

YJK 中剪力墙施工缝验算和组合墙设计的相关问题

本文主要结合工程实例介绍 YJK 上部结构计算中，关于剪力墙施工缝和组合墙相关验算中的手核方法。

一、关于剪力墙结构施工缝的验算常见问题

1. 剪力墙的水平施工缝计算原则和结果查看

在前处理中勾选一级剪力墙进行水平施工缝验算，或者框支梁托的剪力墙，程序会按照高规 7.2.12 条进行计算。结果可以在 wpj*.out 文件或者构件信息中查看。

2、剪力墙墙体施工缝抗滑移计算

《高规》7.2.12 对一级抗震设计的剪力墙，给出了进行水平施工缝处的抗滑移验算的规定：

$$V_{wj} \leq \frac{1}{\gamma_{RE}} (0.6f_y A_s + 0.8N)$$

式中：

V_{wj} —— 水平施工缝处考虑地震作用组合的剪力设计值；

A_s —— 水平施工缝处剪力墙腹板内竖向分布钢筋和边缘构件中的竖向钢筋总面积（不包括两侧翼墙），以及在墙体中有足够锚固长度的附加竖向插筋面积；

f_y —— 竖向钢筋抗拉强度设计值；

N —— 水平施工缝处考虑地震作用组合的不利轴向力设计值，压力取正值，拉力取负值。

当剪力墙墙肢的抗震等级为一级或特一级时，软件自动进行施工缝抗滑移计算，对所有地震组合循环求出同一组合下的 V 和 N ，按上述要求进行验算，如果超限则给出超限提示。在计算竖向分布筋面积时，软件估算墙肢暗柱长度，按扣除两端暗柱长度后的范围计算分布筋面积，然后根据暗柱纵筋强度换算分布筋面积进行验算。

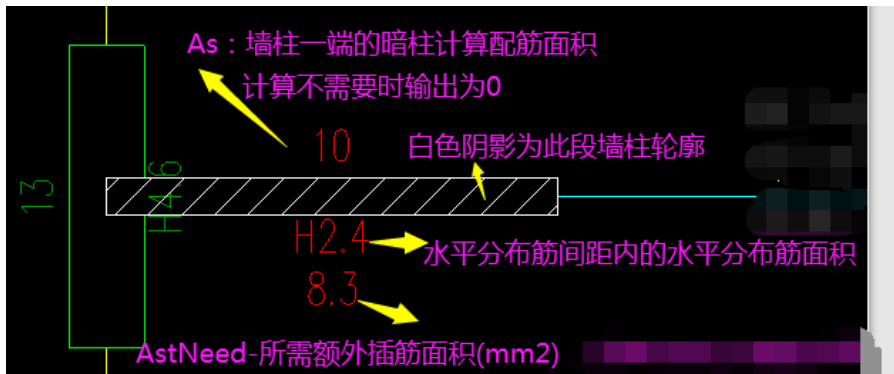
如果工程在计算时存在偶然偏心、双向地震和斜交抗侧力附加角度地震作用等其他工况，软件也将考虑这些地震工况组合下的内力，并取大进行验算。

当剪力墙施工缝验算超限时，软件给出 Astneed，表示的是需要补充的钢筋用量。补充的钢筋用量为该段墙柱总的补充量，可以用来加在该墙柱的分布钢筋或边缘构件上。

2. 剪力墙水平施工缝设计结果手工复核

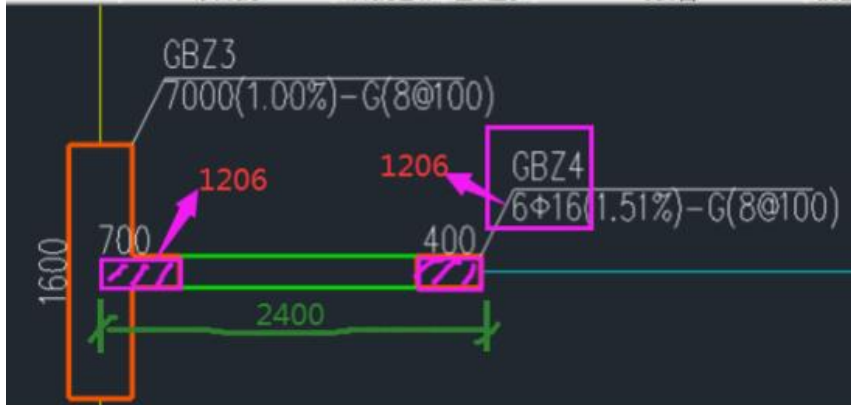
举例说明（5）Ast 如何复核

配筋简图下设计结果:



N-WC=3 (I=6000007 J=6000057) B*H*Lwc(m)=0.20*2.40*3.60
 Cover= 15(mm) aa=200(mm) Nfw=1 Nfw_gz=1 Rcw=40.0
 Fy=360 Fyv=360 Fyw=360 Rwv=1.00
 砼墙 加强区 livc=0.700 ηmu=1.000 ηvu=1.600 ηmd=1.000 ηvd=1.600
 (28) M= 1674.5 V= -720.7 λw= 1.056Nu= -2583.9 Uc=0.13
 (32) M= 1652.2 N= 782.6 As= 964.5
 (28) V= -1153.2 N= 623.6 Ash= 234.1 AshCal= 234.1 Rsh= 0.59
 **施工缝验算超限 (32)V= -1113 > Fs=(0.6*fy*Ast+0.8*N)/Rre= 903
 N= 783 Ast= 6453.8 AstNeed= 824.3 《高规》 7.2.12
 抗剪承载力: WS_XF=1077.64 WS_YF= 0.00

32	1	108.2	-7.0	-14.2	-1112.9	782.6	-18.4
32	2	1652.2	-30.4	-14.2	-1112.9	782.6	7.4
32	1	96.6	-3.4	-6.4	-1091.4	745.2	-8.4
32	2	1617.1	-14.2	-6.4	-1091.4	745.2	3.9
32	1	103.8	-3.8	-7.5	-1109.4	779.1	-9.4
32	2	1645.7	-16.5	-7.5	-1109.4	779.1	4.8



1206 暗柱实配面积大于上述构件信息中给出的 964.5

$$Ast = (1206 * 2 + 1600 * 200 * 1\%) * 1.15 = 6453.8$$

Ast 为本片墙（不包含相连墙肢部分）两端暗柱配筋与墙身分布筋之和，考虑超配系数：

那么软件中 $A_{st\text{need}}$ 是怎么计算出来的呢

它是通过将上面的 A_{st} 带入高规 7.2.12 反推出来的，过程如下：

$$(0.6 \cdot f_y \cdot A_{st} + 0.8 \cdot N) / R_{re} = (0.6 \cdot 360 \cdot 6453.8 - 0.8 \cdot 783000) / 0.85 = 903 \text{KN}$$

(32) 组合中 $V = -1113$ 绝对值大于 903

故需要计入补强插筋。

$$\text{直接带入 } 1113000 > (0.6 \cdot f_y \cdot A_s + 0.8 \cdot N) / R_{re} = (0.6 \cdot 360 \cdot A_s - 0.8 \cdot 783000) / 0.85$$

得 $A_s = 7279.9$

$A_{st\text{Need}} = 7279.5 - 6453.8 = 826.1$ 和软件计算结果 824.3 基本相符。

小提示：

软件结果输出中，“ A_{st} ”是按照按柱纵筋强度换算的，乘以超配系数后的结果；“ $A_{st\text{need}}$ ”是按竖向分布筋强度换算的，未乘超配系数的结果。超配系数只是在计算相应项目时临时考虑，如地震组合下的设计内力调整系数计算、柱、墙受剪承载力、墙施工缝验算等，配筋简图的结果不会乘以该超配系数。

反算的时候注意前面提到的符号问题，软件中压力为负值，拉力为正值，和规范符号相反，

小结：

墙施工缝验算与手算时还需注意以下情况：

- (1) 软件会大致估算墙柱两端暗柱尺寸，配筋面积取计算和暗柱构造钢筋的大值；
- (2) 扣除两端暗柱长度后，计算竖向分布筋总面积；
- (3) 叠加暗柱纵筋面积和分布筋面积，如果钢筋等级不同，则进行等强度换算；
- (4) 考虑参数中的超配系数，套用规范公式，验算施工缝抗剪是否通过。
- (5) 软件结果输出中，“ A_{st} ”是按照按柱纵筋强度换算的，乘以超配系数后的结果；“ $A_{st\text{need}}$ ”是按竖向分布筋强度换算的，未乘超配系数的结果；
- (6) 注意公式中的轴力是压力取正值，拉力取负值，软件对于构件的轴

