

# 多排浅埋既有大截面给排水管道区域路基处理方法

徐志文

武汉市汉阳市政建设集团有限公司 湖北武汉 430050

**摘要:** 城市化的快速发展, 城市道路的建设已经成为现代化城市建设的重要组成部分。本文结合知音大道压力管道区域采用的换填、袖阀管注浆以及高压旋喷桩三种方式综合的处理路基施工过程, 在保证既有压力管道扰动及工后沉降最小的前提下, 对存在管径大、图纸缺失、无法迁改的既有压力管道区域的路基处理方法作简要阐述。

**关键词:** 既有压力管道; 路基处理; 工后沉降

## Research on the treatment method of subgrade in the area of existing large-section water supply pipeline with multiple rows of shallow burial

Zhiwen Xu

Wuhan Hanyang Municipal Construction Group Co., Ltd., Wuhan 430050, Hubei, China

**Abstract:** With the rapid development of urbanization in China, urban road construction has become an important component of modern urban development. In this paper, based on the comprehensive treatment of the subgrade construction process using three methods, including replacement and filling, sleeve valve grouting, and high-pressure jet grouting, in the Zhiyin Avenue pressure pipeline area, a brief exposition is given on the subgrade treatment methods for existing pressure pipeline areas with large pipe diameter, missing drawings, and unchangeable relocation, while ensuring minimal disturbance to existing pressure pipelines and post-construction settlement.

**Keywords:** Existing pressure pipeline; Subgrade treatment; Post-work settlement

### 引言

随着我国城市化进程的不断推进, 许多大中型城市的基础建设特别是道路建设, 明显已滞后于城市的发展。建设初期, 武汉沿江区域埋设出江压力排水管道的材质大都为钢管, 经过多年的带压使用, 加之环境对管道的腐蚀, 管道自然老化。由于排水管道管径大、线路长, 即使在破坏时关闭止水阀门, 管道沿线标高较高位置的水也会回流, 汇聚到施工现场, 造成附近交通积水拥堵, 严重影响正常施工和附近居民的出行, 同时给施工带来较大损失。

### 一、工程概况

#### 1.1 地质情况

知音大道 C2K1+077~ C2K1+660 段地质情况属堆积岗状平原地貌, 场地地基土主要由人工填土、第四纪全新统湖冲积、冲洪相黏性土、粉土、粉砂、细砂及卵石构成;

场区地下水分为上层滞水、层间水、碎屑岩裂隙水、孔隙承压水、岩溶裂隙水四种类型。

#### 1.2 现状既有管道概况

根据现有物探资料及施工单位现场坑探实测资料, C2K1+077~ C2K1+630 段存在现状 3 根 DN1400 雨水压力管从曹家碑雨水泵站(道路桩号 C2K1+080)延伸出来, 横穿知音大道右幅后沿着道路延伸至 C2K1+630 后从知音大道左幅穿出。因建设年代久远, 相关资料缺失, 经询问水务局等权属部门, 该管道建设年代约为 90 年代, 材质为钢管<sup>[1]</sup>。

#### 1.3 管线人工探挖情况

根据现场人工探挖情况, DN2000 压力管道: 管材为球磨铸铁, 相邻管道中心间距 2.7~2.9m, 管基为中粗砂; DN1400 压力管道: 管材为钢管, 相邻管道中心间距 2.0~2.2m, 管基为中粗砂。现状地面标高为 23.00m~29.5m,

DN2000 压力管道管顶标高为 19.5m~24.7m, DN1400 压力管道管顶标高为 20.0~24.0m, 新建道路设计标高为 25.5m~29.85m。路基有填有挖, 其中填方高度最高为 3m, 位于 C2K1+080 处, 该处现状地面标高为 24.0m, 管顶标高为 23.01m。现状管道整体埋深为 1~5m。其中位于新建知音大道施工范围内压力管道共计约 600m。

## 二、路基处理方式

根据地勘报告, 知音大道 C2K1+077~C2K1+660 段路面设计标高与现状地面标高基本持平, 挖方填方高度不大, 路基基底主要为杂填土, 局部为淤泥, 各层土物质成分复杂, 均匀性差, 厚薄不均, 层面起伏较大, 属不均匀地基, 不可作为路基及管道持力层。因此路基整体处理采用高压旋喷桩。又因沿线分布了 6 根压力管道, 该管道为重要排水管线工程。为尽量降低路基处理及路堤填筑过程中对压力管道的影响, 因此本段路基采用压密注浆加固的处理方式, 压力管道外侧 1-2m 范围内为注浆加固范围, 2m 以外正常实施高压旋喷桩<sup>[2]</sup>。

