

浅谈房屋建筑中水浮力的影响

童 巧 张懿睿 陈 彤

(西华大学 土木建筑与环境学院, 四川 成都 610039)

摘 要 在现代经济不断地发展情况下, 城市房屋建筑规模不断扩大, 地下空间不断得到开发, 21 世纪已然成为地下建筑的世纪, 毫无疑问地下建筑将是未来所有房屋建筑的标配和必要元素。连续的强降雨以及地下水位增高, 都会导致地下水浮力增大进而影响地下建筑, 造成的建筑事故也层出不穷。国内外目前对于地下水浮力的研究十分微薄, 但地下水浮力已然成为一个热点问题, 针对实际案例对水浮力进行研究有非常重要的意义。因此本文以三个实际建筑受地下水浮力影响案例对房屋建筑中地下水浮力的影响进行一定的研究并作出一定的总结。旨在为今后类似研究提供一定的参考。

关键词 建筑施工 水浮力 地下建筑 裂缝 抗浮

中图分类号: TU2

文献标识码: A

文章编号: 1007-0745(2021)01-0024-03

1 地下水浮力的本质

水浮力指浸在水里的物体由于受到水对物体向上和向下的压力差而被水向上托起的力。

同理房屋建筑中的地下水浮力可以理解为在房屋建筑施工时, 在地下水上方建筑物也会受到地下水向上托起的一个力。

在房屋地下建筑施工过程中, 对于开凿地下室, 建筑师往往将重心放在地下坍塌上, 主要原因就是认为建筑施工材料例如混凝土自身重力远大于浮力, 从而忽略水浮力也会对地下建筑造成不利影响。

其实不然, 混凝土水船以及水上的房屋建筑都是存在的, 均是利用水浮力原理制造而成。早在 1917 年就在挪威出现了由混凝土建筑而成的船, 这类船船身巨大且结构坚固, 比普通船更适合在海上运输大型货物。中国马尾造船厂 1974 年也建造了长 105 米重 3000 吨的钢丝水泥船——“古田号”(如图 1), 该船就是借助了船身自身重力与水浮力之间的关系建筑而成, 并且因为该船船身材料特殊性荣获了当年全国交通系统重要科技成果奖。近年来漂浮在海上的自给房屋(如图 2)的出现也从另一个侧面证实了在房屋建筑当中水浮力的强度并不小。

随着时代的前进, 在城市地下房屋建筑不断发展的情况下, 人们对于建筑的质量要求也越来越高, 所以对于任何会影响房屋地下建筑的因素例如水浮力, 不仅不可以忽略, 还要将它视为地下建筑施工的一大重点。

2 地下水浮力造成建筑损坏的典型案例

2.1 海口市梦幻小区

2.1.1 小区建筑特点

该小区属于一商业型小区, 位于海口市重要地段。目前梦幻园在早期发生的建筑上浮现象的经验下, 舍弃了小区地下车库的设置, 转向地面车库, 但车位紧张。早期刚建立好主体工程一两栋商住楼时, 发生过严重的建筑上浮事件。本文对于梦幻园早期上浮事件进行一定的研究分析。

梦幻园的建筑以高层建筑为主, 这就体现在它的两栋主要住宅建筑都是高于 27 米的高层建筑。同时由于地势特殊在两栋主楼底部中间建立了一附属建筑体, 也就是裙楼。该附属建筑体为 6 层的多层住宅, 含地下建筑两层, 占地面积 3000m² 有余。裙楼在建筑上采用了底面积大可减少基底压力的筏型基础, 同时在其下部也设置了隔水层。

2.1.2 具体损坏现象及原因分析

梦幻园裙楼于 1994 年就开始施工, 在地下建筑施工进程达到一半, 基抗降水工作还未完成时, 由于一些原因建筑施工单位停止施工。碰巧当时区域连续暴雨, 地下水不断渗入到基抗当中, 地下水的水位不断升高, 大量地下水带来的地下水浮力导致地下建筑基础竟然上浮 70 cm 高。

在这样意外的损失发生之后, 建筑设计单位联合楼住户等对现场进行了一定的勘测, 建筑施工单位也根据所给出的对应措施立马进行了一定的补救。在及时补救之后三方针对裙楼地下建筑部分损坏现象也做出了一定的总结, 请求专家进行了防护知识普及。

