

排水立管瞬间流量测试法面临的难题

赵世明¹ 孟德良²

(1 中国建筑设计院有限公司, 北京 100044; 2 山东建筑大学, 济南 250101)

摘要 归纳了瞬间流量法面临的测试量比恒定流量法大幅度增加, 并需要反复拆装试验系统; 立管的通水能力数值需要人为选值, 试验客观性变差; 把立管流量变化范围中的最大瞬间值选为立管的通水能力, 用于工程设计不安全; 把用水高峰时段立管中的连续水流工况排除缺少证据支持; 通水能力测试点和工程中的设计秒流量位置相冲突、不匹配; 测试的通水能力是瞬间值, 而工程中的设计秒流量是时段平均值, 二者相冲突、不匹配等难题, 并加以分析。

关键词 排水立管 通水能力 瞬间流量测试方法 瞬间值 时段平均值

DOI:10.13789/j.cnki.wwe1964.2015.0017

近几年, 我国兴建的排水试验塔做了大量的排水立管通水能力和特殊接头排水能力试验, 其试验成果集中地体现在特殊单立管排水系统的各技术规程中以及立管通水能力的 CECS 测试标准中。这些试验, 都是采用国际上普遍采用的恒定流测试方法。正在编制的行标《住宅排水系统排水能力测试标准》和修编的国标《建筑给水排水设计规范》GB 50015, 认为采用瞬间流量方法测试立管的通水能力更适合我国的工程实际, 因此正在探索瞬间流量测试方法。

瞬间流量测试法和恒定流量测试法相比, 其难度大幅度增加。从目前情况看, 至少存在着以下困难尚难解决。

1 测试工作量巨大且繁琐

瞬间流量测试法中, 一个既定组合的器具冲水, 在立管中各过水断面上产生的流量是不一样的^[1], 如图 1。若要测得流量沿立管的分布, 就需要在多个断面上测量。由于测试仪表和测试方法的制约, 每一次冲水只能测得一个断面的流量。这样, 对于每一个既定组合的器具冲水, 就需要重复冲水试验很多次, 才能得到立管中的流量分布, 这比恒定流量试验中的测试次数成数倍地增加。并且瞬间流量法测量每个断面处的流量, 都要截断立管, 在截断处用测量容器承接立管中的排水, 转换出流量值, 见图 2。这种巨量的测试工作量和频繁地拆断立管, 要耗费大量的时间和人力, 并且反复拆装对气密性有要求的试验对象, 在标准的测试方法中是难以接受的。

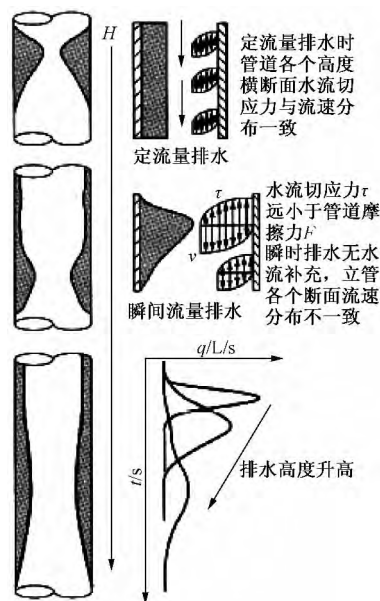


图 1 流量沿立管高度变化

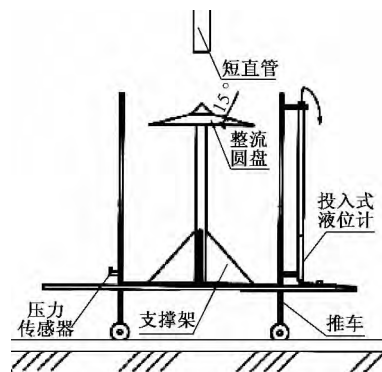


图 2 流量测量容器

2 立管的通水能力取值要人为确定

试验中,立管的通水能力是取立管内最大负压或正压达到 400 Pa 时的立管流量。在瞬间流量测试法中,对应这个压力的立管流量是不唯一的,存在有无限多个。沿水流方向,流量逐渐减小,到立管底部衰减到最小^[1,2],如图 1 和图 3。并且每一个过水断面都存在一个不同的最大瞬间流量——从零逐渐增大,达到最大值又逐渐减小到零^[3],如图 4。从排水支管下方的最大瞬间流量衰减到立管底部的流量值之间,每一个流量都是客观存在。但取用哪一个值作为立管的通水能力,需要人为选择。这样,试验给出的立管通水能力就不可避免地掺进了人为因素,客观性大打折扣。

