

探析公路桥梁桩基工程及施工技术

●牛华平



[摘要] 公路桥梁桩基工程有着极为重要的作用,它负责承载桥梁上部结构重量,能适应复杂地质,能抵御自然灾害的冲击并保障交通连续性。本文以鲁西南地区的公路桥梁结构工程为例,探讨了桩基工程的重要性、施工中常见的问题与施工要点。通过详细的地质勘探并制定科学的施工方案,施工单位成功应对了复杂的地质问题,确保了工程质量与安全。本文还分析了塌孔等施工过程中的常见问题及解决措施。最后强调了成桩质量检验的重要性,为保障公路桥梁工程建设质量提供借鉴。

[关键词] 公路桥梁;桩基工程;常见问题;施工技术

公路桥梁在现代交通基础设施体系里占据着举足轻重的地位,它是确保交通运输顺畅的关键。公路桥梁的安全性与稳定性犹如两条生命线,紧密关联着大众的生命财产安全。一旦公路桥梁出现问题,极有可能引发严重的安全事故,造成不可挽回的损失。而桩基作为公路桥梁的根基部分,承担着支撑整个上部结构重量的重大任务。上部结构包含梁体、桥面等众多部分,极其沉重。桩基施工技术水平的高低,直接决定了桩基的质量,进而对桥梁的使用寿命以及安全性能产生根本性的影响。

Q 工程项目案例

鲁西南地区某公路桥梁结构工程。路段桩号起止点为K10+000~K16+500,公路全长约70km,工程主体包含3座大桥。施工区域的地质结构复杂,勘测发现主体地质结构里有地下暗河与矿洞,桩底部土层大多为破碎性岩石。经统计,这段公路桥梁桩基直径分别为1.2m、1.8m、2.2m。

为保证施工质量,减少断桩问题,施工单位需要依据实际状况运用科学的桩基施工技术,确保公路桥梁质量达到设计要求。施工单位首先进行详细的地质勘探,根据不同的桩基直径和地质状况制定专属施工方案。在施工中严格把控质量、实时监测,从而保障整个公路桥梁工程施工的顺利进行。

Q 公路桥梁桩基工程的重要性

(一) 承载桥梁上部结构的重量

公路桥梁的上部结构如梁体、桥面等重量巨大。在一

些大型公路桥梁中,上部结构的重量可达3000~5000t。桩基就像坚实的根基,其深度依据不同的地质条件有所不同,比如在软土地基中,桩基深度可能达到50~80m。桩基工程技术确保桩基能稳固地扎根于地下,将这些重量有效地传递到地基深处。据统计,合理的桩基工程能够将桥梁的沉降量控制在每年不超过1cm的范围内,有效地避免了桥梁出现沉降等问题,进而保障桥梁的稳定性。

(二) 适应复杂的地质条件

不同地区的地质条件千差万别。部分地方是软土地基,其承载能力可能仅有每平方米5~10t;部分是坚硬的岩石层,还有部分地区存在溶洞等特殊地质构造。溶洞地区的地质情况尤为复杂,溶洞的大小、深度不一,甚至有些溶洞深度可达20m。在这样的地区,桩基工程技术必须采用特殊处理方法,如溶洞填充后再进行桩基施工。合理的桩基工程技术能让桥梁桩基适应这些复杂地质条件,确保桥梁结构安全。

(三) 抵抗自然灾害的冲击

在面临自然灾害时,桩基的稳固性发挥着重要的作用。例如在地震频发地区,地震的能量释放可能达到里氏震级7~8级,每次地震的持续时间可能长达数十秒。先进的桩基工程技术可让桩基深入稳定地层达数十米,从而大大增加桥梁的抗震能力。据研究,合理设计和施工的桩基在一定程度上可抵抗7~8级地震的冲击力,将桥梁在地震中的损坏风险降低至少30%,从而保障桥梁在自然灾害中的安全性。

(四) 保障公路交通的连续性

公路桥梁作为公路交通的关键节点,其重要性不言而喻

喻。据统计,一座大型公路桥梁的日交通流量可能高达数万车次。桩基工程技术的好坏直接关联着桥梁的使用寿命和安全性能。一般而言,质量较差的桩基可能在建成后的5~10年内就出现问题。若桩基出现问题,桥梁就需要进行维修,而在维修期间,交通可能会因为公路被封闭而中断。采用先进的桩基工程技术能够有效减少这种风险,确保公路交通长期保持畅通无阻。

Q 公路桥梁桩基施工中的常见问题

(一)塌孔

塌孔是公路桥梁桩基施工中较为常见的问题。在钻孔过程中,由于多种因素的影响容易导致孔壁坍塌。地质条件是主要因素。例如在砂性土含量较高的地层中,砂粒间的黏聚力小。据统计,砂性土含量超过60%时,塌孔风险显著增加。施工工艺也是导致塌孔的因素之一。若泥浆比重不合适,如泥浆比重低于1.2时,不能有效护壁,就容易引发塌孔。同时,钻进速度过快,如超过每分钟1m的钻进速度,会对孔壁产生较大扰动,破坏其稳定性,也会导致塌孔。塌孔不仅会延误施工进度,还可能造成桩孔报废,增加工程成本,所以在施工中要严格控制相关因素以避免塌孔。

