

PCカーテンウォール製造のための電算利用に関する研究  
(その3 部材計算プログラムの利用例)

正会員 岡成一<sup>1</sup> 同 平居孝之<sup>2</sup>  
同 三木信博<sup>3</sup> 同 山本隆<sup>4</sup>

概要 その2に示したPCカーテンウォールの窓部材平板タイプの部材計算プログラムにより、部材計算をSEIKO9100を用いて電算処理した例を示す。電算処理の過程をCRTに表示される画面として示してあり、処理過程の確認と続行後戻りの判断をする箇所をフローチャートと同じ\*印で表している。

開始

PCカーテンウォール [窓部材: 平板タイプ]

基本データ

- 設定
  - 衝撃係数 = 1.2
  - 建物高さ = 100m
- 使用材料
  - a コンクリート
    - 1種軽量コンクリート
    - 気乾比重 = 1.9
    - 設計基準強度  $F_c = 300 \text{ kgf/cm}^2$
    - 脱型時強度  $F_c' = 120 \text{ kgf/cm}^2$
  - b 鉄筋
    - SD30規格品
    - SR24規格品
    - 溶接金網
    - JISに規定する線材
- 設計用荷重
  - a 風荷重
    - 告示式による
    - $q = 1.20 \times H^{1/4}$  ( $H = 100\text{m}$ )
    - $P_w = C \times q$  正圧  $C = 1.0$
    - 負圧  $C = 1.5$
    - 正圧  $P_w = 1.0 \times q = 380 \text{ kg/m}^2$
    - 負圧  $P_w = 1.5 \times q = 570 \text{ kg/m}^2$
  - b 地震荷重
    - $P_k = K \times w$  ( $w = \text{単位面積重量}$ )
    - 水平力  $K = 1.0$
    - 鉛直力  $K = 0.5$
- ひびわれ検討時の限界荷重
  - 風荷重 最大正圧荷重の50%
  - 地震荷重 最大水平荷重の50%
  - 最大鉛直荷重
- 許容応力度
  - コンクリート
    - 設計基準強度  $F_c = 300 \text{ kgf/cm}^2$
    - 脱型時強度  $F_c' = 120 \text{ kgf/cm}^2$
    - ヤング係数  $E = 1.93 \times 10^5 \text{ kgf/cm}^2$
    - ( $E = 2.1 \times 10^5 \times (\rho/2.3)^{1.5} \times (F_c/200)^{0.5}$ )

(単位  $\text{kg/cm}^2$ )

	長期			短期			引張
	圧縮	剪断	付着	圧縮	剪断	付着	
一般	100.0	7.2	17.0	200.0	10.8	25.5	26.0
脱型		3.6			5.4		12.0

鉄筋

(単位  $\text{kg/cm}^2$ )

	長期		短期	
	引張	圧縮	引張	剪断
SD30	2000	2000	3000	3000
SR24	1600	1600	2400	2400
溶接金網・線材	2000	2000	3000	3000

ヤング係数  $E = 2.1 \times 10^6 \text{ kgf/cm}^2$

(2) 断面算定及び許容曲げモーメント

a 長辺方向

断面係数  $ZX = bh^2/6 = 6000 \text{ cm}^3$   
 設計基準強度時 コンクリート引張強度  $\sigma_t = 26 \text{ kg/cm}^2$  ( $F_c = 300 \text{ kgf/cm}^2$ )  
 脱型時 コンクリート引張強度  $\sigma_t' = 12 \text{ kg/cm}^2$  ( $F_c = 120 \text{ kgf/cm}^2$ )  
 許容曲げモーメント (Mor(X))  
 設計基準強度時  $M_{or}(X) = Z \times \sigma_t = 1560 \text{ kg-m}$   
 脱型強度時  $M_{or}'(X) = Z \times \sigma_t' = 720 \text{ kg-m}$

b 短辺方向

断面係数  $ZY = bh^2/6 = 12666 \text{ cm}^3$   
 設計基準強度時 コンクリート引張強度  $\sigma_t = 26 \text{ kg/cm}^2$  ( $F_c = 300 \text{ kgf/cm}^2$ )  
 脱型時 コンクリート引張強度  $\sigma_t' = 12 \text{ kg/cm}^2$  ( $F_c = 120 \text{ kgf/cm}^2$ )  
 許容曲げモーメント (Mor(Y))  
 設計基準強度時  $M_{or}(Y) = Z \times \sigma_t = 3293 \text{ kg-m}$   
 脱型強度時  $M_{or}'(Y) = Z \times \sigma_t' = 1519 \text{ kg-m}$

