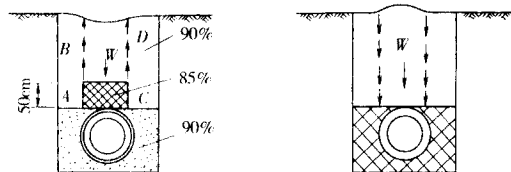


《给水排水管道施工及验收规范》(GB50268-97) 讲座(一) 管道沟槽回填土压实度标准修订介绍

许其昌 (北京市市政工程局规范组)

1 管道沟槽回填土压实度修订的原因

沟槽回填土是管道工程中的一道重要工序。管道回填后, 管顶以上的回填土将变为管道上的竖向土压力施加在管道结构上, 因此采取措施减小竖向土压力强度就意味着减小管道的荷载, 采用“中松侧实法”回填就是减小竖向土压力强度的有效措施。《市政工程排水管道工程检验评定标准》(CJJ3-90) 就是针对管道沟槽回填土, 采用中松侧实法回填的压实度标准。所谓中松侧实法就是管道两侧压实度要求达到 90% 以上, 而管顶以上的 50cm, 宽为管道结构外缘的范围内压实度要求不应大于 85%。见图 3.1(a)



(a) 中松侧实回填良好

(b) 管道两侧压实不佳

图 3.1 中松侧实法回填

由于管道两侧压实度比管顶压实度高, 当土壤发生沉降变形时, 管道两侧沉降小于管顶部位的沉降, 从而在管道上部土层中形成了 AB 及 CD 滑动破裂面。在滑动破裂面上, 分布着方向向上的摩擦力, 这些摩擦力的存在, 造成管顶以上拱效应, 使竖向土压力强度减小, 与此相反如果回填土不认真压实 (尤其是管道两侧的回填土), 则回填土产生不均匀沉降时, 将形成图 3.1(b) 的现象, 其后果是由于摩擦力向下的作用, 加大了管道的竖向土压力强度。中松侧实法回填工艺是多年实践的成功经验。已被某些地方标准所采

用。随着城市建设工程的加快, 和我国地域辽阔的原因, 在执行这一标准时出现了一些矛盾, 这些矛盾是:

1.1 与道路路基施工压实度标准的矛盾: 中松侧实法要求管顶 50cm 范围内压实度不应大于 85%, 其目的是为使管道的接口及其自身免遭压实工具的振动与冲击的损伤, 使靠管顶的部位, 轻度压实即可。这样也达到了人为的形成管道顶部以上松软, 管道两侧坚硬的土体结构, 为日后不均匀沉降造成图 3.1(a) 的沉降现象, 从而达到减小竖向土压力强度的目的。然而这种做法对道路路基工程来说是持相反意见的《城市道路路基工程施工及验收规范》(CJJ44-91) 第 5.4.1 条要求路床下的土基压实度, 依照道路等级和深度的不同而分为 3 级即由路槽底算起 0~80cm 内为 92%~98%; 80~150cm 为 90%~95%; 大于 150cm 为 90%, 以免日后路基坍塌破坏路面, 即使是在主干路不修建管道回填土在靠近管顶的部位, 也要求达到 98% 的压实度。显然这个回填压实标准与管道的回填压实标准的矛盾是尖锐的。这是多年来存在的一个老大难问题。在施工中为此经常出现扯皮现象而造成巨大的浪费, 为此, 本规范制定过程中与《城市道路设计、施工验收规范》管理组的专家们座谈洽商取得协调与统一, 重新修订了管道与道路联合施工时, 位于路基下管道沟槽回填土压实标准, 同时也对处于农田或人行道地带管道沟槽回填的压实度做了规定。

1.2 我国软土地区分布甚广, 软土层中沟槽

回填土的压实,难以达到较高的压实度,采用翻晒方法降低含水量虽然有效,但因施工地域、气候、周期的限制,往往难以实现。因此,本规范第 3.5.16 条规定:沟槽回填土由于含水量过高,且不具备降低含水量条件,不能达到要求的压实度时,管道两侧及沟槽位于路基范围内的管道顶部以上应回填石灰土、砂、砂砾或其他可以达到要求压实度的材料。

1.3 回填土与管道水压试验的矛盾:管道水压试验时,要求管道接口部位不被淹埋,以便观察其严密性效果。故本规范需与 3.5.2.1 款针对此要求作了特殊的规定。

1.4 管道检查井周围的回填土压实工作较难,该处的压实度往往达不到要求,因而在检查井周围,路面下沉陷现象屡见不鲜,为克服这一弊端,本规范第 3.5.17 条,针对这一部位的回填压实也做了特殊的规定。

