

城市新建道路工程既有地下管道保护方案研究

刘 俐

(华东建筑设计研究院有限公司 市政工程设计院,上海市 200041)

摘 要: 根据城市发展的需要,城市道路建设与周边用地开发并非同步进行,工程中时常遇到建设地下方存在既有管道的情况,一般根据管道埋深、管道规模并综合工程可行性及经济性,选取保护或迁移的设计方案。对于大型管道的保护通常采用护管桥涵或者轻质材料换填的方式,两种技术方法各有其优缺点及适用性。依托项目实际情况,探讨合理的管道迁移或保护技术方案,为类似情况的工程提供参考。

关键词: 新建道路;地下管道保护;护管桥涵;轻质换填

中图分类号: TU992.23

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2021)12-0125-04

0 引言

城市用地规划及地区控制性详规等文件明确了城市市政设施用地范围、走向和规模等,但在具体实施过程中,由于用地开发需求不同,财政计划调整等,同地区的市政设施建设时序往往有较大差别。在周边用地及市政道路、管线已经建成的情况下,新建道路工程的实施往往容易受到地下既有构筑物的限制,而市政管线是系统性工程,其迁移保护对周边有较大影响,需市政管理部门协调,是工程实际中需要探讨的重点。

相关研究表明,城市建设对地下管线的影响主要表现在受力和变形两个方面,因此,实际工程中对管线的保护也是从这两个方面采取相应措施。常用管线保护措施有隔离法、悬吊或支撑法、对管线进行加固处理(如钢筋混凝土方包加固)、卸载保护法等等。在上海某道路改建项目中针对改建后人行道和非机动车道下管线的荷载变化情况,分别采用了超挖换填轻质土和预制盖板涵卸载的方式^[1]。针对道路工程与地铁线路重合的情况,结合地铁保护区加卸载要求,比较了桥跨保护和路基换填方案,并分析了粉煤灰、EPS和泡沫轻质土作为换填材料的优劣,综合施工工艺及地下管线施工维护便捷性等,最终选用泡沫轻质土换填方案^[2]。气泡混合轻质土(以下简称轻质土)是土建工程领域近年开发的一种新型

轻质填土材料,主要特点是密度比一般土体小,强度和密度可以调整,便于施工,固化后可直立等。轻质土在软基处理、道路加宽、减荷换填、桥台台背(涵洞背)填土、滑坡地段填土、挡土墙背的填土、陡峭地段的垂直填土、隧道洞口及埋管的填土,以及解决道路冻胀翻浆等方面具有独特的优点^[3]。

综合工程及研究实例可知,道路工程建设对既有地下管线的影响源自堆载条件的变化,为了减少工后荷载对管线的影响,通常采用护管桥涵或者轻质材料换填的处理方式。

1 工程概况

本工程北起锦绣东路,南至龙东大道,跨越张家浜处新建桥梁一座。其中锦绣东路至张家浜为建成段,建成段范围内自北向南既有DN2400雨水管道,埋深8m, DN300污水管道埋深约2m,临近张家浜处,管道斜穿接入道路东侧现状雨水泵站。工程终点接龙东大道交叉口处,现状道路绿化带下有东西向污水二期中线总管。

工程深化设计中,需要考虑两处既有管线的迁移保护方案。

2 张家浜北侧既有雨、污水管线迁移保护方案

由于现状管线位于设计新建张家浜大桥下方如图1所示,需同时考虑桥梁布跨及下部结构布置的影响。可行性研究阶段,张家浜桥长设计330m,北侧桥头填土高2.5m,在此基础上下述三个方案主要讨论对雨水管道迁排、保护措施的比较,污水管道均考虑迁排处理。

收稿日期:2021-04-19

作者简介:刘俐(1988—),女,硕士,工程师,从事道路交通设计工作。

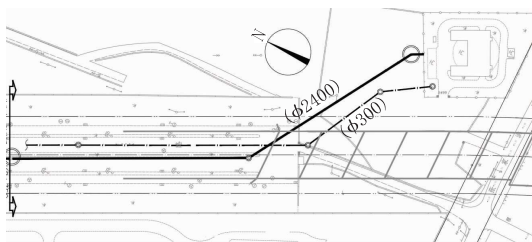


图1 张家浜北侧现状管道与新建张家浜桥桥位示意图

2.1 方案一:管道迁排

桥跨维持可行性研究方案,根据现状管线物探及竣工图资料,需迁排水水管 230 m,污水管 110 m,并废弃两处现状工作井。

本段现状雨水管道施工为顶管,共 3 个井,含两座接收井、一座顶管井。为保证迁排期间雨水管道正常运行,避免大面积影响排水安全,在两处接收井分别进行工法围护(骑马井),在道路右侧辅道上设计一座顶管井分别顶至骑马井,在骑马井内采用管道铺设至现状雨水检查井,在与现状雨水检查井接通时,启动泵站,抽空管道内雨水,保证工程的安全性。对现状废除管段进行封堵,并填埋现状检查井。

