

邻近构筑物施工引起既有房屋开裂机制案例分析

伍灵梅

(湖南中大检测技术集团有限公司, 湖南 长沙 410013)

摘要: 邻近既有房屋新建构筑物,常引起不均匀沉降而导致墙体开裂。为减少或消除邻近构筑物施工对既有房屋的不利影响,文中基于实际案例,分析邻近构筑物施工引起既有房屋开裂的原因,指出技术缺陷,以便从结构上提出减沉措施。

关键词: 公路;挡土墙;既有房屋;开裂机制

中图分类号:U416.1

文献标志码:A

文章编号:1671-2668(2019)03-0069-03

新建构筑物施工常引起邻近既有房屋产生不均匀沉降而开裂。文献[1]通过对超载作用下地基软土性状的研究,指出由长期堆载甚至超载引起邻近桩基较大的侧向位移和位移累积是上海某工业厂房屋顶坍塌的主要原因;文献[2]认为相邻构筑物对地基会产生附加沉降,导致既有建筑物不均匀沉降和开裂。事实上,即使既有房屋采用桩基础,堆载作用下桩体也会产生附加沉降而导致其开裂。该文通过实际案例,分析邻近构筑物施工引起既有房屋开裂的原因,以便从结构上提出并执行减沉措施,减少或消除邻近构筑物施工对既有房屋的影响。

1 工程概况

湖南省临湘市刘姓房屋建成于 2011 年,为 2 层砖混结构,建筑总长度 15.15 m,总宽度 9.95 m,总高度 6.13 m(至檐口),建筑总面积为 281.91 m²。2016 年 10 月以来,该房屋西侧开始施工挡土墙,计划填土形成田径场。2017 年 5 月,邻近挡土墙的房屋开始出现地基下沉、地面及墙体开裂现象。户主认为,房屋西侧修建挡土墙及扶壁结构导致其房屋受损开裂,而挡土墙建设方不认可。

2 既有房屋开裂原因调查

2.1 既有房屋裂缝特征

如图 1 所示,裂缝沿房屋南墙、北墙窗角斜向上发展,说明西侧沉降较大。

2.2 既有房屋地质条件

该房屋位于在建田径场南侧、临湘市高速公路收费站北侧。原始地形为水塘、山地及坡地,已被人工填平,场地高低起伏较小。地面高程最高为 54.62 m,最低为 50.98 m。原始地貌单元属丘陵地区侵蚀的



(a) 南墙裂缝



(b) 北墙裂缝

图 1 既有房屋裂缝特征

冲沟。

2.2.1 地层

(1) 杂填土(Q_4^{ml})。褐黄色,主要由建筑垃圾、粉质黏土及少量碎石组成,稍湿,具孔隙,填筑时间较短,未完成自重固结。厚度变化较小,层厚 2.80~5.90 m,平均 4.36 m。层顶标高为 50.98~54.62 m,层底标高为 45.88~50.55 m。

(2) 淤泥质粉质黏土(Q_4^{al})。灰色,软塑,部分夹有机质;无摇振反应,稍有光泽,干强度、韧性中等,有腐味。该层仅房屋西侧有分布,平均层厚 3.60 m,层顶标高为 45.88 m,层底标高为 42.28 m。

(3) 粉质黏土(Q_4^{al})。黄褐色,黏粒为主,粉粒次之,稍有光泽,无摇振反应,干强度、韧性中等,中等压缩性,硬塑状态。该层全面积分布,最大揭露深度 12.20 m。

2.2.2 地质构造

场地位于临湘向斜的核部,岩层属白垩系(K)红砂砾岩,因岩层埋深较大,勘察尚未揭露到基岩。区域地质图上无大的断裂构造通过,自第四系以来,该区地质构造运动进入稳定期。

2.2.3 水文地质条件

(1) 地下水类型及富水性。地下水主要为孔隙水,主要赋存于杂填土、淤泥质粉质黏土及粉质黏土孔隙中,水量一般很小。勘察期间测得地下混合水位埋深 2.30~5.20 m,相当于标高 47.88~50.75 m。

(2) 地下水条件及动态特征。地下水主要受大气降水补给,以蒸发、渗透等方式排泄,水位随季节变化较小。地下水年变化幅度约 1.00 m。

(3) 地下水化学特征。地下水 pH 值为 8.07~8.12,侵蚀性 CO_2 含量为 6.32~6.72 mg/L,水化学类型为 $\text{HCO}_3^- - \text{Ca}^{2+}$ 型。

