

# 地面沉降影响因素对 PE 管道力学性能的影响

李成刚 王振兴 潘 铭 周一昭  
中国建筑第七工程局有限公司 河南 郑州 450000

**摘要:** 在智慧工地、创建文明城市的背景下,基于 HDPE 管道 ABAQUS 有限元建模的应力应变监测,发现回填土类型、压实度、管道埋深等因素通过影响地面沉降,从而对 HDPE 管屈服应力、变形部位、变形大小等力学性能造成了影响。得出结论:回填土类型影响>压实度影响>管道埋深影响。可以借助这个影响程度排列顺序,在实际工程中有针对性地,对几个影响因素进行处理,以期望用较少的资源,使地面沉降得到较大程度的改善,以达到经济效益的最大化。

**关键词:** PE 管道 地面沉降 应力、应变监测

## 1 技术参数确立

### 1.1 原材料要求

管道的环向弯曲刚度应满足设计覆土条件下强度、变形和稳定的要求,管道埋深 4m,环刚度 10KN/m<sup>2</sup>,管道埋深 > 4m 或管径 DN800,环刚度 12.5KN/m<sup>2</sup>。

### 1.2 HDPE 管的有限元建模及力学性能监测

鉴于土壤复杂的本构关系(非线性、弹塑性、粘塑性、剪胀性、各向异性、多态性等),工程界从应用的角度出发,经简化提出了多种理想化的土体本构模型。本文中采用 Drucker-Prager 模型,模拟土体在大变形下的力学响应。

聚乙烯材料作为聚合物,具有粘弹性特性。模型基于静力分析,假设管线周围土体均匀分布,将管线视为弹性梁模型,主要考虑土体的最终位移对管线的作用。模型理论简单明了,易于手算,因而被工程界广泛接受。

系统采用双应变片法,全桥接线模式。

应变片的粘贴工艺进行了改进,增加了 704 硅橡胶、橡胶带、不锈钢板等工序,达到良好的防水、防潮及防护效果。选择 1m 长 PE 管道作为试验段,在试验段中部管线外侧粘贴应变片,每个试验段共设 4 组应变片,在同一横截面均匀分布,以完整反映管道断面的受力情况,如图 1.1 所示。