力符号约定为压力为负值，拉力为正值，因此验算时要对输出的轴力数值取反再进行验算。

(7) 对于常规的地震组合，考虑承载力抗震调整系数；如果是不屈服设计，则承载力抗震调整系数取 1；

(8) 对于双偏压配筋的组合墙，软件直接使用输出的暗柱纵筋与分布筋面积校核；

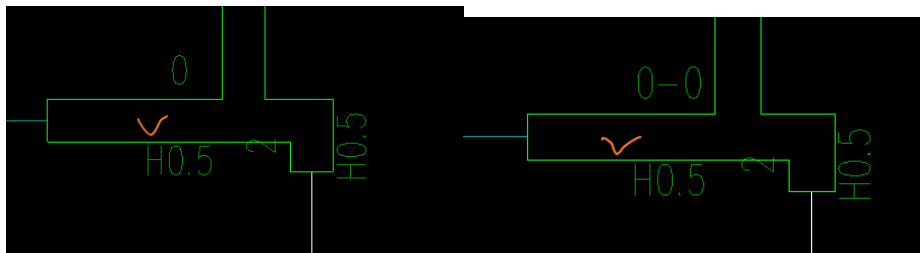
3. 为什么勾选了包络取大，分塔的施工缝验算值比整体的水平施工缝验算值还要大？

软件对施工缝配筋结果不进行包络取大。

二、组合墙配筋常见问题

1. 对于同一个剪力墙结构是否考虑端柱、翼缘墙，组合设计内力都是一样的。是什么原因呢？

配筋简图中构件信息结果如下：



五、各组合设计内力

组合号 单墙肢:		截面	Mx	My	Vx	Vy	N	T
1	1	1	11.9	6.5	10.6	-20.1	-859.3	4.9
1	1	2	13.1	5.4	10.6	-20.1	-859.3	-2.6
1	1	1	9.4	6.3	10.4	-20.8	-833.9	4.7
1	1	2	13.9	5.2	10.4	-20.8	-833.9	-2.5
2	1	1	10.8	5.1	8.4	-14.6	-679.4	3.8
2	2	2	8.7	4.2	8.4	-14.6	-679.4	-2.0
2	2	1	8.3	4.9	8.1	-15.4	-654.0	3.7
2	2	2	9.6	4.1	8.1	-15.4	-654.0	-2.0
3	1	1	0.2	5.9	9.8	-22.5	-773.7	4.3
3	2	2	12.3	4.9	9.8	-22.5	-773.7	-2.4
4	1	1	6.2	5.8	9.6	-22.2	-772.1	4.4
4	2	2	17.8	4.8	9.6	-22.2	-772.1	-2.4
5	1	1	2.8	5.7	9.6	-22.9	-744.6	4.7
5	2	2	15.1	4.6	9.6	-22.9	-744.6	-2.5
6	1	1	3.6	6.0	9.8	-21.9	-801.2	4.0
6	2	2	14.9	5.1	9.8	-21.9	-801.2	-2.2
7	1	1	10.1	6.5	10.7	-20.2	-859.8	4.9
7	2	2	11.4	5.4	10.7	-20.2	-859.8	-2.6
7	1	1	7.6	6.3	10.4	-20.9	-834.3	4.7
7	2	2	12.3	5.2	10.4	-20.9	-834.3	-2.5
8	1	1	13.7	6.4	10.6	-20.0	-858.9	4.9
8	2	2	14.7	5.3	10.6	-20.0	-858.9	-2.6
8	1	1	11.2	6.3	10.3	-20.7	-833.4	4.7
8	2	2	15.6	5.2	10.3	-20.7	-833.4	-2.5
9	1	1	11.7	6.4	10.6	-20.3	-842.3	5.1
9	2	2	13.1	5.2	10.6	-20.3	-842.3	-2.7
9	1	1	9.2	6.2	10.3	-21.1	-816.9	4.9
9	2	2	14.0	5.1	10.3	-21.1	-816.9	-2.6
10	1	1	12.2	6.6	10.7	-19.8	-876.3	4.7
10	2	2	13.0	5.5	10.7	-19.8	-876.3	-2.5
10	1	1	9.7	6.4	10.4	-20.5	-850.9	4.5
10	2	2	13.9	5.3	10.4	-20.5	-850.9	-2.4
11	1	1	6.4	6.3	10.4	-21.0	-834.6	4.7
11	2	2	11.2	5.3	10.4	-21.0	-834.6	-2.5
12	1	1	12.4	6.2	10.3	-20.7	-833.1	4.7

