

# 耐震診断セミナー

2009

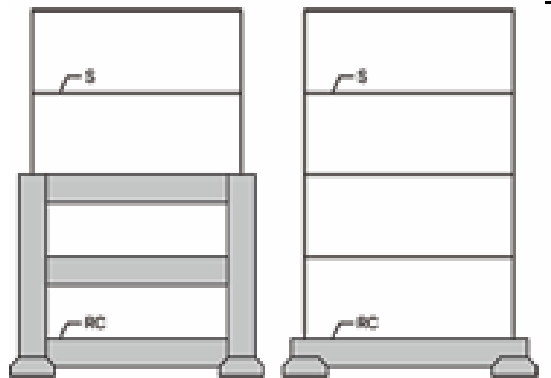
DOC-S — Ver.1

(株)構造システム

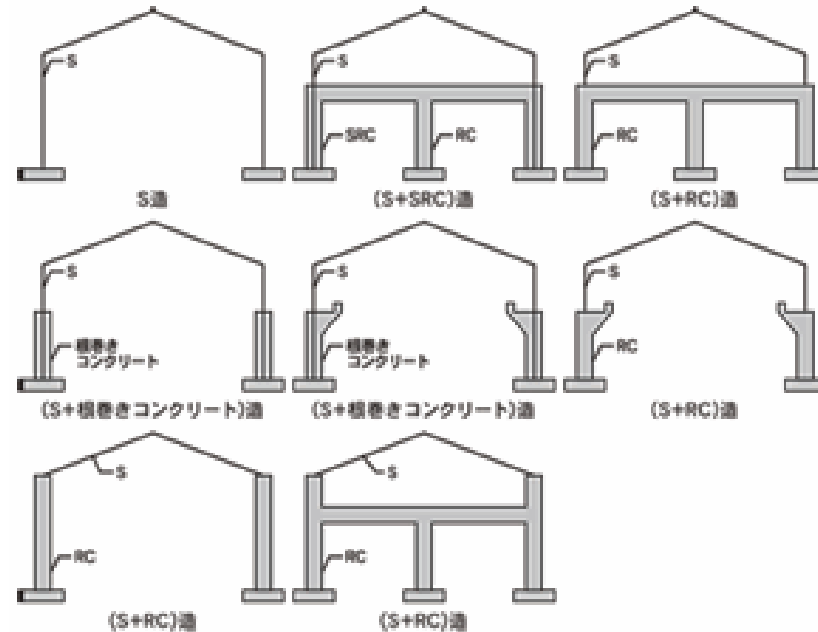
# DOC-Sの概要

- S造のビル、屋内体育館、工場など幅広い建物の耐震診断から補強設計までサポート
- S造の建物他、S造とRC/SRC造を層ごとに混合する建物も同時に保有水平耐力計算を行う
- 建物全体の耐震診断結果を一括出力することができます  
(ただしRC/SRC部分の靱性指標等を直接入力する必要)
- 単独で利用が可能  
(BUS-5がなくても建物重量、長期軸力、地震時変動軸力、剛性率、偏心率、保有水平耐力を自動計算)
- 診断概要書の出力  
重量計算、応力計算、剛性率、偏心率、保有計算、診断計算という膨大な出力内容から重要な出力をまとめる。  
→すばやい計算結果の把握に貢献

# DOC-Sの取り扱い形状



ビルタイプ



体育館タイプ

- スパン数(X、Y方向共90)、15階、30,000節点までのS造建物
- 互いに直交するX、Y方向フレームで構成される建物を基本としますが、傾斜フレーム、中折れフレームのある不整形な建物も扱います。

# DOC-Sの部材断面形状

はり						柱						
H形	みぞ形	2みぞ形	角形鋼管	軽量C形	2軽量C形	H形	箱形	角形鋼管	鋼管	軽量角形鋼管	軽量C形	2軽量C形
組立材(弦材)												
はり						柱						
2山形	4山形	2みぞ形	2軽量C形	2T形 2CT形	日の字形	2山形	4山形	8山形	2みぞ形	2軽量C形	2T形 2CT形	4T形 4CT形
組立材(腹材)												
パターン		断面										
	丸鋼 2丸鋼	平鋼 2平鋼	山形	2山形	みぞ形	2みぞ形	鋼管					
ブレース												
丸鋼	平鋼	山形	2山形	みぞ形	2みぞ形	H形	2H形	鋼管	角形鋼管	軽量角形鋼管	軽量C形	2軽量C形

- 充腹材の他、ラチス材や日の字柱に対応
- 断面性能(I、i、Z、Zp)は鉄骨形状の座標情報より忠実に計算。どんなパラメータが入力されても計算可能

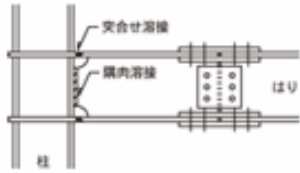
# DOC-Sの増設部材・補強部材

部材	部位	補強内容						
はり	S母材	カバープレート／スチフナ／増設ウェブ						
	S接合部	接合部補強						
	RC断面	増し打／鋼管巻き						
柱	S母材	カバープレート／スチフナ／根巻き						
	S接合部	接合部補強						
	RC断面	増し打／鋼管巻き						
ブレース	既存ブレース	接合部補強	はり		柱			
	増し打		フランジ カバープレート	ウェブ カバープレート	フランジ カバープレート	ウェブ カバープレート		
壁	既存壁	増し打	増設ウェブ					
	増設壁							
柱はり接合部	タブラープレート		<small>※はり、柱の補強タイプはH鋼形のみ利用可能です。</small>					
			ブレース					
			X形ブレース	片ブレース	V形ブレース	補剛材付V形ブレース	マンサード形ブレース	

- 豊富な補強パターンを用意。診断結果より施工性や補強効率を考え、最も弱い部材が可能。

# DOC-Sの接合部形状

- はりや柱の仕口部には溶接接合、継手部にはボルト接合



Sはり符号

No	符号	層名		位置	ルフィ長 (cm)	断面形状*	断面寸法(mm)						接合部	
		上層	下層				P1	P2	P3	P4	P5	P6	端部	継手
1	G1	3:3F	3:3F	7:全断面	0.0	1:H形鋼	340.0	250.0	9.0	14.0	13.0	0.0	G1E	G1J
2	B1	3:3F	3:3F	7:全断面	0.0	1:H形鋼	300.0	150.0	6.5	9.0	13.0			
3														

