

# 软土地基对桥梁隧道施工的危害和处理对策

任振华

北京城建远东建设投资集团有限公司

DOI:10.12238/btr.v5i3.3954

**[摘要]** 改革开放后,我国桥梁隧道工程建设加快,桥梁隧道工程建设中经常遇到软土地基,软土地基承载力低,需要对软基加固处理保证工程质量,软土地基是桥隧工程中的关键技术问题,处理不当会影响桥梁隧道工程的安全性,如何减少软基对工程稳定性的影响成为需要解决的问题。为提升桥隧工程施工质量,需要通过科学的方式处理软土地基。研究软土地基工程特性,分析软基对桥梁隧道工程施工的危害,探讨总结桥隧工程软土地基施工处理措施。

**[关键词]** 软土地基; 桥梁隧道; 施工危害; 处理对策

中图分类号: TU279.7+2 文献标识码: A

## Harm of soft soil foundation to bridge and tunnel construction and its treatment countermeasures

Zhenhua Ren

Beijing urban construction Far East Construction Investment Group Co., Ltd

**[Abstract]** After the reform and opening up, the construction of bridge and tunnel projects in my country has been accelerated. In the construction of bridge and tunnel projects, soft soil foundations are often encountered, and the bearing capacity of soft soil foundations is low. It is necessary to strengthen the soft soil foundation to ensure the quality of the project. The key technical problems in the project, improper handling will affect the safety of bridge and tunnel engineering, and how to reduce the impact of soft foundation on engineering stability has become a problem that needs to be solved. In order to improve the construction quality of bridge and tunnel engineering, it is necessary to deal with soft soil foundation in a scientific way. The characteristics of soft soil foundation engineering are studied, the harm of soft soil foundation to bridge and tunnel engineering construction is analyzed, and the construction and treatment measures of soft soil foundation for bridge and tunnel engineering are discussed and summarized.

**[Key words]** soft soil foundation; Bridges and tunnels; Construction hazards; Countermeasures

随着我国经济的快速发展,桥梁隧道工程范围不断扩大,我国地域辽阔,桥梁隧道建设中经常遇到软土地基问题。软基修建路桥工程存在整体稳定性不良等系列问题,比如软土路基抗剪强度不够引起路堤侧向整体滑动。软土路基处理与工程质量密切相关,软基处理不当会因沉降过大影响道路使用功能,如何减少软基带来影响成为需要解决的重要技术问题。软土地基上修建道路桥梁需要进行处理,满足对地基稳定性的要求。

### 1 桥梁隧道软基工程特性与施工危害

#### 1.1 桥隧软基工程特性

土壤成分包括固体矿物颗粒,溶解物质与气体作为土壤骨架,土的三相指标包括土粒比重等。土的最佳含水量是与压实能量有关,建筑工程中土是承受建筑物荷载的地基,软土是基础为灰色外观天然含水量大的细颗粒土,软土是沿海与沉积自然水

含量高的小粒土,软土物理性质大部分饱和,软土地基是以软土为主形成的地基,软基具有含水量高等特点<sup>[1]</sup>。

表1 软土的分布

| 类型      | 分布情况       |
|---------|------------|
| 滨海沉积    | 沿海地区       |
| 湖泊沉积    | 洞庭湖、鄱阳湖    |
| 河滩沉积    | 长江中下游、松辽平原 |
| 谷底沉积    | 南方山区丘陵     |
| 长期受雨水浸泡 | 北方地区       |

我国软土地基分布广泛,长期受雨水浸泡的北方地区与南方地区江河湖海等成为工程软土地基。软土的分布见表1。软土

是在水流缺氧条件下生成,软土地基指以软土为主组成的地基,包括弃土及山间填土地区地基。软土性质与地基土层构造密切相关,软土地基工程性质有很大差异,需要分析软土生成环境年代,软土具有孔隙比较大,透气性差等特性。软土通常表现为成絮状类型结构,软土承受荷载引起慢剪切变形<sup>[2]</sup>。软土压缩系数为0.5-1.5MPa,压缩指数约为0.75-0.35,软土地基是由淤泥等土层组成基础,大部分形成于全新世中晚期。不排水时软土内摩擦角接近于零,软土抗剪强度在自然非排水下摩擦角不大于20kPa。

