

地震区闸顶机架最不利受力条件的分析与计算

(12)

44-46

徐少华 杜伟

(聊城地区水利勘测设计院 山东聊城 252061)

TV34

TV314

摘要 根据闸顶机架结构特点,按不同的计算模型,分别对机架在顺水流和垂直水流两个主轴方向上进行受力分析,得出最不利的受力情况,并通过实例介绍具体计算方法。

关键词 地震区 水闸机架 受力条件 结构计算

闸顶机架是水闸震害发生的主要部位,对机架的受力条件分析不充分,结构计算中选取的荷载组合不尽合理,是震害发生的主要原因。在水闸的闸墩顶部设置机架,用于支撑机架桥、机房等上部结构。机架通常为框架结构,为了满足闸门起闭和检修的要求,机架一般需要较大的高度。机架顶部的机架桥和机房等结构的自重较大。这些因素,使得闸顶机架头重脚轻,极易遭受地震破坏。工程调查表明,机架是水闸震害发生的主要部位。正确分析机架最不利的受力条件,合理选取荷载组合,进行结构计算,是机架设计的关键,也是防止震害发生的首要环节。

闸顶机架独特的结构特点,决定了其结构计算必须分别按顺水流和垂直水流两个主轴方向进行。

1 闸顶机架顺水流方向受力分析

顺水流方向,机架按平面框架结构计算。作用在框架上的恒载有机架桥、机房和框架等结构的自重,活载有风荷载、机架桥上的人群荷载和启门力,特殊荷载为水平向和竖向地震惯性力。

提升闸门时,启门力通过机架桥支座作用在框架上,此时框架承受的竖向荷载为最

大,这种情形常常使设计人员产生误解,认为提升闸门时,框架的受力条件最为不利,把该工况作为机架顺水流方向结构计算的设计工况,参与组合的荷载有结构自重、人群荷载、启门力和风荷载;把在设计工况下遭遇地震作为校核工况,荷载组合是在设计工况荷载组合的基础上叠加水平向和竖向地震惯性力。

实际上,机架桥支座通常布置在框架立柱的顶面,使得机架桥传布于框架上的竖向荷载通过立柱的轴线,当竖向荷载最小,而水平荷载最大时,框架受力最为不利。因此,在闸门开得最高(此时机架上作用的风荷载最大),而机架桥上又无活荷载时,机架顺水流方向受力最为不利,此时,竖向荷载仅为结构自重(包括闸门重),这种工况才是机架顺水流方向结构计算的设计工况,校核工况下的特殊荷载组合是在设计工况基本荷载组合的基础上仅叠加水平向地震惯性力。

2 闸顶机架垂直水流方向受力分析

机架在垂直水流方向进行受力计算时,一般不考虑风压力的影响,并且不计框架横梁作用,按受压构件计算框架立柱的强度。机架垂直水流方向的计算工况通常有以下两种:

第一作者简介:徐少华,男,工程师,从事水工设计工作,曾发表《灌溉泵站设计扬程的确定》等论文。

a. 相邻两孔闸门同时开启时,左右两跨机架桥传来的力相等,按轴心受压构件计算。此时,立柱受力包括启门力、机架桥重、人群荷载及本身自重。

b. 相邻两孔闸门一孔刚开启,另一孔关闭时,左右两跨机架桥传来的力不相等,按偏心受压构件计算。闸门开启侧荷载包括启门力,闸门关闭侧,启门力为零。

两种计算工况比较,工况 b 受力较为不利。由于闸顶机架在顺水流方向上地震加速度分布系数 α_i 为 2.0 ~ 4.0,而在垂直水流方向上地震加速度分布系数 α_i 为 3.0 ~ 6.0,因此,机架在垂直水流方向上的地震惯性力大于顺水流方向上的地震惯性力。水平地震惯性力在立柱底部产生的弯矩远大于启门力等偏心荷载产生的弯矩。对于地震区的闸顶机架而言,全部由基本荷载参与组合的上述两种计算工况,都不是最不利的受力条件。机架垂直水流方向结构计算的控制工况发生在地震期,参与组合的荷载有机房、机架桥、启闭机和机架等结构的自重,以及由结构自重产生的水平向地震惯性力。

3 工程实例

某闸顶机架采用 250# 混凝土,结构布置见图 1,设计地震烈度为 7 度。

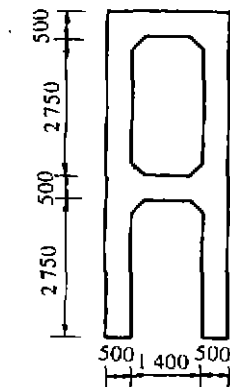


图 1 某闸顶机架结构布置

3.1 顺水流方向结构计算

按平面框架结构计算,结构计算简图见图 2。选取闸门开得最高,机架桥上无活荷载

时为计算工况。荷载计算如下:

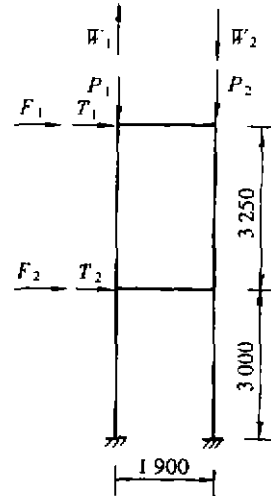


图 2 顺水流方向结构计算简图

a. 作用在机房、机架桥、机架和闸门上的风压力计算公式为

$$T = KK_Z W_0 S \quad (1)$$

式中 K 为风载体型系数,取 1.3; K_Z 为风压高度变化系数,取 1.0; W_0 为基本风压,该地区 $W_0 = 400 \text{ N/m}^2$; S 为风压作用面积。

