

某高速公路下穿铁路方案设计及地基处理应用

吴孟松

四川公路桥梁建设集团有限公司勘察设计分公司, 四川 成都 610041

[摘要] 目前, 通过现场试验和工程实例分析, 对不同桩型复合地基加固后的桩土应力比、破坏模式、承载力计算方法以及沉降计算等进行了研究和讨论。文中以某高速公路下穿既有铁路刘家沟大桥为例, 详细介绍了高速公路下穿既有铁路桥的解决方案以及对地基进行处理的方法。通过微型砼桩地基处理和路肩墙的设置, 将上部填土荷载分散和传递至基岩中, 同时避免了对铁路桥墩的侧压, 解决了施工净空偏小和桥梁结构需要挖方的问题。总的来说, 该工程以分离式路基+微型桩处理地基+路肩墙的方式成功下穿既有铁路桥, 解决了施工难题, 节约了工程投资, 并为类似工程提供了参考。

[关键词] 地基加固; 微型砼桩; 复合地基; 处治方案

DOI: 10.33142/sca.v7i3.11536

中图分类号: TU46+3

文献标识码: A

Design of Underpass Railway Scheme for a Certain Expressway and Application of Foundation Treatment

WU Mengsong

Survey and Design Branch of Sichuan Highway and Bridge Construction Group Co., Ltd., Chengdu, Sichuan, 610041, China

Abstract: Currently, through on-site tests and engineering case analysis, research and discussion have been conducted on the pile soil stress ratio, failure mode, bearing capacity calculation method, and settlement calculation of different pile type composite foundations after reinforcement. Taking the Liujiagou Bridge under an existing railway on a certain expressway as an example, this article provides a detailed introduction to the solution for the expressway to cross the existing railway bridge and the method for treating the foundation. By using micro concrete pile foundation treatment and setting up shoulder walls, the upper fill soil load is dispersed and transmitted to the bedrock, while avoiding lateral pressure on railway bridge piers, solving the problems of small construction clearance and excavation required for bridge structures. Overall, the project successfully traversed the existing railway bridge by using a separated roadbed, micro pile foundation treatment, and shoulder wall, solving construction difficulties, saving project investment, and providing reference for similar projects.

Keywords: foundation reinforcement; micro concrete piles; composite foundation; treatment plan

引言

随着交通道路的不断发展, 出现了公路与既有铁路交叉的情况。公路下穿铁路作为解决方案之一, 在工程中经常得到应用。然而, 公路地下通道往往地基薄弱, 需要进行地基处理。目前, 在软土地基施工中, 常用半刚性桩和刚性桩加固软土地基^[1]。形成复合地基的优点是可以提高承载力, 减少地基沉降^[2]。尽管我国对各类加固复合地基的研究起步较晚, 但随着理论计算水平和施工方法的不断优化和提高, 各类桩型复合地基的应用不断增加, 相应的工程实例也不断增加, 取得了良好的经济效益和社会效益^[3]。

目前, 已经对不同桩型复合地基加固开展了相关研究。比如, 刘奋勇等^[4]通过现场试验, 研究了混合桩型号复合地基(水泥土桩和素混凝土桩)的桩土应力比、破坏模式和承载力计算方法。Ekstorm等^[5]进行了现场试验, 发现在外荷载作用下, 桩间土的下降位移与桩顶的下降位移之间存在位移差。董淑海等^[6]对现场 CFG 桩复合地基加固区和下卧层的沉降计算进行了研究。结果

表明, 复合地基加固区和下卧层的附加应力得到了准确的计算结果, 下卧层和加固区的沉降也可以得到计算结果。白杰亮^[7]通过工程实例分析, 得出了素混凝土桩复合地基的加固机理和工作原理。同时对其配筋设计方案、施工方法、检测方法等进行了详细的分析, 对类似工程具有一定的参考价值。王丽娟^[8]通过对工程现场大直径素混凝土桩复合地基的研究和分析, 得出了桩土应力比、桩身轴向力和桩间土压力的变化规律。通过数值模拟得到了其变化规律, 并与实测结果相吻合。谭建忠^[9]介绍了大直径素混凝土桩复合地基旋挖孔的设计方案和施工工艺, 经试验验证, 符合设计要求。卢怀^[10]研究了低标号素混凝土桩(LC 桩)的适用范围, 并讨论了 LC 桩工程应用中的主要问题及解决方案。

