

用降低地下水水位法解决多年冻土地区 地基的冰锥冻胀

A Solution for the Icing Heave of the Foundation in Permafrost
Region by Lowering Ground Water Table

刘世峰 邹信庆

(大兴安岭管理局勘察设计院)

提 要 本文通过对地基土冻胀机理的分析, 结合大兴安岭地区多年冻土的特征, 从理论上研究了用降低地下水水位法解决多年冻土地区地基冰锥冻胀的可行性, 并根据该方法在解决古莲煤矿4栋住宅楼冰锥冻胀中的具体应用, 认为这种方法是可行的, 而且效果比较稳定。总结了该方法的适用范围和实施要领。这种方法的提出, 为多年冻土地区地基的冰锥冻胀提供了一个治本的解决方法。

关键词 降低 水位 解决 冻胀

地基冻胀问题是多年冻土地区对建筑危害比较大的一个问题。其中, 冰锥冻胀是具有一定承压性的地下水在地基某处起冰锥(丘)引起建筑物的冻胀破坏。由于地基土的冻胀和融沉造成房屋裂缝、倾斜和变形, 严重影响着房屋的正常使用, 有的甚至使房屋倒塌, 造成严重的经济损失。为了抵御这种破坏, 国内外的许多工程技术人员进行了大量的试验研究, 取得了许多可喜的成果, 但其解决措施仍不十分完善。我们通过对大兴安岭地区建筑物冻害的多年考察, 尤其是对古莲河煤矿4栋住宅楼基础冻胀的处理, 提出了以人工降低地下水水位法解决多年冻土地区地基冻胀, 取得了一定的成果, 并经过将近两年的观察, 效果比较稳定。

根据冻结机理, 土体冻胀必须具备以下几个条件: 1) 具有冻胀敏感性土; 2) 初始水分及外界水分补给; 3) 适宜的冻结条件和时间。这3个条件缺一不可, 我们可以采取一定措施削弱其中一个条件来抑制冻胀, 达到防治冻害的效果(童长江等, 1985 a)。

其中, 当土质条件一定时, 土中水分多少是影响冻胀性强弱的基本因素之一。土体根据水分补给可分为封闭体系和开敞体系。在封闭体系中, 土体的持水数量决定着土体的冻胀性; 在开敞体系中, 尽管土体初始含水量较小, 但在冻结过程中外界水分补给可大大增加土体的冻胀性(童长江等, 1985 b)。而土体的含水量和水分补给又与地下水水位高低有很大关系, 尤其是在大兴安岭多年冻土发育地区, 10月份以后已基本没有降雨, 地表开始结冻, 水分由地表补给已慢慢减弱, 改为主要依靠地下水的补给, 这种状态须持续到来年4月份以后。这样, 地下水水位的高低就直接影响着冻结过程中土体的

含水量和水分补给,从而决定着土体的冻胀性,即地下水位越浅,土体的冻胀量越大;地下水位越深,土体的冻胀量也就越小。这样,我们就可以通过降低地下水水位法来减小土体的冻胀量。

古莲河露天煤矿4栋住宅楼基础施工结束后,当年10月开始涌水;中旬结冰,到11月中旬,涌水出口冻死,形成规模长为60多米,宽约12m,平均高度为1.2m的冰锥。穿开上部冰时,可喷出0.6m高的承压水柱,流量15t/h左右。水柱持续0.5h后转为涌水,出水量6t/h左右,随着时间的推移,冰锥不断扩大,基础圈梁随时都会产生冻胀破坏。为确定适宜的解决方案,我们对该区的水文地质条件进行了调查。

1 区域自然地理条件及地质地貌

该区位于大兴安岭北坡,海拔440—600m,寒温带大陆性气候,夏季短暂酷热,冬季漫长严寒,年平均气温 -5°C ,最低气温 -49°C ,最高气温 36.8°C 。住宅楼建在低山缓坡上,地势由东北向西南倾斜。地貌单元有山麓剥蚀堆积地貌和冻土冰缘地貌。其中冻土冰缘地貌在本区表现为冬季冰锥(丘),夏季融化后形成沼泽,无明显涌水现象,可形成小溪。地层岩性比较简单,表层为第四纪坡残积形成的亚砂土,亚粘土夹碎石等,下面为白垩纪凝灰质砾岩覆盖在华力西期花岗岩上。

2 区域水文地质

由该区的地形、气候所决定,以前为连续的多年冻土地区。后来由于人为的影响和植被的破坏,造成缓坡上缘的多年冻土退化消失,但大部分地区仍发育有多年冻土。这样,地下水的分类和运动就受到多年冻土的限制。据此可将地下水分为两种类型:冻结层上水和冻结层下水。冻结层上水贮存于第四纪松散地层的孔隙中和砾岩强风化层的孔隙-裂隙中,这类水受季节影响大,季节冻土融化后直接接受大气降雨和冰雪融化水的补给。冻结层下水贮存于基岩裂隙-孔隙中。由水文地质钻探揭露的情况看,该区基岩裂隙比较发育,为地下水的贮存和运移创造了条件。由于冻结层这一隔水顶板的存在,使该层水略具承压性质。另外,由于本区局部地段不存在多年冻土,所以该层水与上层水之间有的地方是连通的,具有水力联系。这两层地下水的排泄,从等水位线图和矿化度等值线图分析,主要是排向古莲河,其次是通过泉这一地下水天窗排向地表,在冬季则形成冰锥(丘)。