G1

断面寸法

全断面

ユーザーデータベース >> 鋼材データベース

割り当て

はり接合部符号

はり端部 | はり継手部

G1E 突合せ溶接

名称 フランジ 接合形式 突合せ溶接

隅肉溶接

溶接有効長さ

溶接有効長さ (mm)

自動

ウェブ

接合形式 隅肉溶接

曲げ負担長さ X (mm)

隅肉サイズ Sw (mm)

溶接有効長さ (mm)

自動

スカープ孔径 Sr (mm)

設定値

添板

材質

枚数 2枚(両面)

板厚 tw (mm)

ボルト

材質

径

配列タイプ 通常

列数

本数 nw

ゲージ gw (mm)

ピッチ pw (mm)

端あき e1 (mm)

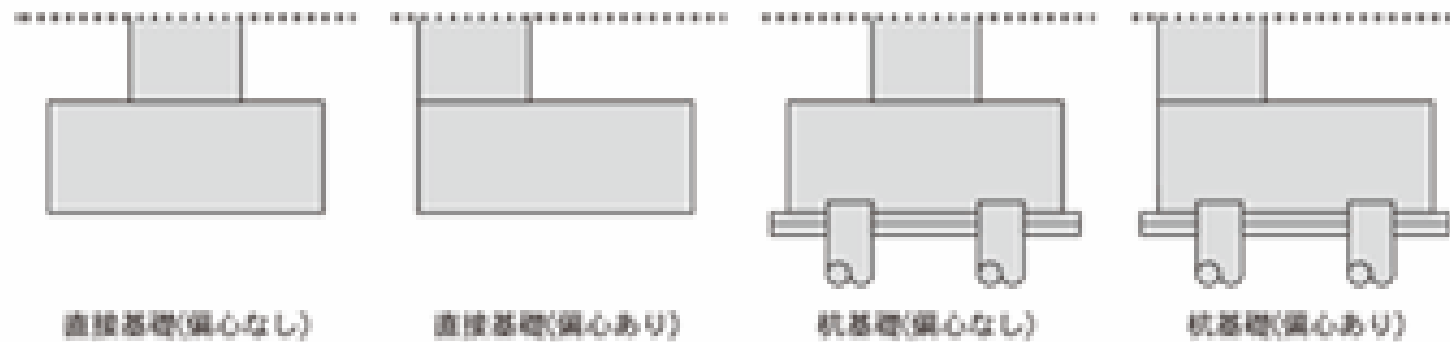
へりあき e2 (mm)

全削除(A) ヘルプ(H) 閉じる

## 入力手順

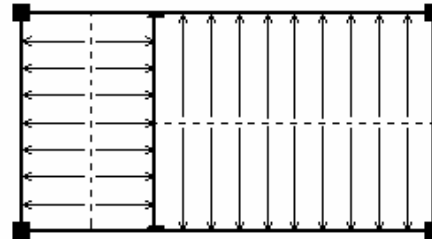
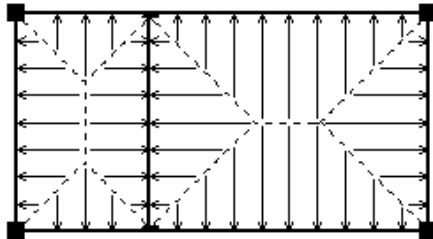
- ① はり端部接合部符号を作成し、接合部形式の情報を入力
- ② ①で入力した接合部符号をはり符号に割り当てる

# DOC-Sの基礎形状



- 杭基礎、独立基礎にて対応予定。現在は公開されていない機能（布基礎、べた基礎は非対応）
- 立体解析のみ有効。
- 入力方法や基礎下端レベルの設定等はBUS—基礎構造と同様。

# DOC-Sの準備計算



伝係数 = 1.000

図 床荷重の伝達方向

		U	V	CI	Q	PI	QI
GF	U	684.2	1420.6	0.579	1.245	0.249	353.8
	B	642.2					0.0
	A						353.8
	sum	706.4					
2F	D	42.8	2127.0	0.867	1.069	0.214	454.8
	B	393.5					0.0
	A	270.1					454.8
	sum	327.1					
1F	D	121.0	2454.1	1.000	1.000	0.200	490.8
	B	173.8					0.0
	A	32.3					490.8
	sum	797.4					
基礎	D	97.7	3251.5	K=0.100 (H=0.00)		0.175	570.6
	B	356.7					0.0
	A	343.0					570.6
	sum						

- 建物形状、部材寸法、積載荷重などから、柱軸力、はりCMQ、土圧などによる柱のCMQ、片持ばりのモーメント、層ごとの重量などを自動計算
- 地震力、剛性率、偏心率も自動計算。

# DOC-Sの開口周比の選択

- 耐震壁に開口がある場合には、次式に示す開口周比を計算します。
- 「平成19年改正後法規」

$$P = \sqrt{\frac{\sum hoi \cdot loi}{h \cdot l}}$$

- 「平成19年改正前法規」

$$P = \max \left( \frac{lo}{l}, \sqrt{\frac{\sum hoi \cdot loi}{h \cdot l}} \right)$$

耐震診断計算条件

1、2次診断 | S造診断(その1) | S造診断(その2) | その他(共通)

たれ壁・腰壁付はりとして扱う壁高さ  cm

そで壁付き柱と柱付き壁の区分境界値 Bc  (1~3次診断、告示) (2001年版RC診断基準は除く)