2.3 结构勘查与检测

2.3.1 建筑测绘及结构布置调查

该房屋建于 2011 年,为农村居民自建房,无勘察设计资料,无施工及监理资料。通过现场踏勘,该房屋建设场地为一沟边洼地,地质条件一般,黏性土地基。房屋基础为墙下片石条形基础和柱下砼独立基础,基底埋深 1.0~2.0 m,片石条形基础宽度约 1.0 m,柱下独立基础长、宽约 1.5 m。基础顶部及 2 层板底设有圈梁。墙体为 240 mm 厚眠墙,烧结普通黏土砖砌筑,未设构造柱。所有门窗洞顶设有预制砼过梁,除卫生间、厨房、楼梯间为现浇砼板外,其余楼(屋)面板均为预制空心板。考虑加层的需要,屋面临时采用干砌山墙和砖垛方式支撑圆木檩条、瓦屋面。

2.3.2 砌墙砖抗压强度检测

参照 GB 50315—2011《砌体工程现场检测技术标准》,采用乐陵牌 ZC4 型测砖回弹仪检测砌墙砖的抗压强度,平均抗压强度为 9.6 MPa,最小抗压强度为 6.4 MPa,推定该房屋砌墙砖的抗压强度等级为 MU7.5。

2.3.3 砌筑砂浆抗压强度检测

采用乐陵牌 ZC5 型砂浆回弹仪检测房屋砌筑砂浆的抗压强度,共选取 6 个砂浆回弹测位,测定回弹值和平均碳化深度值。依照 GB 50315—2011《砌体工程现场检测技术标准》,推定该房屋砌筑砂浆的抗压强度为 5.3 MPa。

2.3.4 砼强度检测

采用乐陵牌 ZC3 型砼回弹仪检测房屋砼构件

的抗压强度,共抽查 7 个构件,测定回弹值和平均碳化深度值。依据 GB/T 50344—2004《建筑结构检测技术标准》及 JGJ/T 23—2011《回弹法检测混凝土抗压强度技术规程》,推定该房屋砼抗压强度为 16.4 MPa。

2.3.5 裂缝检测

采用裂缝测宽仪对房屋的墙体及砼构件进行裂缝检查,测量裂缝长度、宽度并记录裂缝所在位置及走向。该房屋有 10 片墙体开裂,多为承重墙,裂缝走向多为竖向或斜向,多数墙体裂缝宽度超 2.0 mm,裂缝最大宽度达 12 mm,最大长度超过墙体高度的 1/2。砼构件未见明显开裂。

2.3.6 木屋盖检查

目测检查房屋木屋盖的连接构造、变形和腐蚀情况,木屋盖主要构件有檩条和挂瓦条,檩条支撑在砖墙上,支撑长度基本符合要求;檩条为原木,无连接节点,构造较简单;挂瓦条用铁件固定在檩条上;由于准备将来加层,支撑檩条的山墙或半山墙、砖垛均为干砌,整体性差;檩条、挂瓦条等明显变形。屋面局部有渗漏,铁件有一定程度锈蚀,木构件也有一定程度腐朽和虫蛀。

2.3.7 房屋倾斜变形检测

采用吊锤检测房屋外墙 4 个大角的倾斜变形,结果显示,4 个大角的倾斜率均超出 GB 50007—2011《建筑地基基础设计规范》规定的最大限值 4‰,最大倾斜率达到 14.6‰。

2.4 挡土墙基础施工过程

如图 2 所示,挡土墙基础的施工过程为分段开挖基槽、填筑毛石、满铺毛石砼、浇筑钢筋砼基础、挡土墙及扶壁板。



图 2 新建挡土墙基础的施工过程

如图 2(b)、(c) 所示,挡土墙基础施工期间,该

房屋没有裂缝;挡土墙的毛石基础与该房屋基础之间有一段距离,挡土墙的毛石基础与房屋西墙的北端基础接触,毛石基础上部满铺毛石砼,该毛石砼与房屋西墙接触,厚度 20 cm 左右,导致挡土墙及扶壁板的荷载通过钢筋砼基础传递给房屋基础,引起房屋西墙下沉。

3 既有房屋开裂机制分析

3.1 挡土墙基础与既有房屋基础的关系

查阅拟建场地岩土工程勘察报告,该房屋西墙下的代表性地层为:标高 50.98~45.877 m 为杂填土,标高 45.877~42.277 m 为淤泥质粉质黏土,其下为粉质黏土,即自然地地表下有厚度为 5.1 m 的杂填土层,杂填土层下有厚度为 3.6 m 的淤泥质粉质黏土。结合挡土墙结构图等,得到新建挡土墙基础与该房屋基础在平面上的相互关系(见图 3)。