五、各组合设计内力

组合号 单墙肢:		截面	Mx	My	Vx	Vy	N	T
1	1	1	11.9	6.5	10.6	-20.1	-859.3	4.9
1	2	2	13.1	5.4	10.6	-20.1	-859.3	-2.6
1	1	1	9.4	6.3	10.4	-20.8	-833.9	4.7
1	2	2	13.9	5.2	10.4	-20.8	-833.9	-2.5
2	1	1	10.8	5.1	8.4	-14.6	-679.4	3.8
2	2	2	8.7	4.2	8.4	-14.6	-679.4	-2.0
2	1	1	8.3	4.9	8.1	-15.4	-654.0	3.7
2	2	2	9.6	4.1	8.1	-15.4	-654.0	-2.0
3	1	1	0.2	5.9	9.8	-22.5	-773.7	4.3
3	2	2	12.3	4.9	9.8	-22.5	-773.7	-2.4
4	1	1	6.2	5.8	9.6	-22.2	-772.1	4.4
4	2	2	17.8	4.8	9.6	-22.2	-772.1	-2.4
5	1	1	2.8	5.7	9.6	-22.9	-744.6	4.7
5	2	2	15.1	4.6	9.6	-22.9	-744.6	-2.5
6	1	1	3.6	6.0	9.8	-21.9	-801.2	4.0
6	2	2	14.9	5.1	9.8	-21.9	-801.2	-2.2
7	1	1	10.1	6.5	10.7	-20.2	-859.8	4.9
7	2	2	11.4	5.4	10.7	-20.2	-859.8	-2.6
7	1	1	7.6	6.3	10.4	-20.9	-834.3	4.7
7	2	2	12.3	5.2	10.4	-20.9	-834.3	-2.5
8	1	1	13.7	6.4	10.6	-20.0	-858.9	4.9
8	2	2	14.7	5.3	10.6	-20.0	-858.9	-2.6
8	1	1	11.2	6.3	10.3	-20.7	-833.4	4.7
8	2	2	15.6	5.2	10.3	-20.7	-833.4	-2.5
9	1	1	11.7	6.4	10.6	-20.3	-842.3	5.1
9	2	2	13.1	5.2	10.6	-20.3	-842.3	-2.7
9	1	1	9.2	6.2	10.3	-21.1	-816.9	4.9
9	2	2	14.0	5.1	10.3	-21.1	-816.9	-2.6
10	1	1	12.2	6.6	10.7	-19.8	-876.3	4.7
10	2	2	13.0	5.5	10.7	-19.8	-876.3	-2.5
10	1	1	9.7	6.4	10.4	-20.5	-850.9	4.5
10	2	2	13.9	5.3	10.4	-20.5	-850.9	-2.4
11	1	1	6.4	6.3	10.4	-21.0	-834.6	4.7
11	2	2	11.2	5.3	10.4	-21.0	-834.6	-2.5
12	1	1	12.4	6.2	10.3	-20.7	-833.1	4.7

实例分析:

组合墙的结果，分别输出了单墙肢和组合墙的结果，上面都是单墙肢的结果，所以是一致的，下拉可以看到组合墙的结果，内力与单墙肢的结果是有区别的。

五、各组合设计内力

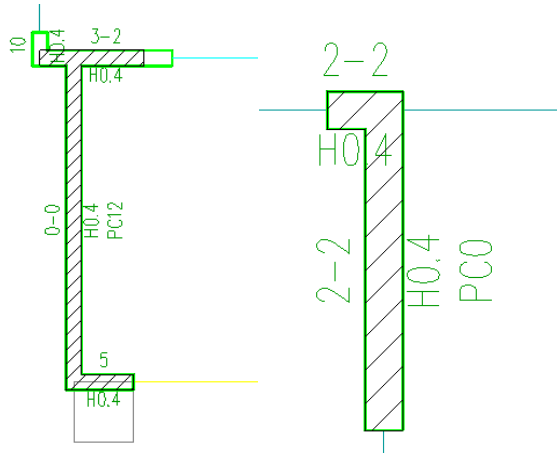
组合号 单墙肢:		截面	Mx	My	Vx	Vy	N	T
1	1	1	11.9	6.5	10.6	-20.1	-859.3	4.9
1	2	2	13.1	5.4	10.6	-20.1	-859.3	-2.6
1	1	1	9.4	6.3	10.4	-20.8	-833.9	4.7
1	2	2	13.9	5.2	10.4	-20.8	-833.9	-2.5
2	1	1	10.8	5.1	8.4	-14.6	-679.4	3.8
2	2	2	8.7	4.2	8.4	-14.6	-679.4	-2.0
2	1	1	8.3	4.9	8.1	-15.4	-654.0	3.7
2	2	2	9.6	4.1	8.1	-15.4	-654.0	-2.0
3	1	1	0.2	5.9	9.8	-22.5	-773.7	4.3
3	2	2	12.3	4.9	9.8	-22.5	-773.7	-2.4
4	1	1	6.2	5.8	9.6	-22.2	-772.1	4.4
4	2	2	17.8	4.8	9.6	-22.2	-772.1	-2.4
5	1	1	2.8	5.7	9.6	-22.9	-744.6	4.7
5	2	2	15.1	4.6	9.6	-22.9	-744.6	-2.5
6	1	1	3.6	6.0	9.8	-21.9	-801.2	4.0
6	2	2	14.9	5.1	9.8	-21.9	-801.2	-2.2
7	1	1	10.1	6.5	10.7	-20.2	-859.8	4.9
7	2	2	11.4	5.4	10.7	-20.2	-859.8	-2.6
7	1	1	7.6	6.3	10.4	-20.9	-834.3	4.7
7	2	2	12.3	5.2	10.4	-20.9	-834.3	-2.5

组合墙:

正截面设计用内力:		Mx	My	Vx	Vy	N	T
1	1	23.4	7.3	17.4	-17.0	-1012.8	2.6
1	2	24.1	10.6	17.4	-17.0	-1012.8	-4.8
1	1	20.8	7.1	16.9	-17.9	-982.3	2.6
1	2	25.0	10.2	16.9	-17.9	-982.3	-4.7
2	1	19.3	5.9	13.8	-12.2	-801.5	2.0
2	2	16.9	8.5	13.8	-12.2	-801.5	-3.8
2	1	16.8	5.6	13.3	-13.1	-771.1	2.0
2	2	17.8	8.1	13.3	-13.1	-771.1	-3.7
3	1	9.7	6.8	15.9	-19.9	-913.1	2.4
3	2	21.5	9.8	15.9	-19.9	-913.1	-4.3
4	1	18.5	6.1	15.7	-19.6	-906.9	2.5
4	2	29.8	9.1	15.7	-19.6	-906.9	-4.2
5	1	14.4	5.4	15.5	-20.2	-874.8	3.0
5	2	26.5	8.7	15.5	-20.2	-874.8	-4.3
6	1	13.7	7.6	16.1	-19.2	-945.2	2.0
6	2	24.7	10.2	16.1	-19.2	-945.2	-4.2
7	1	20.7	7.5	17.5	-17.1	-1014.6	2.6
7	2	21.7	10.8	17.5	-17.1	-1014.6	-4.8

组合墙配筋是将组合墙当做一个整体截面按照异形柱的配筋方式进行计算配筋，配筋分两种方式进行，即双偏压配筋计算方式和不对称配筋方式。

当墙柱轮廓中，如果某端翼缘只包含翼缘所在墙的一部分（下图左），则软件对该分离的组合墙按不对称配筋计算**本强制**的配筋结果；如果两端的翼缘都是完整的墙肢（下图右），则软件自动对整个组合墙**安装**双偏压计算配筋，一次得出整个组合墙的配筋。



