

浅析青藏高海拔地区建筑物基础冻胀及防冻技术措施

石承玉

青海青藏铁路房产建筑安装工程有限公司

DOI:10.12238/jpm.v3i8.5149

[摘要] 我国幅源广大,土地辽阔,东北、西北等地广泛分布季节性冻土,青藏高原还分布着多年冻土。在这些寒冷的地区,经常遇到土体冻胀,当外部环境(温度变化、荷载作用等)变化时,就会引起建筑物的冻害,即冻胀隆起或融化沉降,从而引起基础和上部结构开裂破坏,影响结构的使用年限和结构安全。如何解决季节性冻土地基与浅基础的问题,是我们在建筑设计及施工中面临的重要课题。本文结合多年对青藏高原建筑物冻害处理经验,针对建筑物基础冻害和防治问题作阐述,供大家参考。

[关键词] 地基; 冻害; 裂缝

中图分类号: TV223 文献标识码: A

Analysis of frost swelling and anti-freezing technology in high-altitude Qinghai-Tibet

Chengyu Shi

Qinghai Qinghai-Tibet Railway Real Property Construction and Installation Engineering Co., Ltd

[Abstract] China has a vast source and vast land, and seasonal permafrost is widely distributed in northeast and northwest China, and permafrost is also distributed on the Qinghai-Tibet Plateau. In these cold areas, soil often encounters frost swelling. When the external environment (temperature change, load effect, etc.) changes, it will cause freezing damage to buildings, that is, frost swelling, uplift or melting and settlement, thus causing cracking and damage of the foundation and superstructure, and affecting the service life and structural safety of the structure. How to solve the problem of seasonal frozen soil foundation and shallow foundation is an important topic that we face in the architectural design and construction. This paper combines with years of experience in the treatment of buildings on the Qinghai-Tibet Plateau, for the freezing damage and prevention of buildings, for your reference.

[Key words] Foundation; freezing damage; crack

1 冻土的概念及特性

凡含有水的岩石及土体,均含有一定的水份,冬季当温度降低到冻结温度时,土中的孔隙水结成冰,伴随冰体的产生。各种土体结冰的过程将伴随着一系列非常复杂的物理及化学变化,土体不均匀变形,引起应力产生应变,这是符合材料力学的虎克定律,这就是冻土产生的根本原因。

不同的土粒比重它的孔隙比是有区别的。粘土的透水性能较差,吸水率较高,它的冻胀力也越大。在通常情况下在房屋向阳面地基土的冻层较浅且含冰量不是很多,而相对的阴面地基土的冻层较深且含冰量较多。所以阴面土体的膨胀有较大的变化,会出现明显的往上抬拱的现象,使房屋基础受到的冻胀力不均匀。

2 土体冻胀的过程

根据《冻土地区建筑地基基础设计规范JGJ118-2011》规定,青藏高原的望昆、那赤台、安多、那曲等高寒地区季节性冻土标准冻深大致在2.0M左右。冬季期间,潮湿的土体受冻后固结,会由于切向冻胀力与垂直冻胀力的共同作用而导致建筑物上升,

产生冻胀。春融季节,冻土吸收外部的热量,出现融化,引起土体沉陷。周而复始引起土体冻胀与沉陷。尽管季节性冻土区和长年冻土区地质条件不一,但这种过程同样存在。他们的性质有相似的一面也存在有差异的一面。当土层解冻时由于地基土中积聚的冰晶体融化会增加土中的含水量,并由于细粒土的排水能力不好或基底下一些土层仍未解冻,已融化的无法渗透到土层深处,基底土层处于饱和软化状态,进而造成建筑物发生下陷形成融陷现象。由于周而复始的冻结、融化而使浅基础建筑物出现开裂的情况。

3 土体冻胀的因素

土壤冻胀与很多因素有关,主要因素是低温延续时间、土壤种类、土壤的秋季天然含水量及地下水位等情况。

3.1 冬季低温连续时间的长短对土壤的冻结深度有直接影响。在土壤冻胀性相同的情况下,低温连续时间愈长则冻结深度就愈深,冻结深度愈深冻胀量亦愈大。

3.2 土壤种类是土壤冻胀的重要因素。土壤愈细(如粘类土)