(3) 応力の算定

a 長辺方向

脱型時

$\omega_0 = 380 \text{ kg/m}^2$  衝撃係数 = 1.2  
 $\omega_1 = \omega_0 \times 1.2 \times W = 16154 \text{ g/m}$   $\omega_2 = \omega_0 \times 1.2 \times (W - 1400) = 4119 \text{ g/m}$   
 $R_A = 16234 \text{ g}$   $R_B = 14544 \text{ g}$   
 $H_A = 2574 \text{ g-m}$   $H_B = 844 \text{ g-m}$   $H_C = 216 \text{ g-m}$   
 $H_{max} = 2574 \text{ g-m}$   
 $Q_{A1} = 945 \text{ g}$   $Q_{A2} = 735 \text{ g}$   $Q_{B1} = 420 \text{ g}$   $Q_{B2} = 630 \text{ g}$   
 $Q_{max} = 945 \text{ g}$   
 $E = 1.20 \times 10^6 \text{ kgf/cm}^2$

建起し時

$\omega_0 = 380 \text{ kg/m}^2$  衝撃係数 = 1.2  
 $\omega_1 = \omega_0 \times 1.2 \times W = 16498 \text{ g/m}$   $\omega_2 = \omega_0 \times 1.2 \times (W - 1400) = 4119 \text{ g/m}$   
 頭部にて建起しとする。  
 $R_A = 1475 \text{ g}$   $R_B = 1258 \text{ g}$   
 $H_A = 953 \text{ g-m}$   $H_B = 953 \text{ g-m}$   
 $H_{max} = 953 \text{ g-m}$   
 $Q_{A1} = 1475 \text{ g}$   $Q_{B1} = 1258 \text{ g}$   
 $Q_{max} = 1475 \text{ g}$   
 $E = 1.20 \times 10^6 \text{ kgf/cm}^2$

地震時

$\omega_0 = 380 \text{ kg/m}^2$   
 $P_k = \omega_0 \times K$  ( $K = 1.0$ )  $= 380 \text{ kg/m}^2$   
 $\omega_1 = \omega_0 \times K \times W = 8744 \text{ g/m}$   $\omega_2 = \omega_0 \times K \times (W - 1400) = 3424 \text{ g/m}$   
 $R_A = 1242 \text{ g}$   $R_B = 1035 \text{ g}$   
 $H_A = 81 \text{ g-m}$   $H_B = 6 \text{ g-m}$   $H_C = 658 \text{ g-m}$   
 $H_{max} = 658 \text{ g-m}$   
 $Q_{A1} = 1128 \text{ g}$   $Q_{A2} = 114 \text{ g}$   $Q_{B1} = 97 \text{ g}$   $Q_{B2} = 939 \text{ g}$   
 $Q_{max} = 1128 \text{ g}$   
 $E = 1.20 \times 10^6 \text{ kgf/cm}^2$

最大風圧時

$P_w = 1.5 \times 1.20 \times H^{1/4}$  ( $H = 100\text{m}$ )  $= 570 \text{ kg/m}^2$   
 $\omega = P_w \times (W) = 1311 \text{ kg/m}$   
 $R_A = 2439 \text{ g}$   $R_B = 2411 \text{ g}$   
 $H_A = 11 \text{ g-m}$   $H_B = 8 \text{ g-m}$   $H_C = 1953 \text{ g-m}$   
 $H_{max} = 1953 \text{ g-m}$   
 $Q_{A1} = 2269 \text{ g}$   $Q_{A2} = 171 \text{ g}$   $Q_{B1} = 145 \text{ g}$   $Q_{B2} = 2269 \text{ g}$   
 $Q_{max} = 2269 \text{ g}$   
 $E = 1.20 \times 10^6 \text{ kgf/cm}^2$

(1) 部材形状

幅 = 2500(mm) 面積 = 8.510(m<sup>2</sup>)  
 高さ = 3700(mm) 体積 = 1.198(m<sup>3</sup>)  
 厚さ = 200(mm) 重量 = 2276.2(kg)  
 比重 = 1.9

**b 短辺方向・上部**  
 脱型時および建起し時  
 $\omega_0 = 380 \text{ kg/m}^2$       衝撃係数 = 1.2  
 $\omega_1 = \omega_0 \times 1.2 \times h = 1688 \text{ kg/m}$        $\omega_2 = \omega_0 \times 1.2 \times (h - 1800) = 957 \text{ kg/m}$   
 $R_A = 1367 \text{ kg}$        $R_B = 1367 \text{ kg}$   
 $H_A = 53 \text{ kg/m}$        $H_B = 53 \text{ kg/m}$        $H_C = 315 \text{ kg/m}$   
 $M_{\text{max}} = 315 \text{ kg}\cdot\text{m}$   
 $Q_{A1} = 945 \text{ kg}$        $Q_{A2} = 422 \text{ kg}$        $Q_{B1} = 422 \text{ kg}$        $Q_{B2} = 945 \text{ kg}$   
 $Q_{\text{max}} = 945 \text{ kg}$