现状污水管局部与设计桥梁桩位存在冲突,因管线埋设浅管径较小,搬迁比较容易,对与桥梁冲突管线进行搬迁处理。

2.2 方案二:雨水管道保留,增加桥跨

如图 2 所示,为对 φ2 400 雨水管作出有效保护,在工可方案基础上作出调整,尽可能通过桥梁跨越的方式保护雨水管,相关桥梁墩台采用预应力形式,桥长 370 m,北侧桥头台后填土高度约 1.3 m。

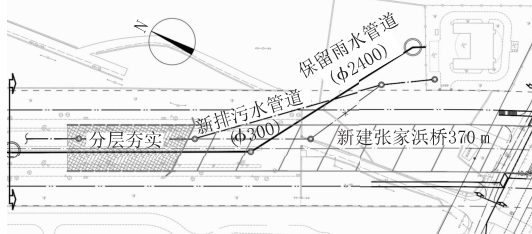


图2 方案二桥跨布置与管道处理方案示意图

2.3 方案三:雨水管道保留,桥梁台后路基换填

工可方案北侧 0 号桥台位于斜穿管道上方,桥台桩基间距过大不利于工程施工,桥台调整为预应力结构则需加大承台宽度,会造成现状雨水工作井废弃,如图 3 所示。此方案需北侧桥头减少一跨,即桥长 310 m,台后填土高 3 m,为减少桥台后高填土对 DN2 400 雨水管道影响并减少台后沉降,对台后路基采用泡沫混凝土轻质材料换填。台后接坡段采用悬臂式挡土墙,跨越雨水 DN2 400 管道的挡土墙采用钻孔灌注桩。

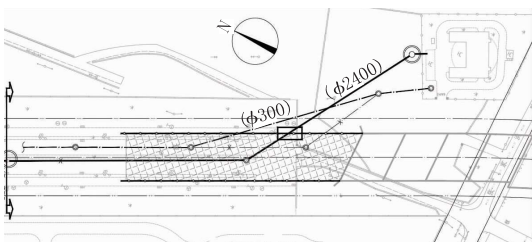


图3 方案三桥跨布置与台后轻质换填示意图

根据现状覆土荷载,考虑一定的地面反开挖量,张家浜桥北侧桥台后 K0+410~ K0+500 段范围内采用泡沫轻质土换填,以减少永久荷载作用的不均匀性,减少差异沉降,最大下挖深度 1.5 m。下挖到路床顶部设置一层防渗土工膜,其下铺设一层金属网,并在泡沫轻质土填筑顶部 0.5 m 的位置再设置一层金属网。经计算进行换填体积约 5 900 m³,具体数据见表 1。

表1 张家浜桥北侧桥头台后泡沫轻质土换填计算表

桩号	桥头设计标高/m	地面标高/m	下挖深度/m	轻质土底标高/m	轻质土顶标高/m	填埋高度/m	体积/m ³
K0+410	4.48	4	0.24	3.03	3.75	0.72	180.0
K0+420	4.73	4	0.37	2.91	3.75	0.85	211.3
K0+430	5.00	4	0.50	2.77	4.00	1.23	307.5
K0+440	5.30	4	0.65	2.62	4.27	1.65	412.5
K0+450	5.60	4	0.80	2.47	4.57	2.10	525.0
K0+460	5.90	4	0.95	2.32	4.87	2.55	637.5
K0+470	6.20	4	1.10	2.17	5.17	3.00	750.0
K0+480	6.45	4	1.23	2.05	5.47	3.43	856.3
K0+490	6.75	4	1.38	1.90	5.72	3.83	956.3
K0+500	7.00	4	1.50	1.77	6.02	4.25	1 062.5
							5 898.8

