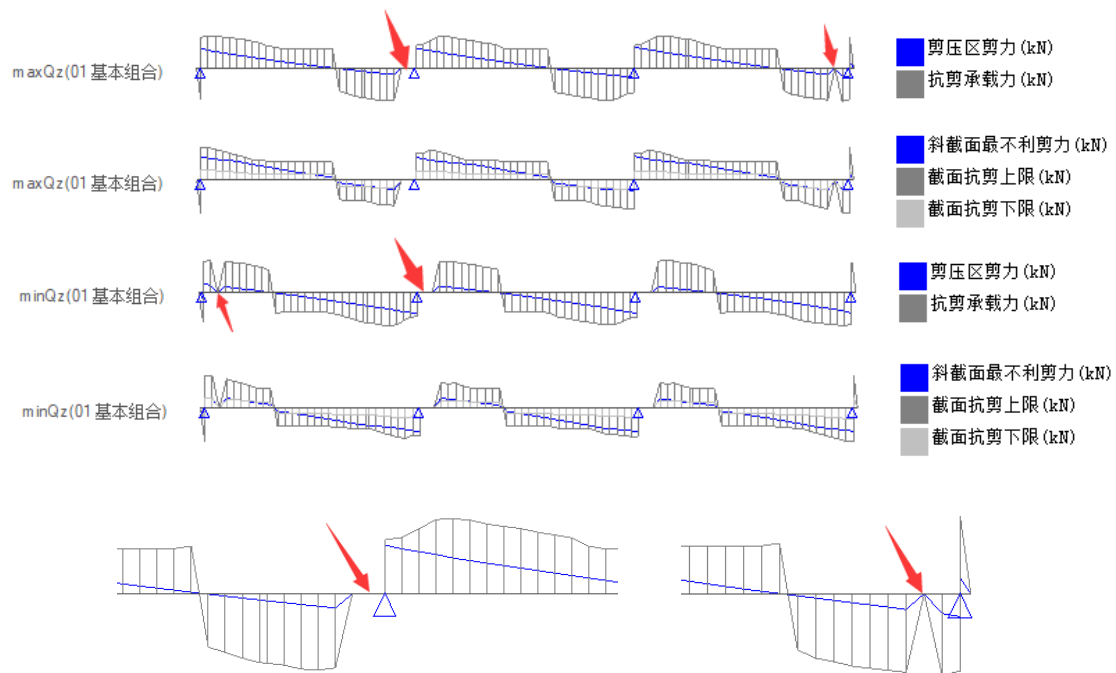


## 桥博 V4.3 抗剪图空白段的解释

同豪土木 2020.11

## 1、抗剪图空白段

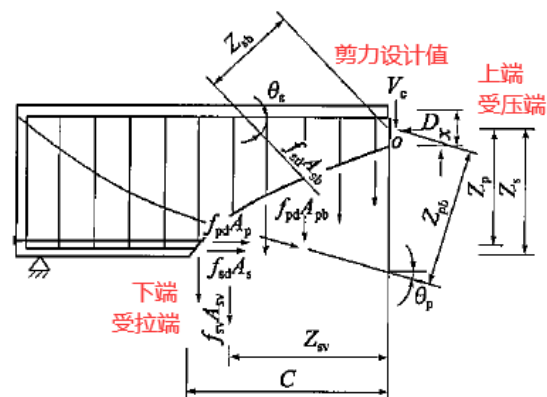
某  $3 \times 30\text{m}$  预应力混凝土连续梁，采用桥博 V4.3 计算，抗剪承载力验算图及抗剪截面尺寸验算图中有些空白段或者空白点，相应的表格中也有些空白行，如下图所示。这是由于某些位置处不存在以该位置为受压端的破坏斜截面，并不是程序错误或者用户操作错误。



剪压区剪力 (kN)	抗剪承载力 (kN)	强度是否通过	斜截面最不利剪力 (kN)	截面抗剪上限 (kN)	尺寸是否通过	截面抗剪下限 (kN)	是否需要抗剪验算
-2456.521	-12725.672	是	-3448.951	-9004.315	是	-2855.792	是
-	-	-	0	0	-	0	-
-	-	-	0	0	-	0	-

## 2、斜截面的定位

按 JTG 3362—2018 规范 (JTG D62—2004 规范就已经如此), 一个破坏斜截面沿构件分布在长度  $C$  的范围内, 一端位于构件下缘, 另一端位于上缘; 从另一个角度说, 一端受拉, 另一端受压(剪压区)。如果用构件上的一个坐标值或者节点号来定位一个斜截