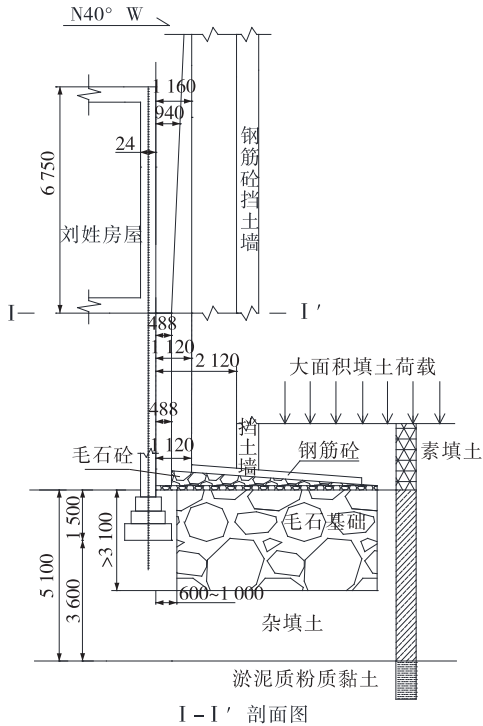


图 3 新建挡土墙与既有房屋基础的相互关系(单位:mm)

由图 3 可知:1) 挡土墙下毛石基础底面标高低于该房屋基础底面标高,符合地基基础基本原理和 GB 50007—2011《建筑地基基础设计规范》的要求。2) 挡土墙下毛石基础上部满铺毛石砼,该毛石砼与房屋西墙直接接触,厚度 20 cm 左右。该毛石砼满铺是不当的,直接导致房屋西墙承受挡土墙荷载。荷载传递路径为挡土墙及扶壁板的荷载由钢筋砼基

础传递给满铺的毛石砼,再通过房屋基础襟边上部填土传递给房屋基础,导致房屋基础下沉。

3.2 各部位地基沉降量计算与比较

根据 GB 50007—2011《建筑地基基础设计规范》,计算地基变形时,地基内应力分布采用各向同性均质线性变形体理论。按照由西至东的顺序,采用应力面积法对运动场、挡土墙、房屋地基沉降量进行计算,结果见表 1。

表 1 地基沉降量计算结果

位置	沉降量/mm	位置	沉降量/mm
运动场	189.78	房屋西端	27.04
挡土墙	96.48	房屋东端	0.14

由表 1 可知:运动场、挡土墙施工形成沉降盆,运动场沉降最大,挡土墙次之,房屋东端最小,房屋东、西两端产生的差异沉降为 26.9 mm,非常明显。

4 结论

(1) 鉴定既有房屋开裂是否由邻近构筑物施工所引起时,建议勘查房屋裂缝特征、地质条件、结构特征、实际施工过程,获得新、老地基基础的相互关系,计算、比较地基沉降量,并开展综合分析。

(2) 邻近既有房屋进行工程建设时,要求新建基础底面设置在既有房屋基础底面以下、新建基础完全独立、新建基础及其上部结构荷载全部传递到持力层。若新建基础顶面与邻近既有房屋之间满铺砼,新建工程的荷载将传递给既有房屋基础,会导致既有房屋基础下沉。

(3) 在该文案例中,新建运动场、挡土墙、既有房屋之间形成沉降盆,运动场沉降最大,挡土墙次之,既有房屋东端最小,既有房屋东、西两端产生差异沉降。新建基础顶面与既有房屋之间满铺砼,新建工程形成下沉盆,两者联合作用、差异沉降叠加,引起连接构造较薄弱、结构整体性较差的既有房屋墙体开裂。

参考文献:

[1] 杨敏,朱碧堂,陈福全.堆载引起某厂房坍塌事故的初步分析[J].岩土工程学报,2002,24(4).
[2] 郑伟伟,李学伟.相邻建筑对地基沉降的影响探讨[J].低温建筑技术,2011,33(11).
[3] 周德泉,颜超,邓超.堆载作用下桩体工程特性研究[J].中外公路,2015,35(1).