### 2.1 填方段路基处理

压力管道外侧管道 1-2m 范围内为注浆加固范围, 外侧 2m 范围外实施高压旋喷桩区域, 桩顶标高为现状路面场坪标高下 0.5m, 桩顶标高以上铺设 0.5m 厚 12%石灰土垫层, 中间铺设一道双向土工格栅<sup>[3]</sup>。同时为避免特殊路基处理(高压旋喷桩或注浆加固)后注浆后路基填土荷载对现状压力管道造成一定影响, 填方区域压密注浆顶标高或石灰土垫层以上至路床顶回填气泡混合轻质土, 即全断面回填气泡混合轻质土。

### 2.2 挖方段路基处理

C2K1+200~C1K1+615 段为路基挖方段根据现场探槽情况, 管道净距为 0.6~0.8m, 无法实施注浆加固, 管道区域拟采用换填不大于 0.8m 厚 12%石灰土, 换填时须确保换填底标高距离管顶的最小距离不小于 1.0m。最外侧管道 1-2m 范围内为注浆加固范围, 2m 以外正常实施高压旋喷桩。注浆及高压旋喷桩实施桩顶均为场坪标高。同时因道路同一横断面中存在的 3 种路基处理方式(高喷、注浆加固以及夯灰土换填), 为避免后期路基产生不均匀沉降,

采用加铺两层土工格栅的形式进行加强。

## 三、工后沉降验证

### 3.1 工后沉降验算

#### 3.1.1 计算参数

路面结构层容重  $r=23 \text{ KN/m}^3$ ; 水容重  $r_s=10 \text{ KN/m}^3$ ;

气泡混合轻质土  $r=6 \text{ KN/m}^3$ ; 填土容重  $r_t=18 \text{ KN/m}^3$ ;

根据地勘资料, 综合判断本工程最不利处为 C2K1+597

处, 该处场地整平高为 27.20m, 设计路面标高为 29.242m, 填方高度为 2.042m, 钻孔为 CK91, 钻孔高程为 27.31m。由勘察资料得出地质由上至下土层及其厚度分别为: (1-1) 杂填土 3.6m; (1-3) 淤泥 1.5m; (2-1) 粉质黏土 0.8m; (5-1) 粉质黏土 2.2m; (6-1) 粉质黏土 8.7m; (6-2) 黏土夹碎石 3.2m。具体如下表 1 所示。

表 1 地基基础参数一览表

地层编号及名称	重度 (KN/m <sup>3</sup> )	C(kPa)	$\phi$ (°)	fak (kPa)	Es (MPa)	qsia (kPa)	q <sub>s</sub> (kPa)
(1-1) 杂填土	19.0	8	18	-	-	-	-
(1-2) 素填土	18.5	10	8	-	-	8	-
(1-3) 淤泥	16.1	8	4	45	2.4	5	-
(2-1) 粉质黏土	18.7	20	11	100	5.0	15	100
(5-1) 黏土	19.2	26	13	140	6.8	24	140
(6-1) 粉质黏土	19.5	35	16	345	13.3	30	345
(6-2) 黏土夹碎石	19.5	35	17	220	17.1	-	-

#### 3.1.2 沉降计算

本工程区段为压密注浆加固, 暂按高压旋喷桩相关参数计算路基工后沉降。根据土层分布, 持力层为(6-1)黏土, 高压旋喷桩有效桩长取 7m, 桩径 0.6m, 三角形布桩, 桩间距 1.4m, 桩端进入持力层的深度不小于 1.0m, 桩身 28d 强度为 2MPa。路基填土厚度  $h=2.042\text{m}$  (其中路面厚度 0.798m、气泡混合轻质土 1.244m), 路基宽度 30m (车行道宽 14m)。

#### (1) 基底压力

①路面结构层自重及上覆土重:

$$P_g=0.798 \times 23 + 1.244 \times 6 = 25.818 \text{ kPa}$$

②行车荷载

按照《城镇道路路面设计规范》(CJJ169-2012), 标准轴载  $P=100\text{KN}$ , 车轮着地面积按  $B=0.6\text{m}$ ,  $L=0.25\text{m}$  计取; 路面结构层厚度  $0.798\text{m}$ , 沥青砼、水泥稳定材料应力扩散角取  $45^\circ$ 。

