

独立基础加防水板裂缝成因分析

赵占山¹, 付素娟¹, 崔少华²

(1. 河北省建筑科学研究院, 石家庄 050021; 2. 河北建研科技有限公司, 石家庄 050021)

摘要: 结合工程实例, 分析了独立基础加防水板这一基础形式的受力特点、计算方法, 并对某工程防水板裂缝的成因进行鉴定分析, 最后结合该工程提出设计建议。

关键词: 独立基础; 防水板; 裂缝

中图分类号: TU47

文献标志码: A

文章编号: 1003-1375(2013)S1-0001-04

0 引言

独立基础加防水板基础是近年来伴随基础设计与施工发展而形成的一种新的基础形式, 这种形式可有效地控制主楼与裙房或地下车库基础之间的差异沉降, 由于其传力相对简单、明确及费用较低, 在工程中应用越来越普遍。

由于现行设计规范对该基础形式没有详细的规定, 部分工程设计人员还未充分理解其设计及构造

要求, 造成了一些工程事故。

1 工程概况

某商住楼为框架剪力墙结构, 主楼与裙房相连, 其中主楼为地下 2 层、地上 24 层剪力墙, 裙楼商场部分为地下 2 层、地上 4 层框架结构, 主楼采用墙下单排桩基础, 裙房采用柱下独立基础加防水板的基础形式, 独立基础之间设置基础连梁, 地下室平面示意图见图 1。

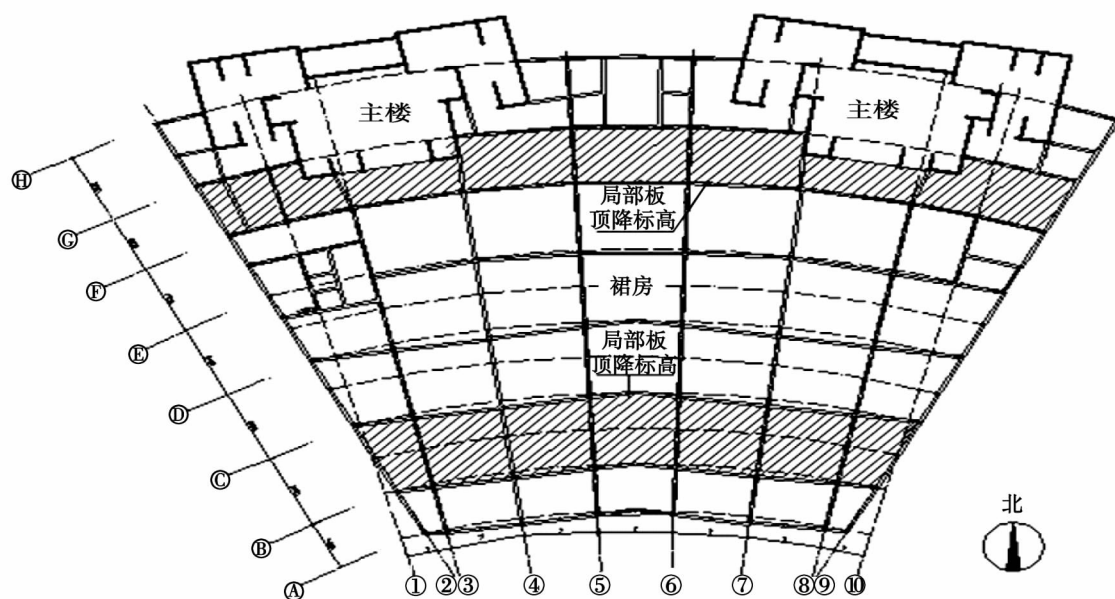


图 1 地下室平面示意图

收稿日期: 2013-06-08

作者简介: 赵占山(1974—), 男(汉族), 河北任县人, 高级工程师, 主要从事地基基础设计加固工作。E-mail: cuishao-hua2007@126.com.

