.5)のQuと同じ計算方法になります。

$$Qu = 5449.0 + 495.9 + 494.9 + 4290.0 + 5251.0 + 445.8 + 443.7 + 401.7 + 401.1 = 17673.1$$

(「17673.0」との誤差は四捨五入による丸め誤差です)

強度指標Cも(4)式の場合のグループ3と同じで、C=0.789(正確には、17673.0/22413.0=0.7885)です。強度指標Cは、(5)式の(C1 + Σ αjCj)ですので、(5)式のE0は、以下の計算内容となります。

$$E0 = (n+1)/(n+1) \cdot (C1 + \sum \alpha_j C_j) \cdot F1 = 0.8 \times 0.7885 \times 1.5 = 0.946$$

(4)式と同様、階補正を考慮せず、建物重量で除していない値を「保有性能基本指標E」という名前で出力しています。

$$\text{保有性能基本指標E} = Qu \cdot F = 17673.0 \times 1.5 = 26509.6$$

「強度寄与係数詳細表」の出力例

2F 階 X 方向 →加力

Qmu : 曲げ終局時のせん断力(kN) Qsu : せん断終局強度(kN) Qu : 終局時せん断力(kN)
 R : せん断終局層間変形角Rsuまたは曲げ終局層間変形角Rmu Rmy : 曲げ降伏時の層間変形角
 αj : 各F値グループでの強度寄与係数。[]は直接入力があることを示す。

グループ F	F	通名	軸名	符号	Qmu	Qsu	Qu	モト*	R	Rmy	F=0.8	F=1.0	F=1.1	F=1.2	1.27≦F			
											αj αjQu	αj αjQu	αj αjQu	αj αjQu	αj αjQu			
0.80	0.80	C	3	C4	716.6	609.6	609.6	CSS	1/500	1/250	1.000 609.6							
				4	C4	672.9	602.2	602.2	CSS	1/500	1/250	1.000 602.2						
				8	C4	655.4	599.3	599.3	CSS	1/500	1/250	1.000 599.3						
				9	C4	649.1	598.2	598.2	CSS	1/500	1/250	1.000 598.2						
1.00	1.08	A	8	C3	618.3	587.5	587.5	CS	1/211	1/196	0.805 355.2	0.893 524.9						
1.50	1.50	A	6	EW2	5695.6	5449.0	5449.0	WS	-	-	0.850 3541.8	1.000 5449.0	1.000 5449.0	1.000 5449.0	1.000 5449.0	1.000 5449.0		
				1.26	B	11	C1	538.3	537.1	537.1	CS	1/153	1/153	0.515 276.8	0.730 392.1	0.837 449.8	0.943 506.7	
				1.73	B	10	C1	495.9	520.3	495.9	CB	1/102	1/153	0.514 255.0	0.728 361.2	0.836 414.3	0.941 466.8	1.000 495.9
				1.74	B	2	C1	494.9	519.9	494.9	CB	1/101	1/153	0.514 254.5	0.728 360.5	0.836 413.5	0.941 465.8	1.000 494.9
2.00	2.00	A	4	EW2	5368.6	4290.0	4290.0	WS	-	-	0.850 2788.5	1.000 4290.0	1.000 4290.0	1.000 4290.0	1.000 4290.0	1.000 4290.0		
				2.20	A	1	C5	445.8	498.3	445.8	CB	1/69	1/150	0.510 227.4	0.720 321.0	0.825 367.8	0.929 414.1	1.000 445.8
				2.22	A	11	C5	443.7	497.4	443.7	CB	1/68	1/150	0.510 226.3	0.720 319.5	0.825 366.1	0.929 412.1	1.000 443.7
				2.25	2.588	A	10	C2	401.7	481.6	401.7	CB	1/50	1/150	0.510 204.9	0.720 289.2	0.825 331.4	0.929 373.1
2.59	2.59	A	2	C2	401.1	481.4	401.1	CB	1/50	1/150	0.510 204.5	0.720 288.8	0.825 330.9	0.929 372.5	1.000 401.1			

(参考) C_T -F関係図 について

「 C_T -F関係図」は、各F値グループの強度分布や建物の变形性能を把握するのに適した図で、「BUILD.耐診RC/2004年拡張オプション」による図化出力の「CT-F関係図」では、詳細や各点での値の確認が可能です。 E_o の集計方法には直接関係しませんが、結果を把握するための参考になりますので、図化出力で出力した「 C_T -F関係図」を使って、「各階のC値、F値、グループ」の各値と「 C_T -F関係図」の関係性について説明します。

「各階のC値、F値、グループ」の出力抜粋