**地震時**  
 $\omega_0 = 380 \text{ kg/m}^2$   
 $P_k = \omega_0 \times K \quad (K=1.0) = 380 \text{ kg/m}^2$   
 $\omega_1 = \omega_0 \times K \times h = 1466 \text{ kg/m}$        $\omega_2 = \omega_0 \times K \times (h - 1800) = 722 \text{ kg/m}$   
 $R_A = 1138 \text{ kg}$        $R_B = 1138 \text{ kg}$   
 $H_A = 210 \text{ kg/m}$        $H_B = 210 \text{ kg/m}$        $H_C = -78 \text{ kg/m}$   
 $M_{\text{max}} = 210 \text{ kg}\cdot\text{m}$   
 $Q_{A1} = 454 \text{ kg}$        $Q_{A2} = 705 \text{ kg}$        $Q_{B1} = 705 \text{ kg}$        $Q_{B2} = 434 \text{ kg}$   
 $Q_{\text{max}} = 705 \text{ kg}$

**最大風圧時**  
 $P_w = 1.5 \times 120 \times H^{1/4} \quad (H=100\text{m}) = 578 \text{ kg/m}^2$   
 $\omega = P_w \times (h) = 2109 \text{ kg/m}$   
 $R_A = 2425 \text{ kg}$        $R_B = 2425 \text{ kg}$   
 $H_A = 319 \text{ kg/m}$        $H_B = 319 \text{ kg/m}$        $H_C = 61 \text{ kg/m}$   
 $M_{\text{max}} = 319 \text{ kg}\cdot\text{m}$   
 $Q_{A1} = 1266 \text{ kg}$        $Q_{A2} = 1160 \text{ kg}$        $Q_{B1} = 1266 \text{ kg}$        $Q_{B2} = 1160 \text{ kg}$   
 $Q_{\text{max}} = 1266 \text{ kg}$

**c 応力の算定のまとめ**

方向	状態	剪断力 Q(kg)	曲げモーメント M(kg·m)
長辺方向	脱型時	945	257
	建起し時	1475	953
	地震時	1128	658
短辺方向	脱型時	945	315
	地震時	705	210
	風圧時	1266	319

**d 曲げモーメントと剪断力の最大値**

長辺方向	曲げモーメント	1953 kg·m
	剪断力	2269 kg
短辺方向	曲げモーメント	319 kg·m
	剪断力	1266 kg
	脱型時剪断力	945 kg

**(4) 鉄筋量の算定 及び せん断の検討**

**a 方立部分**  
 $M_{\text{max}} = 1953 \text{ kg}\cdot\text{m}$   
 $Q_{\text{max}} = 2269 \text{ kg}$   
 $Q'_{\text{max}} = 945 \text{ kg}$   
 かぶり厚さ 30mm とする。  
 $D = 20 \text{ cm}$        $d = 15.75 \text{ cm}$        $j = 13.78 \text{ cm}$        $b = 45 \text{ cm}$   
 $at = M_{\text{max}} / (f_t \cdot j) = 4.73 \text{ cm}^2$  以上  
 $4-D \ 13(5.08 \text{ cm}^2)$   
 $\tau = Q_{\text{max}} / (b \cdot j) \quad (\text{kg/cm}^2) = 3.66 < F_s = 10.8 \text{ kg/cm}^2$  OK  
 $\tau' = Q'_{\text{max}} / (b \cdot j) \quad (\text{kg/cm}^2) = 1.53 < F_s' = 5.4 \text{ kg/cm}^2$  OK

**b 上部・下部水平部分**  
 $M_{\text{max}} = 319 \text{ kg}\cdot\text{m}$   
 $Q_{\text{max}} = 1266 \text{ kg}$   
 $Q'_{\text{max}} = 945 \text{ kg}$   
 かぶり厚さ 43mm とする。  
 $D = 20 \text{ cm}$        $d = 14.6 \text{ cm}$        $j = 12.78 \text{ cm}$        $b = 60 \text{ cm}$   
 $at = M_{\text{max}} / (f_t \cdot j) = 0.84 \text{ cm}^2$  以上  
 $4-D \ 10(2.85 \text{ cm}^2)$   
 $\tau = Q_{\text{max}} / (b \cdot j) \quad (\text{kg/cm}^2) = 1.66 < F_s = 10.8 \text{ kg/cm}^2$  OK  
 $\tau' = Q'_{\text{max}} / (b \cdot j) \quad (\text{kg/cm}^2) = 1.24 < F_s' = 5.4 \text{ kg/cm}^2$  OK  
 Stp 6φ 0150 以下とする。

