

# 深厚软土地区浅基坑事故的预防与处理实例

冯 诚<sup>1</sup>, 冯申辉<sup>1, 2</sup>

(1. 湖北地矿建设工程承包集团, 湖北 武汉 430010; 2. 武汉地质勘察基础工程有限公司, 广东 珠海 519075)

**摘 要:** 珠海市的锦绣四季花园及横琴新区澳门大学排洪渠两个基坑, 建设场地皆处于深厚淤泥的软弱地层之上, 开挖深度 5 m 以下, 在开挖过程中先后出现工程事故。通过对上面两事故实例进行分析, 发现原因虽不尽相同但均为深层滑移破坏; 并利用各自场地较宽裕条件, 按业主要求及时提出针对性处置措施: 锦绣四季花园基坑采取放坡及坡面加固方式进行处理, 澳大排洪渠则在渠内抛石反压, 对墙后淤泥用塑料排水板与分层堆载预压的方式对进行处理; 分层堆载在监测变形可控情况下进行, 采用本身仍需填至设计标高的新增填土, 较好适应工期要求。按上述处理后成功稳定了失稳基坑边坡; 事后总结出几点该类工程事故预防与措施方法, 供同行在设计、施工参考。

**关键词:** 工程实例; 深厚软土层; 浅基坑; 原因分析; 事故处理; 预防措施

中图分类号: TU473 文献标识码: A 文章编号: 1000 - 4548(2012)S0 - 0711 - 04

**作者简介:** 冯 诚(1964 - ), 男, 湖北武汉人, 教授高级工程师, 主要从事岩土工程、地基处理及基坑工程等方面的研究与施工工作。E-mail: gdzhfsh@126.com。

## Prevention and treatment of shallow pit accidents in deep and soft soil areas

FENG Chen<sup>1</sup>, FENG Shen-hui<sup>1, 2</sup>

(1. Hubei Dijian Construction Co., Ltd., Wuhan 430010, China; 2. Wuhan Geological Survey and Basic Engineering Co., Ltd., Zhuhai 519075, China)

**Abstract:** Based on two excavation of Four-season Garden in Zhuhai and the flood channel of Macao University in Hengqin New District the construction sites are both above weak foundation in deep silt with excavation depth of less than 5 meters, which have several accidents during excavation. The analyses of the above two accidents show that they are deep slip failures due to different reasons. Some suitable measures are put forward according to the owners' requirements. The excavation of Four-season Garden is sloped and reinforced, and the excavation for the flood channel of Maco University employs ripraped and plastic drainage plates and stratification of preloading for the mud after the wall. Hierarchical load in controllable situations of monitoring deformation is adopted, which still needs to be filled to the design elevation of new filling. They result in successful stability of excavation slopes. Several points for accident prevention and measures are summarized so as to provide reference for the design and construction of similar projects.

**Key words:** project; deep and soft soil; shallow pit; cause analysis; accident treatment; preventive measure

## 0 引 言

目前深基坑工程随着规范出台及监管力度加大, 出事故趋势得到很大遏制, 但深厚软土地区开挖的浅基坑容易被人们忽视其重要性, 使该类工程常常出现深层滑移事故, 造成巨大的经济损失。

## 1 概述

珠海市的锦绣四季花园基坑及横琴新区澳门大学排洪渠项目, 建设场地皆处于深厚淤泥的软弱地层之上, 开挖深度仅 4.65~4.75 m, 属深厚软土层类浅基

坑范畴, 两工程均是 2010 年底开始施工, 2011 年 5~6 月份进入开挖阶段, 先后出现大面积深层滑移破坏, 虽随后进行加固处理稳定了边坡, 但造成经济损失巨大, 下面将两项目事故及处理过程进行介绍, 供同行参考。

## 2 工程实例 1: 锦绣四季花园

该工程位于珠海大道南侧, 广昌村附近。基坑支护平面及典型剖面见图 1。

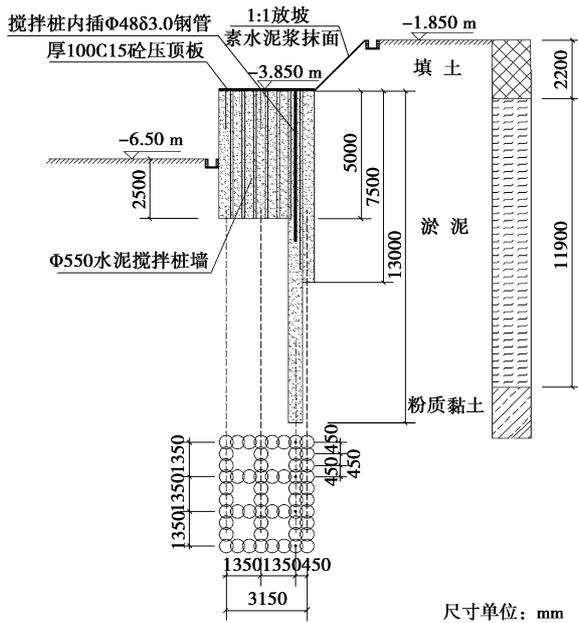


图1 原设计标准剖面

Fig. 1 Profile of original design standard

地质条件主要为①人工填土,  $H=2.0\sim 2.2$  m; ②淤泥,  $H=12.0\sim 20$  m; ③粉质黏土、④残积砾质黏性土、⑤花岗岩风化层。