本文介绍了高速公路下穿既有铁路桥的解决方案以及对地基进行处理的方法, 通过分离式路基+微型桩处理地基+路肩墙的方式成功下穿既有铁路桥, 为类似工程提供了参考。

1 工程概况

本工程区位于川中丘陵区,属构造剥蚀丘陵地貌,丘包圆缓孤立,不规则,地层主要为第四系全新统残坡积(Q4e1+d1)和坡洪积(Q4d1+p1)粉质粘土及侏罗系中统沙溪庙组(J2s)砂泥岩。某高速公路与既有铁路交叉,既有高南铁路作为高速公路主要控制点之一,交叉处高南铁路以桥梁形式上跨高速公路主线通过,为刘家沟大桥,桥梁中心里程为K6+350.96,桥长322.00m,桥梁孔跨布置为(2×24+8×32)m,桥墩形式为圆端型桥墩,高速公路在K50+200附近分左右线下穿高南铁路刘家沟大桥7#、8#墩之间桥跨及8#、9#墩之间桥跨(32m跨径),如图1所示。为减少路基对铁路桥墩的干扰,以分离式左右线形式分别下穿高南铁路刘家沟大桥7#、8#墩之间桥跨及8#、9#墩之间桥跨(32m跨径)。高速公路右线下穿交叉桩号为K50+203.033,交叉角度为82.6°,下穿处高速公路路面设计标高为276.645m,高南铁路梁底标高为282.44m,净空为5.795m;左线下穿交叉桩号为ZK50+213.746,交叉角度为82.1°,下穿处高速公路路面设计标高为276.483m,高南铁路梁底标高为282.620m,净空为6.137m。该段上覆1.0~5.4m的低液限粉质粘土,受高南铁路刘家沟大桥桥下净空高度的影响,高速公路下穿方案存在施工净空偏小和需要结构挖方的情况。

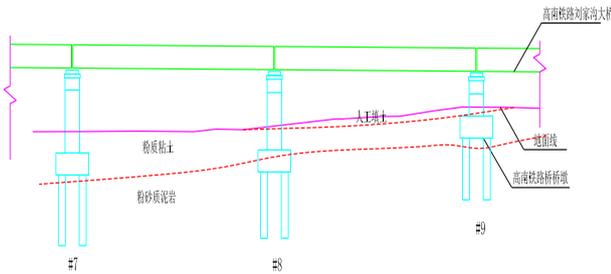


图1 刘家沟大桥7#~9#墩桥跨

2 高速公路下穿方案

为避免铁路桥下路基施工对铁路桥墩造成影响,高速公路施工图设计阶段设置了ZK50+213.746(左线)、K50+203.033(右线)下穿高南铁路刘家沟大桥,并对该处桥梁进行施工图地质勘察。高速公路右线下穿交叉桩号为K50+203.033,交叉角度为82.6°,净空为5.795m;左线下穿交叉桩号为ZK50+213.746,交叉角度为82.1°,净空为6.137m,高速公路下穿平面如下图2所示。依据现场实测数据,如采用常规“桥下桥”下穿方案,现场施工净空偏小且桥梁结构需要挖方,高速公路桥梁施工也会对既有铁路桥造成较大干扰,存在一定的风险及安全隐患。

因此,基于“桥下桥”方案下穿铁路方案的局限性,

本高速公路在该路线交叉段采取无侧压路基下穿方案,通过高南铁路刘家沟大桥。为避免高速公路施工及运营期间行车荷载对高南铁路桥墩形成侧向土压力,从而对铁路桥造成不良影响,拟采用分离式路基+路肩挡墙+微型桩复合地基处理的下穿铁路桥方案。微型桩处理地基无开挖,施工对铁路桥干扰小,形成复合地基基础,对铁路桥墩不产生压力。两侧挡墙能完全承受路基填筑及运营期行车产生的侧向荷载,高速公路对铁路桥墩无侧向压力。