为了达到回填土的压实度标准,本节除了按照管道所处位置和沟槽不同部位的压实度的要求做了明确的规定外,对影响压实度的几个关键因素如回填材料、虚铺厚度、压实工具,压实遍数、最佳含水量等都做了明确的规定。为了方便阅读,下面将管道所处位置、沟槽不同部位的压实度标准分类列出,同时将确保压实度达标的几个关键因素的有关规定,分类列出。

2 修订后的管道沟槽回填土压实度标准

2.1 管道两侧部位

第 3.5.13 条管道两侧回填土的压实度应符合下列规定:

3.5.13.1 对混凝土钢筋混凝土和铸铁圆形管道,其压实度不应小于 90%;对钢管道,其压实度不应小于 95%;

3.5.13.2 矩形或拱形管渠的压实度应按设计文件规定执行,设计文件无规定时,其压实度不应小于 90%。

3.5.13.3 有特殊要求管道的压实度,应按设计文件执行;

3.5.13.4 当沟槽位于路基范围内,且路基要求的压实度大于上述有关款的规定时,按本规范第 3.3.12 条执行。

2.2 管顶部位

第 3.5.15 条没有修路计划的沟槽回填土,管顶以上高为 50cm,宽为管道结构外缘范围内应松填,其压实度不应大于 85%;其余部位,当设计文件没有规定时,不应小于 90% (图 3.5.15);处于绿地或农田范围内的沟槽回填土,表层 50cm 范围内不宜压实,但可将表面整平,并预留沉降量。

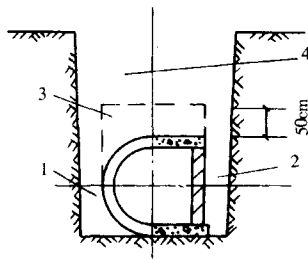


图 3.5.15 没有修路计划的沟槽回填土部位的划分

1-圆形管道两侧;2-矩形或块形管渠两侧;3-管道顶部以上松填部位;4-其余部位

2.3 沟槽位于路基范围,管侧、管顶部位沟槽回填土压实及标准

《市政排水管渠工程质量检验评定标准》(CJ53-90)表 3.8.2 规定管顶以上 50cm 范围内回填土的压实度不应小于 85%,管侧不应小于 90%,此规定不能满足土质路基压实度的标准,在本规范编制过程中,经与有关部门协商,对管顶以上 50cm 范围内不应小于 85%,改为管顶以上 25cm 范围内不应小于 87%的特殊处理。对管道两侧部位的回填压实度,则本着首先满足路基压实度的原则处理,使管道沟槽回填压实度标准与道路路基压实度标准相协调。修订后的标准,见第 3.5.12 条。

第 3.5.12 条:管道沟槽位于路基范围内时,管顶以上 25cm 范围内回填土表层的压实度不应小于 87%,其他部位回填土的压实度应符合表 3.5.12 的规定。

表 3.5.12 沟槽回填土作为路基的最小压实度

由路槽底算起的深度范围 (cm)	道路类别	最低压实度(%)	
		重型击实标准	轻型击实标准
≤ 80	快速及主干路	95	98
	次干路	93	95
	支路	90	92
80 ~ 150	快速路及主干路	93	95
	次干路	90	92
	支路	87	90
> 150	快速路及主干路	87	90
	次干路	87	90
	支路	87	90

注：①表中重型击实标准的压实度和轻型击实标准的压实度，分别以相应的标准击实试验法求得的最大干密度为 100%

②回填土的要求压实度，除注明者外，均为轻型击实标准的压实度（以下同）

2.4 原土含水量高，又不能降低含水量，达不到要求的压实度，管道两侧及管顶部位的回填土压实度标准

第 3.5.16 条管道沟槽回填土，由于含水量高且不具备降低含水量条件，不能达到要求压实度时，管道两侧及沟槽位于路基范围内的管道顶部以上，应填石灰土、砂、砂砾或其他可以达到要求压实度的材料。