其中基础剪力墙发生了较为严重的扭裂, 针对这一现象采用了人工降低地下水位的处理办法, 但最终还是有 30cm 不能归位。而这件事情发生之后的两年里, 建筑设计以及施工单位联合住宅业主仍不断地做一定的补强工作, 但由于此次损失过于严重导致地上建筑无法施工。当 1996 年 9 月大暴雨袭击时, 海口市临海水位不断上涨甚至高出岸边的水位, 导致海水流入住宅区, 使该基础的排水系统失效而造成基础第二次整体上浮。该建筑再次受到水浮力的影响, 不断上浮至 4.5m 的高度。

该梦幻园裙楼受到地下水浮力影响而造成的损失主要是由于基抗降水未单位而导致条件不够干燥, 施工单位认为建筑施工材料例如混凝土自身重力远大于浮力, 而忽略了水浮力。

2.2 某大型地下车库

2.2.1 建筑特点

该地下大型车库同上文案例梦幻园裙楼不同, 它在施



图 1 中国的水泥船“古田号”



图 2 漂浮在海上的自给房屋“flo1ony”

工开始之后，就及时将屋面混凝土浇筑完，虽然由于施工单位原因在当年冬月暂停了施工，但他们将还未完成的部分以及车库大门都进行了封闭的保温处理。

下表列出车库相关内容：

栋深 (m)	地下水位标高 (m)	地下车库屋面使用活荷载 (KN/m)	屋面覆土厚度 (m)
1.730	1.200	3.5	0.9

在第二年春天恢复施工时，却发现地下车库的墙、梁、柱等有明显的开裂，同时还发现地下车库结构上多处出现了隆起。具体损失就表现地下车库的屋顶处也出现了很多不规则的裂缝，同时底部也出现了相对于屋顶来说比较少的裂缝，但渗出了一部分地下水。框架梁等都出现了裂缝，并且发现越靠近墙体裂缝越大。柱子的顶部和底部出现损失但中间部分却没有明显损失，且通过观察发现越靠近地下车库中间部分，裂缝越小，反之越靠近四周裂缝越大。

结合以上损失特点，建筑设计与施工单位人员采用全站仪测量仪测量地下车库周边与中间部分的高程，结果发现越靠近地下车库中部高程越大，反之越小。

2.2.2 原因分析

为了分析出导致地下车库出现此类现象的真正原因，该地下车库工作人员以及建筑施工单位人员联合有关工作者对损失现象进行了一定的分析，认为地下车库地域温度变化、地下水浮力、混凝土收缩以及土由于受冻之后发生膨胀等均可能导致此类现象的发生，并将所有可能原因一个一个进行验证。

由于该地下车库在冬天做了完好的保温处理，所以车库地域温度变化以及混凝土由于冬天温度过低受冻以后发生膨胀这两个原因并不成立。而经过与施工材料，施工条件一致的另一区域对比发现，温度引起混凝土收缩变化的原因也不成立。由此便确定是地下水浮力导致此类现象的产生。正是由于地下水浮力的影响，导致地下车库的墙、梁、柱等出现开裂等现象。

2.3 某地下车库

2.3.1 地下车库建筑特点

与上两个案例均不同的是，该地下车库做了更为合理的防地下水浮力措施，例如在上部地层的建筑中采用填土

和具有不透水性的粘土组成,同时基抗也保持了一定的干燥。车库大小约为长100米、宽30米、深5.5米的长方体,并且建筑施工单位还在该车库中间部分的顶部和周边侧墙处设置了一定的伸缩缝。

但不久地下车库就出现中间部分伸缩缝处发生不规则的上浮,高达40cm,且出现了一定的开裂,建筑物例如柱子等发生倾斜。同时通过利用全站仪测量仪测量该地下车库中间部分以及边缘部分的建筑高程发现该地下车库出现了与上文大型地下车库案例一样的现象,越靠近车库中部的高程越高,反而越靠近车库周边高程越低。于是建筑施工单位立即对该地下车库建筑各部分进行了一定的勘测,结果显示在填土层有一定量的地下水。这便证实了是地下水影响了该地下车库建筑,地下水浮力导致了建筑物开裂,上浮等损失现象。

针对该类损失的发生,虽然建筑施工单位进行了一定的补救措施,例如将地下水排出,将地下填土层再次进行夯实等,但仍不能完全处理好地下水浮力造成的建筑问题,并且由于此次建筑上浮事件的出现该地下车库的建筑耐力受到了一定的影响,该地下建筑的排水一直处于薄弱状态。

