

针对钻孔灌注桩桩顶施工质量控制要点探讨

于天林

上海百通项目管理咨询有限公司 上海 200336

摘要：钻孔灌注桩施工过程中的桩头处理，是确保桩基施工质量合格的一个重要工序，但在施工中容易忽视这方面的质量控制。笔者就钻孔灌注桩施工中几个关系到桩顶施工质量的工艺进行探讨，强调了施工过程中质量控制的重要性，只有严格按照设计和技术规范要求施工、做好质量控制，才能确保工程质量合格。

关键词：质量控制；钻孔灌注桩；桩顶质量

引言：钻孔灌注桩是一种重要地基处理方式，特别适合于地质条件复杂、持力层较深、地下水位较高的不良地质条件的地基处理，目前钻孔灌注桩作为一种成熟的施工工艺已广泛应用于桥梁、高层建筑和重型构筑物的地基处理以及深基坑围护施工。在工程实践中笔者发现，施工单位往往轻视桩头的规范处理、忽视桩顶工序的质量控制，以致后序施工中出现这样或那样的质量问题。为确保钻孔灌注桩整体施工质量合格，本文就影响桩顶施工质量因素作以分析并对工序质量控制要点进行阐述，以期在施工中引起广大施工人员的重视。

1 严格控制钻孔灌注桩水下混凝土的超灌量

钻孔灌注桩破除桩头混凝土后，我们经常发现桩顶混凝土夹渣严重，强度不合格以及桩顶低于设计标高现象，造成以上质量问题的重要原因之一是混凝土超灌量不足，这是因为：（1）水下混凝土在灌注过程中，顶面一定高度范围的混凝土与桩孔内泥浆会发生不同程度的混杂，伴随着灌注高度上升，此段“混杂体”不断加长最终在灌注完成后形成于桩顶，但该部份混凝土与泥浆混杂体的强度明显不足，如果不将此部分的“混杂体”凿除，桩顶混凝土强度很难达到设计要求。（2）钻孔灌注桩为水下浇筑混凝土，在施工过程中，桩孔可能会因操作不当出现较大桩径偏差，也可能因泥浆护壁达不到预期效果出现桩身侧壁裂缝、孔洞及塌孔现象，造成实际浇筑的混凝土与设计桩身混凝土方量出现偏差，以致在忽略混凝土超灌量的情况下出现桩头低于桩顶设计标高现象。（3）在灌注桩顶部混凝土时，地面泥块或垃圾等杂物可能会掉落于混凝土中，影响其强度，如超灌高度不足，也会发生桩头凿除至桩顶标高后混凝土强度达不到设计要求。如上所述，为了确保桩顶混凝土强度达到设计要求，桩身混凝土必须保证一定的超灌量，关于超灌量有以下相关规定：《建筑桩基技术规范》JGJ94-2008规定水下混凝土“最后一次灌注方量超灌高度

宜控制在0.8~1.0m，凿除泛浆厚度后必须保证暴露的桩顶混凝土强度达到设计要求”；在上海地区按照《钻孔灌注桩施工规程》（DG/TJ08-202-2007）规定水下混凝土灌注完成后的充盈系数“不得小于1且不宜大于1.3”，同时还规定混凝土实际灌注高度应高于设计的桩顶标高，其最小超灌高度不宜小于桩长3%，且不应小于1米。以上超灌高度的规定就是为了确保桩头破除后桩顶混凝土强度达到设计要求^[1]。

但在实践中，施工单位对钻孔灌注桩水下混凝土灌注时超灌量控制不严格或忽视的现象时有发生，其中一个重要原因是不少施工技术人员在混凝土灌注时觉得提管测量很麻烦，就简单地根据充盈系数估计超灌量，这在孔壁稳定且混凝土计量准确的情况下是可行的，但在桩孔发生坍塌且混凝土计量不准确时，会出现较大的偏差，造成混凝土超灌高度不够桩顶强度不足问题。另外不排除某些施工单位以所谓的目标成本管理之名，行偷工减料之实，对混凝土的超灌量根本不关心，以至造成桩顶混凝土强度达不到设计要求的质量问题^[2]。对于桩顶混凝土强度不合格后续处理费工费时，影响工期，所以对于钻孔灌注桩混凝土超灌量的控制施工单位务必重视，监理单位按照规定认真落实监管。

2 护筒设置对桩顶混凝土质量的影响及质量控制

在钻孔灌注桩钻孔前为了保护孔口和易于控制桩孔轴线，方便钻机钻头准确定位，按照现行桩基施工技术规范要求：成孔前需在桩位顶部按要求埋设护筒，如若受场地所限不适合埋设护筒的，也应采取相应的保护孔口措施。但施工单位在桩基成孔完成进行水下混凝土浇筑时常常移除护筒，这样做造成混凝土灌注时，地面土块会掉入桩身内，同时也会引起上部的泥浆回流，尤其是在混凝土灌注末端，在桩头位置由于掺杂了大量的泥浆土块，会造成桩头混凝土强度达不到设计要求的现象出现，为了确保成桩后桩顶混凝土强度合格，护筒埋设也