長期柱軸力に使用する積載荷重  
 ラーメン用  地震用

強度寄与係数の扱い(2001年版RC診断基準のみ有効)  
 各グループでの最小値を掛ける  部材ごとに掛ける

診断で無視した部材が負担する建築重量の考慮  
 考慮する  考慮しない

耐震壁等のモデル化  
 平成19年改正前法規  平成19年改正後法規

ユーザーデータベース >>

# DOC-Sの解析モデル

モデル	解析	主な特長	ビルタイプ	体育館 工場タイプ
立体解析モデル	増分	不整形の建物により 水平ブレースも考慮	○	○
擬似立体解析モデル	増分	整形の建物により 計算速度が速い。	○	△：屋根面の検討 が別途必要
平面解析モデル	増分	ゾーニングに適している 計算速度が速い。	○	△：屋根面の検討 が別途必要
節点振分法モデル	略算	ゾーニングに適している 手計算レベル。適用範囲 がある	○	△：屋根面の検討 が別途必要

- 建物タイプによって解析モデルと検討内容が異なります。

# DOC-Sの部材耐力と保有耐力接合

X1 ルームはり各部の終局強度表（Y方向 正加力）

層名	軸名	部位	位置	曲げ		せん断 Qsu	備考
				maxMu →	Mu		
3F	Y1 - Y2	母材	左端	294.4	190.0*	440.0	パネルによる曲げ低減[0.645]
			中央	356.6	356.6		
			右端	294.4	294.4		
		接合部	左端端部	456.4	226.6*	---	パネルによる曲げ低減[0.645]
			両端継手	288.4*	206.5	388.9*	非保有耐力接合
			右端端部	456.4	351.1	---	
	Y2 - Y3	母材	左端				
			中央				
			右端				
		接合部	左端端部				
			両端継手				
			右端端部				

危険断面位置のMu修正

- S造各部の部材耐力で各断面として耐力を算出  
(接合部符号の入力がある場合は接合部耐力も出力)
- 解析実行まえに各断面耐力から危険断面位置のMuを修正  
(右上図では継手耐力Mujが右端母材耐力よりも破壊を先行するため、Mu'に修正)
- 修正された場合は終局時強度表に\*マークが記載

# DOC-Sの柱はり接合部(パネル)

## S造各部の部材耐力 柱はり接合部

n	: 軸力比(=N/Ny 0.4を超える場合は $\sqrt{1-(N/Ny)^2}$ で低減)	
pMp	: 曲げ耐力 (軸力比考慮)	(kN・m)
Fy	: 降伏耐力 (降伏点強度倍率考慮)	(N/mm <sup>2</sup> )
dG	: はりの上下フランジ板厚中心間距離	(mm)
dC	: 柱 の左右フランジ板厚中心間距離※ H鋼弱軸の場合は2枚分	(mm)
tP	: 断面の板厚	(mm)
Vp	: パネル有効体積	(mm <sup>3</sup> )

説明1 : 周辺部材の曲げ耐力和よりも小さい場合は備考に記載。[]は周辺部材の低減係数

説明2 : tPに(\*,\*)がある場合は(補強有効板厚)

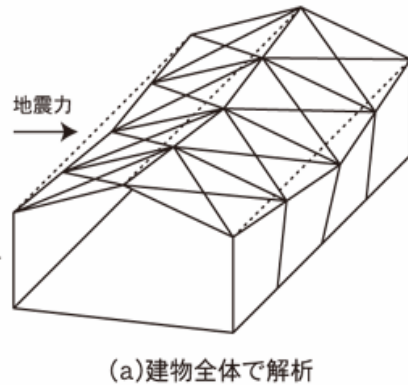
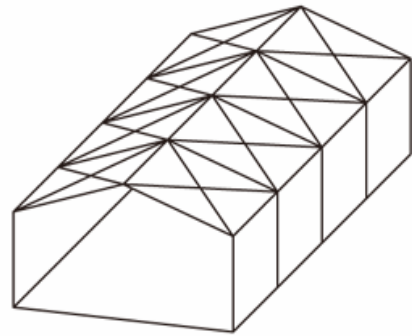
説明3 : "#"は直接入力

X1 3F-4 柱はり接合部強度表 ( Y方向 正加力 )

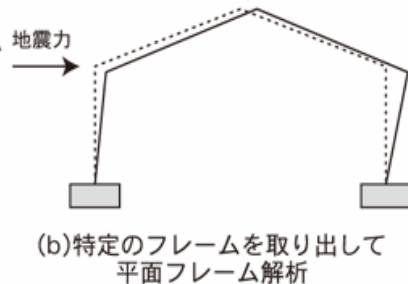
層名	軸名	通し形式	断面形状	軸力比	曲げ	内訳					備考
				n	pMp	Fy	dG	dC	tP	Vp(x10 <sup>3</sup> )	
3F	Y1	はり通し	はりH形	-0.006	190.0	258	326	326	9.0	956.48	パネルによる曲げ低減 [0.645]
	Y3	はり通し	はりH形	0.022	190.0	258	326	326	9.0	956.48	パネルによる曲げ低減 [0.533]
	Y5	はり通し	はりH形	0.021	190.0	258	326	326	9.0	956.48	パネルによる曲げ低減 [0.645]