该工程自2010年底开工, 2011年4月开挖, 当开挖场地北侧西段, 基坑到底后即出现大面积滑移。造成坑内桩基础(钻孔桩及管桩)约80%倾斜。

## 2.1 事故的原因分析

### (1) 设计存在缺陷

支护采用上部小放坡, 下部直立开挖的搅拌桩重力墙结构, 从设计上看, 其嵌固深度不足, 下部阻滑构件不够, 上部搅拌桩墙只有5 m, 下部穿透淤泥层的阻滑构件仅一排连续500 mm桩径的搅拌桩! 虽然有钢管植入, 但仅是1条 $\phi 4883.0$ 钢管, 长度只有上部6 m, 没穿透淤泥层; 经验算, 该结构深部滑移不满足要求。对处于深厚淤泥层的基坑来说, 这类头重脚轻形态设计结构缺陷明显。

### (2) 基坑支护设计未经认真验算

设计单位可能仅计算上部结构的稳定性, 实际上对中层、深层滑移进行验算后即可知支护结构是不安全的。

### (3) 附加荷载取值不合理

原设计仅取附加荷载5 kPa, 对于大型挖掘机及运输车辆来回碾压, 且未作任何道路硬化的情况下, 实际附加荷载远大于设计取值。

### (4) 未进行任何监测

事故发生后, 开发商邀请我司到场处理, 在现场询问进行了哪些监测项目及要求查看记录, 未见任何监测记录。

## 2.2 事故的处理

在接到事故处理要求后, 我司即要求各参建方立即进行建立位移、沉降监测系统, 并立即用静力触探查明场地淤泥分布情况。根据静探资料、监测资料对已开挖段和非开挖段采用不同的处理措施, 已开挖段先用砂包反压。待反压完成, 位移沉降基本稳定后分别进行加固处理。

### (1) 非开挖段加固处理

加固典型剖面及平面布置见后附图2所示。

该段采用放坡开挖, 坡面用 $\Phi 600@500$ 搅拌桩, 钢管桩成孔直径 $\Phi 230$ , 植入 $\Phi 168 \delta 4.5/3.5$ 钢管, 钢管下部6.0 m采用4.5 mm厚, 上部采用3.5 mm厚。处理完成经开挖效果良好。

### (2) 已开挖段加固处理

加固典型剖面及平面布置见图3。

已开挖段出现大面积整体滑移, 最大位移达7 m, 经过大幅滑动的淤泥土层内会形成破裂面, 该面上部范围内的土体力学指标会因重塑降低较大, 任何新增较大附加荷载均会激发新的滑移。对于此地段, 先用较(小)型钻机施工钢管桩解决因附加荷载产生的深层滑移问题, 然后再进行重型设备的搅拌桩施工。

