

寒冷地区建筑物冻害裂缝及其处理方法

唐树春

(大庆油田设计研究院)

寒冷地区地基土的冻胀与融沉,往往引起建筑物产生冻害裂缝,按其性质可分为稳定裂缝与不稳定裂缝两种类型。本文主要讨论冻害裂缝发生原因、型式及实例分析,冻害事故处理和防治措施等几个方面。

一、冻害裂缝发生原因与型式

建在冻土上的建筑物,由于朝向不同及采暖的影响,基础周边冻结深度发展不均匀,通常角端冻深较大,墙中部较小(表1)。从冻结时间上看,冻结到基础底面的时间是不同的,也是四角先冻,中间稍后(表2)。

表1 采暖房屋基础周边冻深实例资料

Table 1 Frost depth around foundation of heating buildings

部 位	东南角	南墙中部	西墙中部	西北角	北墙中部	东北角	西南角
冻深(cm)	176.5	135	160	184.2	137	170	180

表2 采暖房屋周边冻深至基础底面时间

Table 2 Frost penetration date from ground surface
to the bottom of foundation of heating building

部 位	东南角	南墙中部	西墙中部	西北角	北墙中部	东北角	西南角
冻结到基础底面的时间(日/月-年)	7/1-1963	24/1-1963	11/12-1962	3/12-1962	15/12-1962	15/12-1962	15/12-1962

建筑物地基的不均匀冻结,使角端隆起最大,中间偏小;地基融化时,也是角端下沉量最大,中间小。当建筑物产生的不均匀变形超过容许值时,建筑物就产生冻害裂缝。

大量建筑实践证明,不少建筑物基础建在冻结土层以上不同深度,也能使建筑物安全使用。1960年至1963年期间,对大庆地区已建好的1296栋单层工业与民用建筑物进行了调查,结果表明,不少建筑物基础下有较厚的残留冻土层,仍未发生冻害裂缝(表3)。

建筑物发生冻害裂缝情况与建筑场区地势高低有较密切关系(表4)。地势愈高,地基土冻胀性愈小,因冻害产生的裂缝愈小。

表 3 浅埋基础房屋冻害调查表

Table 3 An investigation on frost damage of buildings with shallow buried foundation

总 栋 数	标准冻深 (m)	基础埋深 (m)	同一基础 埋深栋数	其中好的 栋 数	其中裂的 栋 数	因冻害原因 裂的栋数	其它原因 坏的栋数
1296	2.2	<0.6	299	206	93	74	19
		0.6—0.8	425	330	95	69	26
		0.8—1.2	485	345	140	104	36
		1.2—1.6	73	60	13	7	6
		>1.6	14	12	2	1	1

表 4 冻害裂缝与地势关系表

Table 4 The condition of frost crack vs landform

总 栋 数	地势情况	栋 数	好 的	裂 的	冻 裂 的	其它原因裂的
1296	高	183	169	14	4	10
	平	742	581	161	117	44
	低	371	243	168	135	33

建在冻土地基上的浅埋基础建筑物，关键在于控制基础下残留冻土层的冻胀、融陷变形值不超过建筑物容许变形值。实践表明，该值宜在10mm以内（表5）。

实际上发生裂缝的拉应力，与裂缝处和墙端（近端）两点间的相对变形（即局部倾斜*i*值）有直接关系。根据对单层砖木结构的浅基础房屋的实测资料，*i*的控制值为0.001。实测资料说明，房屋角端的最大变形量不超过10mm时，在任何情况下产生的局部倾斜*i*值均小于0.001。因此，变形量不大于10mm可作为浅基础房屋的容许变形值。

在建筑物基础埋深与冻融变形条件不协调的情况下，冻害裂缝主要有三种型式：

（1）垂直裂缝：一般发生在墙体中部，通常从纵墙基础底面开始，直至窗台下，个别严重者可发展到檐口。春融期间施工在冻土上的南北朝向建筑物，地基土融陷发生的垂直裂缝，大部在横墙上。