- パネルの曲げ耐力がはりや柱の曲げ耐力和を小さい場合に周辺部材を自動低減。＝はりまたは柱部材の崩壊を先行させます。

# DOC-Sの屋根面の検討



- 断塑性増分解析による方法  
屋体基準H18版 P57  
DOC-Sでは立体解析モデルのみ有効。

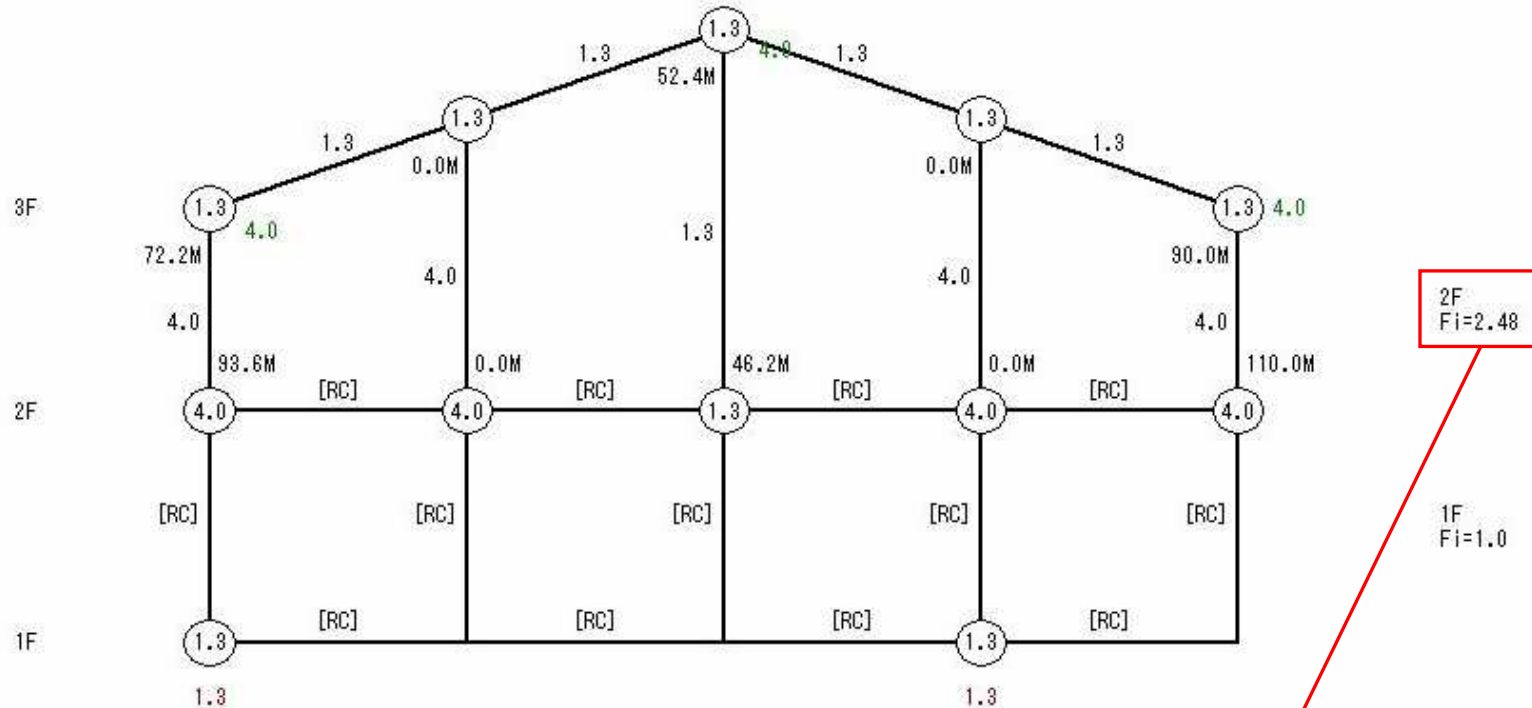


- ゾーニングによる方法  
屋体基準H18版 P7  
DOC-Sでは主に平面解析モデルのみ有効。

**注意: 水平伝達能力の検討(略算法、精算法)は別途検討が必要。ただし必要な情報は出力されます。(DOC-S概要編マニュアルP179)**

# DOC-Sの耐震診断一屋体基準

靱性指標（Y方向正加力）（屋内体育館診断基準）



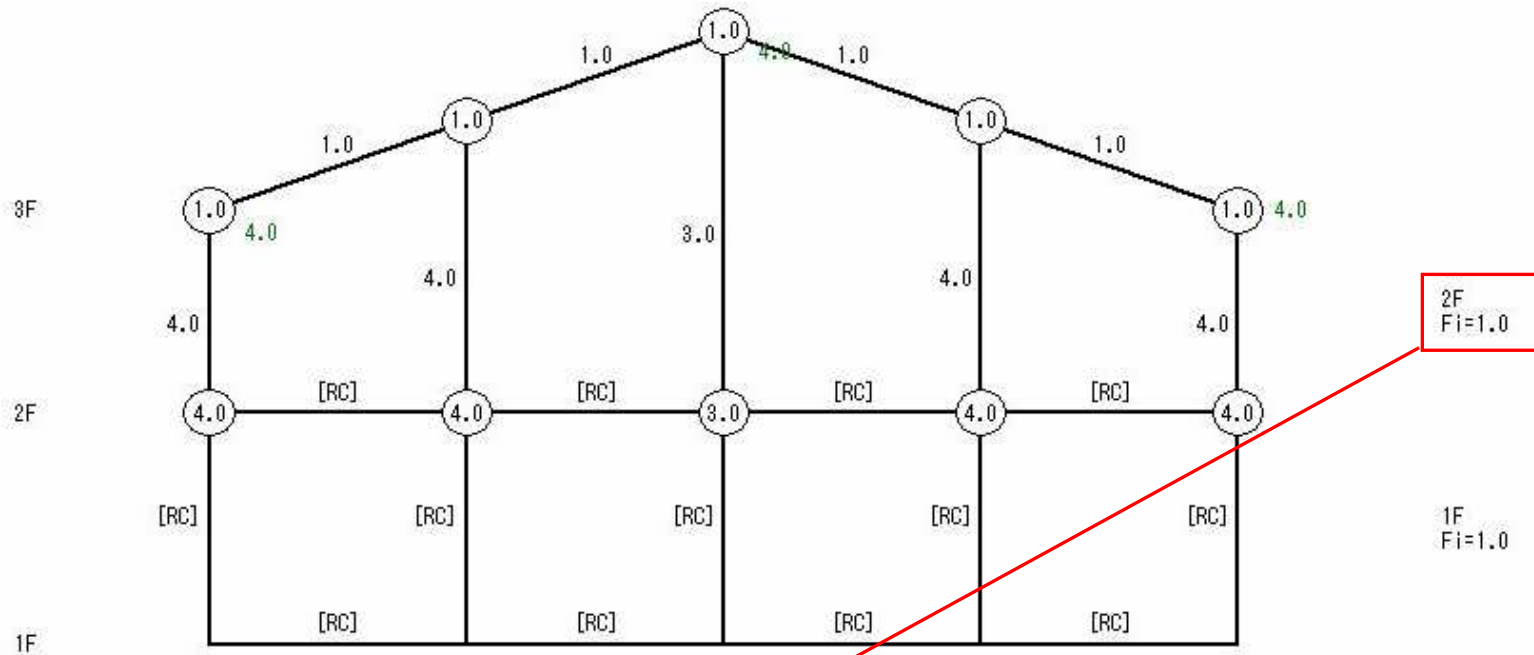
- 部材靱性指標、節点靱性指標、階の靱性指標が一度に表示
- 階の靱性指標計算が確認できるように曲げモーメント等を表示