### 1.2 桥隧软基工程施工的危害

我国社会水平提高使得工程施工项目不断增长,桥隧工程软基施工中因软土层中存在孔隙大,软基土质主要由粘土与粉土组成,软土地基受重力及外力作用不断影响,软基施工中处理不当会造成路面产生裂缝,导致缩减工程的使用寿命。桥梁隧道工程建设后由于路基不均匀沉降引起路面开裂等情况,因此要求选用适合的施工工艺,桥梁隧道工程软基施工的危害主要包括引起路面裂缝与侵蚀。

我国土地幅员辽阔,公路桥梁隧道建设中地基稳定性影响施工质量,通常桥梁隧道软土地基施工中容易引起路面硬化问题,很多施工人员未分析软土地基问题导致影响工程质量。软基具有含水量高等特点,软土自身的负电荷能吸收空气中的水蒸汽降低其稳定性,使得公路桥梁隧道施工路面沉降导致整体路面下沉,并且由于缺乏对软基处理技术的分析还会导致引发安全事故。软土地基受到地震力易发生液化等状况,对地基处理不当会因地基沉降影响道路使用功能。

## 2 桥隧工程软基施工技术分析

### 2.1 桥隧工程软基施工对策

软土路基施工是路桥工程施工中的难点,公路桥梁等人工建筑物对地基有较高的要求,而软土作为建筑物地基可能造成构造物破坏,并且由于行驶汽车碾压作用会使软土承载能力下降,需进行高强度的压实才能实现结构紧密连接<sup>[3]</sup>。软土路基施工需对路基情况进行严格的勘察,应预测可能出现的沉降现象,因此桥隧工程软基施工中选用处理技术要遵循因地制宜的原则。见适用范围对比表2。

表2 适用范围对比表

| 处理方案  | 厚度   | 可处理范围            |
|-------|------|------------------|
| 表层处理法 | <1   | 软质土层浅,工期长        |
| 砂垫层法  | <1   | 软土厚度小,施工简单       |
| 稳固剂表层 | <1   | 软质土层较浅软土地基       |
| 强夯法   | 3-5  | 施工现场远离居民区        |
| 换填法   | <3   | 深度较浅的软质土层        |
| 水泥搅拌桩 | >8   | 土壤 pH 值小于 3 不宜使用 |
| 排水固结法 | -    | 施工工艺复杂,需要较大施工场地  |
| 抛石挤淤法 | 3.5m | 适用于流动性较大淤泥质土体    |

软土不能承受较大的建筑物荷载,由于具有压缩性大等

工程特性,常用的处理方法有表层处理法、强夯法以及换填法等<sup>[4]</sup>。表层排水法常用透水性良好的砂粒回填,砂垫层可作为路堤内地下排水层,软基表层处理施工前需将软土排水晾干。强夯法是将重锤提高使其自由落下夯击地基,适用于处理碎石土等地基,对饱和度较高的黏土处理效果不显著。换填法是以性能稳定的砂石等材料分层充填地基软土层,成为良好的人工地基。软基处理需要提高抗剪切强度,因此需要做好施工准备,以及依据施工情况合理准备处理方案。

桥梁隧道工程软基处理方法中的管棚法施工需在外排以隧道样式布置钢管棚架,可以有效保证岩石周围稳定性。加载填土施工技术可以有效防止填土上方路段发生沉降<sup>[5]</sup>。竖井排水技术通过设置竖井排水缩小土壤孔隙,有效保证地基稳定性。此外可以通过合成材料的运用,其是人工合成分子聚合物为原材料制成不同类别产品,土工合成材料与土相互作用是将合成材料放入土壤与软土结合形成复合土体,目前通过探索实验结果可总结加筋改良土相互作用原理。