验,并与素土对比,分析钢渣稳定土的强度性能,试验结果见表 5。

表 5 不同龄期下稳定土的无侧限抗压强度

土的类型	各龄期(d)无侧限抗压强度/MPa	
	7	28
10%钢渣稳定土	0.76	1.03
5%水泥稳定土	1.22	1.73
8%石灰稳定土	1.04	1.38
素土	0.18	0.18

由表 5 可知:1) 和素土相比,5%水泥稳定土、8%石灰稳定土和 10%钢渣稳定土的 7、28 d 无侧限抗压强度明显提高,其中 5%水泥稳定土的最高,其次为 8%石灰稳定土,10%钢渣稳定土的最小。2) 3 种稳定土的无侧限抗压强度随龄期的增长而提高,其中 10%钢渣稳定土的 28 d 强度约为 7 d 的 1.35 倍,5%水泥稳定土的 28 d 强度约 7 d 的 1.42 倍,8%石灰稳定土的 28 d 强度约 7 d 的 1.32 倍。在 7~28 d 龄期,5%水泥稳定土的强度提高最多,其次为 8%石灰稳定土,10%钢渣稳定土提高最小,说明水泥稳定土、石灰稳定土的主要强度增长期是 28 d。在 1~2 个月内,水泥稳定土的抗压强度随养生时间而增加,与龄期成对数关系;石灰掺入土中,初期表现为土的结团,后期主要是结晶结构的形成,土的强度与稳定性得到提高;钢渣稳定土的强度主要来源于机械压实作用、钢渣的水化反应、碳酸化作用和结晶硬化作用,相对于水泥、石灰,钢渣粒径较大,与土的接触面积小,两者之间的胶结化学反应缓慢。

3 结论

(1) 通过扫描电镜扫描 7、28 d 龄期 10%钢渣稳定土,观察到在稳定过程中矿物成分和数量的变化、稳定土的结构变化和孔隙、孔径的变化,结合 7、28 d 强度差异,分析了钢渣稳定土强度随龄期的增长机理。

(2) 水泥稳定土的塑性指数降低幅度最大,钢渣稳定土的塑性指数降低幅度最小;和素土相比,3 种稳定土的 CBR 值都明显提高,其中钢渣稳定土效果最明显,其次为水泥稳定土,石灰稳定土最小。

(3) 3 种稳定土中,5%水泥稳定土的 7、28 d 无侧限抗压强度最高,其次是 8%石灰稳定土,10%钢渣稳定土最小。

(4) 素土、5%水泥稳定土和 8%石灰稳定土的 CBR 浸水膨胀率随压实度的提高而增大,10%钢渣稳定土的 CBR 浸水膨胀率随压实度的提高而减小。素土的 CBR 浸水膨胀率最大,其次为钢渣稳定土和 8%石灰稳定土,5%水泥稳定土最小。

(5) 10%钢渣稳定土的液塑限、CBR 强度、无侧限抗压强度和 CBR 浸水膨胀率等路用性能均满足规范要求,可作为路床改良土应用于各级公路。

参考文献:

- [1] Hisham Qasrawi, Faisal Shalabi, Ibrahim Asi. Use of low CaO unprocessed steel slag in concrete as fine aggregate[J]. Construction and Building Materials, 2009, 23(2).
- [2] K L Magadi, N Anirudh, K M Mallesh. Evaluation of bituminous concrete mixture properties with steel slag [J]. Transportation Research Procedia, 2016, 17.
- [3] N H Roslan, M Ismail, Z Abdul-Majid, et al. Performance of steel slag and steel sludge in concrete[J]. Construction & Building Materials, 2016, 104.
- [4] J M Yang, D Y Yoo, Y C Kim, et al. Mechanical properties of steam cured high-strength steel fiber-reinforced concrete with high-volume blast furnace slag[J]. International Journal of Concrete Structures and Materials, 2017, 11(2).
- [5] 张林. 钢渣桩在湿陷性黄土地基处理中的应用[D]. 郑州: 郑州大学, 2006.
- [6] 程涛, 晏克勤. 不同工业废渣石灰稳定土力学性质对比分析[J]. 建筑材料学报, 2011, 14(2).
- [7] 黄毅, 徐国平, 程慧高, 等. 典型钢渣的化学成分、显微形貌及物相分析[J]. 硅酸盐通报, 2014, 33(8).
- [8] 吴子龙, 朱向阳, 邓永锋, 等. 掺入钢渣与偏高岭土水泥改性土的性能与微观机制[J]. 中国公路学报, 2017, 30(9).
- [9] 陈晓. 钢渣 SMA-13 油石比及路用性能研究[J]. 公路与汽运, 2018(4).

收稿日期: 2019-01-05

(上接第 71 页)

- [4] GB 50315—2011, 砌体工程现场检测技术标准[S].
- [5] GB/T 50344—2004, 建筑结构检测技术标准[S].

[6] GB 50007—2011, 建筑地基基础设计规范[S].

收稿日期: 2019-01-06