是否按双偏压配筋的限值条件，按下图参数控制：



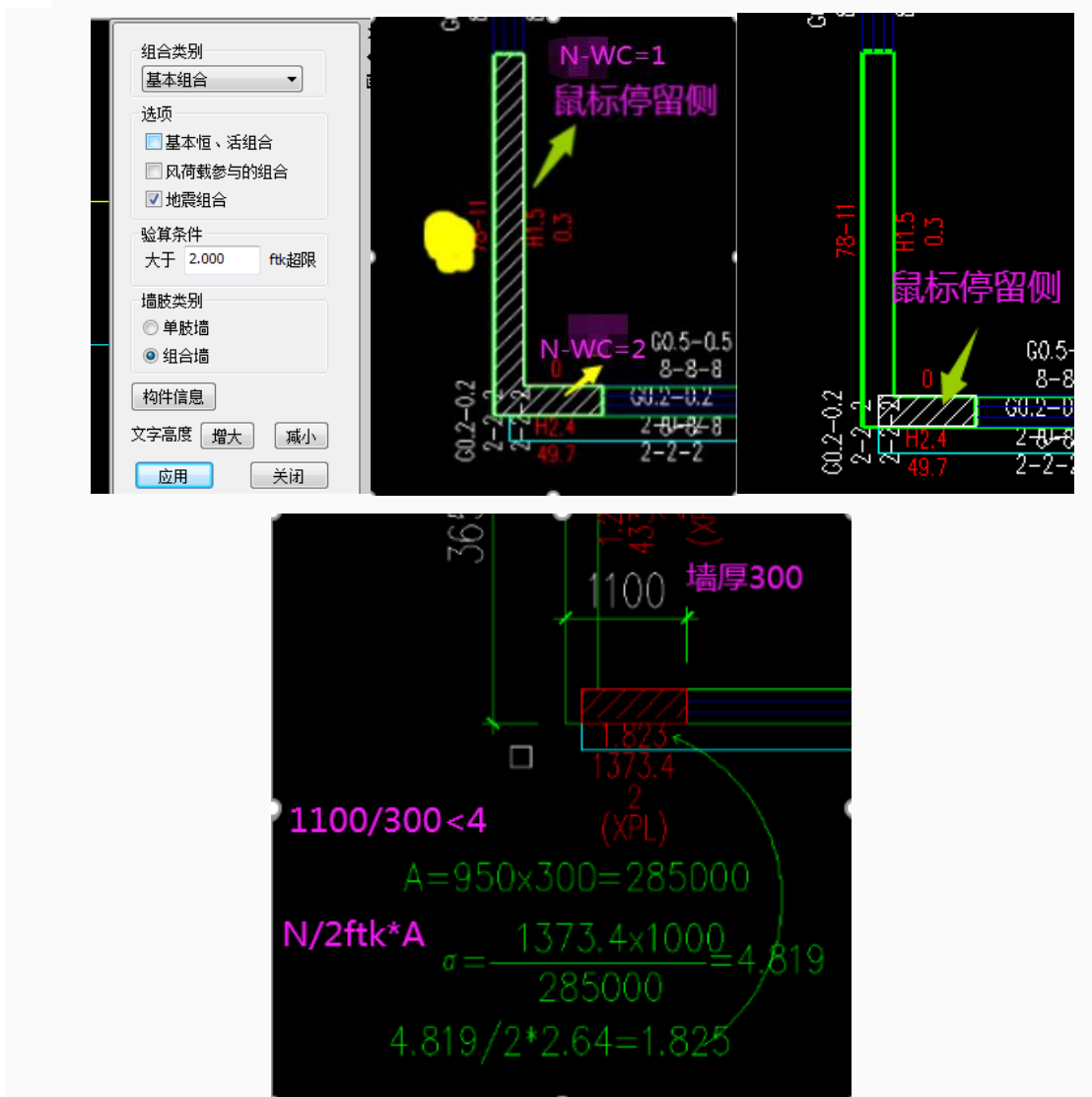
2. 组合墙偏拉验算下 $N/(2.000 \cdot f_{tk} \cdot A)$ 计算