手計算 2F階のF値計算 ※平面解析なので、対象範囲は表示フレーム

$$F_i = \frac{\sum (M_u \times n_{F_i})}{\sum (M_u)} = \frac{\{(72.2 \times 1.3 + 93.6 \times 4.0 + 0.0 \times 1.3 + 0.0 \times 4.0 + 52.4 \times 1.3 + 46.2 \times 1.3 + 0.0 \times 1.3 + 0.0 \times 4.0 + 90.0 \times 1.3 + 110.0 \times 4.0)\}}{(72.2 + 93.6 + 0.0 + 0.0 + 52.4 + 46.2 + 0.0 + 0.0 + 90.0 + 110.0)} = 1153.44 / 464.4 = 2.48$$

# DOC-Sの耐震診断—S診断指針 (最小F値)

靱性指標 (Y方向正加力) (節点F値の最小値)

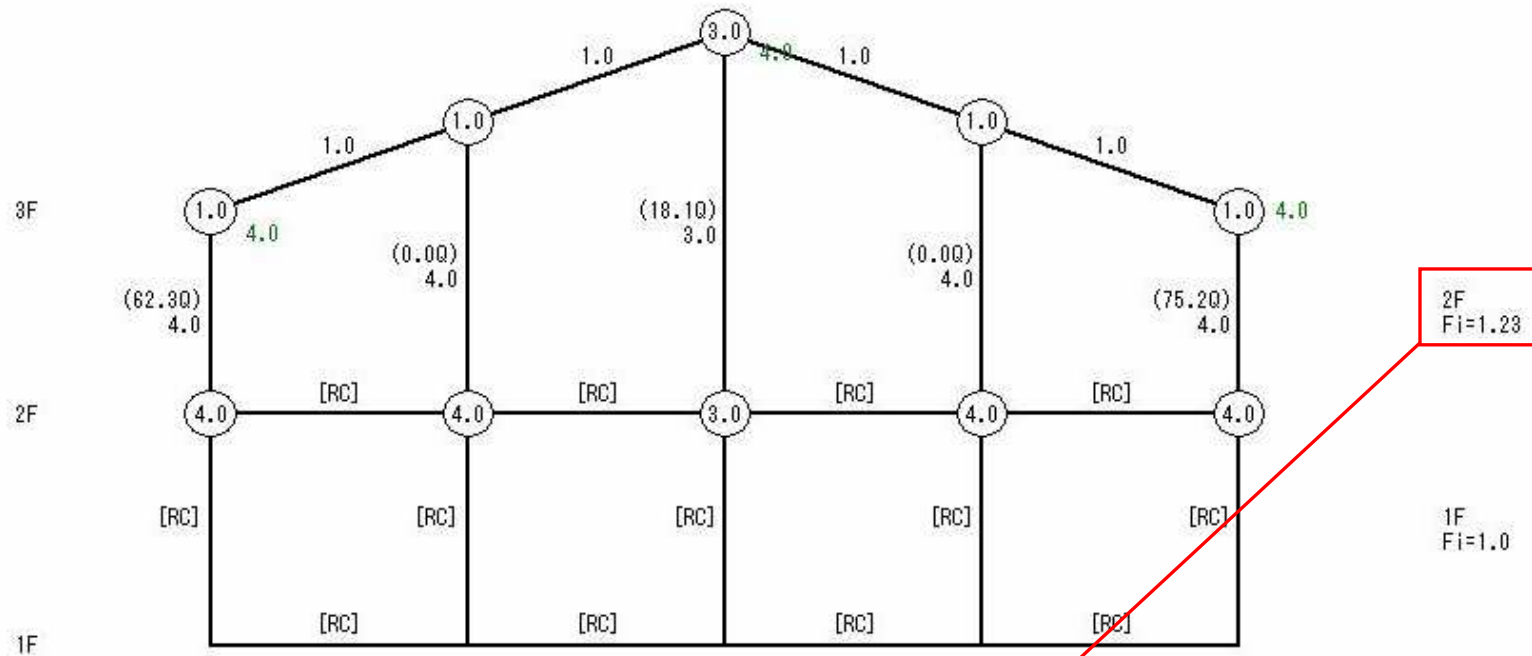


- 部材靱性指標、節点靱性指標、階の靱性指標が一度に表示

手計算 2F階のF値計算 ※平面解析なので、対象範囲は表示フレーム  
Fi=3F層節点F値が1.0なので=1.0

# DOC-Sの耐震診断—S診断指針 (重み付き平均)

靱性指標 (Y方向正加力) (せん断力の重み付き平均値)



- 部材靱性指標、節点靱性指標、階の靱性指標が一度に表示
- 階の靱性指標計算が確認できるようにせん断力等を表示

手計算 2F階のF値計算 ※平面解析なので、対象範囲は表示フレーム

$$F_i = \frac{\sum (Q_u \times n_{Fi})}{\sum (Q_u)} = \frac{\{(62.3 \times 1.0 + 0.0 \times 1.0 + 18.1 \times 3.0 + 0.0 \times 1.0 + 75.2 \times 1.0)\}}{\{(62.3 + 0.0 + 18.1 + 0.0 + 75.2)\}} = 191.8 / 155.6 = 1.23$$

# DOC-Sの耐震診断—耐震性能の判定

Y方向正加力 X2フレーム 終了理由:第1ヒンジ発生時 Z= 1.000 Rt= 1.000

階名	構造種別	Q <sub>ui</sub> (kN)	F <sub>i</sub> (F <sub>u</sub> )	ΣW <sub>i</sub> (kN)	A <sub>i</sub>	F <sub>esi</sub> (S D)	T	E <sub>oi</sub>	I <sub>si</sub>	q <sub>i</sub> (C <sub>t</sub> uSD)	層間 変形角	判定	概算補強耐力
													ΔQ <sub>ui</sub> (kN)
2F	S	64.52	2.23	202.34	1.224	1.639	---	0.58	0.35	0.63	---	(2)	63.14
1F	RC	114.51	(1.00#)	362.12	1.000	(1.00#)	1.00#	0.32	0.31	(0.32≥0.30)	---		---

