

Lc 这件小事

董礼

在绘制约束边缘构件施工图的过程中，您是否经常对 Lc 长度的确定感到困惑？Lc 的来源是什么？在绘制墙柱时应注意哪些要点？盈建科软件是如何处理这一问题的？

《高规》7.2.15 中规定：Lc 为约束边缘构件沿墙肢的长度。（《抗规》为 6.4.5 条）

表 7.2.15 约束边缘构件沿墙肢的长度 l_c 及其配箍特征值 λ_v

项 目	一级(9度)		一级(6、7、8度)		二、三级	
	$\mu_N \leq 0.2$	$\mu_N > 0.2$	$\mu_N \leq 0.3$	$\mu_N > 0.3$	$\mu_N \leq 0.4$	$\mu_N > 0.4$
l_c (暗柱)	$0.20h_w$	$0.25h_w$	$0.15h_w$	$0.20h_w$	$0.15h_w$	$0.20h_w$
l_c (翼墙或端柱)	$0.15h_w$	$0.20h_w$	$0.10h_w$	$0.15h_w$	$0.10h_w$	$0.15h_w$
λ_v	0.12	0.20	0.12	0.20	0.12	0.20

- 注：1 μ_N 为墙肢在重力荷载代表值作用下的轴压比， h_w 为墙肢的长度；
2 剪力墙的翼墙长度小于翼墙厚度的 3 倍或端柱截面边长小于 2 倍墙厚时，按无翼墙、无端柱查表；
3 l_c 为约束边缘构件沿墙肢的长度（图 7.2.15）。对暗柱不应小于墙厚和 400mm 的较大值；有翼墙或端柱时，不应小于翼墙厚度或端柱沿墙肢方向截面高度加 300mm。

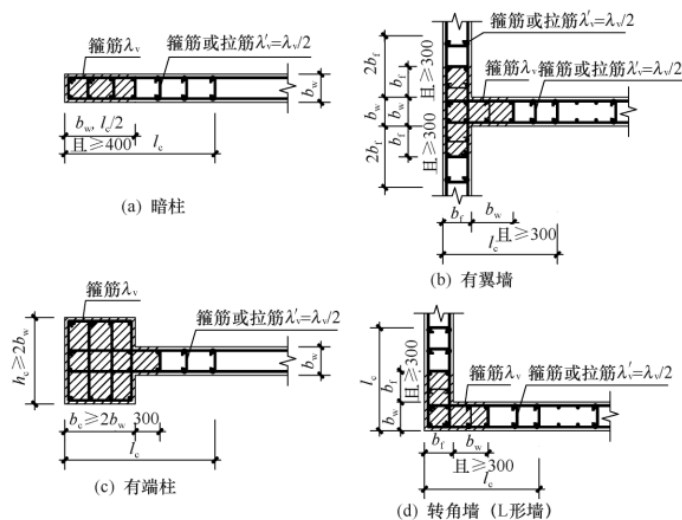
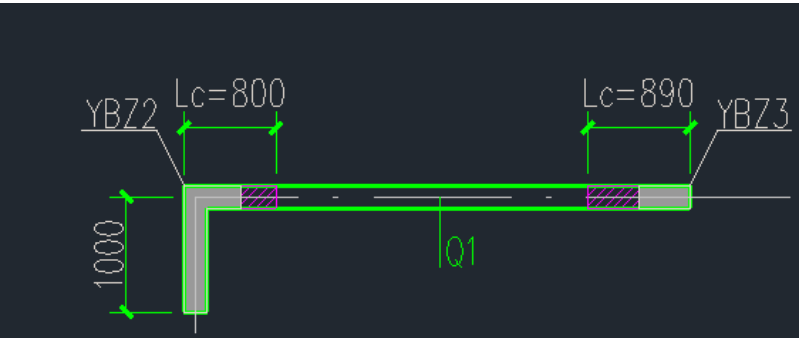
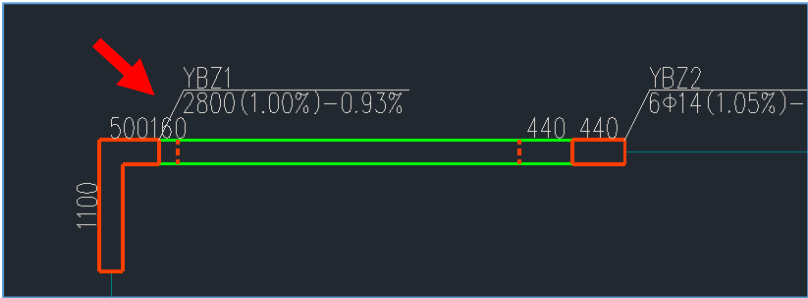