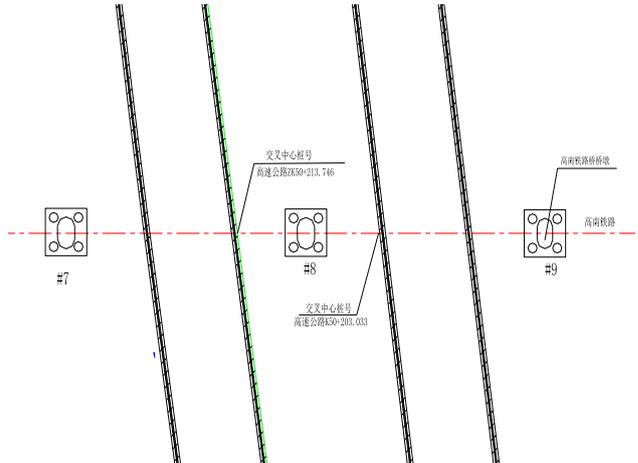


图2 高速公路下穿平面图

3 下穿铁路方案设计内容

本高速公路采用分离式路基+路侧护肩墙+微型桩复合地基处理的下穿铁路桥方案,高速公路下穿铁路方案设计平面图、高速公路下穿铁路典型横断面图如图3~4所示。

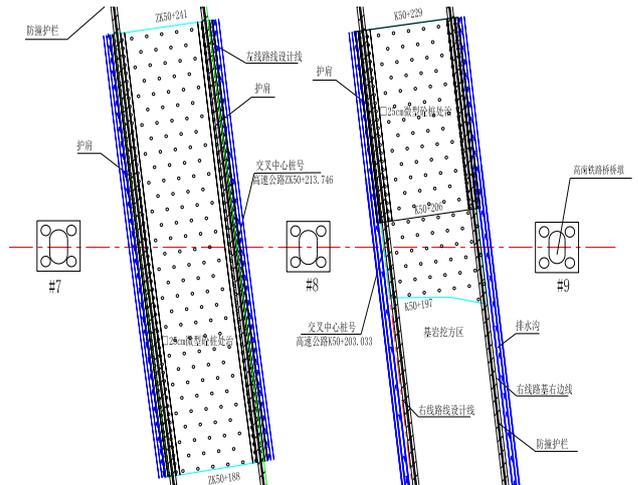


图3 高速公路下穿铁路方案设计平面图

3.1 路侧护肩

ZK50+188~ZK50+241、K50+206~K50+229段为填方路基高南铁路两侧垂直距离大于20m范围内采用护肩收

坡,护肩高 2.0m。高速公路左线设置范围 ZK50+188~ZK50+241 左侧长度 53m、右侧长 53m,高速公路右线 K50+172.8~K50+232.8 左侧长 60m,右侧长 60m,护肩墙背按 1:1 回填砂砾石或碎砾石等透水性材料至路面底标高,护肩及基础采用 C20 混凝土。

3.2 微型桩

对护肩底部及路基范围内的软基采用 25cm 微型桩加固处理。25cm 微型桩设置范围 ZK50+188~ZK50+241、K50+193~K50+229。护肩底部基础范围桩间距为 1m,设置 2 排,桩顶处设置 2m 宽,0.6m 厚承台作为护肩基础。路基范围桩间距 2.0m,梅花形布置。K50+183~K50+193 (右线小桩号侧 20m 范围内)挖方区,路槽底部为基岩不设处治。

3.3 排水设计

在高速公路路基两侧设置排水沟对铁路桥梁雨水进行收集,归集至公路排水沟中。

3.4 路侧防撞护栏

高速公路左线 ZK50+185~ZK50+245 左右两侧、高速公路右线 K50+170~K50+230 左侧以及 K50+185~K50+230 右侧填方段路肩设置加强型防撞护栏,防护等级不小于八类 HA 级,高 1.3m。位于软基上的护栏应设置护栏基础。

3.5 交安设施

铁路桥梁上设置限高 5.0m 警示牌。7#、8#、9#墩上粘贴二级铝基反光膜,该路段前后设置减速带和监控措施。

3.6 高南铁路设施设计

对高南铁路 7~9#墩范围桥梁两侧人行道栏杆进行更换,栏杆材质需采用浸镀锌钢材,并于桥梁两侧设置防抛网及拦碴板;防抛网设置在人行检修道外侧,两侧均设,网顶距人行道板高度 2.7m。拦碴板设置在人行检修道内侧,桥梁两侧均需设置,板顶距人行道板高度 1.0m。