2.4 工程方案比选

方案一最大的优势是管道迁排后,道路及桥梁均可采用常规的设计方案及成熟的施工方法,但是其造价最高,且管线迁排协调难度大、周期长,对项目工期整体影响最大。

方案二采用增加桥跨的方式,虽然桥梁结构形式及跨径组合较多,一定程度上提高施工难度及复杂性,但对现状管线附加荷载的影响最小,且造价较为适中。

方案三工程造价最低,工期最短,但泡沫轻质土换填范围大,最大换填深度 4.25 m,需反向开挖,雨水管道相对现状卸载土柱 2.2 m,施工期内需要分段开挖施工,必要时设置临时堆载平衡,管道卸载期间易出现问题。路基完成换填后,路面铺筑和压实机械属施工临时荷载,需避免长时间停靠在 DN2 400 雨水管道上方投影区内。

综合工程实施可行性及工程造价,考虑工期、施工难度和可控性,经相关市政管理单位及专家评议,

最终采取方案二作为工程实施方案。

3 污水二期中线总管保护方案

本工程涉及的污水治理二期中线总管合流污水箱涵在龙东大道交叉口,沿龙东大道北侧绿化带铺设,根据物探及竣工图资料,箱涵断面尺寸为 6.65 m(宽)× 3.5 m(高),箱涵底标高为 -1.35 m,箱涵顶标高约为 2.15 m。

针对管理方对管道上方荷载不变的要求,并考虑市政管线布设需求,提出以下两种可行方案。

3.1 方案一:全部轻质材料换填

设计时参考项目周边道路工程在涉及到污水管涵时采取的方案。

采用等量替换计算的方法来对合流污水箱涵范围内道路附加荷载进行验算,合流污水箱涵顶设计恒载及车辆活载总和与现状合流污水箱涵顶面覆土压力基本一致。

根据《公路桥涵设计通用规范》(JTG D60—2015)^[4] 4.3.4 的第二条,“计算涵洞顶上车辆荷载引起的竖向土压力时,车轮按其着地面积的边缘向下作 30°角分布。当几个车轮的压力扩散线相重叠时,扩散面积以最外边的扩散线为准”。

根据物探资料,合流污水管埋深约 2.1 m,现状地面标高 4.232 m,箱涵顶标高约为 2.15 m。根据道路纵断面设计,设计高程约 4.322 m,道路建成后,箱涵埋深约 2.17 m。

考虑后轴多轴双轮组影响,最大附加荷载按 4 轮叠加考虑。

汽车荷载扩散至污水总管顶,横桥向的分布宽度:
 $(1.8+1.8+1.3+0.6)+2 \times 2.17 \times \tan 30^{\circ}=8 \text{ m}$

纵桥向的分布宽度:
 $(1.4+0.2)+2 \times 2.17 \times \tan 30^{\circ}=4.106 \text{ m}$

汽车荷载在污水管顶的附加荷载: $140 \text{ kN} \times 4/(8 \text{ m} \times 4.106 \text{ m})=17.048 \text{ kN/m}^2$

换填后管顶土柱压力计算及对比见表 2。

因此换填 1.65 m 轻质混凝土满足要求,换填宽度为污水管两侧各: $2.17 \times \tan 30^{\circ}=1.25 \text{ m}$,所需换填宽度为 $6.65+1.25 \times 2=9.15 \text{ m}$ 。

换填路面结构基层考虑采用钢筋混凝土结构,可以进一步扩散汽车荷载。

换填路面结构具体为:12 cm 沥青混凝土面层 + 30 cm 钢筋混凝土基层 +165 cm 泡沫混凝土 +10 cm 级配碎石。

表 2 泡沫轻质土换填计算工况一

标高和既有 土柱压力		覆层	厚度 /m	容重 / ($\text{kN}\cdot\text{m}^{-3}$)	土柱压力 / ($\text{kN}\cdot\text{m}^{-2}$)
现状标高 /m	4.232	沥青面层	0.12	23	2.76
设计标高 /m	4.322	钢筋混凝土 基层	0.3	25	7.5
管顶标高 /m	2.15	泡沫混凝土	1.65	6	9.9
土容重 / ($\text{kN}\cdot\text{m}^{-3}$)	19	级配碎石	0.1	22	2.2
现状土厚 /m	2.17	车辆荷载	—	—	17.048
既有土压力 / ($\text{kN}\cdot\text{m}^{-2}$)	39.52	总计	2.17	—	39.408

上述计算结果按照规范要求考虑最不利情况,但道路建成投入使用后,此极限情况出现概率较小,常规车辆轴重达不到标准轴重值即 140 kN。因此,按规范要求车辆标准轴重值进行换填计算,大多数情况下,箱涵处于卸载状态,而在无任何车辆通过情况下,箱涵上方相对现状最大卸载约 90 cm 覆土压力。

