

玻璃面板分析



风荷载分析

工程所在地

苏州市

50年基本风压

$w_0 := 0.45\text{kPa}$

地面粗糙度类别

$\beta = 1$

$\mu_{z,\min} = 1$

$\alpha_1 = 0.3$

计算高度

$Z_i := 20.9\text{m}$

风压高度变化系数

$\mu_z := \beta \cdot \left(\frac{Z_i}{10 \cdot \text{m}} \right)^{\alpha_1}$

参考《荷规》8.2.1
条文说明

$\mu_z := \max(\mu_{z,\min}, \mu_z) = 1.248$

地面粗糙度类别

$\alpha = 0.15$

$\beta_{gz,\max} = 1.7$

$I_{10} = 0.14$

高度Z处阵风系数

$\beta_{gz} := 1 + 2 \cdot 2.5 \cdot I_{10} \cdot \left(\frac{Z_i}{10\text{m}} \right)^{-\alpha}$

参考《荷规》8.6.1
条文说明

$\beta_{gz} := \min(\beta_{gz,\max}, \beta_{gz}) = 1.627$

风荷载局部体型系数

$\mu_s := 1.4 + 0.2$

$\mu_s = 1.6$

风荷载标准值

$w_k := \max(\beta_{gz} \cdot \mu_s \cdot \mu_z \cdot w_0, 1\text{kPa})$

$w_k = 1.461 \cdot \text{kPa}$

地震作用分析

抗震设防烈度

七度 (0.1g)

水平地震影响系数(标准设防地震作用计算取值)

$\alpha_{\max} := 0.08$

参考《抗规》
表5.4.1-1

动力放大系数

$\beta_e := 5.0$

玻璃总厚度

$t_{bl} := 16\text{mm}$

玻璃重度

$\rho_{bl} := 25.6 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$

单位面积幕墙构件自重
(考虑10%附属构件重)

$G_{kA} := 1.1 \cdot t_{bl} \cdot \rho_{bl}$

$G_{kA} = 0.451 \cdot \text{kPa}$

地震作用标准值

$q_{ek} := \alpha_{\max} \cdot \beta_e \cdot G_{kA}$

参考《玻璃幕墙规范》5.3.4

$q_{ek} = 0.18 \cdot \text{kPa}$

水平荷载组合

风荷载分项系数

$\gamma_w := 1.5$

地震作用分项系数

$\gamma_{ek} := 1.4$

风荷载组合系数

$\psi_w := 1.0$

地震作用组合系数

$\psi_{ek} := 0.5$

承载力极限状态组合线性荷载设计值

$ULS := \psi_w \cdot \gamma_w \cdot w_k + \psi_{ek} \cdot \gamma_{ek} \cdot q_{ek}$

$ULS = 2.318 \cdot \text{kPa}$

正常使用极限状态组合荷载标准值

$SLS := \psi_w \cdot w_k$

$SLS = 1.461 \cdot \text{kPa}$

基本参数

玻璃面板宽度	$B := 1660\text{mm}$
玻璃面板高度	$H := 2300\text{mm}$
外片玻璃厚度	$t_1 := 8\text{mm}$
内片玻璃厚度	$t_2 := 8\text{mm}$
面板计算模型	四边简支

玻璃面板的荷载分配

分配到玻璃的风荷载标准值

外片为

$$W_{k1} := 1.1 \cdot w_k \cdot \frac{t_1^3}{t_1^3 + t_2^3}$$

$$W_{k1} = 803.624 \text{ Pa}$$

内片为

$$W_{k2} := 1.0 \cdot w_k \cdot \frac{t_2^3}{t_1^3 + t_2^3}$$

$$W_{k2} = 730.567 \text{ Pa}$$

分配到玻璃的地震作用标准值

外片为

$$q_{ek1} := q_{ek} \cdot \frac{t_1^3}{t_1^3 + t_2^3}$$

$$q_{ek1} = 90.112 \text{ Pa}$$

内片为

$$q_{ek2} := q_{ek} \cdot \frac{t_2^3}{t_1^3 + t_2^3}$$

$$q_{ek2} = 90.112 \text{ Pa}$$

承载力极限状态组合线性荷载设计值

$$ULS_1 := \psi_w \cdot \gamma_w \cdot W_{k1} + \psi_{ek} \cdot \gamma_{ek} \cdot q_{ek1}$$

$$ULS_1 = 1.269 \cdot \text{kPa}$$

正常使用极限状态组合荷载标准值

$$SLS_1 := \psi_w \cdot W_{k1}$$

$$SLS_1 = 0.804 \cdot \text{kPa}$$

承载力极限状态组合线性荷载设计值 $ULS_2 := \psi_w \cdot \gamma_w \cdot W_{k2} + \psi_{ek} \cdot \gamma_{ek} \cdot q_{ek2}$

$ULS_2 = 1.159 \cdot \text{kPa}$

正常使用极限状态组合荷载标准值 $SLS_2 := \psi_w \cdot W_{k2}$

$SLS_2 = 0.731 \cdot \text{kPa}$

玻璃面板强度校核

玻璃短边比长边

$$\varepsilon := \frac{\min(B, H)}{\max(B, H)}$$

$\varepsilon = 0.722$

$m_{..} :=$

	0	1
0	0	0.125
1	0.25	0.123
2	0.33	0.118
3	0.4	0.1115
4	0.5	0.1
5	0.55	0.0934
6	0.6	0.0868
7	0.65	0.0804
8	0.7	0.0742
9	0.75	0.0683
10	0.8	0.0628
11	0.85	0.0576
12	0.9	0.0528
13	0.95	0.0483
14	1	0.0442