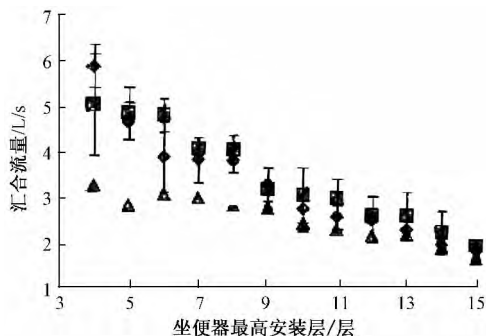


图 3 底端流量随排水点高度的变化

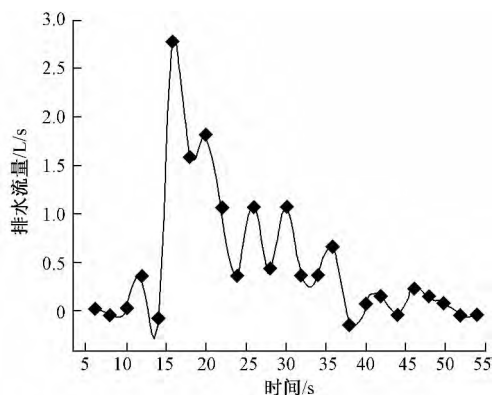


图 4 断面流量随时间变化

3 取立管中的瞬间最大流量作通水能力用于工程设计不安全

万科塔试验中,倾向于取立管中的最大瞬间流量作为立管的通水能力。这个流量,是立管中某一个断面上的瞬间高峰流量,用它代表立管的通水能力,是不能用于工程设计的。主要原因是:该流量是立管中无数个流量值中的瞬间最高值,是个最有利

的通水能力试验数据。把一个最有利的而不是最不利的试验数据挑选出来代表通水能力,对于被测试的产品来说自然是个漂亮的数据,但用于工程设计是不安全的,即使乘了折减系数仍无法判断其安全性。

瞬间流量测试法中立管底端的流量测试值最小,属最不利流量,用于工程设计较安全,并且容易测试,是否可以选作立管的通水能力呢?答案是否定的。因为该流量测试值受立管高度的影响太大(见图 3)。图 3 中同样的器具冲水,放在 15 层冲水和放在 4 层冲水所产生的立管底部流量差异非常大^[2],甚至可达 2~3 倍。

4 高峰用水时段排水立管中连续水流现象被忽视

一个排水系统负担的卫生器具越多或者说越到系统的下游,则流量越大,波动越小;相反,越到系统的上游,或承接的卫生器具越少,则流量越小且变化越大,甚至呈现流量时有时无现象(即使在用水高峰时段)。同样,对于排水立管系统,每一个楼层横支管都属于上游最起端,流量时有时无是非常正常的。但是对于立管的下部或底端,由于处于系统的下游,在系统用水的高峰时段形成连续的排水水流也是很正常的现象。不经过实际的观察实测,就主观地否认、排除立管中的这种连续水流现象,从而认定只用瞬间排水工况代表立管排水并安排试验,至少带有片面性,其结果是不能令人信服的。除非能够证明:用水高峰时段排水立管中的连续排水水流工况是不存在的,或者,即使这种连续水流存在,也不属于最不利工况。但现实是,该工程观测证明至今并未进行。

5 测得的立管通水能力和工程设计流量不匹配

建筑排水设计中,选择立管管径时依据的流量是排水设计(秒)流量,该流量是根据设计秒流量公式计算得来的^[4],见下式。

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

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;