图 7.2.15 剪力墙的约束边缘构件

Lc 虽然看似复杂，但实际上它就是约束边缘构件的长度范围。当这个范围大于了暗柱（阴影区）的长度，在没有暗柱的区域（即非阴影区），纵筋将由墙身纵筋代替，同时箍筋配箍特征值不小于阴影区的一半。

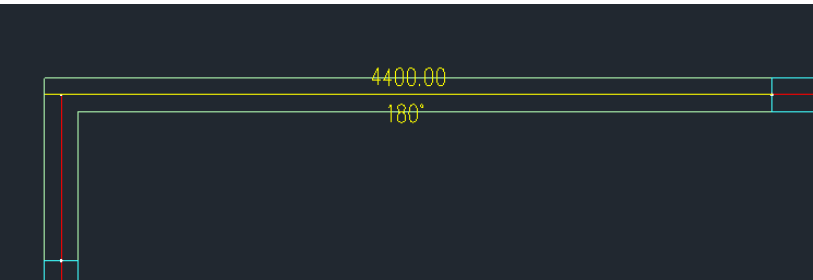
那么 Lc 长度在盈建科软件中又是如何实现的呢？我们今天就结合几组常见问题，来告诉大家。

1 为什么计算结果中 YBZ1 的 Lc 长度与墙施工图中的对不上？



答：

首先，计算一下设计结果中的 Lc。

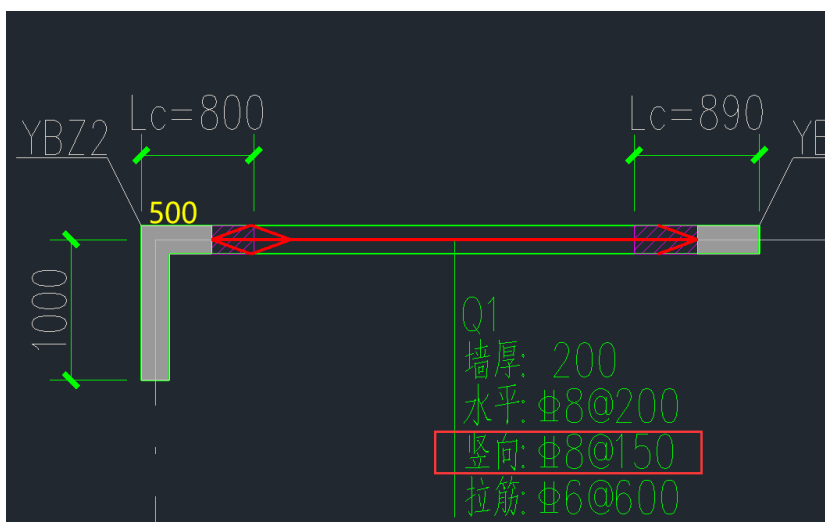


N=WC=1 (I=1000002 J=1000004) B*H*Lwc(m)=0.20*4.30*3.30
Cover= 15(mm) aa=215(mm) Nfw=3 Nfw_gz=3 Rcw=30.0 Fy=360 Fyv=360 Fyw=360 Rvw=0.30
砼墙 C30 加强区
livec=1.000 jzx=1.256, jzy=1.252
ηmu=1.000 ηvu=1.200 ηmd=1.000 ηvd=1.200
(28)M= 1176.3 V= -105.6 λw= 2.726
Nu= -7289.3 Lc=0.48
(1)M= 135.9 N= -6060.3 As= 0.0
(28)V= -126.7 N= -6019.5 Ash= 100.0 AshCal= 0.0 Rsh= 0.25
**Rvx=65.48%>30% 《高规》8.1.7-4
Rvy=5.34%<30%
抗剪承载力: WS_XF= 952.45 WS_YF= 0.00