由于本区地层粘土含量不均,造成地下水分布极不均一。有的地方粘土含量少,形成地下水径流通道,水量较丰富;有的地方粘土含量大则水量小。径流通道大多呈南北向线状分布,使本区地下水具有“面上含水线上富集”的特点。

3 解决措施

根据本区的水文地质条件,综合各方面的因素进行分析,可以认为形成该基础冰锥的主要原因是:本区地层粘土含量不均,造成地下水具有线性富集的特点。在粘土含量少的地方,地下水径流量大且具承压性质。同时,住宅楼基础的开挖使该处成为地层的薄弱地带,为地下水的排泄创造了条件,地下水就直接排向基坑,加上本区地下水虽为

两层,但在无多年冻土区是连通的,具有水力联系。这样,下层的地下水就可以源源不断地补给上层水,使该基础可以持续不断地涌水,负温后,冰锥可以越鼓越大。针对这种情况,我们决定采取降低地下水水位的方法进行处理。第二年7月,在冰锥以北约15 m的地方施工一抽降孔,开孔420 mm,终孔180 mm,深120 m,根据钻探情况看,该孔地下水主要有3 m以上第四纪松散层孔隙潜水,7—10 m处的风化层孔隙-裂隙水和70—90 m之间的基础裂隙、构造裂隙水。8月13日开始进行地下水抽降,每日抽降12 h,涌水量33 t/h(图1,表1)。经过3个月的抽降,在孔周围形成了一个南北向约300 m,东西向约100 m的线性抽降漏斗,中心处水位降深约为25 m。抽水时,观测井壁水的补给,我们发现,在9,10月,第四纪松散层孔隙潜水比较丰富,补给量比较大;11月以后,变为以7—10 m的风化层孔隙-裂隙水和深层裂隙水补给为主。这次抽降,在住宅楼周围形成一个巨大的抽降漏斗,有效地控制了地下水的排泄,切断了冰锥的补给水源,使冰锥不再形成。同时,由于水位的降低,减少了土体的含水量和水分补给,含水量由原来的17—24%降为12%左右,大大减少了土体的冻胀量(图2)。

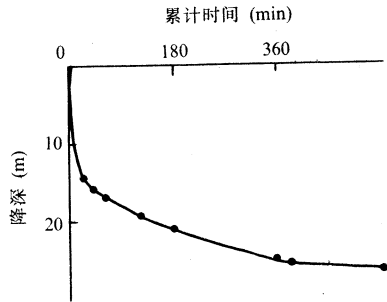


图1 水位降深历时曲线图

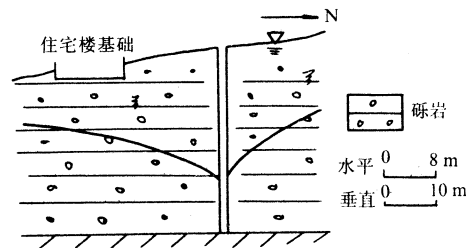


图2 水位降低示意图

表1 抽水记录

| 历时 (min) | 0 | 6 | 20 | 40 | 60 | 120 | 180 | 360 | 540 |
|----------|---|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 水位 (m) | 0 | 8.26 | 14.28 | 15.80 | 16.90 | 19.40 | 21.08 | 24.80 | 26.31 |

4 效果与问题

古莲河露天煤矿住宅楼的基础冻胀,通过抽降处理后没有再发生任何涌水、冰锥现象,使这个处于山坡坡角处易起冰锥(丘)地段的工程地质条件有了较大改善,地基土的冻胀性也有了明显的降低,保证了住宅楼的安全使用。而且,由于这种方法是采取治本的方法进行处理,效果比较稳定。当然,这种方法也存在一定的问题,就是造价太高。但这口抽水井经过我们加工后,变成了一口生活供水管井,该井的水经处理后被用做锅炉用水和居民生活用水。

总之,通过这次地基冻胀处理和大兴安岭其它地区的几次冻胀处理,我们认为在大兴安岭低山丘陵且多年冻土发育地区,由于地表水、地下水比较丰富而引起的冻胀,可

以采用人工降低地下水水位的方法解决。地下水水位降低的幅度应能保证地下水水位以上的毛细管层作用范围内土体的含水量低于或稍高于起始冻胀含水量。一般地,应使地下水水位低于冻结深度以下 2 m。

通过多次对比试验可知,降低地下水水位的时间应从土体冻结前的一个月开始。在大兴安岭地区一般为 9 月初到 9 月中旬,这样,可以使土体在水位降低后有足够的时间减少含水量,保证土体冻结时含水量较低,从而减少土体的冻胀量。这种状态应持续到季节冻土完全冻结后,在我区可以进行到 12 月中旬到翌年 1 月。

对该方法存在的费用较高问题,我们建议采取“一井两用”的方式,为开采出的地下水派上用场。多年冻土发育地区,一般气候比较寒冷,需要供暖用锅炉。这样,开采出的地下水经过处理后可以用来做锅炉用水或生活用水。做到“治采结合”,既解决了地基冻胀问题,又保障了用水供应,降低成本,并会得到良好的经济效益。

参 考 文 献

- 童长江、管枫年, 1985a. 土冻结过程中水分迁移与冻胀机理. 土的冻胀与建筑物冻害防治, 北京: 水利电力出版社, 28
童长江、管枫年, 1985b. 土的冻胀规律. 土的冻胀与建筑物冻害防治, 北京: 水利电力出版社, 41