### 2.2 桥隧软土地基施工中的问题

当前软土地基处理技术有多种,目前桥隧工程软土施工中在选择处理方法不合理,从而对地基处理质量等问题。地基理论处理滞后于实践,因此要注意理论与实践与运用理论指导实践。目前还存在软土地基处理后质检工作不到位。

桥隧软土层处理有很多方案,实际工程中不能做到处理方案最优化,选择地基处理技术存在随意性,软土地基处理要注意各种改良方案适用范围等,每种地基处理方法具有自身适用范围,如换填法直接将软土置换为硬质土,处理地基深度超过3米采用换填法施工,会导致投入资金量大。采用强夯法施工需要大型强夯机,排水固结法使用关键是排出软质土层中的水分,不适宜工期紧张的工程。我国施工单位技术水平参差不齐,采用相同施工方法处理后效果存在差异,并且施工机械也是影响施工质量的重要因素。近几年施工队快速扩张,大多数缺乏技术工人,导致影响软土地基工程施工质量。

### 2.3 桥隧工程软基施工技术比选

桥隧工程软基施工需要选择最优的处理方案,选择处理方案要考虑工程对地基荷载能力要求,工期等,分析不同处理方案选择经济合理的软基处理方法。表层排水法主要适用于含水量较大的软基,要求工期长施工场地大。稳固剂表层处治法适用于软土层较浅的软土地基,砂垫层法无需特殊设备,软土表层地壳无低渗透性格。换填法主要应用于深度较小的软基改良中,处理更换方法适用于松软地基区域性特殊土膨胀作用,山部地区基础可用于处理岩面倾斜,季节性动土可消除防止冻害胀力。

桥隧工程软基处理技术中强夯换填法工期较短,适用于工期要求紧张的工程。工期长短对比见表3。常见软土地基处理技术经济分析表明,强夯换填法施工所需费用较低。针对较浅的软质土层适用换填强夯法,工期无要求情况可选择排水固结法。软土地基处理技术选择要遵循施工简单工期短的原则,综合考虑适用范围结合施工场地使用要求,工程地质特性等多方面要

求选择最佳的软基处理方案。针对地基中施工的可能出现的影响因素,设计施工方案应综合考虑备用多个方案。软基处理方法有很多种,应从地地基条件等方面进行综合考虑,软基处理应以安全实用为基本原则。表为4经济分析对比表。地基设计时应确定施工技术,并且需要考虑其可操作性等。充分收集场地周边条件的数据,以对施工中可能发生的地质灾害的制定应急处理措施。对工程可能出现的对岩土的影响造成的参数变化进行合理设计。

表3 工期长短对比表

| 处理方案 | 表层处理法 | 砂垫层法 | 稳固剂表层法 | 强夯法 | 换填法 | 水泥搅拌桩法 | 抛石挤淤法 | 排水固结法 |
|------|-------|------|--------|-----|-----|--------|-------|-------|
| 所需工期 | 较长    | 较短   | 较短     | 短   | 短   | 较长     | 短     | 长     |

表4 经济分析对比表

| 处理方案                  | 表层处理法 | 砂垫层法    | 稳固剂表层法 | 强夯法 | 换填法     | 水泥搅拌桩法  | 抛石挤淤法 | 排水固结法 |
|-----------------------|-------|---------|--------|-----|---------|---------|-------|-------|
| 单价(元/m <sup>2</sup> ) | 300   | 300-300 | 400    | 100 | 150-200 | 800-900 | 80    | 200   |

### 3 公路桥隧工程软基处理技术应用

某项目主体桥隧工程高速公路计算行车速度120km/h,路面标准轴载BZZ100,沿线村庄密布,全线软土为高压缩性,软基路段长达20km。本合同段长约5250米,桥涵设计荷载等级为公路—I级,本段设置特大桥1座,主线收费站1处。处理的软基段均为桥头段,拟对桥头采用CFG桩复合地基处理。项目所经区域地势较为平坦,项目缩颈区域为第四系地层覆盖。