颗粒间接触面积愈大,给水份转移创造了有利条件,故呈现出的冻胀量亦较大。

3.3基土的冻胀还取决于冬季冻结前的土壤天然含水量超过塑限的程度。因为天然含水量超过塑限愈多,转移水份也愈多,因此基土冻胀就较大。

3.4地下水距基土的距离是基土冻胀时水份转移的补给条件。冻结时地下水距冻结基土之间的距离称为毛细管高度。毛细管补充高度是判断土壤冻胀性的一个主要指标。

4 冻土对建筑物的危害及特征

冻土对建筑物的危害主要分为以下几种。

4.1基础冻胀倾斜与拉断。基础在土质不均的部位被冻胀挤压发生倾斜在高寒、潮湿地区较为常见,基础冻胀拉断的情况通常发生在不采暖的轻型结构基础,如仓库、围墙基础等。

4.2台阶隆起、门窗歪斜。对于某些宿舍楼、办公楼在冬季时会因为台阶隆起而导致无法顺利的开关外门。只有等到第二年开冻以后才会恢复正常。这样长时间反复会使变形不断增加而产生不同程度的沉落、倾斜现象,还有可能使门窗变形而导致玻璃破碎。

4.3天棚抬起。产生这种现象的主要原因是冬季外墙基础受到冻胀而产生抬起造成的,由于内墙基础普遍会有采暖而不会受到冻胀的影响,天棚因为是支承在外墙上的,这样一来就会使内墙顶面与天棚脱开,进而产生裂缝。当地基融化后会有回落的现象,裂缝也会有所回缩。

4.4墙壁裂纹。墙壁裂纹多数出现在房屋的转角与门窗处,可将其分为水平裂缝、垂直裂缝与斜裂缝三种。水平裂缝多数在门、窗洞口上下墙的横断面上,并沿着房屋的长度方向产生,同时由于房屋的结构与采暖情况的不同可分为内大外小、外大内小的裂缝形式。而垂直裂缝普遍发生在内、外墙的连接位置,通常由于地基冻胀不均而产生的。斜裂缝的产生主要是因为房屋周边出现不均、冻胀以及融化沉陷而出现的并且沿着门、窗洞口的对角方向存在。

5 防治季节性冻土对建筑物危害常采用的几种方法

5.1换砂法。在建筑物中防冻害换砂法是采用最广泛的一种,也是最普遍,最简单的一种方法,用来消减地基土的冻胀力。对于季节性的冻土地区,可将砂砾垫层换掉部分冻胀土,这样会起到隔离层的作用,而当地下水通过地基土毛细管时,砂砾垫层的孔隙较大,形成的毛细管少,会对地下水的上升数量有所控制。可以将砂砾垫层层底深度达到基础最下埋置深度的要求,其垫层的厚度应大于30cm。

5.2物理化学法。物理化学法是指利用交换阳离子及盐分,采用人工材料处理地基土来改变土粒子与水之间相互作用,使土体中的水分迁移,强度及其冰点发生变化,从而达到削弱冻胀的目的,如盐渍化法。目前国内较少采用。

5.3保温法。保温法是指在建筑物底部及四周设置隔热层,增大热阻,以延缓天然地基土的冻结,提高土中温度,减少冻结深度,进而起到防止冻胀的作用。目前采用的材料如炉渣泡沫砼,

聚苯乙烯泡沫板,这些材料在承受外荷作用后,本身不产生过大的压缩变形,且材料自身有足够的抗压强度。国内部分地区采用侧壁保温方法,来防止侧向水平冻胀力的产生。

5.4排水隔水法。水对冻胀来说是冻胀根源,只要能控制住水分条件,就可以达到消弱或解除地基土冻胀的目的。排水隔水法的具体措施可归纳为降低地下水位及季节性冻层范围内土体的天然含水量(W),隔断外水补给来源和排除地表水,防止地基土致湿等技术措施。工业与民用建筑中的建筑物附近应避免有积水坑等,防止施工和使用期间的雨水、地表水等侵入地基,应做好排水设施。

6 防治季节性冻土应从哪些方面来采取预防措施

6.1选择合理的基础形式。选择合理的基础形式,可以减少冻切力对基础的破坏。对于一些冻深大且冻胀性强的地基,在建造无采暖措施的房屋或构筑物时,要按照独立式进行,以减轻冻害的效果。因为独立式基础的自身重量大小不一,所以按独立式设计,对于减小基础的冻胀变形甚至消除冻胀是十分有利的。