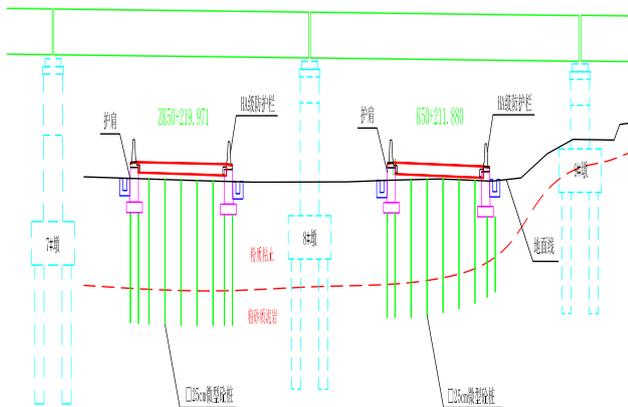


图 4 高速公路下穿铁路典型横断面图

4 施工要求

4.1 现场顺序

(1)按照平面图放样处治范围,施工铁路防护措施。

(2)填方段 250mm 钻孔成孔,终孔深度为基岩面以下 2m。

(3)钢绳吊装钢筋笼进入孔内。

(4)浇注 C20 混凝土,并使用振动棒捣实。

(5)微型桩桩强度达到设计强度后,施工路基两侧路肩墙及排水沟。

(6)施工高速公路两侧防撞护栏。

(7)施工填筑高速公路路基路面。

4.2 施工事项

(1)采用 250mm 作为钻孔开孔直径,终孔深度为基岩面以下 2m,同时考虑上部的铁路净空,钻孔时选择支架高度小于 5m 的钻机。

(2)钢绳吊装钢筋笼进入孔内,钻孔深度大于 5m 时,应分段下钢筋笼,单段钢筋笼长度控制在 5m 内,主筋采用套筒连接,钢筋接头应错开布置,钢筋套筒连接接头连接区段的长度为 35d,位于同一连接区段内的纵向钢筋接头面积百分率不宜大于 50。

(3)浇注 C20 混凝土,使用振动棒捣实,桩位允许偏差为±20mm,桩身倾斜度允许偏差为±1%。

(4)路基施工时,应尽量减小对既有铁路桥梁基础范围的扰动,不得采用爆破开挖。

(5)尽量减少对铁路桥墩干扰,理顺铁路桥下排水,确保不应存在积水情况,铁路桥墩两侧地面应同高,避免桥墩存在偏压情况。

5 结论

高速公路下穿既有铁路桥的常规做法是以“桥下桥”的方式下穿通过,本文以四川东部地区某高速公路下穿高南铁路刘家沟大桥为例,解决铁路桥墩不允许附加荷载的要求,同时受桥下净空的影响,“桥下桥”方案存在施工净空受限和桥梁结构需要挖方的情况。根据该段地质条件以及下穿铁路段的特殊要求,采用了分离式路基+微型桩处理地基+路侧护肩墙的方式以路基形式下穿刘家沟大桥。该方案有效的将上部填土荷载分散和传递至基岩中,同时采用路肩挡墙,让填土边界尽量远离铁路桥墩,成功做到路基无侧压下穿既有铁路桥,解决了“桥下桥”施工难题,同时又节约了工程投资,得到了铁路部门及高速公路建设单位的认可。项目实施运营至今,处治效果良好,为类似工程提供了良好的参考。

【参考文献】

[1]李国和,刘远锋,崔维孝.高标准铁路软土地基处理方法适宜性探讨[J].路基工程,2002,11(5):54-60.

[2]曹建中.CM 桩复合地基研究与应用[D].江苏:河海大学硕士论文,2006.

[3]刘奋勇,杨晓斌,刘学.混合桩型复合地基试验研究[J].

岩土工程学报,2003,12(11):71-75.

[4]董淑海,张雪东,沈宇鹏.深厚软土 CFG 桩复合地基沉降计算方法对比分析[C].北京:中国地质学会工程地质专业委员会.2016 年全国工程地质学术年会论文集.科学出版社,2016.

[7]白杰亮.素混凝土桩复合地基竖向承载力研究及其工程应用[D].四川:西华大学硕士论文,2009.

[8]王丽娟.成都地区大直径素混凝土桩复合地基受力特

性研究[D].四川:西南交通大学硕士论文,2013.

[9]谭建忠.大直径素混凝土灌注桩复合地基在成都地区的应用[J].建筑,2011,15(11):53-54.

[10]卢怀.低标号素混凝土桩复合地基的特性及应用研究[J].公路,2014,59(4):51-53.

作者简介:吴孟松(1992.7—),毕业院校:西南交通大学,所学专业:岩土工程,当前工作单位:四川公路桥梁建设集团有限公司勘察设计分公司,职称级别:工程师。