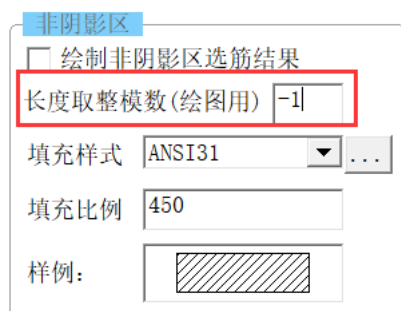
Hw=4.4 米、三级抗震、轴压比 0.48。

$Lc=0.15h_w=0.15 \times 4400=660\text{mm}$

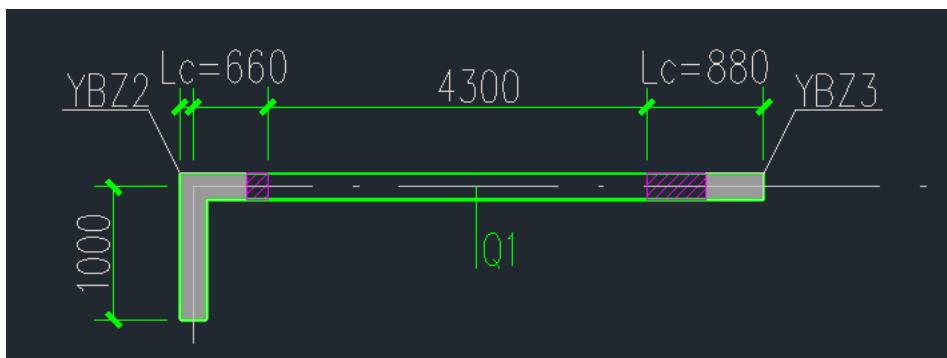
施工图需要考虑到纵筋间距的施工便利性。暗柱长度为 500mm，墙身纵筋间距 150mm，非阴影区长度需为 300mm，才能既满足 Lc 不小于 660mm，以及墙身纵筋间距模数的要求。



如果想让施工图的 L_c 长度严格按照计算结果的尺寸，可以在【参数】—【绘图参数】中调整【长度取整模数】为正值，比如设置为 5。

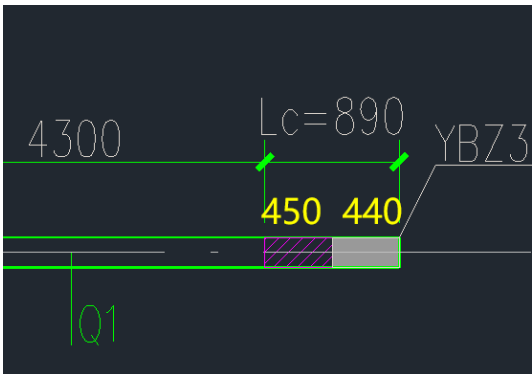


此时施工图中的 L_c 长度与计算结果当中一致。



值得注意的是【长度取整模数】默认值为-1，-1 代表取相邻墙身的纵筋间距作为取整模数。

2 施工图生成的约束边缘构件，阴影区小于 L_c 长度的一半，不满足规范要求。

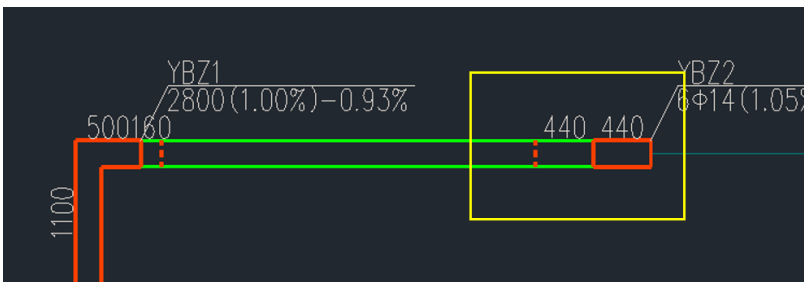


答：

N-WC=1 (I=1000002 J=1000004) B*H*Lwc (m)=0.20*4.30*3.30
Cover= 15 (mm) aa=215 (mm) Nfw=3 Nfw_gz=3 Rcw=30.0 Fy=360 Fyv=360 Fyw=360 Rvw=0.30
砼墙 C30 加强区
livec=1.000 jzx=1.256, jzy=1.252
 $\eta_{\mu}=1.000$ $\eta_{vu}=1.200$ $\eta_{md}=1.000$ $\eta_{vd}=1.200$
(28)M= 1176.3 V= -105.6 $\lambda_w= 2.726$
Nu= -7289.3 $L_c=0.48$
(1)M= 135.9 N= -6060.3 As= 0.0
(28)V= -126.7 N= -6019.5 Ash= 100.0 AshCal= 0.0 Rsh= 0.25
**Rvx=65.48%>30% 《高规》8.1.7-4
Rvy=5.34%<30%
抗剪承载力: WS_XF= 952.45 WS_YF= 0.00