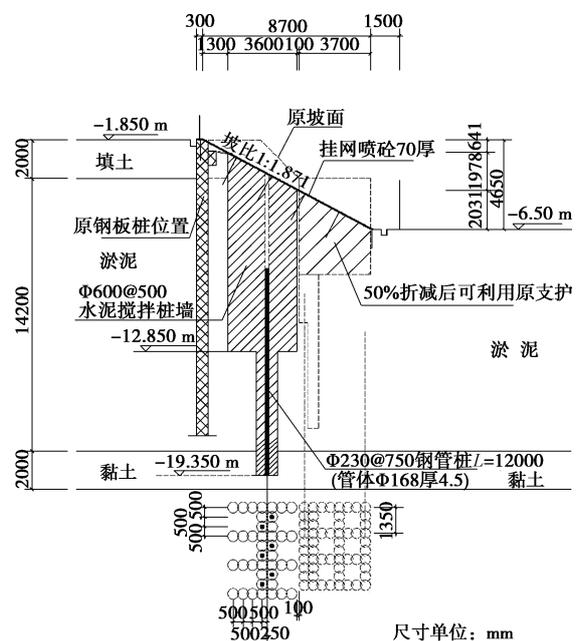


图2 小幅滑移段加固设计标准剖面

Fig. 2 Standard section of slight slip segment reinforcement design

## 3 工程实例2: 澳门大学排洪渠

该工程位于珠海横琴开发区, 为配合澳门大学建设, 将原排洪渠改线迁建至校区规划红线外北部边缘, 再与校区外排洪系统平顺衔接, 使其能满足澳门大校区管理的要求。

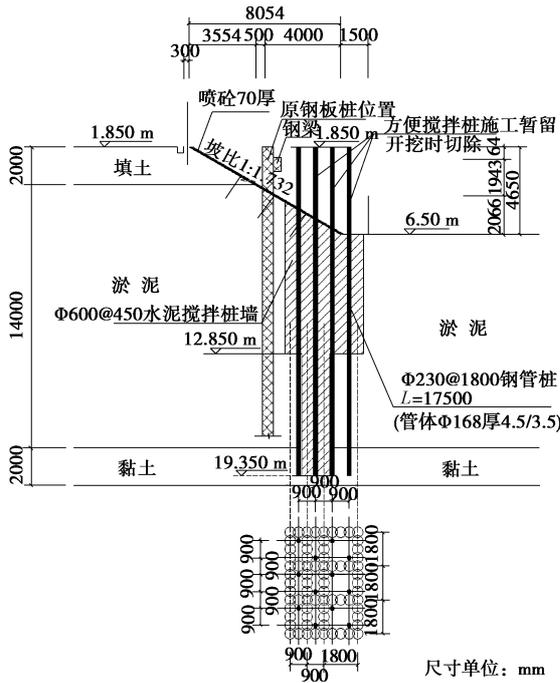


图 3 已大幅滑坡段加固设计标准剖面

Fig. 3 Standard section of substantial slip segment reinforcement design

迁移排洪渠道断面采用下部直立上部斜坡的生态复合型断面见设计标准剖面(图4)

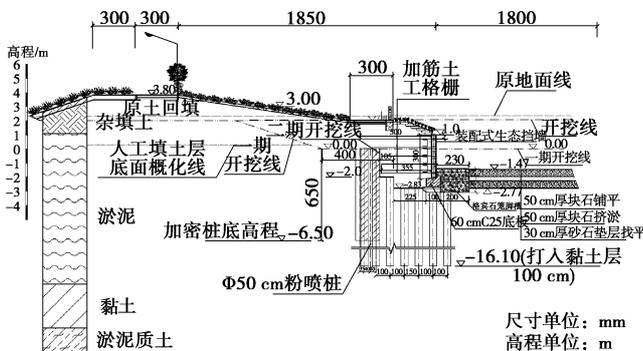


图 4 原设计标准剖面

Fig. 4 Profile of original design standard

场地主要地质条件为: ①人工填土: 1.0~2.0 m、②淤泥: 12.0~25.0 m、③粉质黏土、④基岩风化层。

下部矩形断面宽度 48 m。挡土墙结构型式为装配式生态挡墙。渠道底部护砌分为三层, 先开挖至设计渠底高程以下 80 cm 抛填 50 cm 厚块石, 然后碾压入淤泥, 再铺填约 30 cm 厚砂石垫层整平, 使渠底能够通车, 便于渠道土方开挖施工运输车辆行走, 渠道开挖完毕再抛填 50 cm 厚块石整平, 渠底两侧墙脚处设格宾石笼脚槽护脚, 防止发生淘刷破坏, 渠道坡面采用生态护坡, 设计洪水水位以下采用生态袋护面, 洪水水位以上采用三维植草网垫护坡。

滑坡发生时排洪渠已开挖, 装配式挡墙也已施工

完毕, 现挡土墙回填土标高在+1.5~+1.8 m, 在排洪渠左岸和右岸挡土墙均出现滑移变形, 排洪渠内出现了隆起, 墙后填土出现裂缝, 按设计要求, 后期还需继续回填至标高+3.8 m。现需重新加固处理。

### 3.1 事故原因分析

(1) 支护结构设计存在缺陷

设计中只考虑挡土墙自身挡土的刚度设计, 而对深层滑移未引起足够重视。搅拌桩大部分地段未穿透淤泥层, 置换率偏低。

(2) 岩土力学指标取值偏高

该工程设计淤泥层  $c=4.3 \text{ kPa}$ ,  $\varphi=3.6^\circ$ , 根据场地附近横琴新家园的勘察资料中淤泥  $c=3.2 \text{ kPa}$ ,  $\varphi=1.5^\circ$ , 取值明显偏高, 另外搅拌桩计算强度指标 1.0 MPa 也偏高。