（2）斜裂缝：主要出现在房屋端部。冻结阶段的斜裂缝，由下向上发展，呈现上大下小的型式；融化阶段的斜裂缝，由上向下发展，呈现上小下大的型式。

（3）水平裂缝：在冻融过程中，建筑物基础由中心受压变为偏心受压，墙表面受拉，墙体发生水平裂缝。此外，还发生在建筑物底层阳台、散水、门台阶等附属部分，严重影响使用。

表5 房屋最大冻胀变形与冻害裂缝关系
Table 5 The relationship between maximum frost heave
and frost crack of building

冻胀等级	建筑物编号	基础埋深(包括砂垫层) (m)	基础下残留冻土层厚度 (m)	房屋的最大冻胀变形量 (mm)	冻害情况
I 不冻胀	设计院 F 栋	0.4	1.49	9.0	无裂缝
II 弱冻胀	让胡路 A 栋	0.7(毛石0.5)	1.09	14.0	有裂缝
	让胡路 C 栋	1.0	0.79	7.0	无裂缝
	让胡路其它家属宿舍	1.0	0.79	10.0	"
	让胡路 B 栋	1.4(毛石0.6砂垫层0.8)	0.39	7.0	"
III 冻胀	研究院试验房	0.8(毛石0.6)	0.99	15.0	有裂缝
	研究院其它家属宿舍	1.2	0.59	1.0	无裂缝
	采油 A 栋	1.2	0.59	6.0	"
	长春二道河子区临河街	0.6	0.80	10.0	"
	长春二道河子区车盛街	0.8	0.60	7.5	"
IV 强冻胀	医院 D 栋	0.8	0.99	14.0	有裂缝
	医院其它宿舍	1.4	0.39		无裂缝

二、冻害实例分析

冻胀裂缝一般发生在1月上旬至2月中旬;融陷裂缝一般发生在4月下旬至5月中旬。在6月至11月建成的浅基础房屋,使用阶段出现冻害裂缝常与下列条件有关:

(1) 基础埋深较浅,其下残留冻土层产生冻融变形量超过容许变形量。

(2) 基础周边实际冻深差异较大,有局部不采暖的房间时情况更甚,产生不容许的不均匀冻胀、融陷变形。

(3) 采暖房屋在使用过程中不采暖或间歇采暖。如1963年建成的萨一中教室(甲)位于强冻胀性土上,基础埋深从室外地面起算为1.6m,采暖温度较低($<10^{\circ}\text{C}$),冬季学生放假时停止采暖,地基土回冻,变形超过预定值,门窗洞口及山墙处有数道裂缝。

(4) 场区地势较低,建筑物落成后,土未填至设计标高,使基础实际埋深减浅。如大庆市中七路公共汽车总站,1964年建在弱冻胀性地基上,设计基础埋深1.4m,因侧壁未回至设计标高,实际基础埋深仅1m,使总站北墙出现冻胀裂缝。

(5) 因管线维修,在基础周边挖坑未及时回填或回填不足,造成基础下局部冻土层厚度过大。

(6) 水管线渗漏,局部改变了冻胀条件,使地基土冻胀性增大。

12月至5月施工期间产生的冻害裂缝与下列条件有关:

(1) 与施工时间、地基土含水量、土质情况、地下水位等地基土的二次冻结条件有关。2月底3月初的日平均气温仍较低,开挖基槽后,地基土冻结厚度可达30cm或更大。地下水位较高的粘性土地区,回冻时的冻胀量有时达到4—5cm。在4、5月份气温升高时又融化下沉。

(2) 与基础下局部冻土层厚度过大有直接联系。

(3) 在低洼积冰场区,若施工时不将基槽周边2m范围内冰层清除,大气温度回升后,融化冰水渗入基槽,使基础下地基局部含水量过大,产生不均匀沉降。

(4) 在强冻胀性地区,基础过冬时如不采取有效保温措施,也容易产生冻害裂缝。

大量工程实践说明,施工阶段建筑物产生的裂缝,一般经处理后,均不再发展,因为在正常使用条件下,基础埋深满足设计要求。

三、冻害防治措施

寒冷地区建筑物基础合理浅埋深度,取决于地基冻胀、冻深、建筑物上部结构特征及荷载情况等条件。对非主体结构部分,如门斗、散水、门台阶、底层阳台等,应采取相应措施。为防止冻害发生,在设计、施工、使用中应考虑采取下述措施:

(1) 必须充分了解建筑场区的地貌、水文工程地质条件,合理确定地基冻胀等级;根据建筑物用途,结构型式,采暖情况,设备基础及地下管线穿越情况,决定基础埋置深度,或将基础底面至要求埋深之间的冻胀性土,换成非冻胀性土(砂卵石)。此外,还应考虑施工条件、施工进度及安全过冬等问题。

(2) 不采暖的建筑物以及标准冻深大于2m的冻胀或强冻胀地基土上的采暖建筑,在基础侧壁应作一层防冻隔离层,以防止冻切力对建筑物基础的危害。通常采用10—20cm厚的炉渣或卵石。对于表面较为平整光滑的混凝土基础,可采用涂6—10mm石油沥青玛帝脂作为防冻隔离层。

(3) 设计中应充分利用上部结构荷载增加接触压力,以抑制地基土的冻胀作用。

(4) 对于荷重较轻的单层房屋及轻型结构房屋,可选用适应地基土冻胀变形,使建筑物能整体升降的基础结构型式,如钢筋混凝土筏式基础或钢筋混凝土条形基础。对于多层建筑物,可采用浅埋毛石条形基础,根据结构自重,采用力平衡法设计基础埋深。

(5) 必须考虑地基土冻胀对建筑物出入口的门台阶、门斗、底层阳台及散水部分的破坏作用,其与主体结构之间应以沉降缝分开。散水应分段浇筑,门斗及底层阳台基础埋深应按不采暖建筑考虑,或在基础底面到冻结深度之间换填不冻胀性土,门台阶可按表6换填炉渣或其它材料。

多年来,大庆地区在设计与施工中,采用如下方法处理冻害事故。

(1) 填补裂缝法:对于宽度小于15mm,而又全部贯通的稳定冻害裂缝,可采用两种方法处理:1)裂缝最大宽度小于5mm者,可用1:2的水泥砂浆勾缝,裂缝细如发丝状者,可用白灰水喷刷;2)裂缝宽度大于5mm,可凿毛加宽或凿去破裂砖,填以密实混凝土。

表6 换填材料厚度

Table 6 Replacement thickness

换填材料	不冻胀	弱冻胀	冻胀	强冻胀
炉渣或浮石	不换填	0.4 H	0.5 H	0.6 H
中砂、粗砂、碎石、砾石	不换填	0.6 H	0.7 H	0.8 H

(2) 局部拆除修补法: 大于15mm影响建筑物使用的稳定冻害裂缝, 可局部拆除砌体, 重新砌筑。一般可采用托梁换柱法, 即将屋架或大梁支撑起来, 拆除墙体进行处理。

(3) 分段加深基础法: 如基础埋深不符合规定要求, 在使用期间产生了不稳定冻害裂缝, 一般可采取分段加深基础法进行处理。以1.0—1.5m间距, 分段挖去冻胀性地基土, 换以高标号速凝混凝土, 至所要求的基础埋深。

(4) 基础保温处理法: 因基础埋深不符合规定而出现的不稳定冻害裂缝, 如宽度较小, 对建筑物整体性影响不大, 则除对裂缝部分进行局部处理外, 可采用基础侧壁保温法减少地基土的冻结深度, 以使其在新的冻融循环条件下不再发生冻害裂缝。沿基础侧壁铺1.0—1.2m宽的炉渣或浮石保温层, 深度可视地基冻胀性的大小, 参照表6确定。例如, 大庆油田某注水站的加药间, 采用宽1.0m、深0.8m的炉渣保温层进行处理, 结果该建筑物西北角最大冻深由1.81m减少为0.8m, 再未发生过冻害裂缝。

Frost Crack of Buildings and Its Treatment Methods in Cold Regions

Tang Shuchun

(*Design and Research Institute, Daqing Petroleum Field*)

Abstract

The frost crack of buildings reduced by frost heave and thawing settlement can be divided stable and unstable type. The reason why frost crack happens, engineering examples and its treatment methods have been discussed in this paper.