Hw=4.4 米、三级抗震、轴压比 0.48。

$L_c=0.15h_w=0.2 \times 4400=880\text{mm}$

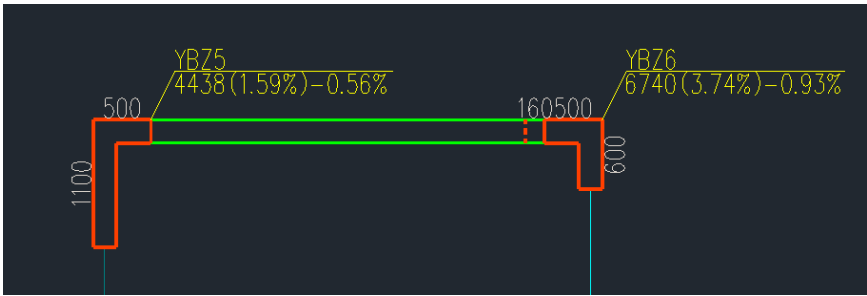


从设计结果中不难看出， $L_c=880\text{mm}$ ，暗柱尺寸通常为 400mm，阴影区根据规范需要满足 L_c 长度的一半，因此暗柱尺寸调整为 440mm，非阴影区也为 440mm。

而施工图绘制时考虑了纵筋间距以方便施工，会将非阴影区的长度调整为 450mm（即 $150\text{mm} \times 3$ ）。因此并非阴影区小于了 L_c 长度的一半，而是非阴影区被加长了。

如果严格要求与设计结果中的 L_c 长度一致，我们可以参照问题 1 中的方式进行参数设置。

3 同一片墙，两端均为 L 形暗柱，为何 Lc 长度不一样？



答：

N-WC=5 (I=1000010 J=1000012) B*H*Lwc(m)=0.20*4.30*3.30
Cover= 15(mm) aa=215(mm) Nfw=3 Nfw_gz=3 Rcw=30.0 Fy=360 Fyv=360 Fyw=360 Rvw=0.30
砌墙 C30 加强区
livec=1.000 jzx=2.219, jzy=1.735
 $\eta_{mu}=1.000 \quad \eta_{vu}=1.200 \quad \eta_{md}=1.000 \quad \eta_{vd}=1.200$
(27)M= -8538.3 V= 114.9 $\lambda_w=18.191$
Nu= -6330.1 Uc=0.38
(14)M= -7325.2 N= -2673.5 As= 1531.4
(27)V= 137.9 N= -4847.6 Ash= 100.0 AshCal= 0.0 Rsh= 0.25
Rvx=28.52%<30%
Rvy=5.06%<30%
抗剪承载力: WS_XF= 943.16 WS_YF= 0.00

带翼墙暗柱，hw=4400mm，三级抗震，轴压比小于 0.4。

Lc=0.1hw=440mm。440mm 小于暗柱尺寸 500mm，所以 Lc=500mm。可是右侧暗柱为何 Lc=680mm 呢？

这是由于右侧暗柱的翼墙过短，程序认为它不是有效翼墙。《抗规》表 6.4.5-3 注 1 中规定：翼墙长度小于其 3 倍厚度，按无翼墙查表。

注：1 抗震墙的翼墙长度小于其 3 倍厚度或端柱截面边长小于 2 倍墙厚时，按无翼墙、无端柱查表；端柱有集中荷载时，配筋构造尚应满足与墙相同抗震等级框架柱的要求；

朱炳寅老师在其著作《建筑结构设计问答及分析》中对《抗规》进行了补充，并提出有效翼墙与无效翼墙的概念：

2. 对有效翼墙的判别

1) 对剪力墙有效翼墙的判定，《抗震规范》第 6.4.5 条规定“抗震墙的翼墙长度小于其厚度的 3 倍或端柱截面边长小于 2 倍墙厚时，视为无翼墙，无端柱”。注意其中的“其厚度”指被考察的墙肢厚度 b_w ，而不是翼墙本身厚度 b_f ，见图 3.3.1-2。有资料依据规范对剪力墙边缘构件范围的规定，来定义 T 型截面剪力墙的翼墙长度（要求在翼墙宽度每侧不小于 2 倍墙厚时才认定翼墙有效）是不合理的，有效翼墙与边缘构件钢筋的分布范围不是同一概念。任何情况下，当翼墙长度 h_f 不小于墙肢厚度 b_w 的 3 倍时，均可认为翼墙有效，见图 3.3.1-2。