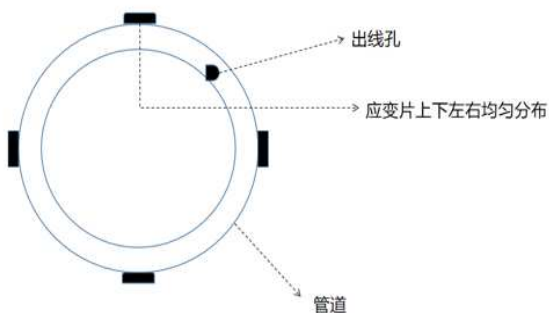


图 1.1 应变片粘贴示意图

对管道建模划分网格以及施加模拟载荷如图 1.2 所示。

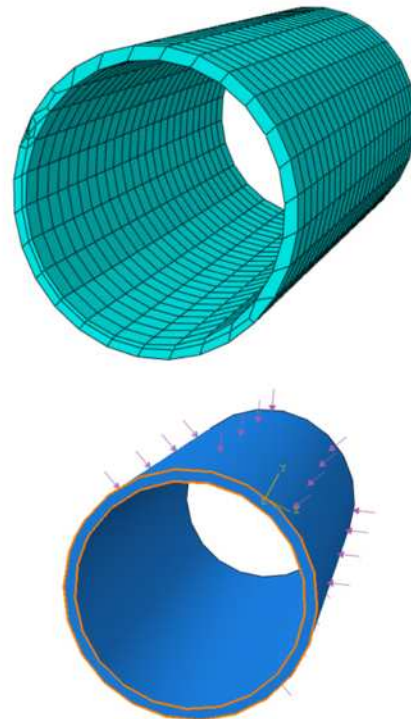


图 1.2 PE 管道的有限元建模

## 2 数据分析及要点控制

通过 ABAQUS 有限元建模分析,可得 HDPE 管应力变化云图,如图 2.1 所示。可得到不同因素对地面沉降的影响定量。

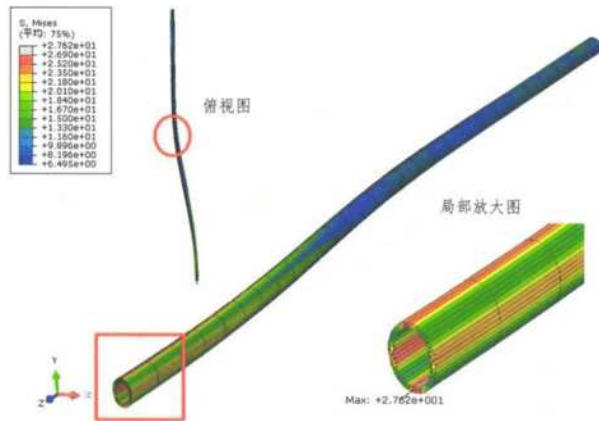


图 2.1 HDPE 管局部应力分布云图

管沟回填土分别为密砂、黏土时,管道埋深分别为 0.5m、1m、2m 时,埋地管道的受力如图 2.2 所示。由图可得:回填土类型为较软的密砂时,管道更容易破坏,因此,回填土的硬度越小,管道受破坏程度越大,在施工时应选择硬土环境敷设管道。埋深越大,管道受力减小,管道抵抗滑坡块体冲击的能力得到提高,且随埋深的降低,管道应力减小的速度加快。

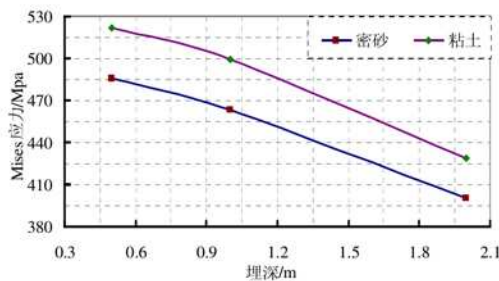


图 2.2 不同管沟回填土类型与管道埋深时管道 Mises 应力

管道周围土的刚度是影响管道反应的重要参数。不同的压实度会使管道周围土的刚度发生变化。压实度增加导致局部场地土的容重增大,进而导致管道周围土的剪切模量和土刚度的增大。图 2.3 给出了断层位错量  $\Delta=2m$  时三种压实度下管道最大应变处的截面变形图。得到相同位错量作用下,压实度越大,管道截面变形越大,对管道功能的影响越大。



图 2.2 不同压实度下管截面变形图

PE 管道工程实体建成后,并不能像一般工业产品那样通过拆卸测试识别;因此,无论哪个环节被约束或制约,这里的管道工程质量都会受到不同程度的影响。为此我们说,PE 管道工程的质量评估和检验必须贯穿于道路建设的所有过程。

### 3 结论

通过以上分析,得到各因素的影响规律:

1. 增大管道埋深可使管道的破坏程度减弱,能更好地保护管道;
2. 回填土选用较硬的黏土,可减小载荷作用下管道的位移。
3. 压实度越大,管道截面变形越大,对管道功能的影响越大。

### 结束语

本文对项目场地内 HDPE 管道的应力应变监测,可获得不同因素对地面沉降影响大小的定量关系。可以借助这个影响程度针对性地进行处理,用较少的资源,使地面沉降得到较大程度的改善,以达到经济效益的最大化。从而使我国能源短缺情况可以得到缓解,改善人们的居住环境,提高人们的生活质量,加快整个行业的发展步伐。

### 参考文献

- [1] 李杰. PE 管道在施工过程中地面沉降影响因素的研究 [D]. 江西:南昌大学, 2019:8-10
- [2] 乔亚腾, 秦朝葵. 地面沉降影响下埋地燃气管道的应力监测与分析 [J]. 城市公用事业 2013,2.
- [3] 马津津. 典型复杂荷载条件下埋地聚乙烯管强度的数值模拟 [D]. 浙江:浙江大学, 2013

### 个人简介:

姓名:李成刚

出生年月:1997.07, 民族:汉族, 性别:男, 籍贯:山西灵石, 单位:中国建筑第七工程局有限公司, 职位:见习生, 学历:本科