$\eta_{..} :=$

	0	1
0	5	1
1	10	0.95
2	20	0.89
3	40	0.8
4	60	0.72
5	80	0.66
6	100	0.58
7	120	0.48
8	150	0.47
9	200	0.44
10	250	0.36
11	300	0.33
12	350	0.31
13	400	0.3

参考《江苏地标》7.2.1

$X_1 := m_{..}^{(0)}$ $Y_1 := m_{..}^{(1)}$ $X_2 := \eta_{..}^{(0)}$ $Y_2 := \eta_{..}^{(1)}$

弯矩系数

$m := \text{linterp}(X_1, Y_1, \varepsilon)$

$m = 0.072$

玻璃弹性模量

$E_{bl} := 72 \text{GPa}$

参数(外片玻璃)

$$\theta_1 := \frac{(q_{ek1} + 0.2W_{k1}) \cdot \min(B, H)^4}{E_{bl} \cdot t_1^4}$$

$\theta_1 = 6.458$

折减系数(外片玻璃)

$$\eta_1 := \min(\max(\text{linterp}(X_2, Y_2, \theta_1), 0.3), 1)$$

$$\eta_1 = 0.985$$

参数(内片玻璃)

$$\theta_2 := \frac{(q_{ek2} + 0.2W_{k2}) \cdot \min(B, H)^4}{E_{bl} \cdot t_2^4}$$

$$\theta_2 = 6.082$$

$$\eta_2 := \min(\max(\text{linterp}(X_2, Y_2, \theta_2), 0.3), 1)$$

折减系数(内片玻璃)

$$\eta_2 = 0.989$$

外片玻璃风荷载应力

$$\sigma_1 := \frac{6 \cdot m \cdot ULS_1 \cdot \min(B, H)^2}{t_1^2} \cdot \eta_1$$

$$\sigma_1 = 23.133 \cdot \text{MPa}$$

内片玻璃风荷载应力

$$\sigma_2 := \frac{6 \cdot m \cdot ULS_2 \cdot \min(B, H)^2}{t_2^2} \cdot \eta_2$$

$$\sigma_2 = 21.215 \cdot \text{MPa}$$

玻璃最大应力

$$\sigma := \max(\sigma_1, \sigma_2)$$

$$\sigma = 23.133 \cdot \text{MPa}$$

玻璃强度设计值

$$f_{g,bl} := 84 \text{MPa}$$

$$\text{HENCE}(\sigma \leq f_{g,bl}) = \text{"满足规范要求"}$$

玻璃挠度分析

玻璃有效厚度

$$t_e := 0.95 \cdot \sqrt[3]{t_1^3 + t_2^3}$$

$$t_e = 9.575 \cdot \text{mm}$$

$\mu_{..} :=$

	0	1
0	0	0.01302
1	0.2	0.01297
2	0.25	0.01282
3	0.33	0.01223
4	0.5	0.01013
5	0.55	$9.4 \cdot 10^{-3}$
6	0.6	$8.67 \cdot 10^{-3}$
7	0.65	$7.96 \cdot 10^{-3}$
8	0.7	$7.27 \cdot 10^{-3}$
9	0.75	$6.63 \cdot 10^{-3}$
10	0.8	$6.03 \cdot 10^{-3}$
11	0.85	$5.47 \cdot 10^{-3}$
12	0.9	$4.96 \cdot 10^{-3}$
13	0.95	$4.49 \cdot 10^{-3}$
14	1	$4.06 \cdot 10^{-3}$

$$X_3 := \mu_{..}^{(0)} \quad Y_3 := \mu_{..}^{(1)}$$

泊松比 (玻璃)

$$\nu := 0.2$$

玻璃弹性模量

$$E_{bl} = 72 \cdot \text{GPa}$$

$$D := \frac{E_{bl} \cdot t_e^3}{12 \cdot (1 - \nu^2)}$$

玻璃刚度

$$D = 5.487 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

挠度系数

$$\mu := \text{linterp}(X_3, Y_3, \epsilon)$$

$$\mu = 6.992 \times 10^{-3}$$

参数(玻璃挠度)

$$\theta_4 := \frac{w_k \cdot \min(B, H)^4}{E_{bl} \cdot t_e^4}$$

$$\theta_4 = 18.33$$

$$\eta_4 := \min(\max(\text{linterp}(X_2, Y_2, \theta_4), 0.3), 1)$$

折减系数(玻璃挠度)

$$\eta_4 = 0.9$$

玻璃挠度

$$d_f := \frac{\mu \cdot w_k \cdot \min(B, H)^4}{D} \cdot \eta_4$$

$$d_f = 12.724 \cdot \text{mm}$$

$$\delta_{\text{lim}} := \frac{\min(B, H)}{60}$$

玻璃许用挠度

$$\delta_{\text{lim}} = 27.667 \cdot \text{mm}$$

HENCE($d_f \leq \delta_{\text{lim}}$) = "满足规范要求"