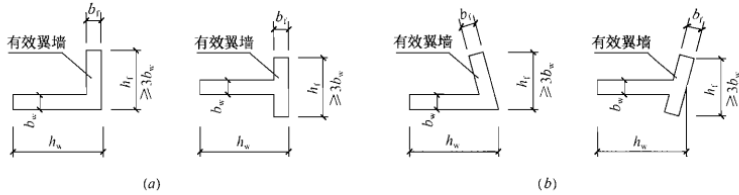


图 3.3.1-2 剪力墙的有效翼墙
(a) 正交墙肢；(b) 斜交墙肢

2) 翼墙是否有效,实际上考察的是翼墙墙肢 (b_l 段墙肢) 对墙肢本身 (b_w 段墙肢) 稳定的有利影响程度。很明显对于 L 形墙肢 (或 T 形墙肢) 具有互为翼墙的特性 (对 T 形截面,就腹板墙肢对翼缘墙肢而言,更准确地说应该是侧墙墙肢,其对翼缘墙肢稳定的有利影响与 L 形截面的翼墙墙肢作用相同),即当考察 L 形墙肢 (或 T 形墙肢) 的其中一肢时,另一与之垂直的墙肢就是其翼墙墙肢;同样,当考察另一墙肢时,相对应的墙肢就是翼墙墙肢 (见图 3.3.1-4)。对斜交墙肢,则情况相对复杂,结构设计时可结合上述对有效翼墙的判别原则,当翼墙墙肢 (b_l 段墙肢) 在垂直于被考察墙肢 (b_w 段墙肢) 长度方向的投影长度 $\geq 3b_w$ 时,可判别为有效翼墙,否则,为无效翼墙 (图 3.3.1-3)。注意:这里的“无效翼墙”主要指翼墙墙肢 (b_l 段墙肢) 对墙肢本身 (b_w 段墙肢) 稳定的影响小到可以忽略的程度,墙肢 (b_w 段墙肢) 稳定验算时不考虑无效翼墙的存在。但“无效

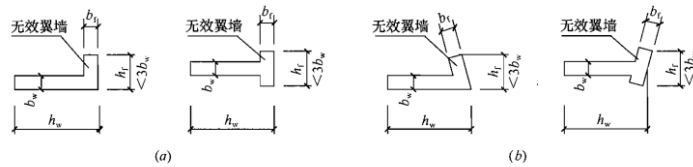


图 3.3.1-3 剪力墙的无效翼墙
(a) 正交墙肢; (b) 斜交墙肢

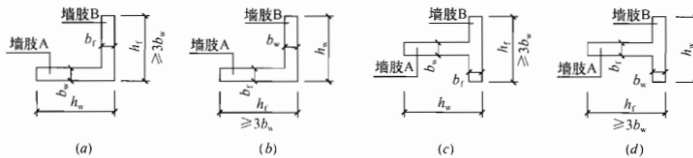


图 3.3.1-4 正交墙肢的互为翼墙
(a)、(c) 墙肢 B 为墙肢 A 的有效翼墙; (b)、(d) 墙肢 A 为墙肢 B 的有效翼墙

翼墙”只是对墙肢稳定的作用较小而被认为“无效”,其仍可以分担墙肢的轴压力,起减小墙肢轴压比的作用。而墙肢端部的配筋可均匀分布在“无效翼墙”范围内,以提高墙肢截面的内力臂长度。

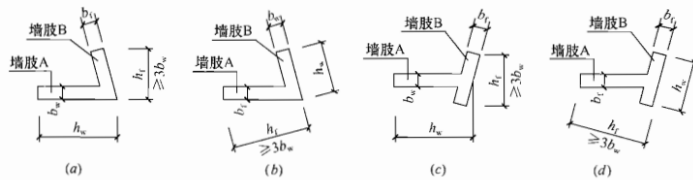
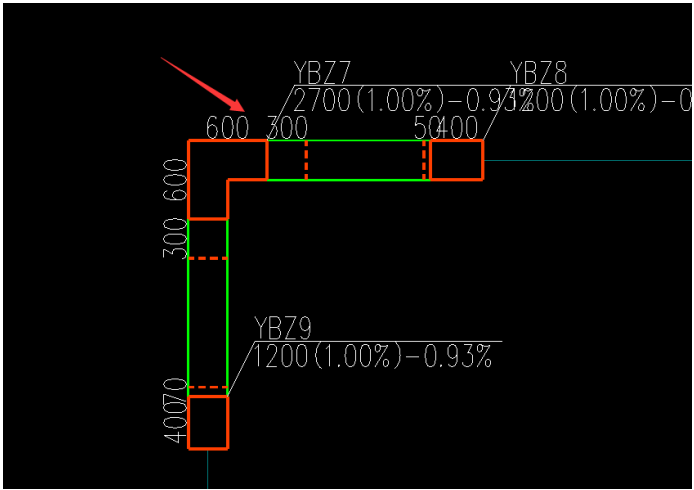


