

关于柱下独立基础抗剪验算的事情的补充

徐珂/

20160503

我前几天写的博文《关于柱下独立基础抗剪验算的事情》，详见<http://www.jiegoublog.cn/post/282.html>，是就岩石地区地基承载力高，如果按国家规范进行抗剪验算对基础高度影响说了看法，有朋友提醒说贵州和重庆的地方规范说的比较详细，特别是贵州规范（DB2245-2004）的条文说明，建议我看一下，前面看这个问题时也在网上看过这两个地方规范，觉得这些地区的前辈们对这个问题肯定有深入的研究，但是看过之后，我还是有些疑问没在上篇博文中提出，现在补充一下：

1、如果按贵州规范条文说明 8.1.2 条的推荐（刚性基础）公式计算：

<p>1) 按混凝土受弯承载力确定无筋扩展基础的宽高比。 按现行《混凝土设计规范》GB50010 附录 A</p> $M \leq \gamma f_c \omega$ <p>混凝土强度等级 C15，取 $\gamma = 1.5$，基础台阶宽度 $b=1$，$f_{ct} = 0.55f_t$</p> $M = \frac{1.5 f_{ct} h^2}{6} = \frac{1.5 \times 0.55 f_t h^2}{6} = 0.1375 f_t h^2$ <p>若阶梯形基础阶高为 h，阶宽为 a</p> $M = \frac{1}{2} [p] a^2 b = \frac{1}{2} [p] a^2$ <p>即 $M = \frac{1}{2} [p] a^2 b = 0.1375 f_t h^2$</p> $\frac{a^2}{h^2} = \frac{0.1375 f_t}{0.5 [p]} = 0.275 \frac{f_t}{[p]}$	<p>或 $\frac{a}{h} = \sqrt{0.275 \frac{f_t}{[p]}} = 0.52 \sqrt{\frac{f_t}{[p]}}$ 以基底平均压力 500kPa 代入则得：</p> $\frac{a}{h} = 0.52 \times 1.349 = 0.7015$ <p>即台阶宽高比为 1:1.425，取 1:1.5</p> <p>2) 按现行《建筑地基基础设计规范》GB50007 条文说明第 8.1.2，基础变阶处受剪承载力为 $V_s \leq 0.366 f_t A$</p> <p>即 $[p] a = 0.366 f_t A = 0.366 f_t h$</p> $\frac{a}{h} = \frac{0.366 f_t}{[p]} = 0.666$ <p>台阶高宽比取 1:1.5 根据以上计算，C15 混凝土基础当基底平均压力值为 300~500kPa 时，其台阶宽高比取 1:1.5。 C15 毛石混凝土基础的台阶宽高比，比 C15 混凝土时适当提高，取值为 1:1.75。</p>
--	---

如果以条文说明 8.2.3 条的计算例子，地基承载力是 4500kPa，基础混凝土强度等级 C30 则上述计算出基础宽高比分别为：1) $a/h=0.293$ ；2) $a/h=0.116$ ，显然这个比值关系没解决大家的需求，按照这两个比值，8.2.3 条的计算例子基础高度要做到 1) 1877 和 2) 4741，基础才成为刚性基础。但是第 1) 方法是

抗剪问题拿抗弯公式去推导，好像很有道理，只是想不明白这有对应关系吗？比如悬臂梁上分布荷载是 1kN/m ，当梁的长度变化时，剪力是线性关系，弯矩是平方关系。

梁长	剪力	弯矩
1	1	0.5
2	2	2.0
3	3	4.5
4	4	8.0
5	5	12.5
10	10	50.0

当计算截面的宽度为单位 1 时，抗剪能力与截面高度是线性关系，抗弯能力与截面高度是类似线性关系，好像有个受压区高度的平方关系在影响，我想不明白，如果梁长降低到 1 米以下时，弯矩好像下降的更快。

如果拿这个来计算高承载力的岩石地基上的基础高度，我觉得那前面的假定条件有些问题，因为像 2) 的计算方法，在国家规范中已经明确说是地基承载力 $< 300\text{ kPa}$ 条件下，而且不适用于岩石地基。另外这个推导关系是以刚性条形基础两向受力为假定，与柱下独立基础这种四向受力构件有区别。