6.2减小基础外侧冻切力影响。当标准冻深超过2m时,对于冻胀时的冻切力对基础侧面的影响也要进行深入研究。可以在基础的侧面或周边采用回填粗砂、中砂等非冻胀性材料,将厚度控制在20cm,会有效减小冻切力的作用。同时要注意应在施工时用木板隔离并采用分层回填振实的方法,以避免将土混入防冻切砂内,造成无法达到应有的防冻切效果。如果是将不吸水的苯板做为防冻切材料效果会更明显,在基础两侧或周边铺设厚度在5-10cm之间的苯板并进行分层施工,做好铺一段苯板回填一层土夯实的工作。基础表面光滑程度也会影响冻切应力,当基础的表面越粗糙时,产生的冻切应力也就越大。

6.3勘察设计方面应注意的问题。对于建筑物地址的选择方面最好在地势高、地下水位低以及冻胀性小的环境下。期间还应做好地表水的相关排水措施。低洼场地可在建筑四周向外一倍冻深距离范围内,将室外地坪高出自然地面30-50cm之间,还可以选择在地基中加入一定量可溶性无机盐的方式。对于同一个建筑物却使用两种不同的深度基础时,建筑物要设置防冻胀变形缝。

在结构设计方面,应加强建筑物整体刚度,可以采用设置圈梁和基础梁的方式,并控制好建筑物的长高比。应尽可能的避免建筑物上层的平面形式出现凸凹多角的平面选型,同时要合理的确定其长度比例。可以采用基础融沉量不大的条形基础,这样不仅会在季节冻深范围内加强抗冻胀性,还会与地基附和产生弹性地基梁的作用以提升整体的刚度。

在冻胀性土上建房,要选择合适的基礎型式,除采用砂石垫层、煤渣垫层和墩式基础外,还可以选用上小下大的楔形基础和桩基。一般建筑物地基土受冻后,对基础产生冻胀力和冻切力。采用砂石垫层和炉渣垫层,可使冻胀力趋于零;浅基础底部垫400mm左右的砂子,因为粗砂、中砂、卵石等颗粒间不能形成连续水膜,所以不能冻胀;采用上小下大的楔形基础,可使冻切力大为减弱;在基础外侧回填20cm厚的炉渣或砂砾等非冻胀性材料,可消除冻切力。

新旧基础连接处要设置防冻胀变形缝。新建基础如需搭在旧基础上时,要在新建部分做出悬挑体,不要与旧基础直接搭在一起,与旧基础之间在垂直和水平方向都要留置防冻胀变形缝。同一建筑物不同高度时应采用不同形式基础和埋深。

6.4施工和使用中应注意的问题:(1)在冬季进行施工时,应避免地基土受冻。而对于跨年工程来说,应在冬季到来前进行回填,对于基础没有施工完的工程,要对地基和基础及时的采取相应的过冬保温措施。(2)掌握气候变化和降温特性,根据冻结发生与温度之间的关系,可以看出应重点加强基础在降温初期的防冻保温工作,避免建筑物基础早期受冻是防止冻害最关键的措施。(3)在基础的设计和施工中,基础上部及每个楼层、洞口上要设置封闭式现浇钢筋混凝土圈梁,用以抵抗因冻胀而产生的不均匀变形并有利于抗震;基础不能砌筑在冻土层上;基础施工时不能按基槽开挖形状满槽砌石灌浆基础,更不能将基础砌成上宽下窄的倒梯形截面。在季节性冻胀土地区不能把基础设计成垂直状,而应有台阶。(4)现浇梁、板、雨篷等构件下的立柱支撑应在进入负温前拆除;若不能拆除,要在立柱支垫下铺设非冻胀性材料,以防因冻胀使支撑上升或因移位造成上部结构受损。(5)对跨年越冬工程在入冬前须进行检查,根据所处位置及可能遭受的冻害,制定切实可行的措施,尤其是基础部位更应重视。在降温前凡是能回填土的部位必须及早回填,如不能回填时用松散材料临时覆盖,回填的松散材料顶面与地梁底预留50mm的空隙。悬挑构件下部及侧面、端头也要进行防冻处理。混凝土水池的四周回填厚度不小于400mm的干燥炉渣、中粗砂或其他松散材料,池顶加盖板及填土保温。(6)地沟、地坑、地下水池等构筑物,凡是未使用且需越冬的都要进行保温,采用松散材料(炉渣、干粗砂等)回填内部,外部用自然干燥土回填至不致发生冻胀损坏处。(7)对片石基础或混凝土基础两侧填300mm厚干粗砂或干燥炉渣等松散材料。掺入防冻剂的现浇混凝土构件要尽可能覆盖炉渣,对基础部位的架空构件要包两层岩棉毡保温,避免结构件直接裸露。要防止多次反复冻融破坏,尤其是未达到临界强度的结构。(8)对在冻土层中的浅基础的越冬必须采取保温措施,保温深度必须大于冻结土厚度。冻胀地区施工不能采用水撼砂基础;废砂基础用砂含泥量不能大于10%。(9)室外地下管沟如果埋深不够,要根据需要的埋置深度在管沟盖板上覆盖炉渣、干燥粗砂等松散材料。这样既保证越冬管沟不受冻害,可正常使用,同时在气温正常后,不会因冻土下沉使管线变形损坏或堵塞。(10)在寒冷地区施工实践表明,干燥炉渣是较好的防冻保温材料,同时也是取材方便、经济适用的生活废料。(11)干燥粗砂对防止冻胀有良好的缓冲作用。实践表明,在结构体底部及周围回填厚度为300~400mm的干燥粗砂,可有效防止冻胀,这种作法北方地区采用较普遍。基础受冻应视具体情况处理,对轻微的冻害,可在解冻后观察其破坏情况进行局部补强加固。(12)工业与民用建筑中的建筑物附近应避免有积水坑,积水井,防止施工和使用期间的雨水、地表水、生产废水和生活污水侵入地基,应做好排水设施。当基础底部不深处有不承压的透水