- 建物またはフレームの性状を一度に表示
  - ・終了理由 一増分解析での終了理由
  - ・層間変形角 一増分解析での終了状態

※出力対象は主剛床位置なので注意。上記の結果は主剛床がないため、“---”と表示されます。

- ・RC階 一F<sub>u</sub>値、SD値、T値の直接入力により  
建物全体を位置に評価
- ・概算補強耐力 一建物重量・階の靱性指標が大きく変化しないと仮定した概算必要補強耐力を算出  
→補強設計の目安

# DOC-Sの利用上の注意点-デフォルト1

- 材料  
コンクリート強度 $F_c=21\text{N/mm}^2$
- 鉄骨重量  
耐火被覆、仕上重量、鉄骨割増率  
→特に組立材の場合は注意。長期応力が部材耐力を上回って計算できない現象がある。
- 柱はり接合部(パネル)の形式  
デフォルトは「はり通し」。「柱通し」の場合は柱はり接合部番号で入力&配置を行う。  
→入力がないと長期応力が部材耐力を上回って計算できない現象がある。

# DOC-Sの利用上の注意点-デフォルト2

- 剛床設定  
ビルタイプを基本としているため、体育館・工場タイプは適宜、剛床解除(=独立水平変位)の入力が必要
- 剛性率、偏心率、形状係数  
ビルタイプを基本としているため、主剛床が計算対象。  
剛床解除(=独立水平変位)の入力がある場合は「剛性率、偏心率計算条件」の設定が必要
- 保有水平耐力 $Q_{ui}$ の集計対象  
部材種別A～Cランクがデフォルト。Dランク部材の考慮には入力が必要。※DB61xxまでの仕様

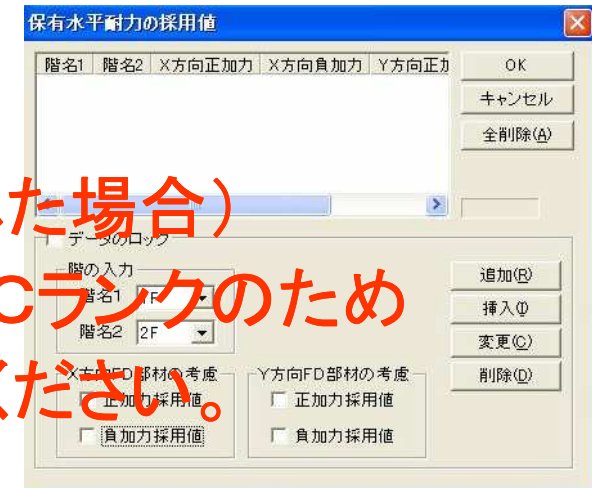
# DOC-Sの利用上の注意点-保有計算

- 部材耐力算定式 (BUSの保有計算との相違点)
    - ・はり  
横座屈モーメント、局部座屈モーメントを考慮
    - ・柱  
横座屈モーメント、局部座屈モーメントを考慮、座屈による全圧縮耐力  
→屋体基準の耐力式が座屈考慮の式のため、MSモデルも予めバネを低減
    - ・ブレース  
圧縮耐力は座屈後の安定耐力
    - ・柱はり接合部(パネル)
- ※各種低減を行っているため、長期応力が部材耐力を超えるメッセージが発生しやすい

# DOC-SのQ&A その1-1

Q1 耐震性能の判定表で $Q_{ui}$ が0となっている。もしくは異常に小さい。

A1-1 (保有水平耐力が正常終了した場合)  
保有水平耐力の集計対象がA~Cランクのため  
保有水平耐力採用値を見直してください。



## その他関連事項

DOC-S概要編マニュアルP166

概要書 保有水平耐力と水平力分担率→計算結果把握

出力 U-0.1.2 計算条件 b)保有水平耐力の採用値

→計算方法が記載

出力 U-4.2.3 ランク別保有水平耐力のまとめ

# DOC-SのQ&A その1-2

Q1 耐震性能の判定表で $Q_{ui}$ が0となっている。もしくは異常に小さい。

A1-2 (保有水平耐力が異常終了した場合)

出力 U4.3 保有水平耐力計算終了理由を参照

可能性のある原因と対処法(一部)

不安定・・・計算できない架構、不安定な架構

→平面フレームなら計算対象フレームの指定で対応

中断・・・長期応力が部材耐力を超えているなどは各種低減内容をよく検討。(パネル低減、横座屈低減など)

