

国内外建筑排水立管的排水能力计算比较

冯旭东

(华东建筑设计研究院有限公司, 上海 200002)

摘要 分别应用我国、欧洲和日本三种水力计算方法,对住宅卫生间排水立管的最大允许排水能力和可接纳的卫生器具数量进行计算。对于相同管径的最大允许排水能力,我国比欧洲大12.5%,比日本大18.4%;接纳卫生器具数量我国也比欧洲、日本要大得多。通过对建筑排水系统的卫生器具排水流量和当量、设计秒流量计算公式、排水立管的排水能力等分析和比较,提出了影响我国建筑排水管道水力计算急需解决的几个问题。

关键词 建筑排水系统 排水设计秒流量 卫生器具 立管排水能力

排水立管是建筑排水系统的重要组成部分,准确把握排水立管的排水能力是保证建筑排水系统设计可靠的前提。应用我国、欧洲和日本的三种水力计算方法对相同住宅卫生间的排水立管进行计算和比较,发现不仅卫生器具的排水流量和当量、设计秒流量计算公式、排水立管的排水能力等均不相同,而且相同管径排水立管可接纳的卫生器具数量也存在较大的差异。

1 计算实例与计算方法简介

计算实例以一个住宅的卫生间为计算单元,配备坐式大便器、洗脸盆和浴盆各一件,并设有一台洗衣机;排水立管上每层接入一个计算单元的排水横支管,排水管道系统设伸顶通气方式。计算方法分别采用中国标准 GB 50015—2003《建筑给水排水设计规范》(简称“中国方法”)、欧洲标准 EN 12056《建筑物内部重力排水系统》(简称“欧洲方法”)和日本空气调和·卫生工学会规格《给排水设备规准·同解说》(简称“日本方法”)。

为了能详细比较三者间的差异,分别按室内污废合流排水管、分流污水管和分流废水管三种不同的设计工况进行计算。

1.1 中国方法

中国方法的计算公式采用《建筑给水排水设计规范》(GB 50015—2003,简称“规范”)4.4.5式:

$$q_p = 0.12\alpha\sqrt{N_p} + q_{\max} \quad (1)$$

式中 q_p ——计算管段排水设计秒流量, L/s;

N_p ——计算管段的卫生器具排水当量总数;

α ——根据建筑物用途而定的系数,住宅 $\alpha = 1.5$;

$q_{\max}$ ——计算管段上最大一个卫生器具的排水流量, L/s。

卫生器具排水的流量和当量按“规范”表 4.4.4 的数值选用(见表 1)。

表 1 中国方法卫生器具排水的流量和当量

卫生器具名称	排水流量 $q_{\max}$ /L/s	排水当量 N_p
大便器	2.00	6.00
洗脸盆	0.25	0.75
浴盆	1.00	3.00
洗衣机	0.50	1.50

注:大便器按虹吸式或喷射虹吸式取值。

排水立管的排水能力按“规范”表 4.4.11-1 中仅设伸顶通气管的数值取值。

1.2 欧洲方法

欧洲方法的计算公式采用《建筑物内部重力排水系统》第二部分中 6.3.1 式:

$$Q_u = K\sqrt{DU} \quad (2)$$

式中 Q_u ——排水设计秒流量, L/s;

K ——使用频率因数,住宅 $K=0.5$;

DU ——排水当量(卫生器具的平均排水流量),按《建筑物内部重力排水系统》第二部分表 2 中数值选用(见表 2)。

排水立管的排水能力按《建筑物内部重力排水

表2 欧洲方法卫生器具排水当量

卫生器具名称	排水当量 DU
大便器	2.5
洗脸盆	0.5
浴盆	0.8
洗衣机	0.8
地漏	0.6

注:大便器按6 L水箱的坐便器取值;浴盆按带塞子的淋浴取值。
系统》第二部分表11系统I(排水支管设计充满度为0.5,设伸顶通气方式的单排水立管系统)取值。

1.3 日本方法

日本方法的计算中住宅排水器具负荷计算标准按《给排水设备规范·同解说》表3.5取值(见表3)。

表3 日本方法卫生器具排水量

卫生器具名称	器具平均排水流量 q_d /L/s	每个器具固定排水流量 q_p /L/s
大便器	1.50	0.013
洗脸盆	0.75	0.009
浴盆	1.00	0.050
洗衣机	0.75	0.033