2.5 检查井、雨水口及闸室周围的回填压实

第 3.5.17 条检查井、雨水口及其它井室周围的回填，应符合下列规定：

3.5.17.1 现场浇筑混凝土或砌体水泥砂浆强度应达到设计规定；

3.5.17.2 路面范围内的井室周围，应采用石灰土、砂、砂砾等材料回填。其宽度不宜小于 40cm；

3.5.17.3 井室周围的回填，应与管道沟槽的回填同时进行；当不便同时进行时，应留台阶形接茬；

3.5.17.4 井室周围回填压实时应沿井室中心对称进行，且不得漏夯；

3.5.17.5 回填材料压实后应与井壁紧贴。

2.6 给排水管道与其他管道交叉部位的回填

第 3.5.18 条新建给水排水管道与其他管交叉部位的回填应符合要求的压实度，并使回填材料与被支承管道紧贴。

3 浅覆土管道承受施工荷载的最小覆土厚度

3.1 压实机械或较重车辆在回填土上行驶时，管顶以上的最小覆土厚度的界限，与管材品种、管径、管道基础形式，压实工具的吨位等多种因素有关，很难用一固定的数字表达，故在规范第 3.5.8 条规定：当采用重型压实机械压实或较重车辆在回填土上行驶时，管道顶部以上必须有一定厚度的压实回填土，其最小厚度应按压实机械的规格和管道的设计承载力，通过计算确定。

压实机械或施工车辆在回填土上行驶，车辆的重量，通过土壤的传递，变为活荷载作用于管道上，这个荷载强度与覆土厚度密切相关。采用重型压实工具压实回填土时，若管顶以上已经压实的回填土厚度，小于使用重型压实工具的要求，则必须采取保护管道的措施，在这种情况下覆土厚度的上限，即规范中提及的最小覆土厚度或称“浅覆土”，最小覆土的数值，取决于管道的承载力、作用于管道上的土压力、压实机械的吨位等，需依具体条件通过计算确定，其计算方法应根据《给水排水结构设计规范》(GBJ69-84) 第 2.2.9 条的规定核算。

3.2 浅覆土管道回填压实的措施

第 3.5.14 条：管道覆土较浅，管道的承载力较低，压实工具的荷载较大，或原土回填达不到要求的压实度时，可与设计单位协商采用石灰土、砂、砂砾等具有结构强度或可以达到要求的其他材料回填。

为提高管道的承载力，也可采取措施加固管道。

4 沟槽回填前应具备的条件

第 3.5.1 条给水排水管道施工完毕并经检验合格后,沟槽应及时回填。

回填前,应符合下列规定:

3.5.1.1 预制管铺设管道的现场浇筑混凝土基础强度,接口抹带或预制构件现场装配的接缝水泥砂浆强度不应小于 $5\text{N}/\text{mm}^2$;

3.5.1.2 现场浇筑混凝土管渠的强度应达到设计规定;

3.5.1.3 混合结构的矩形管渠或拱形管渠,其砖石砌体水泥砂浆强度应达到设计规定;当管渠顶板为预制盖板时,并应装好盖板;

3.5.1.4 现场浇筑或预制构件现场装配的钢筋混凝土拱形管渠或其它拱形管渠应采取措施,防止回填时发生位移或损伤;

第 3.5.2 条压力管道沟槽回填前应符合下列规定:

3.5.2.1 水压试验前,除接口外,管道两侧及管顶以上回填高度不应小于 0.5m ;水压试验合格后应及时回填其余部分;

3.5.2.2 管径大于 900mm 的钢管道,应控制管顶的竖向变形。

第 3.5.3 条 无压管道的沟槽应在闭水试验合格后及时回填。

5 沟槽回填材料的要求

第 3.5.4 条 沟槽的回填材料,除设计文件另有规定外,应符合下列规定:

3.5.4.1 回填土时,应符合下列规定:

(1) 槽底至管顶以上 50cm 范围内,不得含有机物、冻土、以及大于 50mm 的砖、石等硬块;在抹带接口处、防腐绝缘层或电缆周围,应采用细粒土回填;

(2) 管顶以上 50cm 范围以外冬期回填时可均匀掺入冻土,其数量不得超过填土总体积的 15% ,且冻块尺寸不得超过 100mm ;

3.5.4.2 采用石灰土、砂、砂砾等材料回填时,其质量要求按施工设计规定执行。

6 回填土最佳含水量

第 3.5.5 条回填土的含水量,宜按土类和采用的压实工具控制最佳含水量附近。

土的最佳含水量与相应的最大干密度,应采用标准击实的方法测定。

7 回填土压实的虚铺厚度和压实遍数

第 3.5.6 条回填土的每层虚铺厚度,应按采用的压实工具 and 要求的压实度确定。对一般压实工具,铺土厚度可按表 3.5.6 中的数值选用。

表 3.5.6 回填土每层的虚铺厚度

压实工具	虚铺厚度 (cm)
木夯、铁夯	≤ 20
蛙式夯、火力夯	$20 \sim 25$
压路机	$20 \sim 30$
振动压路机	≤ 40

3.5.7 回填土每层的压实遍数,应按要求的压实度、压实工具、虚铺厚度和含水量经现场试验确定。

8 回填土压实施工操作的几项规定

第 3.5.9 条 沟槽回填时,符合下列规定:

3.5.9.1 砖、石、木块等杂物应清除干净;

3.5.9.2 采用明沟排水时,应保持排水沟畅通,沟槽内不得有积水;

3.5.9.3 采用井点降低地下水位时,其动水位应保持在槽底以下不小于 0.5m 。

第 3.5.10 条回填土或其它回填材料运入槽内时不得损伤管节及其接口,并应符合下列规定:

3.5.10.1 根据一层虚铺厚度的用量将回填材料运至槽内,且不得在影响压实的范围内堆料;

3.5.10.2 管道两侧和管顶以上 50cm 范围内的回填材料,应由沟槽两侧对称运入槽内,不得直接仍在管道上。回填其它部位时应均匀运入槽内,不得集中推入;

3.5.10.3 需要拌和的回填材料,应在运入槽内前拌和均匀,不得在槽内拌和。

第 3.5.11 条 沟槽回填土或其它材料的压实,应符合下列规定:

3.5.11.1 回填压实应逐层进行,且不得损伤管道;

3.2.11.2 管道两侧和管顶以上 50cm 范围内应采用轻夯压实,管道两侧压实面的高差不应超过 30cm;

3.5.11.3 管道基础为土弧基础时,管道与基础之间的三角区应填实。压实时,管道两侧应对称进行,且不得使管道位移或损伤;

3.5.11.4 同一沟槽中有双排或多排管道的基础底面位于同一高程时,管道之间的

回填压实应与管道与槽壁之间的回填压实对称进行;

3.5.11.5 同一沟槽中有双排或多排管道但基础底面的高程不同时,应先回填基础较低的沟槽。当回填至较高基础底面高程后,再按上款规定回填;

3.5.11.6 分段回填压实时,相邻段的接茬应呈阶梯形,且不得漏夯;

3.5.11.7 采用木夯、蛙式夯等压实工具时,应夯夯相连;采用压路机时,碾压的重叠宽度不得小于 20cm;

3.5.11.8 采用压路机、振动压路机等压实机械压实时,其行驶速度不得超过 2km/h。

上接 43 页

从中得到两组大于 45MPa 的配合比。

3 讨论

影响和易性的主要因素

3.1 水泥浆的数量

在一定范围内水泥浆越多,混凝土拌合物流动性越大,但如水泥浆量过多,不仅拌合物流动性无明显增大,反而加大泌水率,降低粘聚性,影响施工质量。

3.2 水泥浆的稠度

水泥浆的稠度是由水灰比决定的,在水泥用量不变的情况下,水灰比小,混凝土拌合物的流动性就小;但流动性过小则造成施工操作困难;若水灰比大,混凝土拌合物流动性也大,但水灰比过大则使拌合物的粘聚性及保水性的效果差。

3.3 砂率

砂率过大时,集料的总表面积和空隙都会增大,在水泥浆含量不变的情况下,使混凝土拌合物的流动性减小。但过小又不能保证在粗集料之间有足够的砂浆层,也会降低混凝土拌合物的流动性,而且会严重影响其粘聚性和保水性,容易造成离析、流浆。

3.4 水泥品和集料性质

普通水泥和集料性质

普通水泥拌合物的坍落度较矿渣水泥和某些火山灰水泥大。

破碎卵石的混凝土拌合物有较好的流动性;

河砂拌制的混凝土拌合物也同样有较好的流动性。

3.5 减水剂

减水剂能在不增加水泥用量的条件下,获得很好和易性,因而具有一定经济效益。

4 结果

依据上述讨论,我们得到一个这样的结论:当水灰比为 0.37 时,砂率为 29.5% 时的配合比具有较好和易性,因此,可确定此配合比为最终施工采用配合比。即:

水泥:砂:石 = 1:0.97:2.31

参考文献

- 1997 年度混凝土抗压试验记录和报告
- GB14902-94, 预拌混凝土
- JGJ/T55-96, 普通混凝土配合比设计技术规程
- GB8076-87, 混凝土外加剂
- GB50204-92, 混凝土结构工程施工及验收规范
- GB50164-92, 混凝土质量控制标准