2、贵州规范条文说明 8.2.3 条是说扩展基础的抗剪验算问题，以深受弯构件抗剪计算原则推导出贵州规范的地基抗剪计算公式，我觉得这还差不多，既然说抗剪当然要用抗剪公式来说事。

按现行《混凝土结构设计规范》GB50010的10.7.5条,矩形截面的深受弯构件 ($\frac{l_0}{h} \leq 5.0$), 在均布荷载作用下的简支梁, 当不考虑竖向和水平分布钢筋时, 其斜面截面的受剪承载力应符合下式:

$$V \leq 0.7 \frac{(8-l_0/h)}{3} f_t b h_0$$

$$\frac{l_0}{h} \leq 5.0, \text{ 当 } \frac{l_0}{h} \leq 2 \text{ 时, 取 } \frac{l_0}{h} = 2$$

对于均布荷载作用下的悬臂梁, 根据剪力等效原则存在这样的关系:

$$\frac{1}{2} q l_0 \text{ (简支)} = q l_0 \text{ (悬臂)}$$

$$\text{即 } l_0 \text{ (简支)} = 2 l_0 \text{ (悬臂)}$$

$$V \leq 0.7 \frac{(8-2l_0/h)}{3} f_t b h_0 = 1.4 \frac{(4-l_0/h)}{3} f_t b h_0$$

$$\frac{l_0}{h} \leq 2.5, \text{ 当 } \frac{l_0}{h} \leq 1 \text{ 时, 取 } \frac{l_0}{h} = 1$$

混凝土扩展基础, 由于台阶的宽高比也要求小于2.5, 可视为一倒置的均布荷载作用下的悬臂深受弯构件, 其受剪承载力应符合上式, 此时将台阶的宽高比 $\lambda = \frac{l_0}{h}$ 代入, 可得扩展基础受剪承载力公式:

$$V = 1.4 \frac{(4-\lambda)}{3} f_t b h_0$$

$$\lambda \leq 2.5, \text{ 当 } \lambda \leq 1 \text{ 时, 取 } \lambda = 1$$

λ 由2.5~1.0时受剪承载力系数由0.7~1.4连续变化, 在 $\lambda=1.0$ 得最大值1.4, 是一般混凝土梁受剪承载力的两倍。再引入截面高度系数 β_w , 当 h 不大于800mm时取1.0; 当 h 大于2000mm时取0.9, 其间按线性内插法取用。

这里最大的问题在于不考虑配筋问题, 虽然从公式中可以认为没有钢筋就有这么大的抗剪能力, 但这是规范的特点, 如果没有钢筋, 混凝土指标在计算上要降低很多, 参考8.1.2条所用的系数。混凝土规范中的构件在没有注明情况下就是配筋构件来保证安全, 而深受弯构件是配筋要求较多的构件。

不过这一条还是很受启发, 我在上一篇建议是用混凝土抗剪验算截面限制公式计算基础高度, 现在看来应该用深受弯构件的截面限制公式来计算基础高度, 这样粗算下来, 高度应该做到3.0倍基础台阶宽度。即按照柱落在十字交叉梁上, 梁宽与柱宽相同, 梁截面承担1/4柱外剪力, 梁截面要满足深受弯构件抗剪限制条件, 然后进行配筋设计。

3、之所以要采用梁截面抗剪, 是因为我不大相信地基承载力特征值达到30000~5000 kPa, 岩石有一定深度情况下会出现较大的弯曲变形, 让基础受弯, 考虑地基承载力极限值计算反力, 理论计算受力底面积减少一半, 基础外部会受弯? 我觉得贵州规范里提到的实验未破坏, 哪的看看岩石地基有多大变化, 岩石都没什么变化, 上面的混凝土往哪坏去? 国家规范也提到, 岩石破坏主要是主要是刺入型破坏, 因此抗剪截面是最重要的。