**论述高层住宅建筑工程桩端后注浆施工要点**

****一、工程简况****

　　该高层住宅建筑总面积为 39600m2，地上 26 层的住宅建筑，地下2 层，基坑开挖深度为 9.9～10.9m。

主楼及裙楼下承压桩均采用 Φ800 钻孔灌注桩，裙楼下局部设抗拔桩，采用 Φ700 钻孔灌注桩。本工程范围内土层主要由杂填土、泥炭、黏土、圆砾、粉质黏土、

砾砂组成。桩基持力层为⑤层圆砾，由砾石砂及少量粉粒组成，饱和。中密为主，局部稍密、密实。层顶埋深 36.70～38.8m，控制层厚

8.10～17.7m。施工前，进行了试桩施工，经检测发现，Φ800 承压桩单桩竖向承载力为 4180kN，大大低于设计要求。

****二、注浆参数的设定****

　　注浆管选用 D25mm，壁厚 S=2.0mm的普通焊接管，注浆管的接长采用套筒螺缝接头，水泥采用 42.5 普通硅酸盐水泥。

本注浆工程选用一台SGB 6-10 型注浆泵，两只搅拌筒，塑料管、 输浆管等。

注浆参数主要包括浆液水灰比、注浆量以及闭盘压力，由于地质条件的不同，不同工程应采用不同的参数。在施工前，应根据以往工程的实践情况，先设定参数，然后根据设定的参数进行试桩施工，试桩达到设计强度后，进行桩的静载荷试验，最终确定施工参数。

本工程根据对三根桩的试验结果得出的参数结合施工的经验确定实际施工的注浆参数。

　　（1）水灰比一般不宜过大和过小，过大会造成注浆困难，过小会使水泥浆在压力作用下形成离析。由于本工程桩的长度为

31～33m，容易出现翻浆现象，所以在水灰比控制上要求较高，通过试打三根桩的注浆中出现的翻浆现象，决定水灰比采用 0.8～0.5，并逐渐减少。

　　（2）注浆量是指单桩注浆的水泥用量，它与碎石层的碎石含量以及桩间距有关，取决于碎石层的孔隙率，在裙楼部分，注浆量为

2.5～3.0t，主楼部分注浆量为本文由论文联盟http://wWw.LWlm.cOm收集整理2.0～2.5t，是控制后注浆施工是否完成的主要参数。

　　（3）闭盘压力是指结束注浆的控制压力，一般来说什么时候结束一根灌注桩的注浆，应该根据事先设定的注浆量来控制，但同时也要控制注浆的压力值。在达不到预先设定的注浆量，但达到一定的压力时就要停止注浆。

注浆的压力过大，一方面会造成水泥浆的离析，堵塞管道，另一方面，压力过大可能扰动碎石层，也有可能使得桩体上浮。根据本次试桩的结果，压力定为

2～4MPa，依据水泥浆的浓度逐渐增大，最大压力应该控制在4MPa。

****三、桩端后注浆施工工艺****

****3.1施工工艺流程****

　　具体施工工艺流程见图 1。

　　图1 施工工艺流程

****3.2注浆管的制作****

　　在制作钢筋笼的同时制作注浆管。

注浆管采用直径为 25mm 的焊接管制作，接头采用套筒连接，套简两端与钢管焊接。注浆管长度比钢筋笼长度多出约 8～9m，高出钢筋笼部分的注浆管每隔 2m 用

Φ12钢筋与吊筋组成钢筋笼。 注浆管高出自然地坪 200mm，顶端敲扁用胶带封严，防止泥浆等进入注浆管。在桩底部长出钢筋笼 5cm，注浆管在最下部 20cm

制作成注浆喷头（俗称花管），在该部分每旋转 45°用钻头均匀钻出 4排 8mm

直径小孔，每个孔上用橡皮及胶带封死。当注浆时注浆管中压力将橡皮或胶带进裂，水泥浆通过注浆孔压入砾石层中，而混凝土灌筑时该装置又保证混凝土浆不会将注浆管堵塞。

****3.3注浆管的布设****

　　将两根注浆管对称绑在钢筋笼内侧。成孔后清孔、提钻、

下钢筋笼，喷头部分应加混凝土垫块保护，不得摩擦孔壁以免胶带皮破裂造成注浆孔的堵塞。

第二节注浆管在上端和钢筋笼绑扎，下端自由，钢筋笼对准焊接后，接上注浆管，放下钢筋笼后，松开注浆管，注浆管对直后与钢筋笼绑扎牢固。按照规范要求灌筑混凝土。桩基施工中要妥善保护好露出地面的注浆管，防止弯曲、