(二)孔斜

孔斜在公路桥梁桩基施工中也是不容忽视的问题,其产生的原因众多。首先是地质因素。在软硬地层交替的区域,钻头容易偏向软地层一侧,在软土和岩石层交替的地层中,孔斜的发生率较高。其次是钻孔设备方面的因素。如果钻机安装不平稳,其垂直度偏差超过0.5%时,在钻进过程中就会逐渐导致孔斜。最后,钻进操作不当也会引起孔斜。像钻杆弯曲,若弯曲度超过每米0.1mm,在钻进时就会产生偏向力。孔斜会对桩基的承载能力产生不良影响,严重时可能导致桩基无法满足设计要求,这时需要进行修正甚至重新钻孔,这将会增加施工成本和延长工期。

(三)沉渣过厚

公路桥梁桩基施工中,沉渣过厚是一个需要解决的问题。沉渣主要来源于钻孔过程中的岩屑、泥块等。一方面,清孔工艺对沉渣厚度影响很大,若采用的清孔方法不当,如只用单一的正循环清孔方式,清孔效率低,可能会使沉渣厚度超过规定值。按照设计要求,沉渣厚度一般应控制在5cm以内,但不当的清孔方式可能导致沉渣厚度达到10cm甚至更厚。另一方面,泥浆性能也有影响,若泥浆的黏度和含砂率不符合要求,例如黏度低于18s或含砂率高于4%时,会削弱其悬浮和携带岩屑的能力,从而导致沉渣无法有效排出。沉渣过厚会降低桩基的承载能力,影响桥梁的稳定性。

(四)钢筋笼上浮

钢筋笼上浮是公路桥梁桩基施工中可能出现的情况。在混凝土灌注过程中,钢筋笼容易受到多种力的作用而产生上浮现象。首先,混凝土的灌注速度是一个重要因素,当灌注速度过快,如超过每分钟 3m^3 时,混凝土向上的冲击力会增大,容易推动钢筋笼上浮。其次,导管埋深也有影响,导管埋深过深,超过6m时,混凝土对钢筋笼的上浮力会显著增加。最后,钢筋笼自身的重量和固定情况也有关系,如果钢筋笼的重量较轻,或者固定不牢固,在混凝土灌注产生的上浮力作用下就容易上浮。钢筋笼上浮会改变钢筋笼的设计位置,影响桩基的配筋效果,进而影响桩基的承载能力。

Q 公路桥梁桩基施工技术的要点

(一)钻孔施工技术

钻孔施工是公路桥梁桩基施工的关键环节。首先,施工前的准备工作非常重要。需要对地质情况进行详细勘察,如通过钻探取样分析地层结构、土壤的力学性能等,这能为选择合适的钻孔设备和工艺提供依据。在场地准备方面,要确保场地平整,其平整度误差应控制在 $\pm 5\text{cm}$ 以内,为钻机的稳定安放创造条件。

在钻孔设备的选择上,根据地质条件和桩径、桩长等要求确定。如果是在软土地层且桩径较小、桩长较短的情况下,小型回旋钻机可能就比较合适;而在岩石地层或者大直径、长桩的工程中,冲击钻或旋挖钻则更为适用。

钻孔过程中,钻进速度的控制是一个要点。在软土地层,钻进速度可适当快些,但一般不宜超过每分钟2m,以免造成孔壁坍塌;在硬岩地层,钻进速度可能会很慢,有时每小时只能钻进几十厘米。同时,要保持钻孔的垂直度,钻机的垂直度偏差应控制在0.3%以内。为了保证钻孔的垂直度,可以使用垂球或经纬仪进行实时监测。

泥浆的作用也不可小觑。泥浆的比重需根据具体地质情况进行调整,在砂性土为主的地层中,泥浆的比重通常控制在1.2~1.3之间。泥浆具有护壁作用,能够有效防止孔壁坍塌,并且具备携带钻屑排出孔外的功能。泥浆的循环方式有正循环和反循环,正循环适用于较浅的桩孔,反循环在深桩孔施工中效率更高。

(二)清孔施工技术

清孔是保证桩基础质量的重要步骤。当钻孔达到设计深度后,首先要进行第一次清孔。目的是清除孔底的钻屑等沉淀物。如果采用正循环清孔,其清孔速度相对较慢,需要持续较长时间,一般要保证清孔时间不少于30分钟,以确保孔底沉渣厚度符合要求。对于反循环清孔,其效率较高,但要注意控制清孔的吸力,避免吸出过多的孔壁土

粒。清孔过程中,要不断检测泥浆的性能指标。泥浆的含砂率要降低到2%以下,黏度要在17~20s之间。这是因为含砂率过高会影响混凝土的灌注质量,黏度不合适会影响泥浆的悬浮和携带能力。

第二次清孔通常在钢筋笼和导管安装完成后进行,此时清孔工作尤为重要。若清孔不彻底,孔底沉渣过厚,将直接影响桩基的承载能力。一般要求孔底沉渣厚度对于摩擦桩不超过20cm,端承桩不超过5cm。