层时,应设排水孔与之连通,通过排水孔降低水位。在冻胀和强冻胀地基上,宜设置钢筋砼圈梁和基础联系梁,并控制建筑物的长高比,增强建筑物的整体刚度。外门斗、室外台阶和散水坡宜与主体断开,散水坡分段不宜过长。坡度不宜过小,其它应填非冻胀材料。采暖设计的建筑物,如冻前不能交付使用,或使用中因故冬季不能采暖,应对地基采取相应的过冬保温措施,对非采暖的建筑跨年度工程,入冬前基坑必须及时回填。(13)如果基础中有悬挑构件,应在其下填充不少于30cm的砂砾、炉渣等非冻胀性材料,并须留出10cm左右的空隙;悬挑构件的端部也要避免与室外地坪中的冻胀性土直接接触,以防止因土的冻胀力和冻切力作用将其拱裂。(14)采用强夯法施工处理冻胀性基础土。由于强夯法有很大的夯击力,使土产生很大的冲击波及冲击应力,使土的孔隙受到压缩,夯实周围土产生裂缝,土中孔隙水能顺利通过裂缝排出而固结,从而改变了地基土结构,不但能大大提高地基土的承载力,还可以降低地基土的冻胀性。(15)冬季开挖基槽至设计标高后,如基底下仍有较厚的冻胀土,或地基冻土层厚相差20cm以上时,严禁在冻土层上砌筑基础,避免春季解冻时基础产生大幅度下沉,使上部结构裂缝毁坏。必须将冻土挖除后夯填未上冻的非冻胀土,或采取适当措施融化冻结冻胀地基土,方能进行下道工序施工。有时基础埋置深度虽然大于计算冻结深度,但在零下温度施工时没有采取防止地基土受冻措施,基土在冬季受冻膨胀,使建筑物外墙基础两侧冻切力不等,形成倾复力矩,使砖墙折断,出现裂纹。(16)冬期进行地基施工,基槽开挖后如基础工程施工尚需等待一段时间,为保证地基不遭受冻结,可暂不挖到设计标高深度,而应留一层土并在其上加盖保温材料。预留土层厚度和保温材料厚度,则以不使地基土遭受冻结为准。(17)房屋室内地坪下的基土、基槽和管沟不得用冻土回填,以免冻土融化后土层下沉,造成室内地坪空鼓、开裂和塌陷。

7 结束语

在季节性冻土地区,除了按以上几个方面考虑,还应按照地基规范进行设计和施工,在安全可靠的前提下,采用设计和施工方面的先进技术,做到技术上先进,经济上合理,结构上安全,保证建筑物的安全性能和使用性能,确保建筑物的合理使用年限。

【参考文献】

- [1]梁志君,韩英杰.建筑物基础冻害的预防与处理[J].低温建筑技术,2003,(01):64-68.
- [2]陈利清,陈华.建筑物基础土的冻害及防治[J].工程质量,2003,(09):47-48.
- [3]陆雨军.冻土地区基础设计探讨与实践[J].甘肃科技,2009,25(21):136-138.
- [4]胡明,凌思德,黄承甲.多年冻土地区公路热棒路基设计[J].黑龙江交通科技,2022,3(2):53-54.
- [5]童长江.我国冻土融化压缩特性研究[J].冰川冻土,1989,10(3):327-331.
- [6]李艳萍.多年冻土地区建筑设计浅析[J].山西建筑,2011,37(27):19-21.