图 3.3.1-5 斜交墙肢的互为翼墙
(a)、(c) 墙肢 B 为墙肢 A 的有效翼墙; (b)、(d) 墙肢 A 为墙肢 B 的有效翼墙

综上所述,程序是按照无翼墙进行计算的:

$$L_c = 0.15hw = 0.15 \times 4400 = 660\text{mm}$$

4 依据规范转角暗柱长度 600 就可以了，Lc 为什么要加长 300 呢？依据又是哪里？



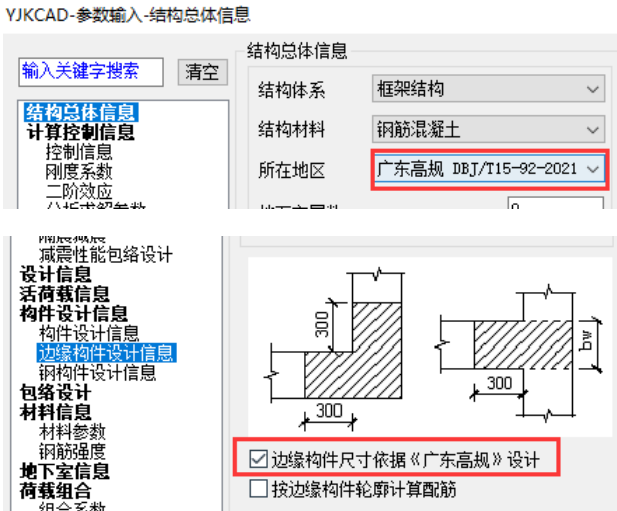
答：

N-WC=8 (I=1000016 J=1000021) B*H*Lwc(m)=0.30*2.10*3.30
Cover= 15(mm) aa=200(mm) Nfw=3 Nfw_gz=3 Rcw=30.0 Fy=400 Fyv=400 Fyw=400 Rww=0.30
砼墙 C30 加强区 重要性系数=1.100
livec=1.000 jzx=3.290, jzy=2.647
 $\eta_{mu}=1.000$ $\eta_{vu}=1.000$ $\eta_{md}=1.000$ $\eta_{vd}=1.000$
(27)M= -1591.9 V= 217.2 $\lambda_w=3.857$
Nu= -7354.8 $U_c=0.42$
(1)M= -327.1 N= -3519.2 As= 0.0
(27)V= 217.2 N= -1720.4 Ash= 150.0 AshCal= 0.0 Rsh= 0.25
**Rvx=34.85%>30% 《高规》8.1.7-4
Rvy=4.23%<30%
抗剪承载力: WS_XF= 679.37 WS_YF= 0.00

