

冲切临界面重心 g 计算问题

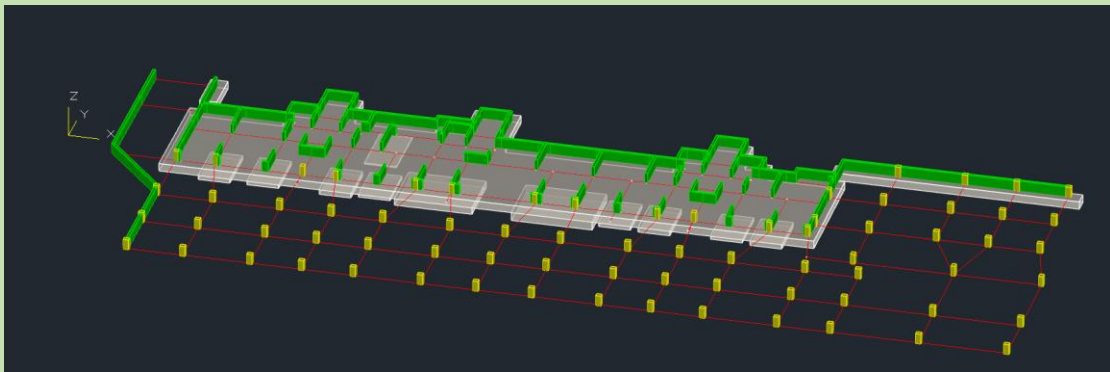
崔晓乐

一、问题

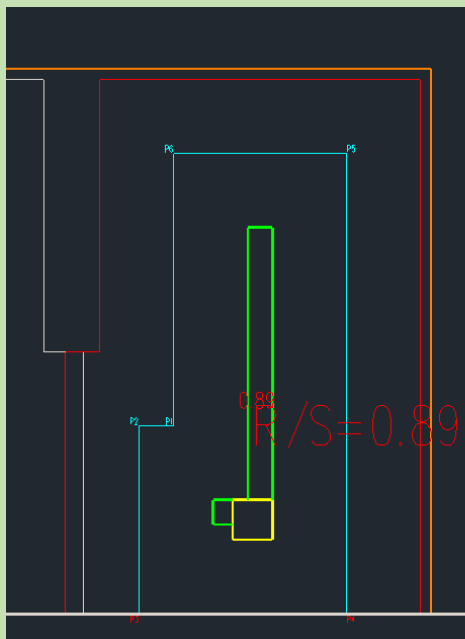
目前有用户反馈，yjk 冲切临界面重心 g 计算有问题，重心 g 到竖向荷载中心距离偏大，导致比较大的附加弯矩，最终导致基础筏板加厚区过厚。

二、分析

下面我们以一个实际例题来分析这个问题。下图是用户提供的实际模型，该模型中布置了墙下筏板加厚区。



以其中的一个墙下加厚区为例。从计算书中看出，柱(墙)外轮廓多边形重心 $G=(45987、8088)$ ，冲切临界截面重心 $g=(45930、8592)$ ，g 在 G 的上方约 0.5m 位置。



冲切类型 下板墙冲切(交叉相正)
构件编号 Z-64, W-10, W-76
冲切锥形成方法 直接偏移(简图参见屏幕)
是否考虑不平衡弯矩 考虑

二、几何信息

整体坐标系下，冲切体(柱、柱墩、单墙肢、组合墙肢、多柱)外轮廓凸多边形的坐标:

POINT	X (mm)	Y (mm)
No. 1	45746	6827
No. 2	45746	6677
No. 3	46146	6677
No. 4	46146	9827
No. 5	45896	9827
No. 6	45896	7077
No. 7	45546	7077
No. 8	45546	6827

凸多边形重心G的坐标:

XG = 45987
YG = 8088

整体坐标系下，冲切临界截面坐标(凸多边形向外偏移 $0.5 \cdot h_0$):

POINT	X (mm)	Y (mm)
No. 1	45151	7822
No. 2	44801	7822
No. 3	44801	5927
No. 4	46891	5927
No. 5	46891	10572
No. 6	45151	10572

冲切临界截面重心g的坐标:

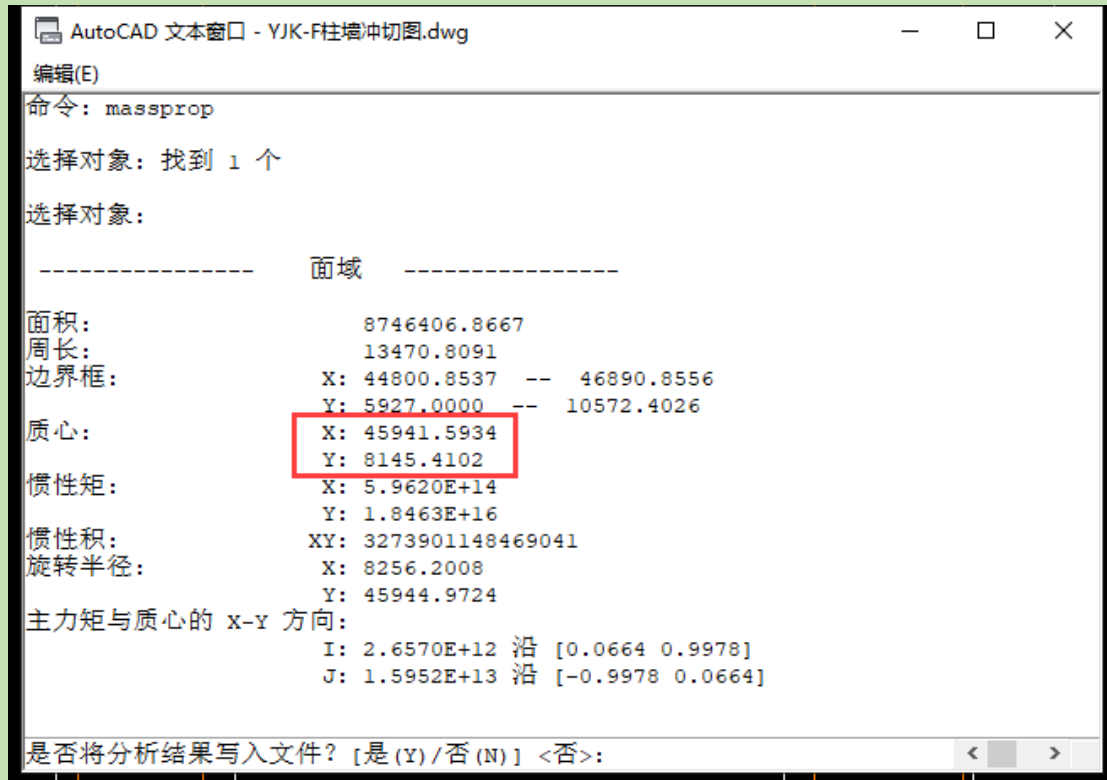
Xg = 45930
Yg = 8592

冲切临界截面的主方向，按 $\tan(2\theta) = 2I_{xy} / (I_y - I_x)$ 计算:

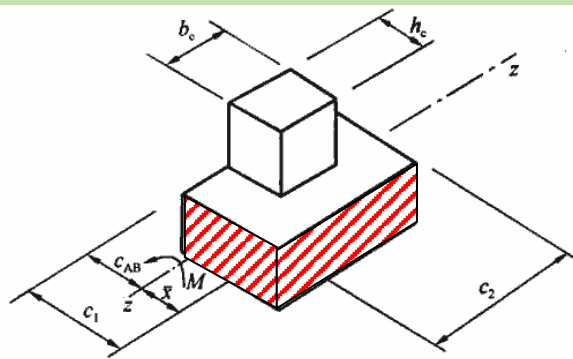
$\theta_x = 0$ 度
 $\theta_y = 90$ 度

局部坐标系下，冲切临界截面各角点坐标:

有的用户会在 cad 中直接通过“面域”快捷命令得到临界截面重心，与软件的计算结果对比。如下图，用户认为 $g = (45942、8145)$ ， g 与 G 基本重合。



从面域的质心来看，确实和柱(墙)外轮廓多边形重心 G 更接近，但是，这里我们要明确一个基本概念。根据地基规范附录 P，我们求的是冲切临界面的重心，是绕着冲切体的周圈冲切临界面的重心。如果冲切体是立方体的话，就是地基规范附录 p 中的 p.0.1-11。



图P.0.1-2

$$u_m = 2c_1 + c_2 \quad (P.0.1-6)$$

$$I_s = \frac{c_1 h_0^3}{6} + \frac{c_1^3 h_0}{6} + 2h_0 c_1 \left(\frac{c_1}{2} - \bar{X} \right)^2 + c_2 h_0 \bar{X}^2 \quad (P.0.1-7)$$

$$c_1 = h_c + h_0/2 \quad (P.0.1-8)$$

$$c_2 = b_c + h_0 \quad (P.0.1-9)$$

$$c_{AB} = c_1 - \bar{X}$$

$$\bar{X} = \frac{c_1^2}{2c_1 + c_2} \quad (P.0.1-10) \quad (P.0.1-11)$$

式中： \bar{X} ——冲切临界截面重心位置(m)。

举一个通俗的例子，我们求得是走马灯（如下图）的几个“画面”的重心，而不包括上下底。



如果对于上题中的非规则形状，需要借助积分方式求得重心，由于冲切体在 z 方向上质量是不变的，所以最终求得就是几条冲切临界线的质心，下面是根据上图积分精炼的表格，输入冲切面的几个角点，可以得到软件给出来的重心坐标值：

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
边序号	起点x	起点y	终点x	终点y	边长l	中点x	中点y	中点x与边长l乘积x1	中点y与边长l乘积y1		边长总和suml	x1总和	y1总和
1	46890.8556	5927	46890.8556	10572.4026	4645.4026	46890.8556	8249.7013	217828902.5	38323183.87		11380.8071	522726321.6	97780215.79
2	46890.8556	10572.4026	45150.8556	10572.4026	1740	46020.8556	10572.4026	80074288.74	18395980.52			重心x	重心y
3	45150.8556	10572.4026	45150.8556	7822.4362	2749.9664	45150.8556	9197.4194	124163335.8	28292594.32			49930.42629	5991.676753
4	45150.8556	7822.4362	44800.8537	7822.4362	350.0019	44975.85465	7822.4362	15741634.58	2737867.533				
5	44800.8537	7822.4362	44800.8537	5927	1895.4302	44800.8537	6874.7181	84917159.89	13030589.55				

只需要输入冲切等效截面多边形边的坐标点，就绿色列即可。注意边柱和角柱的等效截面并不是完整的多边形，有的边是没有的就不要输入了。
计算原理是对冲切截面多边形进行线积分

这里需要注意的是，上题中，下边冲切临界面超出了筏板边，这个边是不算的（这个可能是用户容易忽视的地方，和筏板边界重叠的一条边不算，重心整体上移了），最终算出来的结果和软件值对的上。

三、结论

总结一下，冲切临界面的重心指的是周围面的重心，和冲切线围成的面域没关系。另外，计算重心时不应考虑与筏板边界重叠的边。