### a) 简支梁和连续梁近边支点梁段

面,那么需要约定这个位置是斜截面的上端还是下端,或者是受压端还是受拉端。

就规范 5.2.8 条的图示来看,似是用斜截面的下端、或者说剪力较大端来定位的。桥博 V3.x 中,用下端来定位斜截面。

用下端来定位有两个问题:

- 1) 该位置的剪力有时不是承载力验算时的剪力设计值。按 5.2.9 条,剪力设计值取斜截面剪压区对应正截面处的值,例如在简支梁和连续梁近边支点梁段,就是取斜截面上端处正截面的剪力值。剪力设计值与定位坐标处的剪力对不上,用户经常会疑惑不解。

$$\gamma_0 V_d \leq V_{cs} + V_{sb} + V_{pb} + V_{pb,ex} \quad (5.2.9-1)$$

$$V_{cs} = 0.45 \times 10^{-3} \alpha_1 \alpha_2 \alpha_3 b h_0 \sqrt{(2 + 0.6P) \sqrt{f_{cu,k}} (\rho_{sv} f_{sv} + 0.6 \rho_{pr} f_{pr})} \quad (5.2.9-2)$$

$$V_{sb} = 0.75 \times 10^{-3} f_{sd} \sum A_{sb} \sin \theta_s \quad (5.2.9-3)$$

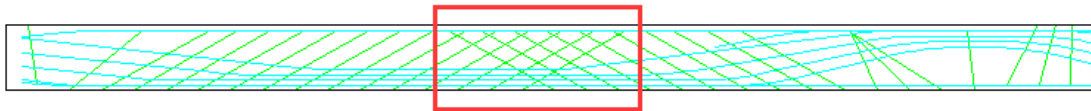
$$V_{pb} = 0.75 \times 10^{-3} f_{pd} \sum A_{pb} \sin \theta_p \quad (5.2.9-4)$$

$$V_{pb,ex} = 0.75 \times 10^{-3} \sum \sigma_{pe,ex} A_{ex} \sin \theta_{ex} \quad (5.2.9-5)$$

式中:  $V_d$ ——剪力设计值(kN),按斜截面剪压区对应正截面处取值;

- 2) 在跨中剪力 0 点附近,按 5.2.10 式计算的话,有些斜截面无法找到一个受压端位置使其满足规范式(5.2.10);桥博 V3.x 取  $m=3$  确定一个斜截面,该斜截面可能跨过剪力 0 点,斜截面范围内剪力变号,设计剪力(受压端的剪力)与斜截面开展方向矛盾。

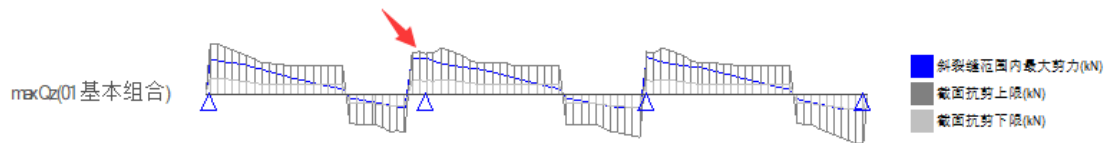
剪力0点附近,斜截面交叉,斜截面范围内剪力变号

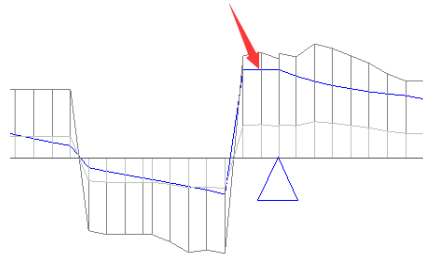


桥博 V4.0 开发时,总结用户对 V3.x 的反应,改为用受压端来定位斜截面,这样可以避免以上两个问题,定位处的剪力直接作为 5.2.9 条的设计剪力值,并且,将该处的剪力及相应弯矩代入规范式(5.2.10)直接可以得到斜截面的水平投影长度  $C$ ,这样似乎更简单直接好理解。