是一个重要的预防措施，因此桩孔需严格按以下要求设置钢制护筒：

(1) 钢制护筒内直径宜比设计的工程桩径大100mm，不得等同于桩径；护筒应在钻孔前按桩位埋设，护筒中心与桩位中心的偏差应控制在20mm以内。(2) 护筒的埋设深度应确保超过杂填土层，筒底口压入不透水的粘性原土内200mm深度以上，且安放后应保持筒身垂直，其顶口高度应满足孔内泥浆面高度的要求。(3) 受水位涨落影响或水下施工的钻孔灌注桩，护筒应加高加深，必要时打入不透水层。(4) 另外需要注意的是护筒应在场地地下清障后再埋设，护筒外围应采用粘质土分层、对称回填，并夯实加固，以防止施工过程中护筒因震动发生偏斜，影响成桩质量。

3 桩头破除方法对桩顶质量的影响及控制要点

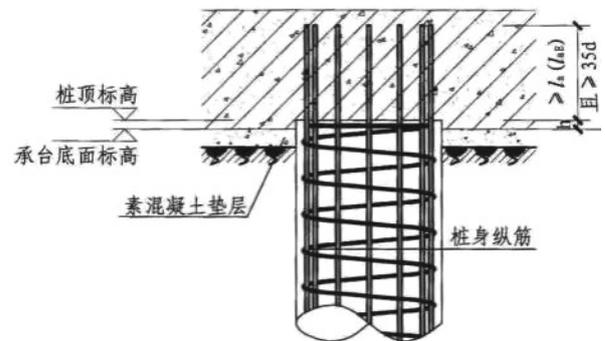
钻孔灌注桩浇筑完成，在基础垫层浇筑之前需将桩顶标高以上超灌的混凝土进行破除。破桩头这项工作看似简单，但是如不重视破除方法和过程中的质量控制，也会造成质量缺陷或问题。桩头破除时常见的问题有：不严格控制桩顶标高，桩头破除后桩顶标高低于设计标高；桩头破除时反复扭曲受力钢筋，造成桩顶钢筋折断；破除方法不当，造成桩顶部位混凝土出现开裂现象；野蛮施工，采用挖掘机直接推到，不但桩顶标高不受控制，还可能会造成桩身混凝土出现断裂现象。出现以上问题，桩顶后续修补工作麻烦，尤其是野蛮施工出现断桩，设计可能会要求重新补桩，将会严重影响施工进度。所以桩顶混凝土破除绝对不能马虎，要根据实际情况制定桩头破除的专项施工方案或措施，按照措施加强施工过程控制，才能确保桩头破除后桩顶质量合格，顺利施工。为此，在桩头破除时特别要注意以下方面的质量控制：

(1) 严格控制桩头破除的时间，混凝土灌注完成后经测定达到设计的混凝土强度等级，方可进行桩头破除工作，不宜过早或过迟。(2) 严格进行桩顶标高控制，破除前需将每根桩的桩顶标高进行标识，并在桩顶标高位处环切作为控制线；另外在切割线上方15cm处标记粗凿线。禁止采用重锤侧击、爆破、以淘代破方式破除桩头。(3) 破除桩头混凝土时要做好桩顶受力钢筋的保护，桩头环切不得伤及受力钢筋；采用风镐或钢钎破除时不得反复扭曲钢筋，造成受力筋发生屈服甚至折断。桩头破除完成后将产生扭曲的钢筋按照规范及设计要求调整到位^[3]。(4) 桩头破除后，桩顶面应无残存的松散混凝土，且桩顶部分应界面平整或微凸（即中间略高，四周略低），在防水施工前宜用清水冲洗干净。

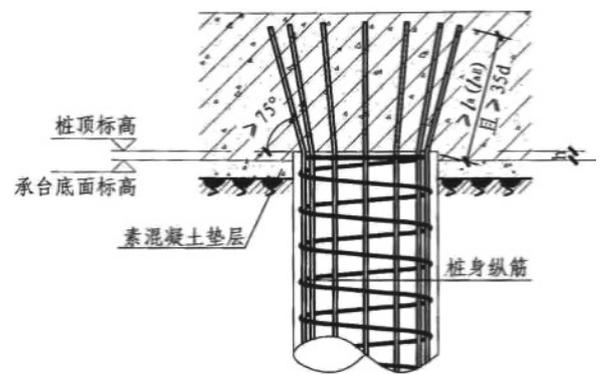
4 桩顶锚固质量控制不容忽视

为了增加桩基与建筑结构协同工作性能，有效防止建筑物因地震或风力等水平荷载的影响导致的结构失稳，对桩顶与基础底板锚固质量的控制至关重要。桩顶锚固主要有两个方面内容：一是桩顶钢筋与基础承台的连接，二是桩顶锚入承台的高度，无论哪方面都不容忽视。但在实际施工时由于施工单位对桩顶锚固重要性重视不够、质量控制不严，经常出现不同程度的质量问题，比如钢筋与承台的连接方面问题：桩顶钢筋锚固长度不足；钢筋在桩头破除时发生扭曲变形损伤；钢筋出现严重的锈蚀等质量问题。还有桩顶锚入承台高度方面的问题：桩顶进入承台的高度偏高或偏低现象时有发生。对以上质量问题，如果在基础混凝土浇筑之前不进行有效地处理，将会带来严重的质量后果，特别是对抗拔桩可能会发生桩顶与基础混凝土的锚固力不足而脱节，出现底板上浮现象，处理起来费时费力，社会影响也很坏。因此对桩顶锚固施工质量的控制不得掉以轻心，在施工中应重视以下方面的质量控制工作：