Hw=2.25 米、三级抗震、轴压比 0.42。

Lc=0.15hw=0.15x2250=337.5mm。

转角暗柱长度为 600mm 即可满足规范要求，加长 300mm 是因为用户在计算及设计的时候，采用了《广东高规 2021》。



可以看到《广东高规 2021》7.2.11 条，对于转角墙长度是有要求的，需要满足 3bf，本例中 3bf=900mm。因此 Lc 被加长了 300mm。

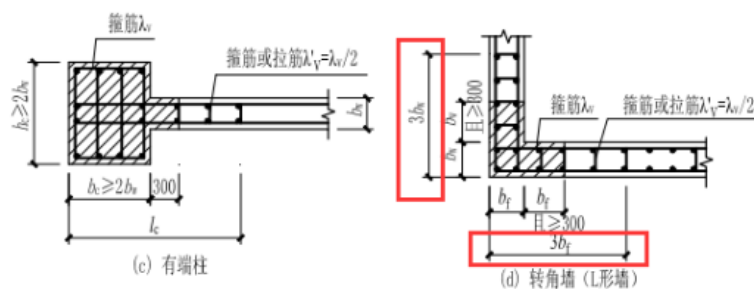
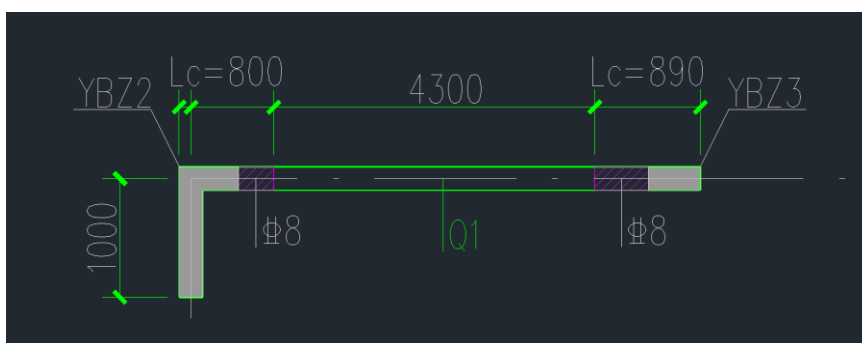


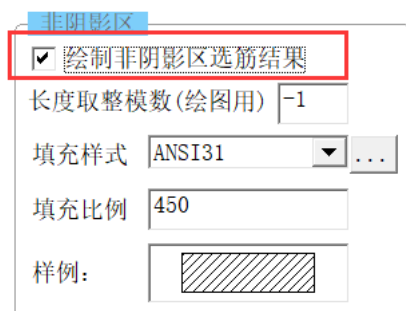
图 7.2.11 剪力墙的约束边缘构件

5 非阴影区标注的“一根 8”是什么意思？

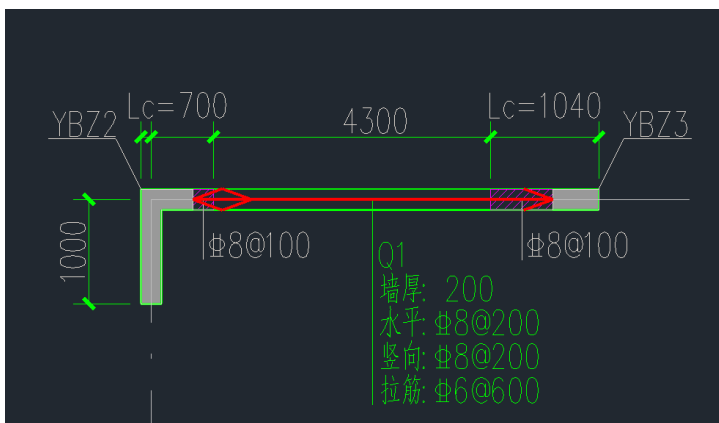


这是 YJK 软件为了简化表达方式，在阴影区纵筋间距与墙身一致时采用的简化标注。以上图为例，Q1 墙身纵筋间距为 150mm，因此非阴影区的标注“8”代表拉筋为 8@150。