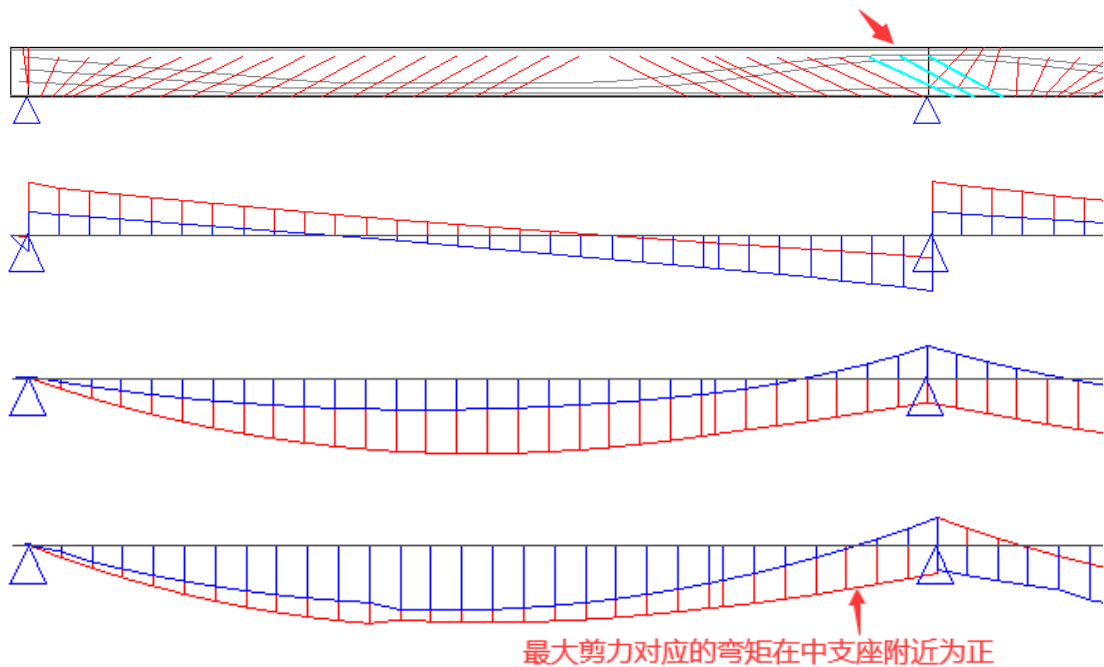
### 3、用受压端定位的问题

用受压端来定位斜截面一般情况下表现良好,但陆续收到用户的反馈:有些情况下桥博 V4.x 的抗剪截面尺寸验算图看起来不对,如下图,剪力值在支座处不变号,并且有一段剪力值完全相同。





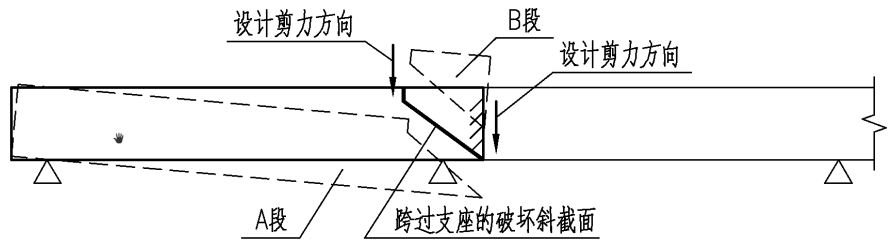
经分析，发现当连续梁的中支座处剪力设计值对应的弯矩设计值为正时，用受压端来定位破坏斜截面会得到一些跨过支座的斜截面，斜截面范围内剪力变号，跟桥博 V3.x 在剪力 0 点附近的情况类似，是一些有矛盾的斜截面。下图的三个青色斜截面就跨过了支座，四个图依次是最大剪力工况破坏斜截面示意图、最大最小剪力包络图、最大最小弯矩包络图、最大最小剪力对应的弯矩图。



本例中，由于预应力次效应的影响，中支座处的基本组合弯矩为正，最大剪力（代数值）对应的弯矩也为正。青色斜截面处，V4.2 根据弯矩为正判断斜截面受压端在梁的上缘，再根据剪力符号判断破坏斜截面向右下方开展，然后根据规范式(5.2.10)计算得到斜截面水平投影长度  $C$ ，得到青色斜截面的过程与附近的红色斜截面的过程没什么区别；按照规范 5.2.11 条，尺寸验算时取斜截面范围内的最不利剪力，程序具体执行时取绝对值最大的剪力，于是 3 个青色斜截面的最不利剪力都是支座右侧这个截面的最大剪力。

