

谈力学理论在建筑物上的应用

余北葱

力学是物理学中一个重要分支,研究的是物体机械运动的规律。力学知识在生产和科学研究中极为重要,尤其是在工程应用中。教学中,要激发学生学习兴趣,就必须从广泛的实际应用开始,在生活实践中认识力的规律,克服并积极预防因处理不当造成的危害。特别是工程建筑,在建筑物的安全性及质量上,力的作用及影响不容忽视。



正确选择建筑物基础的地基承载力(地耐力) 俗话说:万丈高楼平地起。整个建筑物的全部荷载都要通过基础传给地基,但地基的承受能力是有限的。当基础对地基的压力超过地基容许承载力时,地基将沉降变形,地基基层甚至会滑动挤出而造成破坏。因此要根据地基底压应力不超过地基容许承载力的原则,适当扩大地基的底面积^①,使建筑物均匀沉降(如图1)。

一、力学在建筑物中的广泛应用

建筑物的安全性、结构性无不与力学有关。地基的承载力(地耐力)、墙体对屋架的支撑、框架柱梁承重等,均体现了力学原理的科学应用。

全框架建筑物施工采用钢(木)架支撑模版,钢(木)架支撑下面垫上垫块就是增大支承力的面积。

2008年北京奥运会主场馆“鸟巢”钢结构的建成和立起都应用了丰富的力学和高科技知识。在搭建这个钢铁“鸟巢”的过程中,78根临时搭建的支撑搭架支撑其钢铁“枝蔓”。当钢结构合龙成型后,再通过卸载将这78根临时支撑搭架卸去,使“鸟巢”由被外力支撑的状态,变成完全靠自身结构支撑。

二、力对建筑物的破坏性

力对建筑物的破坏性主要体现在结构破坏、墙体开裂、楼地面开裂、柱梁开裂等。建筑物受到外界各种因素影响,如温度变化、建筑物内部所受荷载不同、建筑物相邻部分结构形式差别较大、地基承载力差异和地震等。结构破坏的主要原因是:建筑物基础对地基的压力超过地基容许承载力时因沉降不均而出现开裂;建筑物混凝土受热膨胀与降温收缩产生应力集中造成开裂;建筑物混凝土柱和剪力墙相交处,两者截面与配筋不同而出现应力集中开裂;地震力(地壳运动积累形成很大内应力)使地壳岩层薄弱处发生断裂错动的激烈运动而使地面建筑开裂。

三、运用力学原理,预防内外因素对建筑物的破坏

如何减少内外因素对建筑物的破坏,除要从建筑物设计、施工、材料选择等多方面严格控制外,还应做到以下几点。

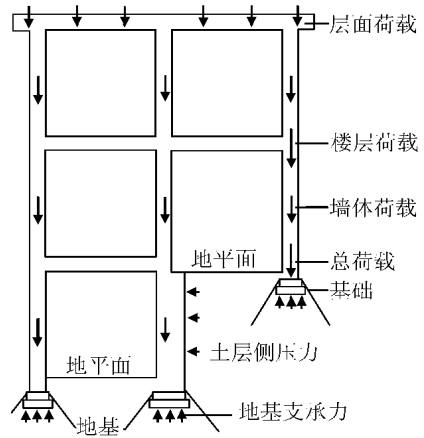


图1 地基、基础、荷载的关系

如地基土层很弱,地基可承载能力不能满足要求时,建筑物基础应采用桩基。当较弱土层很厚,坚硬土层离基础地面很远时,桩靠土的挤实、利用土与桩身表面的摩擦力支承上部的荷载(如图2)。如基础地面距坚硬土层很近,桩穿过软土层,直接支承在

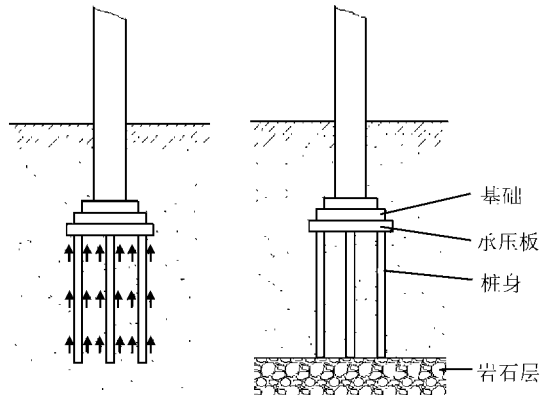


图2 摩擦桩

图3 端承桩

坚硬土层或岩层上,靠桩端支持力承担荷载(如图3)。

如建筑物设有地下室,对基础的选择要求则更高,墙体不仅承受上部的垂直荷载,还承受土、地下水及土冻胀时产生的侧压力。地下室水位较高时,地下室的底板不仅要承受作用在它上面的垂直荷载,还必须承受地下水的浮力,还应承受外层土荷载(土层侧压力)。因此采用钢筋混凝土底板,应具有足够的强度、刚度和抗渗能力。

处理好温差热胀冷缩集中产生的应力 当房屋柱梁大体积混凝土浇注后,水化热量大。由于柱梁体积大,水化热聚集在内部不易散发,混凝土内部温度升高;而表面散热较快,内外形成较大温差,在体内产生压应力、表面产生拉应力时,混凝土表面易开裂。当混凝土内部散热冷却而收缩时,由于受基底或已浇注混凝土的约束,接触处将产生很大拉应力,当拉应力超过混凝土极限抗拉强度时,便产生开裂。当全现浇楼面经过冬、夏两季温差变化,单根钢筋由于热胀冷缩产生应力影响不明显,而整栋房屋楼面钢筋由于温差变化而产生应力集中后开裂,就像雨中撑伞,单个雨滴对伞面的冲力是短暂且可忽略的,但大量雨滴接连不断地打在伞面上,就对伞面形成均匀的不可忽略的力了。