表5 典型断面埋设监测仪数量

| 项目 | 表面沉降 | 测斜孔 | 土压力盒 | 孔压计 | 分层沉降孔 |       |
|----|------|-----|------|-----|-------|-------|
| 数量 | 3    | 2   | 3    | 5只  | 1孔    | 19个磁环 |

#### 3.1 软基处理观测

选取K10+565-K10+615段CFG桩8根试桩作为首件工程试验段,路基平均填高7.7米。本段CFG桩长10m,总长度16622米。表面沉降是软基沉降分析的基础,随着填土高度的增加沉降量逐渐增大。填土荷载可满足设计要求。对桩身质量采用低应变法检测,对于III类桩采用取芯法检测桩体强度能够达到设计值。其它III类桩应采取补强等措施处理。成桩28d后检验CFG桩的单桩承载力,测定的承载力应达到设计要求。表5为典型断面埋设监测仪数量。

#### 3.2 施工技术工艺

清除施工场地内地表附着物,对影响桩机作业的软土地段采取压实处理,测量人员按照图纸要求放出桩位中心点,在钻架

上刻上明显的对照位置线,桩位允许偏差不大于5cm。开钻前检查钻头上的楔形出料口是否闭合,如需提升钻杆或反转应将钻杆提升至地面。进入软硬层交界时缓慢进入,钻进时注意电流变化状态,钻进过程中随时检查钻杆垂直度,作好现场施工记录。

CFG桩成孔到设计标高后停止钻进,压灌时泵斗内要有一定的混凝土容量。当钻杆芯管充满混合料后开始拔管,如发现支腿下沉立即停止提升,施工桩顶高程宜高出设计桩顶标高不少于50cm。施工中每根桩的投料量不得少于设计灌注量。机身前后移动转至下一根桩施工。施工时经常将临近的桩位覆盖,应根据轴线或周围桩的位置对需施工的桩位进行复核。复合地基施工后进行砂砾垫层施工。砂砾垫层碎石最大粒径不大于50mm,砂砾垫层的宽度要大于路堤底宽,土工格栅采用聚丙烯TGSG30-30型双向拉伸土工格栅。

#### 3.3 工程软基处理方法技术经济比较

软基加固是从技术经济方面考虑的问题,复合地基桩选择与工程地质勘察,成桩后效果等因素有密切关系。塑料排水桩成为软土地区地基处理常用形式,采用普通沉管桩工艺,发挥等截面非圆形桩侧表面积增大的优点。需分析处理方式价值对基础方案进行综合评价。Y型沉管灌注桩成桩中使周土扰动重塑,饱和性黏土固结效应不显著。靠近桩土界面土层桩表面形成水膜,形成紧贴于桩表面的硬壳层。荷载通过垫层传递到桩顶,应力向桩上集中。桩应力超出桩身极限强度桩体变形增大。软土地区桩基方案选择应根据地区地质特点综合考虑桩型安全性。

### 4 结语

本文阐述了软土地基工程特性,分析了桥隧软基施工的危害;总结介绍桥隧软基工程施工技术方法,指出软基施工中的问题,探讨软基施工技术的适用特点;结合工程实践介绍桥隧软基工程施工措施。结合实例分析了公路桥隧工程软基处理技术应用,旨在确保桥梁隧道软土地基的施工安全。

#### 【参考文献】

- [1]苟贺健.公路桥梁隧道软土地基处理对策分析[J].四川建材,2020,46(05):61+73.
- [2]管学其.市政道路桥梁隧道软土地基处理对策分析[J].建材与装饰,2020,(08):289-290.
- [3]赵娜.软土地基对桥梁隧道施工产生的危害及处理措施探析[J].居舍,2020,(02):21.
- [4]杨东生.市政道路桥梁隧道软土地基处理对策分析[J].现代物业(中旬刊),2019,(06):210.
- [5]刘国涛.软土地基对桥梁隧道施工产生的危害及处理措施[J].建筑技术开发,2019,46(10):159-161.

#### 作者简介:

任振华(1989--),男,汉族,北京通州人,本科,助理工程师,研究方向:道路桥梁。