

DOI:10.3969/j.issn.1672-1144.2018.05.014

湿陷性黄土地区建筑隔水措施研究

周 剑, 刘 洋

(中国电建集团 西北勘测设计研究院有限公司, 陕西 西安 710065)

摘 要: 换填垫层法处理湿陷性黄土地区建筑地基, 垫层的隔水作用至关重要, 而工程人员往往对垫层的隔水作用认识不足。通过对素土、灰土及水泥土垫层隔水性能进行分析, 指出灰土及水泥土垫层具有良好的隔水作用。结合工程实际, 论述了土工膜作为一种新的隔水措施在湿陷性黄土地区建筑地基中的应用。

关键词: 湿陷性黄土; 垫层; 隔水作用; 土工膜

中图分类号: TU444

文献标识码: A

文章编号: 1672-1144(2018)05-0078-04

Waterproof Measures in Collapsible Loess Area

ZHOU Jian, LIU Yang

(Northwest Engineering Corporation Limited of Power China, Xi'an, Shaanxi 710065, China)

Abstract: The method of replacing filling layer is very important for the foundation construction in collapsible loess area. In this paper by analyzing the performance of plain soil, lime soil and soil-cement cushion, we conclude that both soil-cement and soil-cement cushion have good water-proof effect. Finally, the application of geomembrane is recommended as a new waterproof measure in building foundation of collapsible loess area based on engineering practice.

Keywords: collapsible loess; cushion layer; waterproof function; geomembrane

垫层是湿陷性黄土地区常用的一种地基处理措施, 工程人员往往只注意到垫层的置换作用, 而对其隔水作用认识不足。文章通过对湿陷性黄土地区事故常发原因进行分析, 指出垫层隔水作用对防治湿陷性事故发生起到重要的作用。

同时, 文章提出采用土工膜可作为一种有效的垫层隔水和室外防水的措施, 可为湿陷性黄土地区灾害的防治提供有益的借鉴。

1 质量事故原因分析

规范^[1]的精神是“以地基处理为主, 防水措施和结构措施为辅的原则设计地基基础”。结合以往的经验教训, 产生工程事故往往是多方面原因叠加的结果, 但主要诱因可以归纳如下:

(1) 勘察报告湿陷性等级结论不正确^[2-3], 导致的原因是多方面的, 首先是勘探取样不符合标准操作流程, 土样扰动; 其次是室内试验操作不规范引起的数据偏差等。

(2) 素土垫层施工质量差, 压实系数不达标或压实程度不均匀, 处理后的素土垫层仍具有湿陷性^[4]。

(3) 灰土垫层施工质量差, 未拌合均匀, 灰土呈交互层状^[4]。很多地区由于商混的强制使用, 现场没有灰土拌合用的混凝土搅拌机, 多采用农用旋耕机, 先铺一层土, 再铺一层灰的搅拌方式, 灰土虚铺厚度和搅拌深度控制不好, 很容易造成拌合不均匀。

(4) 地表排水不畅^[4-5]或房屋管道或管沟漏水^[2-3,6]。

综上所述, 湿陷性黄土地区建筑湿陷事故发生的主要原因可以归纳为: 由于管道渗漏或地表排水不畅导致水体下渗, 加之垫层设计或施工不到位, 未形成良好得“隔水”作用, 造成水渗入地基引起湿陷事故。

规范^[1]要求部分消除湿陷性的乙类、丙类建筑, 若现场地基处理施工质量控制不到位, 水可以渗透垫层、浸泡地基, 则直接造成湿陷性事故。因此, 建

议湿陷性黄土地区采用地基处理与防水措施并重的原则进行设计。

2 垫层的隔水作用及施工检验

灰土在水分作用下,石灰、黄土和水三者发生物理化学反应,生成胶化物,胶化物增强了颗粒间的联接作用,使渗透系数降低,稳定性增强^[7]。

朱景汕等^[8]对灰土的研究表明:压实的3:7灰土采用三轴渗透仪进行渗透实验,在相同的围压的条件下,渗透系数是同试验条件黄土的0.001倍。因此,灰土垫层对于由于室内管道破裂造成的室内水体下渗,能够起到良好的防渗作用。另外,试验结果表明,3:7水泥土垫层比3:7灰土具有更好的防渗效果^[9]。