(3) 填土速度过快

后期堤岸景观施工填土速度过快造成淤泥来不及排水而产生剪切破坏。

(4) 未采取信息化设计与施工措施

从现场查询相关资料, 未采取任何监测措施, 对于深厚淤泥层, 相关监测内容均未进行。

### 3.2 事故的处理

为满足横琴区政府对工程进度要求, 经多方案比较, 决定在渠内抛填块石反压, 墙后淤泥排水固结相结合的方式进行处理。排水固结用塑料排水板与分层堆载预压的方式进行。堆载采用墙后本身仍需填土至设计标高的新增填土。具体方案如图 5 所示。

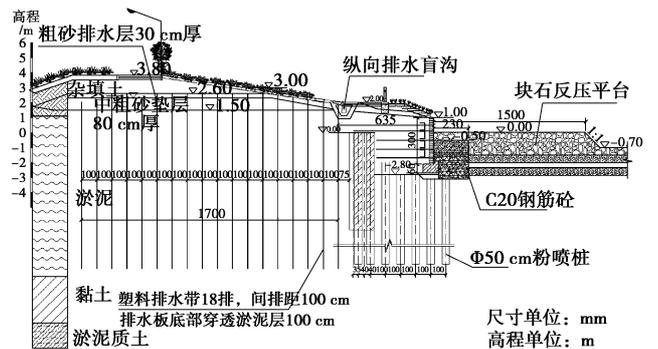


图 5 加固设计标准剖面

Fig. 5 Standard section of reinforced design

## 4 事故预防

此类软土中的浅基坑往往被人们忽视其安全性, 造成事故频繁, 因而需从以下方面进行预防事故的发生。

(1) 提高思想认识

首先建设方要重视, 事故的发生往往是建设方随意找设计人员出图即施工, 无正式计算书亦无专家审

查记录。应委托专业设计单位设计, 按要求邀请专家严把评审关。

#### (2) 委托专业队伍施工

专业施工队伍拿到基坑支护设计方案后会进一步复核其稳定性, 若存隐患在施工前或施工过程中即会提出, 这样有足够时间进行讨论并补强, 可避免事故的发生。

#### (3) 重视地区经验

岩土工程本身仍处于半经验半理论状态, 特别是淤泥类软土, 各地区均有其选取使用的经验  $c$ 、 $\varphi$  值。一般情况下, 发现与经验值明显偏离的情况应进行修正。

#### (4) 注意时空效应

深厚类软土基坑开挖的时空效应属业内共识, 要求设计、施工时按分段、分层跳挖平缓变形是减少事故有效手段; 但实际施工时常因催工期、赶工、现场协调控制不力等出现忽视该效应作用, 导致事故。

#### (5) 坚持信息化设计与施工

信息化设计与施工早已明列于规范之中, 但由于基坑较浅, 常被人们忽视其重要性。相关的监测规范也已出台, 该进行的相关工作应认真进行。可以通过监测数据, 调整设计与施工, 防止事故的发生。

## 5 预防措施的建议

(1) 在深厚软土地区中可先开挖基坑再进行桩基础施工, 基坑支护设计时可考虑适当的换土垫层的厚度。特别是基础桩采用预应力管桩时更应如此, 这样可避免开挖土方时对桩基的破坏。

(2) 在场地条件许可的情况, 对于深厚软土地区中的浅基坑, 可先进行塑料排水板加真空预压排水固结处理。此时的排水固结处理不以固结度作为控制指标, 而以现场十字板剪切强度作为控制指标。排水固结时间  $s-t$  曲线趋于平缓进作为时间控制点。然后通过一定的坡比进行放坡开挖, 基坑亦可达到稳定的要求。

(3) 在深厚软土地区中无论开挖浅基坑还是深基坑, 深层位移及深层沉降监测内容必不可少, 通过监测数据分析可清楚判断是否存在深层滑移的可能, 避免灾难性工程事故发生。

#### 参考文献:

- [1] DBJ/T 15—20—97 建筑基坑支护工程技术规程[S]. 1997. (DBJ/T 15—20—97 Specification for retaining and protection in building excavation engineering[S]. 1997. (in Chinese))
- [2] 张继芳. 澳门大学排洪渠设计[R]. 珠海: 湖北水利水电勘测设计院, 2011. (ZHANG Ji-fang. Flood channel design of Macao University[R]. Zhuhai: Hubei Water Resources and Hydropower Planning Survey and Design Institute, 2011. (in Chinese))
- [3] GB 50497—2009 建筑基坑工程监测技术规范[S]. 2002. (GB 50497—2009 Technical code for monitoring of building excavation engineering[S]. 2002. (in Chinese))
- [4] JGJ 79—2002 建筑地基处理技术规范[S]. 2002. (JGJ 79—2002 Technical code for ground treatment of buildings[S]. 2002. (in Chinese))

(本文责编 孙振远)