# DOC-SのQ&A その2-1

Q2 体育館、工場などの山形フレームの入力上の注意点を教えてください。**建物形状で山形にならない。**

**A2-1 軸交点の移動だけでなく、直交部材の配置が必要。**

基本—入力例

- ・棟の小ばりを大ばりとして入力。両端ピン指定も必要
- ・はり部材を配置後、「ダミーばり指定」をする

応用—入力例

- ・棟の小ばりの場合、「保有計算に考慮しないはり指定」で不安定架構でなくなったり、靱性指標計算対象から除外されます。

# DOC-SのQ&A その2-2

Q2 体育館、工場などの山形フレームの入力上の注意点を教えてください。**張間長期応力分布。**

**A2-2 剛床解除(独立水平変位)が必要。**

## 注意点

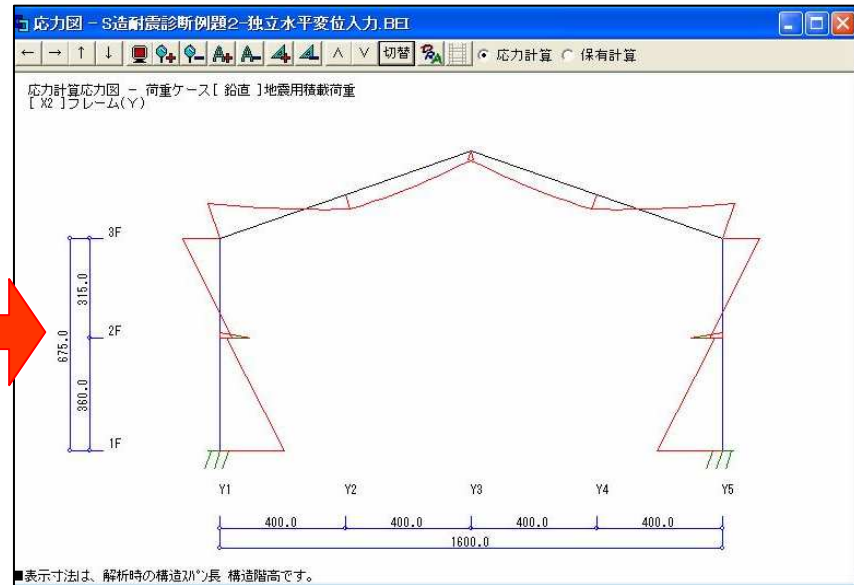
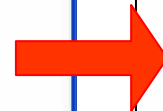
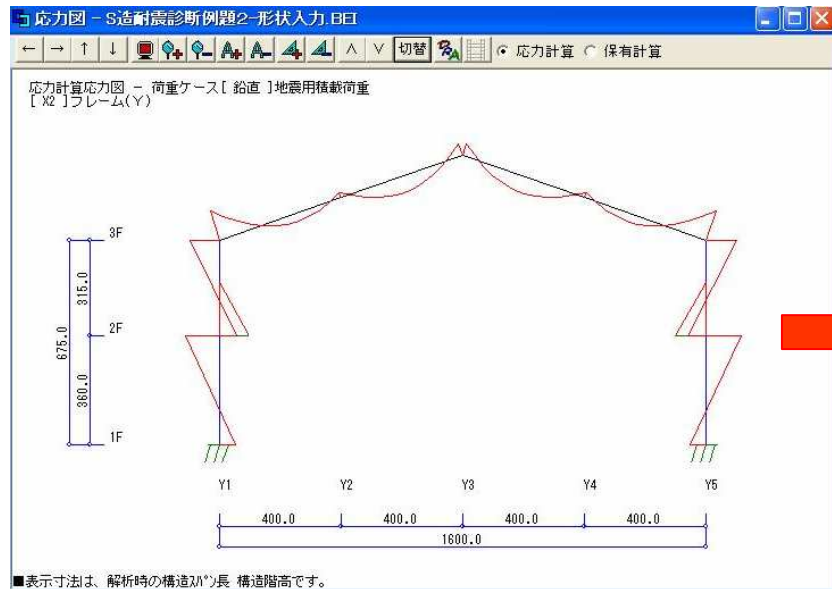
- ・主剛床となる節点は1つ残す。→層間変形角の出力のため平面フレーム解析では(可能であれば、)フレームごとに残す。

## 応用—入力例

- ・荷重ケースと方向を考慮した配置を行う

# DOC-SのQ&A その2-2

## 検討結果 大幅に改善。



### 補足: 保有水平耐力の変化

#### 【4. 保有水平耐力と水平力分担率】

$\beta_u$  : 耐力壁又は筋かいの部材群が負担する水平耐力の割合

方向	階	加力方向	柱及びはり	耐力壁の部材群又は筋かい	合計 Q(kN)	$\beta_u$
			Q(kN)	Q(kN)		
Y	2F	正加力	1112.05	0.00	1112.05	0.00
	1F	正加力	1433.52	0.00	1433.52	0.00



#### 【4. 保有水平耐力と水平力分担率】

$\beta_u$  : 耐力壁又は筋かいの部材群が負担する水平耐力の割合

方向	階	加力方向	柱及びはり	耐力壁の部材群又は筋かい	合計 Q(kN)	$\beta_u$
			Q(kN)	Q(kN)		
Y	2F	正加力	599.73	0.00	599.73	0.00
	1F	正加力	1037.47	0.00	1037.47	0.00

# DOC-SのQ&A その2-3

Q2 体育館、工場などの山形フレームの入力上の注意点を教えてください。**剛性率・偏心率・形状係数。**

## A2-3 「剛性率、偏心率計算条件」の設定が必要

剛性率、偏心率計算条件

雑壁n値  
基準とみなす柱の値  
X方向   $\phi M$   剛性  $\phi M$   
Y方向   $\phi M$   剛性 1.5  
面内雑壁のn値 1