但青色的斜截面跨过了支座，截面范围内剪力方向反号且正负剪力都很大，从支座的右侧区段的剪力符号来看，斜裂缝的开展方向不对，该破坏斜截面实际上不可能出现。如下图所示，发生跨越支座的抗剪破坏，意味着梁的 A 段要能向下大幅移动，或者 B 段要能向上大幅移动，这种运动趋势显然不可能，因为中支

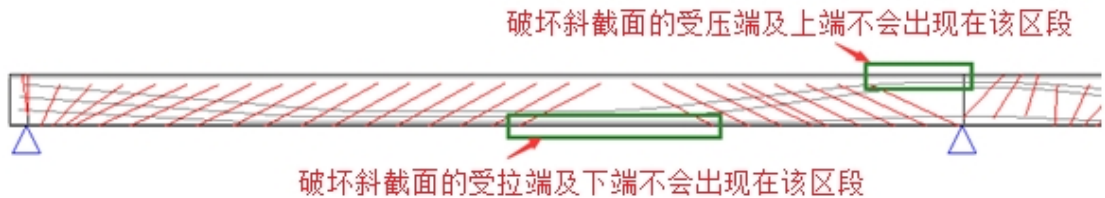
座阻止了 A 段向下移动，B 段的左右侧剪力方向意味着 B 段没有向上移动的趋势。也就是说，按照规范的算法，不存在以该位置为受压端的破坏斜截面。



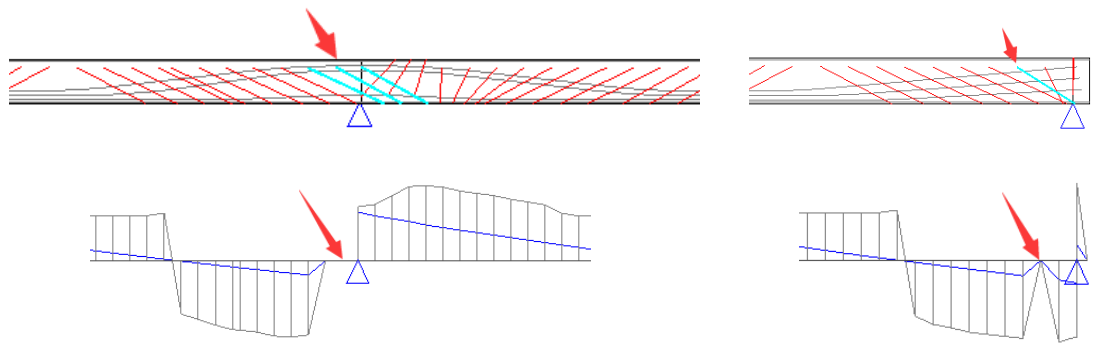
跨越支座的斜裂缝实际不能发生的说明图

4、桥博 V4.3 对上述问题的处理

实际可能的破坏斜截面分布如下图所示：



不论采用受压端还是受拉端、上端还是下端来定位斜截面，严格来讲都可能存在一些斜截面不可能出现的区段。于是，桥博 V4.3 版延续了 V4.0 以受压端定位的做法，并引入“无效斜截面”的概念：如果一个斜截面跨过了支座（剪力突变点），实际不可能发生，则为无效斜截面，程序不进行验算，验算图中有些空白段或者空白点，如下图所示：



按桥博 V3.x 的斜截面定位约定，其计算结果中有实际上不可能发生的破坏斜截面，只是 V3.x 的这些截面出现在剪力 0 点附近，各项抗剪验算都能通过且比较富余，于是几乎没有用户注意到程序计算的不妥之处。桥博 V4.x 的无效斜截面却出现在支座附近，是用户关注的控制位置，不能采用经不起推敲的算法给出结果，只好不计算并指出这是不可能发生的破坏斜截面。但桥博 V4.3 的结果很容易引起用户的疑惑，带来理解和解释负担。

## 5、可能的改进

因为抗剪验算本质上就存在一些不可能出现破坏斜截面的区段，如果用户一定要求程序给出一个没有空缺的验算图，目前还没有想到较完美的解决方案。

一个可以考虑的做法是回到桥博 V3.x，以下缘来定位斜截面，剪力 0 点附近继续硬套规范计算，总是输出计算结果，而不管该斜截面是否有物理意义。

具体的改进方案尚需视用户的反馈情况进一步研究。