2.3.2 车库上浮原因分析

而对于该地下车库上浮事件经过一定的勘测和结果分析后,得知该地下车库上浮的原因就在于建筑施工单位在基坑回填时没有夯实处理,导致地下水以及雨天产生的雨水等渗入到该填土层中,加上黏土层为不透水层,进而使水滞留在基抗中,导致地下水浮力大于地下车库自身重力,从而导致地下车库上浮。

3 减少水浮力的影响措施以及建议

通过上文三个实际案例可分析得到当地下水浮力超出地下建筑自身重量时会导致地下建筑在地下水浮力作用下产生隆起变形和地下建筑整体上移的趋势,而在周边挡墙处该上移趋势受土体约束,致使各柱、墙竖向变形不一致,导致结构构件开裂甚至局部损失^[1]。

那么对于地下水浮力应该采取什么样的措施来抗水浮力的影响呢?在这里也做出一定的优化建议。

3.1 在建筑施工前对水位进行一定分析

建议在对区域进行建筑施工开始前,建筑设计人员对该区域地下水位做出实地研究,并对于研究得出的地下水位严格按照水浮力计算方法计算出水浮力取最大值,并进行一定的修正后用于计算相应的地基承载力。将计算出得地基承载力以及地下水浮力作为参照标准对想要施工的区域进行能否施工的判断。在计算过程中也要注意当年该区域的水位变化,将连续暴雨,洪水爆发等突发事件考虑进去。如果当年该区域水位处于一个和往年相比比较正常的范围内,可以就计算结果进行建筑施工;如果当年水位变化与该区域往年水位大不相同,并有超过往年最高水位,那么对于该区域的地下建筑施工还需做进一步研究。

3.2 增加地下建筑抗浮力

在上文梦幻园案例中该地下建筑受到水浮力影响就存

在建筑师认为建筑施工材料混凝土自身重力远大于浮力,从而忽略水浮力也会对地下建筑造成不利影响的原因。那么在减少地下水浮力对地下建筑影响上,就可以增加地下建筑材料的自重也就是常所说增加结构自重以及地下建筑边界墙与土的摩擦力进而达到抗浮的要求。而抗浮的方法还有很多,包括设计抗水板,在抗水板上规则布置抗浮锚杆等,在锚杆的设计中也要注意锚杆长度、锚杆间距、锚杆直径等内容。

3.3 减少地下水浮力

类似的,也可以尽力减小地下水的浮力大小或者减少地下水与地下建筑的接触。这就体现在采用一系列防渗水措施,以达到减少地下水与地下建筑的接触;例如采用集水坑降水法,井点降水法等降低地下水的水位,使其处于一个安全范围;同时在地下建筑的过程中也可以采用一些不透水性的建筑材料,多层建筑地下建筑物,均可以达到减少地下水浮力的作用。

4 总结

通过对三个实际建筑受地下水浮力影响案例的研究发现,地下水浮力对地下工程结构产生影响的主要原因是建筑设计时对抗浮力考虑不周^[2]。

即建筑施工时忽略了地下水浮力的影响。即使考虑到了地下水浮力的影响,在地下建筑的抗浮设计上也缺乏一定的经验。于建筑设计时没有对需要施工的建筑区域进行详细科学的水位计算等。地下水浮力会导致地下建筑在地下水浮力作用下产生隆起变形和地下建筑整体上移的趋势,而在周边挡墙处该上移趋势受土体约束,致使各柱、墙竖向变形不一致,导致结构构件开裂甚至局部损失。

随着时代的前进,在城市地下房屋建筑逐渐发展的情况下,21世纪已发展为一地下空间世纪。地下建筑的开发越来越频繁,由于忽略水浮力而引起的建筑事故也不断发生,这也让建筑上不得不重视水浮力这一因素。现今针对于地下建筑中水浮力的研究还很少,在未来地下建筑的施工过程中,地下水浮力的相关计算以及地下结构抗浮能力还需要进一步的提高和完善,才能减少地下水浮力导致的建筑事故发生。

参考文献:

- [1] 简斌,卢铁鹰,李少巍,阴可.地下水浮力对地下建筑结构安全的影响[J].土木建筑与环境工程,2010,32(01):56-60.
- [2] 郝艳娥,兰永强.水浮力对地下工程结构的影响及预防措施探讨[J].科技创业家,2014(05):29,31.