防水板设计混凝土强度等级为 C35, 抗渗等级为 P6, 板厚为 250 mm, 配筋为双层双向 C12@200, 抗浮设计水位为 302.37 m。设计地下室防水板下部的防水构造做法如下: 100 mm 厚混凝土垫层 + 刷基层处理剂 + SBC 卷材防水层 + 50 mm 厚细石混凝土保护层 + 防水板; 防水板与独立基础第一台阶顶之间的空隙浇筑为混凝土, 独立基础、基础连梁和防水板整体浇筑, 防水板下为素土夯实, 基底位于圆砾层, 基础及防水板做法见图 2。

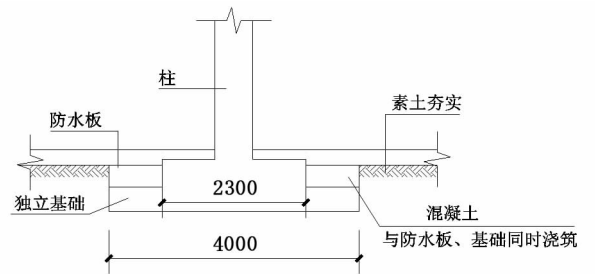


图 2 基础及防水板做法

施工过程中发现裙楼部分的地下室防水板存在不同程度环柱裂缝及渗水现象(图 3)。现场检测时间为 2011 年 4 月, 当时主体部分建至 17 层, 群楼部分于 2010 年 6 月封顶。



图 3 典型环柱裂缝及返潮

2 现有结构检测

2.1 主体结构损伤及缺陷普查

现场对裙楼部分地下室防水底板结构损伤及缺陷进行了普查, 发现防水板及基础连梁存在不同程度的裂缝, 裂缝周围存在渗水、返潮现象, 具体损伤如下: 部分柱基周围防水板存在长、宽约 4 m 左右的环, 柱基裂缝两侧存在渗水、返潮现象。D、E 轴柱周围较为普遍, 钻芯取样抽测 D×8 柱, 取样长度 200 mm 范围内存在上下贯通的竖向裂缝, 裂缝开

裂形式为上宽下窄, 最大裂缝宽度约为 0.3 mm。

防水板 5~6×C~F 轴之间, 中部区域存在沿数字轴方向的通长裂缝, 最大裂缝宽度约为 0.2 mm, 裂缝两侧存在返潮现象; 其他个别防水板中部局部存在沿数字轴方向的裂缝。

C 轴及部分 F 轴基础连梁存在不同程度的自上而下的竖向裂缝, 裂缝开裂形式为上宽下窄, 最大裂缝宽度约为 0.2 mm。

2.2 节点连接做法

施工时独立柱基础、防水板、连梁及框架柱钢筋均统一绑扎, 整体浇注连接; 防水板在 5、6 轴之间设置了施工缝, 施工缝处设置了止水带。

2.3 防水板混凝土强度

现场随机对防水底板混凝土强度进行了检测, 检测批混凝土抗压强度推定值为 37.8 MPa, 满足设计要求。

2.4 构件钢筋配置情况

根据现场条件, 在群楼地下二层部分随机对防水板的钢筋保护层厚度和钢筋间距进行检测, 检测结果满足设计要求。

2.5 防水板抗渗等级

对地下二层部分防水板抗渗性能进行试验。试验时, 由 0.1 MPa 开始, 每 8 小时增加 0.1 MPa, 最大水压 0.8 MPa, 检测结果表明, 混凝土抗渗等级符合设计要求。

2.6 防水板标高

现场对防水板的绝对标高进行了实测实量。测点位于地下二层四大角及渗水、防潮严重防水板的四角及板跨中位置。所测防水板顶绝对标高平均值为 -8.447 m (含板面浮浆), 设计值为 -8.450 m; 所测降标高防水板绝对标高平均值为 -9.176 m, 设计值为 -9.650 m。