软件中读取组合墙面积的快捷方法，在配筋简图点击墙柱轮廓，鼠标停留在墙侧，出现的阴影部分就是该段墙肢的范围。

那么为什么勾选了组合墙，有的墙轮廓软件给出的却是单肢墙呢？这是因为组合墙面积计算原则：每一墙肢计算时自动考虑墙肢两端的部分翼缘共同工作的组合墙配筋，在每一侧取的翼缘伸出部分不大于 4 倍墙厚且不大于腹板长度的一半。当一侧墙长不足 $4h_w$ 时，按单侧整段墙肢取值（也就是按柱子来考虑）。

组合墙面积计算的时候，是否考虑翼墙？我们也可以通过该段墙肢暗柱配筋数值判断，举例如下，N-WC-2 侧给出的暗柱配筋为两个配筋数值（78-11），

说明白这侧组合墙配筋考虑了 N-WC-1 段。但是 N-WC-1 侧只有一个配筋数值 (0)，说明这段墙长度不足 $4h_w$ ，计算时表示两侧相同的对称配筋。



再有一种方法，就是通过查看计算书中钢筋合力作用点到构件外边缘的距离进行判断，点击构件信息，如下：

```

N-WC=1 (I=5000006, J=5000005) B*H*U*T*D*F*Lwc(m)=0.30*3.65*0.00*0.00*1.10*0.30*3.00,
形心距上缘距离=1.26m, 距腹板距离=-0.099m
Cover= 15 (mm) aa=200 (mm) Nfw=1 Nfw_gz=1 Rcw=50.0 Fy=400 Fyv=400 Fyw=400 Rrv=0.25
砼墙 加强区 大墙构件
livec=0.550 jzx=1.051, jzy=1.000
ηmu=1.000 ηvu=1.000 ηmd=1.000 ηvd=1.000
( 6)M= 3260.7 V= -792.4 λ_w= 1.247
Nu= -7173.6 Uc=0.23
( 3)Mx= -2761.9 My= 0.0 N= 4336.0 AsSTop= 7331.0
( 3)Mx= -2761.9 My= 0.0 N= 4336.0 AsETop= 1072.6
( 3)Mx= -3360.9 My= 0.0 N= 4336.0 AsSBtm= 7791.8
( 3)Mx= -3360.9 My= 0.0 N= 4336.0 AsEBtm= 611.8
( 3)V= -759.4 N= 3000.1 Ash= 150.0 AshCal= 2.4 Rsh= 0.25
**施工缝验算超限( 3)V= -759 > Fs=(0.6*fy*Ast+0.8*N)/Rre= 753
N= 3000 Ast= 13139.1 AstNeed= 25.6 |<高规> 7.2.12
抗剪承载力: WS_XF= 0.00 WS_YF= 1912.06
    
```

可以看出此段按墙设计

N-WC=2 (I=5000006, T=5000142) B*H*Lwc(m)=0.30*0.95*3.00
Cover= 15(mm) aa=40(mm) Nfw=0 Nfw_gz=0 Rcw=50.0 Fyv=400 Fyw=400 Rsv=0.25
砼墙 加强区 普通构件
livec=0.550 jzx=1.051, jzy=1.000
 $\eta_{mu}=1.000$ $\eta_{vu}=1.000$ $\eta_{md}=1.000$ $\eta_{vd}=1.000$ → 可以判断出此段墙按柱考虑
(5)M= 302.2 V= -297.6 $\lambda_w= 1.116$
Nu= -4639.9 Uc=0.23
(1)M= 76.5 N= -1799.3 As= 0.0
(3)V= 287.1 N= 1335.9 Ash= 240.0 AshCal= 90.7 Rsh= 0.40
**施工缝验算超限(3)V= 287 > Fs=(0.6*fy*Ast+0.8*N)/Rre= -905
N= 1336 Ast= 681.4 AstNeed= 4967.8 《高规》7.2.12
抗剪承载力: WS_XF= 634.63 WS_YF= 0.00