**(5) ひび割れの検討**

**a 方立部分 (長辺方向)**  
 (1) ひび割れ検討時の限界モーメント  
 風荷重  $P_w = 380 \times 0.5 = 190 \text{ kg/m}^2$   
 最大負荷荷重時のモーメントの 1/3  
 $M_u = 1953/3 = 651 \text{ kg}\cdot\text{m}$   
 地震荷重 (水平方向)  
 $P_k = 380 \times 0.5 = 190 \text{ kg/m}^2$   
 最大地震荷重時のモーメントの 1/2  
 $M_k = 658/2 = 329.43 \text{ kg}\cdot\text{m}$   
 (2) 全断面有効版としての検討 (Mcr)  
 $Z(45) = bh^2/6 = 45 \times 20^2/6 = 3000 \text{ cm}^3$   
 $M_{cr}(45) = Z(45) \times \sigma_t = 3000 \times 26/100 = 780 \text{ kg}\cdot\text{m}$   
 $M_{cr}'(45) = Z(45) \times \sigma_t' = 3000 \times 12/100 = 360 \text{ kg}\cdot\text{m}$   
 $M_{\text{max}} = 651 \text{ kg}\cdot\text{m} < M_{cr} = 780 \text{ kg}\cdot\text{m}$  OK  
 (脱型時)  $M'_{\text{max}} = 257 \text{ kg}\cdot\text{m} < M_{cr}' = 360 \text{ kg}\cdot\text{m}$  OK

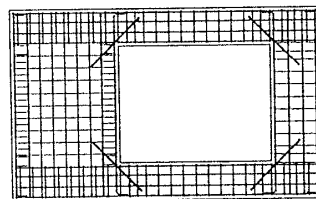
**b 上部水平方向 (短辺方向)**

(1) ひび割れ検討時の限界モーメント  
 風荷重  $P_w = 380 \times 0.5 = 190 \text{ kg/m}^2$   
 最大負荷荷重時のモーメントの 1/3  
 $M_u = 319/3 = 106.34 \text{ kg}\cdot\text{m}$   
 地震荷重 (水平方向)  
 $P_k = 380 \times 0.5 = 190 \text{ kg/m}^2$   
 最大地震荷重時のモーメントの 1/2  
 $M_k = 210/2 = 105.07 \text{ kg}\cdot\text{m}$   
 (2) 全断面有効版としての検討 (Mcr)  
 $Z(130) = bh^2/6 = 130 \times 20^2/6 = 8666.66 \text{ cm}^3$   
 $M_{cr}(130) = Z(130) \times \sigma_t = 8666.66 \times 26/100 = 2253.33 \text{ kg}\cdot\text{m}$   
 $M_{cr}'(130) = Z(130) \times \sigma_t' = 8666.66 \times 12/100 = 1039.99 \text{ kg}\cdot\text{m}$   
 $M_{\text{max}} = 106.34 \text{ kg}\cdot\text{m} < M_{cr} = 2253.33 \text{ kg}\cdot\text{m}$  OK  
 (脱型時)  $M'_{\text{max}} = 315 \text{ kg}\cdot\text{m} < M_{cr}' = 1039.99 \text{ kg}\cdot\text{m}$  OK

**c 下部水平方向 (短辺方向)**

(1) ひび割れ検討時の限界モーメント  
 風荷重  $P_w = 380 \times 0.5 = 190 \text{ kg/m}^2$   
 最大負荷荷重時のモーメントの 1/3  
 $M_u = 319/3 = 106.34 \text{ kg}\cdot\text{m}$   
 地震荷重 (水平方向)  
 $P_k = 380 \times 0.5 = 190 \text{ kg/m}^2$   
 最大地震荷重時のモーメントの 1/2  
 $M_k = 210/2 = 105.07 \text{ kg}\cdot\text{m}$   
 (2) 全断面有効版としての検討 (Mcr)  
 $Z(60) = bh^2/6 = 60 \times 20^2/6 = 4000 \text{ cm}^3$   
 $M_{cr}(60) = Z(60) \times \sigma_t = 4000 \times 26/100 = 1040 \text{ kg}\cdot\text{m}$   
 $M_{cr}'(60) = Z(60) \times \sigma_t' = 4000 \times 12/100 = 480 \text{ kg}\cdot\text{m}$   
 $M_{\text{max}} = 106.34 \text{ kg}\cdot\text{m} < M_{cr} = 1040 \text{ kg}\cdot\text{m}$  OK  
 (脱型時)  $M'_{\text{max}} = 315 \text{ kg}\cdot\text{m} < M_{cr}' = 480 \text{ kg}\cdot\text{m}$  OK

**全断面有効版による配筋**



終了