为避免箱涵上方荷载大幅度变化,考虑对汽车附加荷载进行合理折减,按取值 10 kN/m^2 ,计算轻质材料换填所需高度,见表 3。

表 3 泡沫轻质土换填计算工况二

标高和 既有土柱压力		覆层	厚度 /m	容重 / (kN·m ⁻³)	土柱压力 / (kN·m ⁻²)
现状标高 /m	4.232	沥青面层	0.12	23	2.76
设计标高 /m	4.322	钢筋混凝土 基层	0.3	25	7.5
管顶标高 /m	2.15	泡沫混凝土	1.15	6	6.9
土容重 / (kN·m ⁻³)	19	级配碎石	0.3	22	6.6
现状土厚 /m	2.17	素土 (原状土)	0.3	19	5.7
既有土压力 / (kN·m ⁻²)	39.52	车辆活载	—	—	10
		总计	2.17	—	39.46

参考常规车辆轴重参数值,汽车附加荷载取值 10 kN/m^2 可以包含大多数情况下汽车通过时产生的活载,而此方案中泡沫混凝土换填高度为 1.15 m,施工时可以保留箱涵上方 30 cm 原状土,减少换填高度即土层开挖厚度。此工况下,无汽车通过时,卸载约 50 cm 覆土重;而最不利情况下,箱涵上方加载约 40 cm 覆土重。

3.2 方案二:护管桥加局部轻质换填

考虑到人行道及非机动车道下管线布设要求,在跨越既有污水二期总管的机动车道范围内设置一座护管桥,上部结构为预制刚接空心板梁结构,桥台采用桩柱埋置式桥台,桩基采用直径 $\phi 800 \text{ mm}$ 钻孔灌注桩,保证箱涵净距要求,桥面下方采用钢砂混凝

土置换原土重,如图 4 所示。

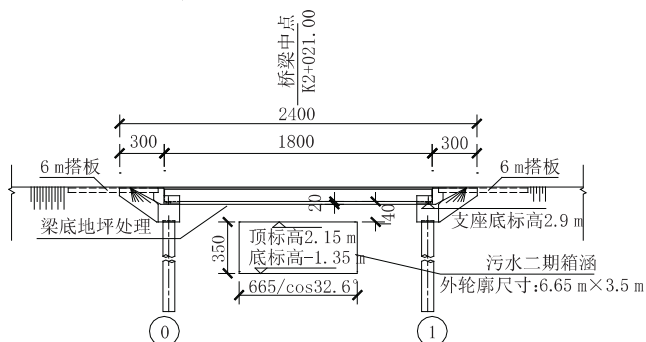


图 4 污水二期箱涵护管桥立面示意图

人行道和非机动车道范围内采用路基形式,多于现状荷载的进行局部泡沫轻质土换填,实现污水箱涵顶等载。

3.3 污水二期保护方案比选

方案一施工较为迅速且养护相对方便,污水二期箱涵埋深较浅,考虑到车辆荷载的土压力影响,采用轻质材料置换土体的方式在实际使用中无法达到理想的等荷载换填。

方案二采用护管桥涵的方式对管道进行保护,路面上方相关荷载通过桥台传到桥基,对现状箱涵不增加荷载,但由于埋深有限,远期养护存在一定难度。

综合两种方案优缺点、适用性及专家意见,最终选取护管桥方案对污水二期箱涵进行保护。

4 结 语

本文结合工程实际探讨对新建道路下方既有管道的保护方案,尽量降低荷载变化对管道的影响。

在覆土增加的情况下,进行轻质材料换填是工程中常用的处理方式之一,其中泡沫轻质土应用广泛。但在管道埋深较浅的情况下,需要考虑汽车荷载的作用。综合管理部门意见,对于机动车道下的重要干管倾向于采用护管桥涵的方式做保护。此外,施工过程中要格外注意卸载对既有管道的影响,注意施工时序,保障施工期间管道使用安全。

参考文献:

- [1] 刘隰.道路改建工程对其下既有管线的影响分析[J].山西建筑,2019,46(15):86-87.
- [2] 蔡力,陈忠平,吴立坚.气泡混合轻质土的主要力学特性及应用综述[J].公路交通科技,2005,22(12):71-74.
- [3] 蒋小军,泡沫轻质土在地铁保护区工程中的应用 [J].科技创新与应用,2012(9):205.
- [4] JTG D60—2015,公路桥涵设计通用规范[S].

《城市道桥与防洪》杂志

是您合作的伙伴，为您提供平台，携手共同发展！

欢迎新老读者订阅期刊 欢迎新老客户刊登广告

投稿网站: <http://www.esdqyfh.com> 电话: 021-55008850 联系邮箱: cdq@smedi.com