3 受力分析

独基加防水板中, 防水板通常只用来抵抗水浮力, 不考虑防水板的地基承载能力。独立基础承担全部结构荷重并考虑水浮力的影响。

作用在防水板上的荷载有地下水浮力 q_w 、防水板自重 q_s 及其上建筑做法重量 q_a (地下水浮力 q_w 可按抗浮设计水位确定)。

在建筑物使用过程中由于地下水位变化, 作用在防水板底面的地下水浮力也在不断改变, 根据防水板所承担的水浮力的大小, 可将独立柱基加防水板基础分为以下 2 种不同情况(图 4):

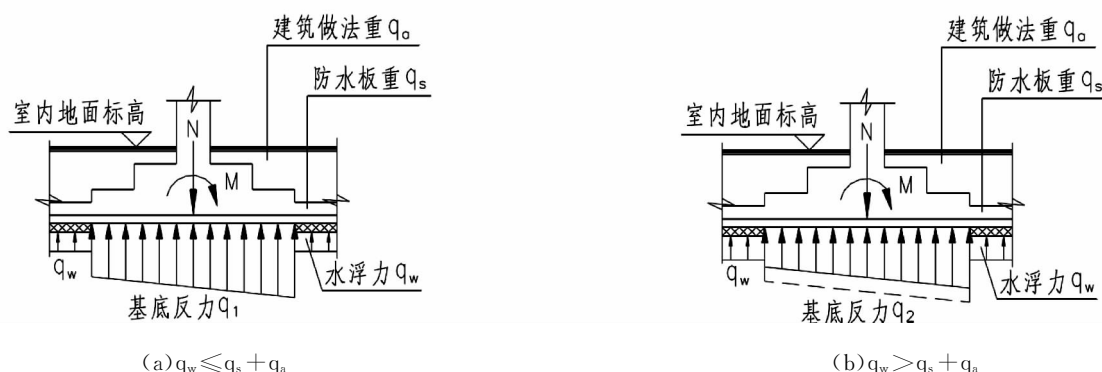


图4 独立基础防水板受力特点图

(1) 当 $q_w \leq q_s + q_a$ 时(均为荷载效应基本组合设计值), 建筑物的重量(包括防水板)将全部由独立基础传给地基。此时, 防水板及其上部重量直接传给地基土, 独立基础对其不起支撑作用, 独基下基底反力 q_1 不变。

(2) 当 $q_w > q_s + q_a$ 时, 防水板对独立基础底面的地基反力起一定的分担作用, 使独立基础底面的部分地基反力转移至防水板, 并以水浮力的形式直接作用在防水板底面, 这种地基反力的转移对独立基础的底部弯矩及剪力有加大的作用, 并且随水浮力的加大而增加, 此时, 基底反力 q_2 随水浮力 q_w 的增大而减小。

该工程基底位于圆砾层, 防水板下土层进行夯实, 但防水板下未设置软垫层, 防水板不能自由变形, 因此, 独立基础、基础连梁和防水板成为协同工作的整体, 共同承受地基反力。独立柱基之间有基础连梁, 因此防水板按四边固结双向板计算受弯承载力, 此时基础连梁承担防水板传来的荷载, 对其进行受弯及受剪承载力计算。

4 承载力验算

根据现场实测结果, 对防水板、基础连梁在水浮力控制的内力组合时(此时为最不利组合)进行了承载力验算, 计算参数如下:

(1) 基本参数:

本工程 ±0.000 绝对标高为: 309.75 m。

抗浮设计水位: 302.37 m。

防水板厚度: 250 mm。

(2) 荷载取值:

据实测结果 2~9×C~F 防水板顶标高为 -8.447 m

水浮力标准值 $q_w = 10 \times 1.317 = 13.17 \text{ kN/m}^2$

据实测结果 2~9×B~C 防水板顶标高为 -9.176 m

水浮力标准值: $q_w = 10 \times 2.046 = 20.46 \text{ kN/m}^2$

防水板自重标准值: $q_s = 25 \times 0.25 = 6.25 \text{ kN/m}^2$

由于检测时该工程为施工阶段, 因此不考虑防水板上建筑做法重量及活荷载。

(3) 材料取值: 混凝土强度等级为 C35

(4) 板的受弯承载力计算

板顶标高为 -8.447 m 防水板, 计算所需板支座钢筋为 785 mm^2 , 原设计为 C12@200 ($A_s = 565 \text{ mm}^2$), 位于边跨时所需支座钢筋为 892 mm^2 ; 板顶标高为 -9.176 m 防水板, 计算所需板支座钢筋为 1501 mm^2 , 原设计为 C12@200 ($A_s = 565 \text{ mm}^2$), 位于边跨时所需支座钢筋为 1719 mm^2 ; 防水板配筋不满足水浮力控制作用下的承载力要求。