断裂，否则注浆管中会进入泥浆、水泥浆等，给后来的注浆工作带来很大的影响。

****3.4注浆设备及注浆施工的速度****

　　由于桩端持力层为砂砾层，渗透系数较大，注浆压力为低压注浆，故选用额定工作压力为 8MPa

的注浆泵。注浆施工时，采用固定注浆泵，移动注浆浇灌的方法，以减少注浆的辅助作业时间，加快注浆速度，根据试桩的记录，每根桩的注浆时间控制在 60min 左右。

****3.5注浆控制****

　　（1）注浆前的准备工作：待桩身强度达设计强度的 80%后，压力注浆才对桩身不起破坏作用，可以开始注浆。

　　（2）注浆前，首先检查水泥，不能有结块现象。 核实进场的水泥量及水泥浆的水灰比。 检查高压注浆泵的压力表、 阀门、

管线完好状况。在注浆前用水进行通管，水从一根端管子进去，另一根管子出来，表示两根管子连通。注浆开始记录注浆压力，根据以往的施工经验和实际情况，采用低压慢注，浆注进去后，方可慢慢增加压力。注浆一般以注浆量为主控因素，注浆量达到预定量，无特殊情况即可停止注浆。预定可参考试桩的注浆量进行修正。

****3.6注浆顺序****

　　注浆时最好采用整个承台群桩一次性注浆，注浆先施工周围桩位再施工中间桩，目的是防止水泥浆的流失。注浆时应做好施工记录，记录的内容应包括施工时间、注浆开始及结束时间、 注浆数量以及出现的异常情况和处理的措施等。

****四、注浆施工中出现的问题和相应措施****

　　（1）喷头打不开。压力达到

8MPa 以上仍然打不开注浆喷头，说明喷头部位已经损坏，不要强行增加压力，可在另一根管中补足注浆数量。

　　（2）出现冒浆。

浆从地面上冒出，说明桩底已经饱和，可以停止注浆；若从本桩侧壁冒浆，注浆量也满足或接近了设计要求，可以停止注浆；若从本桩侧壁冒浆且注浆量较少，可将该注浆管用清水或用压力水冲洗干净，等到第2d 原来压入的水泥浆液终凝固化、堵塞冒浆的毛细孔道时再重新注浆。

　　（3）单桩注浆量不足。

注浆时最好采用整个承台群桩一次性注浆，注浆先施工周圈桩形成一个封闭圈，再施工中间，能保证中间桩位的注浆质量，若出现个别桩注浆量达不到设计要求，可视情况加大临近桩的注浆量作为补充。

　　（4）在土内长度范围内的注浆管接头应该错开，接头尽量置于土内上半部，并做钢筋笼加以保护。

　　（5）注浆前测桩顶标高，可以测定注浆后桩是否有浮起现象，并进行分析处理。当桩顶泥浆冒泡和有抬高现象，说明桩有微量浮起，这时应停止注浆，待过1～1.5h水泥浆静止后再重新注浆，这样渐停渐注，当注至设计要求水泥量后停止注浆，可以防止桩浮起。

****五、钻孔灌注桩单桩承载力检测分析****

　　在桩端未注浆前， Φ800 钻孔灌注桩的单桩竖向静载试验荷载为4180kN，桩端注浆后，对同一根钻孔灌注桩进行了单桩竖向抗压静载试验，测得单桩竖向极限承载力为 6600kN，注浆前后单桩竖向承载力提高达57.9%。

****六、几点结论****

　　通过以上钻孔灌注桩桩端后注浆法的工程实例，可以得出桩端后注浆法的作用和优点：

　　（1）水泥浆液在压力作用下由桩端在碎石层的孔隙里向四周扩散，对于单桩区域，向四周扩散相当于增加了端部的直径，向下扩散相当于增加了桩长。

　　（2）群桩区域所有的浆液连成一片，使得碎石层成为一个整体，从而使得原来不满足要求的碎石层满足结构的承载力要求。

　　（3）浆液压入桩端后首先和桩端的沉渣相结合，增强了该部分的密实程度，扩大了桩头直径，提高了承载力。