排水立管的排水能力按《给排水设备规范·同解说》图3.3排水立管选定线图(立管:分支间隔数 ≥ 3)伸顶通气方式的场合取值。

2 中国、欧洲与日本方法的立管排水能力比较

不同国家、地区因为气候的差异,人民生活习惯的不同对排水设计秒流量会有一定的差异。但相同管径排水立管的排水能力理应基本相等,排水立管接纳卫生器具的数量也不应该有太大的出入。

2.1 排水立管最大允许排水能力的比较

我国、欧洲和日本的排水立管最大允许排水能力均不相同。以设置伸顶通气方式DN100的排水立管为例,我国规范允许的排水能力是4.5 L/s,欧洲标准允许的排水能力是4 L/s,日本允许的排水立管负荷流量(当 $q_d=1.5$ L/s)约为3.8 L/s。我国规范允许的排水立管最大排水能力比欧洲大12.5%,比日本大18.4%。

2.2 排水立管可接纳的卫生器具数量的比较

为便于计算比较,假定每层接入排水立管的是计算实例中的一个卫生间内的卫生器具。计算结果显示,相同管径排水立管接纳卫生器具的数量,我国与欧洲和日本相比要多得多(详见图1和表4)。以

DN100合流排水管工况为例,中国方法可接纳17个楼层,欧洲方法可接纳12个楼层,日本方法仅可接纳4个楼层。再以DN100分流污水管工况为例,中国方法可接纳32个楼层,欧洲方法可接纳25个楼层,日本方法可接纳21个楼层。

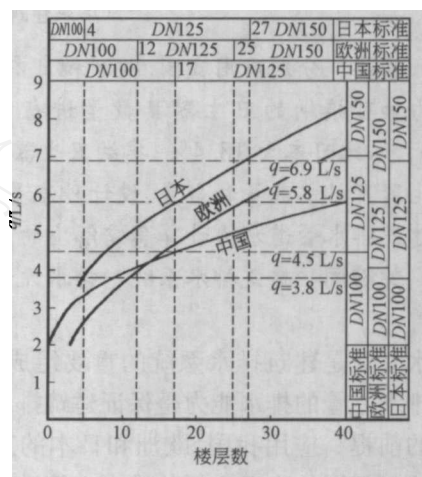


图1 合流排水立管排水能力

表4 中国、欧洲及日本方法计算结果对比

使用楼层数		排水立管管径/mm					
		DN75	DN80	DN90	DN100	DN125	DN150
合流排水管	中国				1~17	18~40	
	欧洲				1~12	13~25	26~40
	日本				1~4	5~26	27~40
分流污水管	中国				1~32	33~40	
	欧洲				1~25	26~40	
	日本				1~21	22~40	
分流废水管	中国	1~13			14~40		
	欧洲		1~5	6~10	11~23	24~40	
	日本				1~12	13~40	

为保证排水立管的正常工作,“规范”在4.6.2条第2款中,对排水立管增加了一个补充要求,即“建筑标准要求较高的多层住宅和公共建筑、10层及10层以上高层建筑的生活污水立管宜设置专用通气管”,以限制仅设伸顶通气方式的排水立管接纳卫生器具的数量。

3 几点想法

建筑排水管道正确、合理的水力计算是建筑排水系统安全、可靠的重要保证。建筑排水管道的水力计算不仅与排水立管的最大排水能力有关,还与卫生器具排水的流量、排水管道设计秒流量计算公

式及主要参数、排水横管的管径与充满度、坡度间的关系等因素有关。通过以上住宅卫生间排水立管的计算实例,可以看到国内外关于排水管道水力计算结果还是存在较大差异的,尽管很难简单地评价中国方法的准确程度,但是我国的计算方法至今缺乏必要的试验数据支持也是不争的事实。现结合国外的有关资料,就影响建筑排水管道水力计算急需解决的几个问题讨论如下。