$q_{\max}$ ——计算管段上最大一个卫生器具的排水流量, L/s。

我们采用该公式,应该相信该公式是准确有依

据的,是经过实践验证的,而不是凭空捏造的(当然公式也需要改进、修正,但这是另外一个问题)。由此可以推测,在建立该公式并在实际运行的建筑中测试、验证该公式时,需要测量系统的实际排水流量,以检查公式的计算结果和实践的吻合程度,从而使业界接受该公式。该流量的合理测试点应该是安排在系统的出口,也就是排出管的出口或者立管的底部,这样才能实施测试。很难想象,把测试点选在系统中途,截断立管破坏运行着的系统去检测流量。指出这一点的目的是想说明,立管的设计流量公式是用立管出口的流量检验、修正、吻合的,这样,公式计算出的流量当然是立管底部或出口的流量,而不是系统中途的流量。

然而,瞬间流量试验法给出的立管流量并不是在立管底部测得的流量,而是在立管中途测得的流量,这个流量和设计工程师用式(1)计算的设计流量,在概念上或量值上是不同的,二者是没有交集、没有联系的。也正是由于没有关联性,瞬间流量试验法才费尽周折到立管的各个断面去测量流量,而无法取用立管底部的流量做代表。

工程设计中是用式(1)计算的立管下游总流量选用管径,而瞬间测试法给出的立管流量并不是立管底部的值,二者无法匹配。

6 瞬间流量和设计流量的定义相冲突

《建筑给水排水设计规范》^[4]的术语中对给排水“设计流量”的定义是:给水或排水某种时段的平均流量作为建筑给排水管道系统设计依据。这说明,在工程设计中用设计秒流量公式计算出的、用以选择排水立管管径的设计流量是排水高峰某时段的平均流量,而不是最大瞬间流量。而瞬间流量测试方法中给出的是排水立管中的最大瞬间流量。这是两个时间概念不同的流量。因此,用设计秒流量去和排水立管中的瞬间流量(或称通水能力)相比较从而试图选择管径是无意义的,就像试图用系统的最大小时流量和系统的设计秒流量相比较一样无意义。

为了实现管径选择,需要统一两个流量的时间概念。流量概念应和设计规范相一致,测试中的立管流量应该采用和设计秒流量相对应时段的平均流量,而不是瞬间流量,这样测得的通水能力才能够用于工程设计工作中的管径选择。测试中若采用时间

平均流量,其数值显然要比瞬间高峰值小,因此立管通水能力的数值必然会(比瞬间值)减小。至于这个平均时段是多长,应在设计秒流量的概念中寻找答案。

当然,最省事的办法是对设计规范中的设计秒流量概念进行修改,回避这个时间平均的概念,使之向瞬间流量试验法中的流量概念靠拢,同时保持秒流量计算公式不变。笔者认为这样虽然可以避免二者的概念冲突,但后果是对建筑排水理论体系造成硬伤。

7 结论

瞬间流量测试法面临的难题有:

(1)测试工作量需要数倍地增加,并且要反复拆装试验系统破坏密封。

(2)立管的通水能力数值沿水流路程显著变化,需要人为选值,试验客观性变差。

(3)选立管高程上的最大瞬间值做为立管的通水能力,用于工程设计不安全。把立管底端的流量测试值选做立管的通水能力,也行不通。

(4)把用水高峰时段立管中的连续水流工况排除在外,缺少证据支持。

(5)测试的通水能力是立管中途断面上的值,工程中的设计秒流量是立管底部的值,二者概念不同,不匹配。

(6)测试的通水能力是瞬间值,工程中的设计秒流量是时段平均值,二者相冲突、不匹配,无法用于管径选择。

因此笔者认为若要把瞬间流量测试法制定为标准或使该试验结果用于工程设计规范,就必须妥善解决上述问题。

参考文献

- 1 张哲,郑培壮,李军,等.伸顶通气排水系统定流量与瞬间流量排水方式的不同区域汇合流量对比.给水排水,2014,40(8):94~98
- 2 张磊,张哲.住宅排水系统排水能力测试方法总结.给水排水,2014,40(8):99~101
- 3 区永杰,高乃云,张哲.伸顶通气管道系统中瞬间流排水特性的影响因素研究(三)瞬间流量在伸顶通气排水系统中流量与压力的关系探讨.给水排水,2014,40(4):92~95
- 4 GB 50015—2009(2013 年版)建筑给水排水设计规范

※ 通讯处:100044 北京市西城区车公庄大街19号

E-mail:zhaosm@cadg.cn

收稿日期:2014-10-23