(三)钢筋笼制作与安装工艺

钢筋笼的制作与安装是公路桥梁桩基施工中的重要部分。在钢筋笼制作方面,首先要保证钢材的质量。钢材应符合设计要求的强度和规格,例如采用HRB400级别的钢筋。钢筋笼的主筋间距偏差应严格控制在±10mm以内,箍筋间距偏差亦需控制在±20mm以内。这是为了保证钢筋笼的结构强度和均匀性。钢筋笼的焊接质量也非常重要。焊接接头应满足规范要求,单面焊的焊接长度不小于10倍钢筋直径,双面焊不小于5倍钢筋直径。同时,应严格控制同一截面焊接接头的数量,避免过多,确保同一截面的接头数量不超过总钢筋数量的50%。在钢筋笼的安装过程中,起吊是关键环节。起吊点的设置要合理,根据钢筋笼的长度和重量,一般设置2~4个起吊点,以保证钢筋笼在起吊过程中不变形。钢筋笼下放时需精确对准桩孔中心,确保中心偏差不得超过10mm。同时,钢筋笼的垂直度也需严格控制,垂直度偏差应保持在0.5%以内。同时,要对钢筋笼进行固定,防止在混凝土灌注过程中上浮。

(四)灌注混凝土技术

灌注混凝土是公路桥梁桩基施工的最后一道关键工序。在灌注前,要对混凝土的配合比进行严格设计。混凝土的坍落度一般控制在18~22cm之间,这有助于保证混凝土的流动性和可泵性。同时,要保证混凝土的强度等级符合设计要求,例如C30或C35等。灌注导管的选择和安装也很重要。导管的直径一般为20~30cm,导管的连接要密封良好,不能漏水。导管底部距离孔底的高度一般为30~50cm。灌注过程中,灌注速度要适中。初始灌注时,为了保证导管埋深,灌注速度可以稍快一些,但要避免混凝土溢出导管。随后的灌注速度一般控制在每分钟0.5~1m³之间。导管的埋深应保持在2~6m之间,这样既能保证混凝土的顺利灌注,又能防止导管拔出混凝土面而造成断桩等质量事故。

在灌注接近桩顶时,需准确测量混凝土面的高度,以确保桩顶混凝土标高的精确控制。桩顶的混凝土超灌高度通常设定为0.5~1m,旨在确保桩顶混凝土的质量,去除浮浆后,能够满足设计桩顶标高的要求。

(五)成桩质量检验

成桩质量检验是确保公路桥梁桩基质量的最后防线。首先是桩身完整性的检验。常用的方法有低应变法和超声波法。低应变法主要用于检测桩身的浅部缺陷,能够准确判断桩身是否存在裂缝、缩颈等质量问题。对于大直径桩或重要工程中的桩,超声波法具有更高的适用性,它能够检测桩身内部的完整性。通过在钢筋笼内合理设置声测管,发射并接收超声波信号,以准确评估桩身质量。声测管的布置要均匀,一般沿钢筋笼圆周等间距布置,数量不少于3根。

桩基的承载力检验也是关键,可以采用静载试验来确定桩基的承载力。静载试验的加载量应符合设计要求,一般为设计承载力的2倍左右。通过在桩顶施加逐级荷载,观测桩的沉降量,根据沉降量与荷载的关系曲线来判断桩的承载力是否满足设计要求。若沉降量在规定的荷载作用下超出了允许范围,例如在设计承载力作用下沉降量超过40mm,则可能表明桩的承载力存在不足,需进一步深入分析并采取相应处理措施。

Q 结束语

综上所述,公路桥梁桩基施工技术的发展和运用,对于提高我国公路交通的安全性和可靠性具有重要意义。在复杂的地质条件下,科学的施工方案和严格的质量控制是确保桩基施工质量的关键。同时,对于施工过程中出现的问题,如塌孔、孔斜、沉渣过厚和钢筋笼上浮等,需要采取针对性的措施进行预防和处理。最后,成桩质量检验是确保桩基工程质量的重要防线,必须给予足够的重视。展望未来,随着科技的不断进步,期待公路桥梁桩基施工技术能够不断创新和发展,为我国的交通基础设施建设打好坚实的基础。

参考文献

- [1]刘义军.公路桥梁桩基施工与检测技术分析[J].江西建材,2022(09):106-107,110.
- [2]孙本章.公路桥梁桩基施工技术要点分析[J].四川建材,2022,48(08):148-149.
- [3]孙延青,凡长亮.公路桥梁桩基施工质量问题与控制分析[J].工程技术研究,2022,7(11):166-168.
- [4]王飞,李鹏.公路桥梁桩基施工中钻孔灌注桩技术研究[J].运输经理世界,2022(11):67-69.
- [5]王子云.公路桥梁桩基工程技术要点[J].交通世界,2022(Z2):59-60.

作者简介:

牛华平(1978-),男,汉族,山东菏泽人,本科,助理工程师,城县公路事业发展中心,研究方向:公路工程施工。