(5) 由于连梁截面为 $300 \text{ mm} \times 400 \text{ mm}$, 配筋为 3C14, 均为构造配筋, 柱间距为 8.4 m, 设计截面及配筋不满足水浮力控制作用下的承载力要求。因此, 不考虑基础连梁的承载力, 验算防水板在独立柱基位置的冲切承载力, 《混凝土结构设计规范》GB50010 中板的受冲切承载力应符合下列规定:

$$F_t \leq (0.7\beta_h f_t + 0.25\sigma_{pc,m})\eta u_m h_0 \quad (1)$$

根据公式(1)进行计算, 结果表明: 标高为 -8.447 m 防水板与独立基础交接处的冲切荷载为 996.5 kN, 抗力为 608.7 kN, 标高为 -9.176 m 防水板与独立基础交接处的冲切荷载为 1199.5 kN, 抗力为 610.8 kN, 防水板设计厚度不满足抗冲切承载力要求。

5 鉴定分析

由于防水板与独立基础第一台阶顶之间的空隙浇筑为混凝土, 独立基础、基础连梁和防水板整体浇

筑,这样防水板与柱基在 $4.0\text{ m} \times 4.0\text{ m}$ 部位连接处,为防水板冲切最不利部位,防水板在地下水浮力和地基反力的共同作用下抗冲切承载力不足,造成环柱裂缝。

C 轴及 F 轴连梁在水浮力作用下设计承载力不足造成其竖向裂缝。防水板抗渗混凝土的施工缝处应采用止水带、遇水膨胀橡胶腻子、止水条等高分子防水材料 and 接缝密封材料,水平施工缝浇筑混凝土前,应将其表面浮浆和杂物清除,并应确保止水带位置准确、固定牢靠。

5~6×C~F 区域中部的施工缝周围存在渗水、返潮现象,主要是由于施工过程中施工缝表面处理不完善,施工缝两侧混凝土结合不良造成的。

其它防水板局部沿数字轴方向裂缝是由于硬化

过程中混凝土接茬面处材料收缩造成的。

6 结语

根据上述裂缝成因分析,建议工程设计人员在设计独立基础加防水板这一基础形式时,应在防水板下设软垫层,并采取有效的结构措施控制软垫层强度和变形,保证防水板的受力状况和设计相符。

软垫层应具有一定的承载能力和变形能力,保证防水板混凝土达到设计强度前不致产生过大的压缩变形,确保防水板不承担或承担最少量的地基反力。常用的软垫层材料有焦渣和聚苯板,其中聚苯板价格低廉、施工方便,工程应用比较广泛,收到较好的技术经济效果,同时具有一定的承载能力和变形能力。

参考文献:

- [1] GB 50007-2011,建筑地基基础设计规范[S]. 北京:中国建筑工业出版社,2011.
- [2] GB 50010-2010,混凝土结构设计规范[S]. 北京:中国建筑工业出版社,2010.

Analysis of the crack initiation for the independent foundation and waterproof board

ZhAO Zhan-shan¹, FU Su-juan¹, CUI Shao-hua²

(1. Hebei Academy of Building Research, Shijiazhuang 050021, China;

2. Hebei Building Research Technology Co., LTD, Shijiazhuang 050021, China)

Abstract: With an example, this paper analyzes the mechanical characteristics and calculation methods of independent foundation and waterproof board, and identifies the causes of cracks on the waterproof board. Finally, combining this project, it assists design proposals.

Key words: independent foundation; waterproof board; crack