3.1 卫生器具排水的流量

“规范”表 4.4.4 给出了卫生器具的排水流量、当量和排水管的管径,但这些数据有待进一步完善。例如大便器,欧洲标准《建筑物内部重力排水系统》针对不同冲洗水量的大便器给出不同的排水流量和当量,供设计人员按不同使用场合选用,而我国规范仍采用已使用多年冲洗水量为 13 L 及以上水箱的数据。为建设节约型社会,目前我国普遍采用 9 L (或 6 L) 冲洗水量水箱的坐便器,设计中再沿用以前的数据与实际情况显然不相符合。因此,尽快建立我国目前使用的卫生器具系列的排水流量和当量,是十分必要和紧迫的。

3.2 排水横管的管径与充满度、坡度间的关系

建筑排水中含有固体污物,为防止固体污物在管内沉淀,造成排水不畅或堵塞管道,必须保证自净流速。自净流速的大小与污水的成分、管道坡度、设计充满度等有关。“规范”规定了建筑物内生活排水管的最小坡度和最大设计充满度。限制最小坡度是防止固体污物在排水横管中沉淀,限制最大设计充满度是保证排水横管为非满流状态,以便使污水释放出的有毒有害气体能自由排出,调节排水管道内的压力,接纳意外的高峰流量。

随着节水型卫生器具的大量应用,卫生器具每次使用后排入排水管道的水量大大减少。我国规范未制定设计充满度的下限值,如设计中仍按以往经验仅根据设计坡度来控制排水横管的排水能力,在设计充满度偏小时,固体污物易沉淀。国外已有试验资料证明了此现象的存在,并提出为保证排水横管的排水能力,应保证或适当提高排水管道的设计充满度,以使水流输送固体污物至排水立管。为此,进行排水横管在不同水力条件下水流输送固体污物能力的试验,获取最优化的设计参数十分重要。

3.3 排水管道设计秒流量计算公式及主要参数

我国按排水特点有两个设计秒流量计算公式,一个公式中有设计参数 α (根据建筑物用途而定的系数),用于住宅等建筑用水设备使用不集中、用水时间长、同时排水百分数随卫生器具数量增加而减少的排水情况;另一个公式中有设计参数 N_0 (同类型卫生器具数)和 b (卫生器具同时排水百分数),用于工业企业生活卫生间等建筑用水设备使用集中、排水时间集中、同时排水百分数高的排水情况。随着我国城市建设事业蓬勃发展,单体建筑物的建筑高度和建筑面积与改革开放前早已不可同日而语。因此,对于排水管道设计秒流量计算公式和设计参数,应在必要的调研和论证的基础上进行修正与完善。不过,我国地域广阔、人口众多,此项工作将十分繁重和艰巨。

3.4 排水立管的最大排水能力

排水立管上接入各层排水横支管,横支管的水流呈现断续的非均匀流;立管内水流呈垂直下落流动状态,水、空气和固体污物三种介质在立管中呈复杂运动,水流能量转换和管内压力变化很激烈。要得到不同通气方式(仅设置伸顶通气方式、有专用通气立管或主通气立管方式)的立管排水能力,必须通过可靠的试验,并加以整理、归纳和总结。我国曾对排水立管进行过几次测试,部分成果也已体现在我国的规范中。但测试装置的标准(如横支管的管径及支管间的高差、横干管的管径及坡度、压力测定位置及方法等)、测试装置的气密性、测试流量负荷的确定、管道负压产生的瞬间破封等均有待统一和完善。

4 结语

本文仅通过一个计算实例,分别采用国内外三种不同的计算方法,对建筑排水立管的排水能力进行初步计算、分析和比较。在建筑排水领域还有许多课题有待我们去深入发掘和研究,愿我们一起为进一步提高我国建筑排水的设计和科研水平而努力。

通讯处:200002 上海市汉口路 151 号

电话:(021)63217420

E-mail: xudong_feng@ecadi.com

收稿日期:2006-01-23

首次刊登日期:2006 年 8 月