如果不想在图面表达，可以取消选择【绘制非阴影区选筋结果】



请注意，只有当墙身纵筋间距与非阴影区间距不一致时，程序才会将拉筋的详细间距标注在图面。



6 软件可以处理《高规》9.2.2 条中规定角部墙体的 L_c 长度吗？

9.2.2 抗震设计时，核心筒墙体设计尚应符合下列规定：

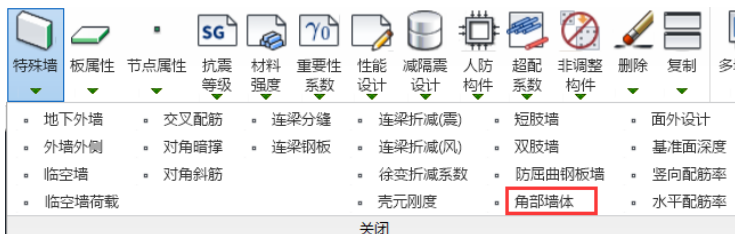
1 底部加强部位主要墙体的水平和竖向分布钢筋的配筋率均不宜小于 0.30%；

2 底部加强部位角部墙体约束边缘构件沿墙肢的长度宜取墙肢截面高度的 1/4，约束边缘构件范围内应主要采用箍筋；

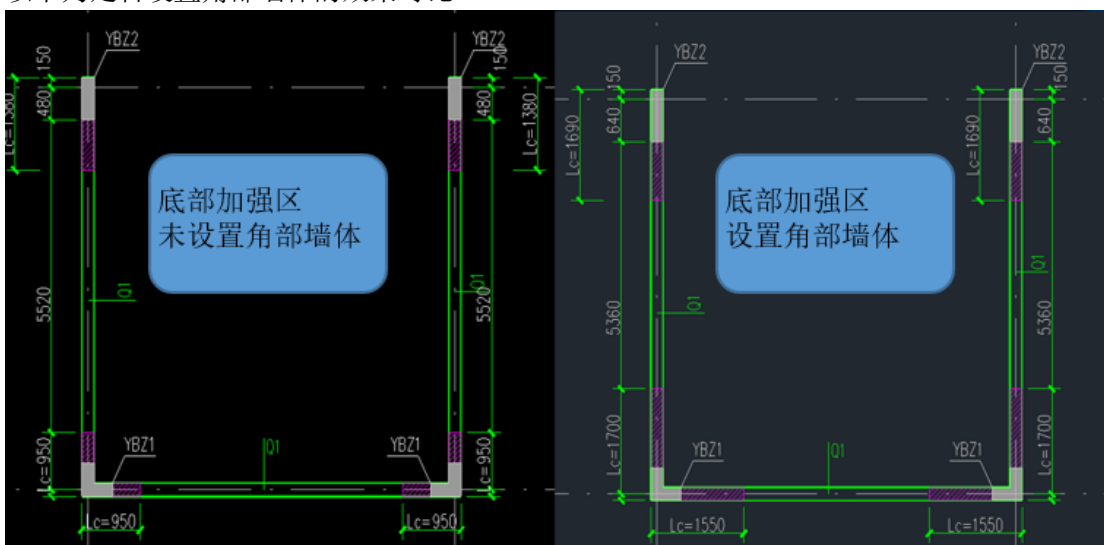
3 底部加强部位以上角部墙体宜按本规程 7.2.15 条的规定设置约束边缘构件。

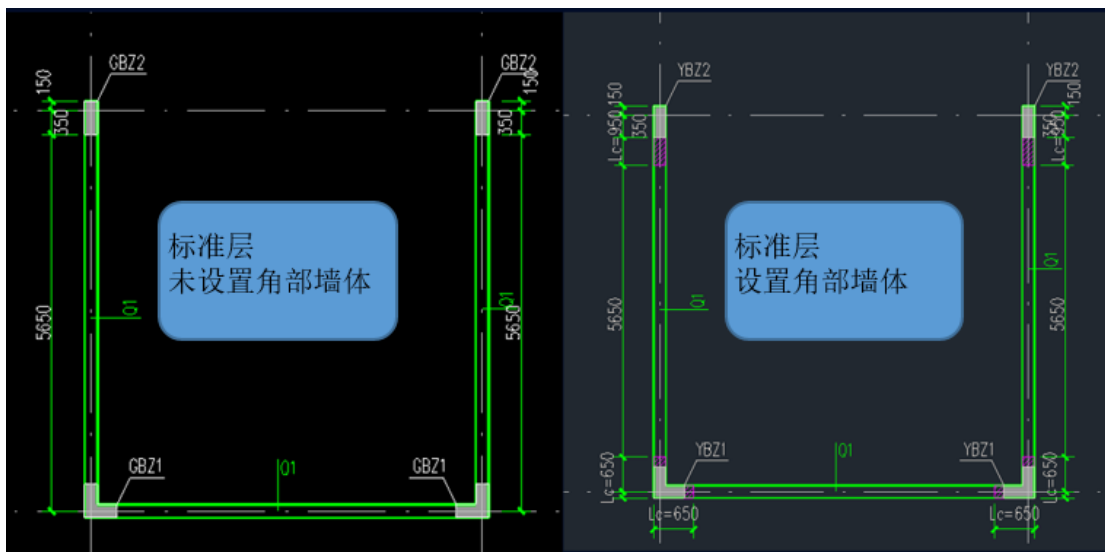
答：

可以。需要在【前处理及计算】——【特殊墙】中定义【角部墙体】。



以下为是否设置角部墙体的效果对比。





值得注意的是，【角部墙体】的功能在 5.1 版本之前是不支持的，需升级至在 5.1 或更高版本才能使用。

以上便是关于 Lc 这件小事的全部内容了。如果您还有哪些疑问或者建议，欢迎联系我们。

参考文献

- [1] YJK 应用常见问题 2017. 北京盈建科软件股份有限公司，2017
- [2] 朱炳寅. 建筑结构设计问答及分析（第三版）. 北京：中国建筑工业出版社，2017