把风压力转化为两个结点荷载: $T_1 = 37.42 \text{ kN}$, $T_2 = 18.93 \text{ kN}$ 。

b. 机架桥传来的集中力。包括:机房、机架桥自重 343.80 kN; 启闭机自重(一半) 28.50 kN; 闸门自重(一半) 70.00 kN。

作用在机架桥及其上部结构上的水平风压,通过支座形成一拉一压的竖向力为 36.00 kN(简化的水平力已在 a 中计算,包含在 T_1 中,见文献[1])。

合计: $P_1 = 406.30 \text{ kN}$, $P_2 = 478.30 \text{ kN}$ 。

c. 水平向地震惯性力计算公式为

$$F_i = K_H C_Z \alpha_i W_i \quad (2)$$

式中 K_H 为水平向地震系数,根据设计地震烈度,取 0.1; C_Z 为综合影响系数,取 0.25; α_i 为地震加速度分布系数; W_i 为集中在质点 i 的重量。

机架桥及桥上结构在机架顶产生的水平地震惯性力为 88.46 kN; 机架顶横梁产生的水平地震惯性力为 1.03 kN; 机架中间横梁产

生的水平地震惯性力为 0.80 kN;机架立柱产生的水平地震惯性力为 7.30 kN。

为计算简便,将以上荷载简化成节点荷载: $F_1 = 89.49 \text{ kN}$, $F_2 = 8.11 \text{ kN}$ 。

机架桥及其上部结构产生的水平地震惯性力在向机架顶横梁轴线简化时,产生一对竖向力(分别作用于两个柱顶): $W_1 = -11.64 \text{ kN}$, $W_2 = 11.64 \text{ kN}$ 。

根据水平向地震惯性力是否参与荷载组合,分为设计工况与校核工况,分别进行内力计算。

3.2 垂直水流方向计算

忽略机架横梁的作用,按偏心受压构件计算立柱强度,计算简图如图 3 所示,计算工况选为地震期。

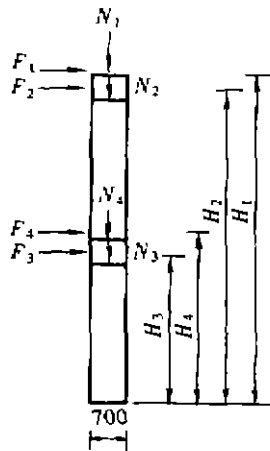


图3 垂直水流方向结构计算简图

3.2.1 荷载计算

荷载计算公式同顺水流方向结构计算公式。

柱顶垂直力及其产生的水平地震惯性力: $N_1 = 41.92 \text{ kN}$, $F_1 = 62.90 \text{ kN}$ 。

机架顶横梁自重及其产生的水平地震惯性力: $N_2 = 6.12 \text{ kN}$, $F_2 = 0.90 \text{ kN}$ 。

机架中间横梁自重及其产生的水平地震惯性力: $N_3 = 6.12 \text{ kN}$, $F_3 = 0.67 \text{ kN}$ 。

立柱自重及其产生的水平地震惯性力: $N_4 = 56.90 \text{ kN}$, $F_4 = 6.40 \text{ kN}$ 。

3.2.2 内力计算

以立柱底截面为例,立柱底截面内力为

$$M = F_1 H_1 + F_2 H_2 + F_3 H_3 + F_4 H_4 = 437.20 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad (3)$$

$$N = N_1 + N_2 + N_3 + N_4 = 488.40 \text{ kN} \quad (4)$$

根据强度计算结果,立柱顺水流方向宽度取 500 mm,配筋选用 3 Φ 25;垂直水流方向宽度取 700 mm,配筋选用 5 Φ 25。

4 结 语

a. 地震区闸顶机架顺水流方向最不利受力条件发生在闸门开得最高,而机架桥上又无活荷载时,按正常运用期和地震期分别计算。

b. 一般机架顶部的结构自重(包括机房、机架桥、启闭机等)在垂直水流方向上产生的水平地震惯性力,是机架该方向强度计算的控制因素,该主轴方向最不利受力情况通常发生在地震期。

c. 机架在两个主轴方向上比较,垂直水流方向上的受力条件一般较顺水流方向更为不利。

参考文献

- 1 华东水利学院,水闸设计,上海:科学技术出版社,1985
- 2 水利水电科学研究院,水工建筑物抗震设计规范 SDJ-78,北京:水利电力出版社,1978

(收稿日期:1997-07-26 编辑:张志琴)

欢迎订阅《农村经济与科技》(月刊)

《农村经济与科技》面向广大农村和农业部门,宣传党的农村政策,提供可靠信息,传播先进科技。每月 20 日出版,正文 48 页、16 开本,激光照排,彩封精印。国内外公开发行(国内统一刊号:CN42-1374/S;国际刊号:ISSN1007-7103)。开设的主要栏目:农村论坛、政策法规、经验交流、经营管理、作物栽培、良种繁育、土肥植保、畜牧水产、林果特产、水利农机、区域开发、生态环保、科技短波、知识百科、信息集锦、社会视听等 30 多个。本刊每期定价 3.50,全年 42.00 元。邮发代号 38-206。读者可通过邮局订阅,亦可直接向本刊编辑部订阅。本刊地址:湖北省襄樊市襄城区檀溪路 70 号《农村经济与科技》杂志社。邮政编码:441021,联系电话:(0710) 3529741。