路面结构层底附加应力:

$$P_0=100/((0.5+2*0.798)(0.25+2*0.798))=25.85\text{kPa}$$

### ③综合荷载

$$\text{路床顶面总应力 } P = P_g + P_0 = 51.668\text{kPa}$$

(2) 地基处理后处理后复合地基承载力根据设计要求取值  $100\text{KPa}$ 。

### (3) 路基工后沉降计算

通过《建筑地基基础设计规范》(GB 50007-2011) 表 K.0.1-2 查的附加应力系数  $\alpha_z$ , 变形计算深度按 5.3.8 公式计算:

$$z_n = b(2.5 - 0.41 \ln b) = 14 \times (2.5 - 0.41 \ln 14) = 20.22\text{m}, \text{ 故 } z_n = 20\text{m}.$$

路基处理后, 该处工后沉降计算结果如下表 2:

表 2 C2K1+597 处 CK90 钻孔分层总和法路基工后沉降计算表

地层编号及名称	厚度	压缩模量	Z1	Z2	压缩量
(1-1) 杂填土	2.8	5.840	0	2.8	17.41
(1-2) 素填土	1.5	3.504	2.8	4.3	12.96
(1-3) 淤泥	0.8	7.3	4.3	5.1	3.67
(2-1) 粉质黏土	2.2	9.928	5.1	7.3	6.91
(5-1) 黏土	0.2	19.417	7.3	7.5	1.3
(6-1) 粉质黏土	8.5	13.3	7.5	16	9.48

压缩模量当量值为  $8.258\text{Mpa}$ , 沉降经验系数为  $0.622$ , 总沉降量为  $0.622*53.87=33.51\text{mm}$ 。

根据《给水排水工程管道结构设计规范》4.3.2, 金属管道在组合作用下的最大竖向变形不应超过  $0.03 \sim 0.04D_0$ 。考虑本工程  $3d1400$  雨水压力管建成年代久远, 土体固结沉降已完成, 且管道原上覆土层最低为  $0.9\text{m}$ , 而最不利处原覆土为  $2.88\text{m}$ , 原覆土能够很好的扩散上部附加压力, 故取压力管道大变形值为  $0.04*1400=56\text{mm}$ 。根据前述计算结果, 压力管道区域最大路基工后沉降为

$33.51\text{mm} < 56\text{mm}$ , 满足管道竖向变形及路基工后沉降要求<sup>[4]</sup>。

### 3.2 工后沉降观测

为避免路基沉降过大影响压力管道的正常使用功能, 因此在路基填筑完成后进一步对路基进行沉降观测。最终路基工后沉降与计算沉降值基本吻合, 满足管道竖向变形及路基工后沉降要求<sup>[5]</sup>。沉降观测数据如下图 1。

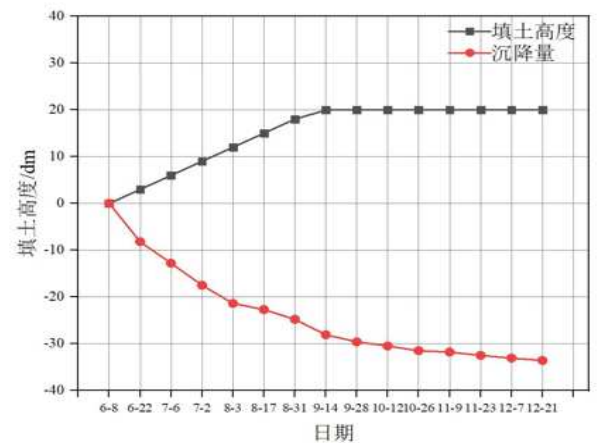


图 1 知音大道 C1K1+100 路基沉降时态曲线图

## 四、结论

安全是工程建设的保证, 质量是工程建设的核心。安全与质量是建设工程一切工作的出发点和落脚点。因此, 当市政道路施工过程中遇到特殊障碍物的时候, 要根据施工现场的实际情况进行分析, 采取科学合理的处理方式, 并要满足市政道路强度、稳定性、水温稳定性等相关标准。

### 参考文献:

- [1] 何丽丽, 郑琪. 关于市政道路路基设计中软基处理问题的探讨[J]. 建筑工程技术与设计, 2019(35):1911.
- [2] 纪广, 柯友青, 曹一多, 等. 市政管道施工中既有管线保护技术应用研究[J]. 施工技术, 2020, 49(13):106-108.
- [3] 陈云娇. 关于市政管线改造及修复地探讨[J]. 中国建筑金属结构, 2020(12):142-143.
- [4] 张元宪. 浅析城市道路施工对现状管线的影响及预防措施[J]. 建材技术与应用, 2012(3):17-19.
- [5] 陆扬. 重庆市内环快速路改造工程现状管线保护措施[J]. 城市建设, 2012(18).