(1) 严格遵照设计或施工技术标准、规范的要求留设桩顶锚固钢筋。现行国家标准《钢筋混凝土灌注桩》10SG813对桩顶锚固钢筋的设置如图1图2所示：



1 桩顶与承台连接构造
图1



2 桩顶与承台连接构造
图2

(2) 加强施工质量过程控制, 做好桩顶竖向受力钢筋保护, 不但严禁在桩头破除时损伤或反复扭曲钢筋, 也不得在土方开挖和基础垫层施工时机械碾压桩顶, 损伤桩顶钢筋。

(3) 对桩顶锚固钢筋因暴露时间过长出现锈蚀的要按规定进行除锈。

(4) 除按要求在桩头破除时做好桩顶标高的控制外, 还要做好对基底标高复核, 严格控制基础垫层混凝土的浇筑厚度, 确保桩顶进入承台的高度符合要求。现行国家标准《钢筋混凝土灌注桩》10SG813对桩顶进入承台高度规定为: 当桩径 $< 800\text{mm}$ 时, 桩顶进入承台高度取 50mm ; 当桩径 $\geq 800\text{mm}$ 时, 桩顶进入承台高度取 100mm , 需严格遵循。

5 做好桩顶防水工序质量控制

在地下建筑防水施工中, 钻孔灌注桩桩顶的防水也非常重要, 在实际施工中, 施工单位往往对桩头防水不太重视, 进而给基础底板的防水带来隐患。根据工程实践, 为确保桩头的防水效果特别要重视并做好以下工序质量控制:

5.1 桩头基面的处理

桩头混凝土结构面的防水一般采用无机防水涂料处理, 参照国家标准《地下建筑防水构造》10J301要求, 桩头防水材料选用水泥基渗透结晶性防水涂料。水泥基渗透结晶涂料在施工之前必须做好基层处理, 要求桩头表面平整、密实、清洁且不得有积水, 但是施工单位不重视这方面的工作, 桩头基面的杂物和浮浆未认真清理干净, 致使水泥基防水涂料不能与混凝土面层有效渗透、密切结合, 直接影响基础底板的防水效果。为此必须重视桩头基面的处理, 确保基面无杂物、松散碎块, 且平整密实。

5.2 桩头防水层的施工控制要点

桩头上涂刷不少于两遍的水泥基渗透结晶型防水涂

层, 涂刷厚度不小于 1mm , 施工时要将桩头上的微细空隙、砂眼用水泥基渗透结晶型防水涂料涂实。特别注意的是桩头侧边和桩头周边不小于 250mm 范围内也要全用水泥基渗透结晶型防水涂料涂刷两遍, 厚度不小于 1mm , 涂刷范围基面上的砂眼、空隙仍然要用防水涂料涂实。经检查桩头防水涂料施工合格后, 在桩头和桩头侧边抹大约 20mm 厚 1:2 聚合物水泥砂浆防水层(为增强防水效果可内掺适量的防水剂)。根据工程实践, 聚合物水泥防水砂浆未达到硬化状态时, 不得浇水养护或者直接用水冲刷, 硬化后应采用干湿交替养护的方法, 潮湿环境中可在自然条件下养护。按照设计要求在桩头四周的卷材铺贴结束后, 沿桩头周边用密封膏密封一圈。

结束语

工程质量, 百年大计, 尤其是建筑地基基础工程的施工质量对保证建筑物的安全和使用功能至关重要, 一旦地基基础出现质量问题, 会影响到人们的日常生活、财产甚至生命安全。因此在建筑工程施工中做好地基工程的施工质量控制, 是保证建筑物质量合格的重要环节。随着建筑新技术的不断进步和创新, 对桩基等地下隐蔽工程的质量控制要求越来越严, 它要求广大参建人员具有强烈的责任心, 严格按照设计和施工技术规范的要求施工, 不放弃或轻视每一道施工工序的质量控制, 才能建造出更多的优质工程。

参考文献

- [1] 陈新. 钻孔灌注桩桩顶质量控制方法探讨[J]. 中国建筑科技, 2019, 50(10):105-108.
- [2] 李明. 钻孔灌注桩桩顶施工质量控制措施研究[J]. 岩土工程学报, 2020, 42(9):1701-1708.
- [3] 刘伟江. 钻孔灌注桩桩顶施工质量控制关键技术研究[J]. 土木工程与管理, 2021, 38(12):96-97.