標準柱剛性 (kN/cm/cm<sup>2</sup>)  
編集対象 1F 階  
X方向  自動  
Y方向  自動  
登録 Enter Key

地震時に剛床を解除した節点に接続する鉛直部材を考慮する階  
重心計算  上階  下階  
剛心計算  上階  下階

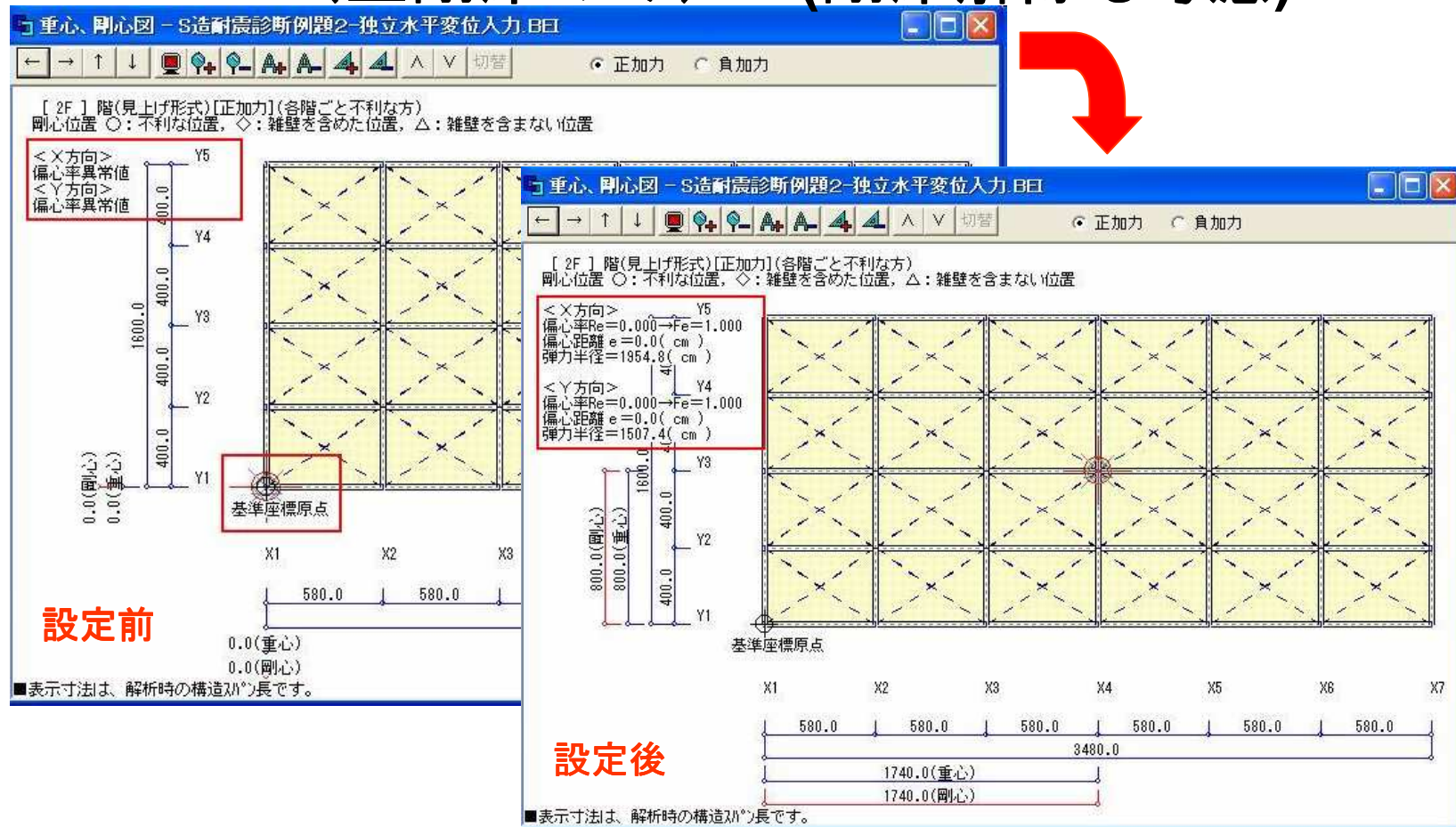
計算法  
重心 柱軸力の重心  
剛心 フレームの剛性から計算

剛心計算時、基礎荷重による応力の考慮をする  
剛性率計算時、層間変形角の求め方  
主剛床の剛心位置で算出

OK  
キャンセル  
省略時の値

# DOC-SのQ&A その2-3

検討結果 XY方向異常値→XY方向Fe=1.0へ  
(主剛床のみ) (剛床解除も考慮)



# DOC-SのQ&A その3

Q3 仕様がない断面形状の入力は？

A3 応力計算では  
Sはり符号(断面性能直接入力)  
S柱符号(断面性能直接入力)  
を用います。

保有計算では  
部材耐力の直接入力が必要  
特に柱の場合

MN解析モデル系—MNインタラクション

MS解析モデル系—軸バネの定義

柱・壁のM-N関係直接入力

関係番号	関係タイプ	M-N入力数
1	1	4

追加(R) 変更(C) 削除(D) 全削除  
1 / 1

関係番号 1 関係タイプ 対称

M-N関連図

順序	M	N
1	0.0	200.0
2	150.0	200.0
3	150.0	-200.0
4	0.0	-200.0

M-N追加 M-N挿入 M-N変更 M-N削除 M-N全削除

M (kNm) 0  
N (kN) 200

ヘルプ 閉じる

# DOC-SのQ&A その4

Q4 屋体特有の諸設定 ( $F_{es}$ 、 $A_i$ ) の入力は？

A4  $F_{es}$

→ 剛性率、偏心率直接入力

$A_i$

→ 外力分布(耐震診断)

剛性率、偏心率の直接入力

剛性率の直接入力 | 偏心率の直接入力

階名	X正加力	X負加力	Y正加力	Y負加
2F	---	---	---	---
1F	---	---	---	---

応力計算結果を使用する加力方向  
 X正加力  X負加力  Y正加力  Y負加力

剛性率  
階名称: 1F  
正加力: 0 負加力: 0  
X方向: 0 0  
Y方向: 0 0  
Enter

省略時の値

OK キャンセル ヘルプ

外力分布(耐震診断用)

3次診断、S造診断

外力分布  
  $n+1/n+i$    $1/A_i$   直接入力

直接入力  
編集対象: 1F 階 登録 Enter Key

外力分布係数 (1階を1として入力) 0

階名	外力分布係数
2F	0.0000
1F	0.0000

全削除(A) OK キャンセル

# DOC-Sの耐震補強のポイント1

## 大前提 保有水平耐力計算結果の把握

### 把握方法

- ① 崩壊機構(崩壊ヒンジ発生順番)の把握  
→荷重変位図や応力図や変位図の  
崩壊アニメーションで可能
- ② 各種耐力低減事項を把握  
→出力 S造各部の部材耐力を確認

↓ 低減事項

せん断	備考
Qsu	
0*	パネルによる曲げ低減[0.645]
6	440.0
4	

上記により補強方針の決定

# DOC-Sの耐震補強のポイント2

## 保有水平耐力計算結果からの補強方針の例

- ① 軽微な補強—各種耐力低減事項を改善
  - ・非保有耐力接合 → 接合部補強
  - ・パネル低減 → 形式の確認、板厚 $t_p$ の補強
  - ・座屈低減 → 横つなぎ補強
  - ・柱脚破壊 → 根巻き補強
- ② 大規模な補強
  - ・増設部材 → 増設壁、増設ブレース

# DOC-SのDB6.2.0.0からの新機能

- ① 耐震補強機能公開
- ② ブレースの荷重ケース設定  
→ 施工順序等を考えて長期荷重を負担させないことも可能
- ③ 平面フレーム解析の外力分布計算方法の追加  
→ フレーム重量によるAi分布機能  
(= 屋体基準H8版例題に準拠)