黄土经压实后,渗透系数仅为原状土的0.2倍^[9],压实后的黄土对提高垫层的防渗效果有限,因此压实黄土仅作为地基处理措施,而不考虑其防渗作用^[10]。

以往垫层施工质量的检测只局限于环刀取样的压实试验和现场静载试验,对于有隔水要求的灰土及水泥土垫层,建议增加室内渗透性试验,并根据埋深情况及基底附加应力的的大小确定渗透实验的围压大小。

3 混凝土底板刚性防水

基础形式为筏板或设置防水板的建筑,筏板或防水板自身就是混凝土刚性防水,且板底铺设柔性的建筑防水卷材可进一步起到阻止室内水体下渗地基的作用。

导致地下室底板出现裂缝的因素很多,如基础不均匀沉降、温度应力、构造问题、设计原因、施工问题等都会使混凝土底板产生裂缝^[11-12]。

虽然混凝土底板裂缝不能完全避免,但对于湿陷性黄土地区设置了防渗垫层的建筑,室内漏水下渗却需要经过底板裂缝、建筑防水、防渗垫层路径,才能到达湿陷性黄土层,且室内漏水不可能形成较大的水头差。因此,对于采用混凝土底板+建筑防水且采用防渗垫层的建筑,室内漏水下渗引起湿陷性事故的可能性很小。

规范^[1]对垫层的防渗效果和基础的隔水作用并没有进行细化,建议对板底铺设卷材防水的筏板基础及防水板基础的建筑,可以结合工程实际,进一步减小灰土或水泥土垫层厚度。

4 土工膜特性及其在垫层隔水中的应用

4.1 土工膜特性

土工膜是20世纪兴起的土工防水、隔水材料,由于具有良好的不透水性、抗拉强度、延伸性及耐腐蚀性、耐久性而被广泛地应用于各大防渗工程中。且其表面较为粗糙,使得接触面的摩擦系数增大,从而增强了土工膜及其保护层的稳定性^[13]。

严格来说,土工膜并不是绝对的不透水,水气渗透试验测得的数值在 0.5×10^{-10} cm/s ~ 0.5×10^{-13} cm/s之间。根据米海珍等^[9]的研究结果表明,土工膜的渗透系数远小于3:7水泥土的渗透系数。

常见的土工膜厚度从0.25 mm ~ 2.5 mm不等。根据规范^[14]条文,在垫层级配良好的条件下,0.25 mm厚度的土工膜就可以承受200 m作用的水头而不破,说明土工膜具有良好的承载能力。考虑到土工膜材质缺陷及施工质量等因素,参照规范^[14]规定,建议土工膜应用于建筑工程地基处理中的厚度不宜小于0.5 mm。

复合土工膜是土工膜的一种,由土工膜和土工布组合而成的土工合成材料,其中,土工布起到加筋作用,可以显著增强土工膜抗拉强度,同时也进一步提高了其与土层间的摩擦力。

且对于采用抗老化剂的土工膜,使用年限可以达到50 a以上,与建筑的使用寿命相匹配。

4.2 土工膜在垫层隔水中的应用

湿陷性黄土地区对湖区土工膜防渗^[15-16]和水渠土工膜防渗^[17]及路基^[18]的应用较多,而对于湿陷性黄土地区建筑地基的应用却几乎没有。

借鉴土工膜在水利、道路行业中应用的成功经验以及结合土工膜自身良好的材料性能,土工膜作为湿陷性黄土地区建筑地基的防渗措施是可行的,土工膜与防渗效果较好的灰土或水泥土垫层结合,可进一步增强垫层的隔水效果,作法大样如图1所示。

采用这种垫层型式可以给建筑物构建更加可靠的防渗保障,同时垫层厚度也可以相应的减少,应用于深厚湿陷性黄土地区具有良好的经济性。

土工膜施工注意事项:

(1) 土工膜铺设时,下层的灰土或水泥土垫层压实度应满足设计要求,同时垫层表面平整,无突起的尖锐物体。

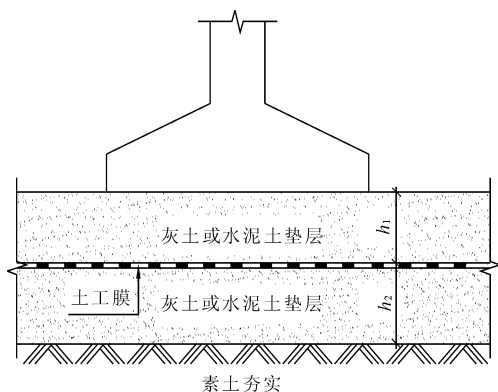


图 1 土工膜灰土垫层大样图

(2) 铺设土工膜时,横向、纵向搭接长度不宜小于 1 m,土工膜与垫层应贴紧、无缝隙。

(3) 回填上部灰土或水泥土时,应采用人工铺填,避免机械铺填将土工膜挤皱。

(4) 控制好上部灰土或水泥土虚铺厚度,应采用人工整平,机械碾压时,行进方向平行于建筑物短边。

另外,对于土工膜应用于垫层,这种新的结合形式,建议进一步研究它的适应性,并根据柱底附加应力的大小合理确定 h_1 的厚度。

5 土工膜在室外防水中的应用

某工程位于西安市常宁新区,四层框架结构,用途为职工食堂,一层为厨房操作间,二层—四层为就餐区。由于场地高差起伏较大,①轴与⑧轴高差相差 3.0 m,基础采用条形基础 + 防水板形式,基础埋深: -1.800 m。

根据岩土工程勘察报告可知:该工程场地地貌属一级黄土台塬,第②层黄土层具有湿陷性,②层以下不再具有湿陷性。根据室内试验结果,评价为 I 级非自重湿陷性黄土场地,各土层分布及物理力学指标见表 1。

表 1 土层分布及物理力学指标

层号	土层名称 特征	层厚 /m	天然含 水率/%	孔隙 比
①	人工填土 Q_4^{ml}	0.50~1.60	—	—
②	黄土 Q_3^{col} : 黄褐色,硬塑	7.60~9.90	21.23	0.85
③	古土壤 Q_3^{cl} : 红褐色,硬塑—可塑	2.40~4.60	21.85	0.75
④	黄土 Q_2^{col} : 黄褐—褐色,硬塑—可塑	8.20~10.80	21.30	0.75
⑤	古土壤 Q_2^{cl} : 棕红色,坚硬,局部硬塑	3.80~6.20	22.70	0.74

根据规范^[1]要求,采用 1 m 厚 3:7 灰土垫层进行地基处理。垫层及基础施工完毕后,发现场地湿陷性等级评价有误,根据周边临近场地地勘资料、现场再次取土样第三方试验结果及专家评审意见,确定该场地应为 II 级自重湿陷性黄土场地。

出现湿陷性等级评价错误的原因归结于现场勘探取样不符合标准操作流程或室内试验操作不规范。

根据规范^[1]要求,II 级自重湿陷性黄土场地,地基处理厚度不宜小于 2.5 m,且下部未处理的湿陷性土层的剩余湿陷量不应大于 200 mm。经复核,采用 1 m 厚 3:7 灰土垫层处理可以满足未处理的湿陷性土层的剩余湿陷量不应大于 200 mm 的要求,但不满足 2.5 m 的最小处理厚度要求。

鉴于垫层及基础已施工完毕,为避免返工造成的恶劣影响及引起的经济损失,同时保障建筑物自身的安全可靠,经专家评议,结论如下:

(1) 由于建筑物基础采用条基加防水板,且板底设置了建筑卷材防水,能够起到阻止室内管道漏水下渗地基的作用,需要解决的问题是防止室外水下渗地基。

(2) 建筑物周围打五排水泥土挤密桩,成桩桩径 550 mm,桩间距 900 mm,桩端进入非湿陷③古土壤层(Q_3^{cl})。

(3) 为防止地表水下渗,挤密桩顶水平方向应铺设土工膜,挤密桩与土工膜之间应做 500 mm 厚水泥土垫层。

(4) 为防止雨水下渗,挤密桩顶水平方向应铺设土工膜,挤密桩与土工膜之间应做 500 mm 厚水泥土垫层。

(5) 土工膜铺设应具有一定排水坡度。

(6) 减少打桩对正在施工的建筑物影响,打桩工作面调整至基础底标高。

室外防水作法详图,如图 2 所示。

经过上述处理措施,较好地解决了工程中存在的的海安全隐患,该方案可为类似工程提供有益借鉴。

6 结论及建议

通过上述论述,文章指出湿陷性黄土地区事故的防治,应特别关注垫层的隔水效果及室外的防水措施,并给出以下建议:

(1) 湿陷性黄土地区,对于未完全消除湿陷性的乙、丙类建筑,建议采用地基处理与隔水措施并重的设计方法。