为防止产生上述开裂现象,必须设法减少浇注后混凝土内外温差,选用低水化热的矿渣水泥;降低水泥用量,减缓水化热的发生速度;掺入适当缓凝减水剂,不减少粗骨料最大直径;避开高温炎热季节施工等。

改善梁柱处构造与配筋 在梁柱相交处,当柱刚度大大超过梁刚度时,因柱约束、梁混凝土收缩受限易开裂。在梁端沿截面高度增加水平构造钢筋并锚入柱中,以约束混凝土塑性变形,分担其内应力。

在柱和剪力墙相交处,两者截面与配筋率不同,易出现应力集中开裂,此处应沿竖方向追加水平构造钢筋并锚入柱中。剪力墙预留洞口两上角应力集中易开裂,应增加补强钢筋。同一根钢筋上应尽量减少大焊接接头,电渣压力焊每个接头要确保四周焊满,均匀凸出钢筋表面高度不少于4mm。

建筑物抗风力荷载 墙体分为承重墙和非承重墙,承重墙承担来自上部的荷载,非承重墙只承受自身的重量,框架结构中的框架墙也属于非承重墙。

有的建筑物外端墙受到的风荷载很大,为确保建筑物纵面刚度和稳定性,要在山墙处设置抗风柱

以承受墙面风荷载。这样一部分风荷载由抗风柱上端通过屋盖系统传出,另一部分荷载由抗风柱直接传至基础(如图4)。抗风柱与屋架上下弦连接时,必须使柱顶在水平方向与屋架上下弦可靠连接,保证有效地传递风荷载;同时在竖向上应能使屋架和抗风柱之间有一定相对位移的可能性,以防止抗风柱与端部屋架不均匀沉降时屋盖竖向荷载传给抗风柱,对屋盖结构和对抗风柱产生不利影响。所以屋架与抗风柱之间应留有不小于150mm的空隙,以便屋架与抗风柱间有足够位移空间。

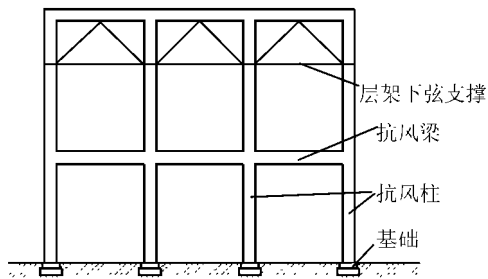


图4 抗风柱

建筑物的抗地震力 地壳运动一刻不停,这种缓慢运动日积月累,就在地壳内产生很大应力,最终会在地壳岩层最薄弱处发生断裂错动的激烈运动。地震时作用在建筑物上的惯性力(地震力)和随之而来的横波与面波对房屋建筑产生巨大破坏作用。地震力对建筑物的破坏有:与地震力平行的墙体由于主拉应力而发生剪切破坏,出现斜裂缝和地震反复作用的交叉裂缝;水平地震力使墙体发生横向水平位移,引起竖向裂缝;由于墙体与楼盖的刚度不同,在水平地震力作用下不能共同工作,发生错动而产生的水平裂缝。同时,地震还会使建筑物产生墙角破坏、碰撞破坏及钢筋混凝土柱端弯剪破坏等。

在设计建筑物时应考虑以下防震设计:建筑物应设有防震缝;砖砌体房屋各种层数和裂度在外墙四角,错层部位横墙与外墙交接处、较大洞口两侧、

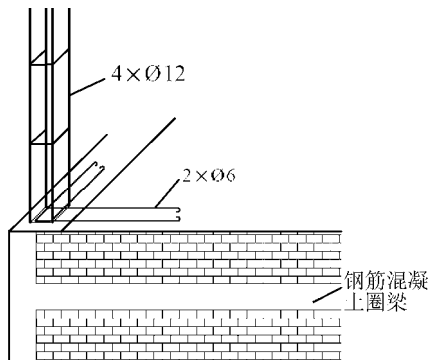


图5 墙角构造柱

听不见的声音——次声波

胡登翔

人耳的听觉范围在 20~20000Hz 之间, 频率高于 20000Hz 的声波叫作超声波、频率低于 20Hz 的声波叫作次声波, 它们都是我们无法听到的声音。下面就简单地向大家介绍一下次声波。

一、次声波的产生

地震、火山爆发、风暴、雷暴、海浪冲击等自然现象都会产生次声波。在我们工作、学习和生活的环境中, 能够产生次声波的小型动力设备很多, 如鼓风机、引风机、压气机、真空泵、柴油机、飞机起飞、车辆发动机等。我们也可以人为地制造次声波。

二、次声波的性质

易衍射 我们知道, 发生明显衍射的条件是孔或障碍物的宽度比波长小很多或相差不大。由于次声波频率低、波长长, 很容易发生衍射现象, 它在传播过程中, 不能被一般的障碍物挡住。在某些情况下, 次声波还能轻松绕过庞大的建筑物和山峦。

频率低 次声波的频率很低, 在 20~0.0001Hz 之间, 声波在大气中传播的衰减主要是由分子吸收、热传导和粘滞效应引起的。此外, 湍流作用也会引起次声波的衰减, 但是它们的影响都很小, 通常可略去不计。大气对次声波的吸收系数也很小, 因而其穿透力极强。

能量衰减小 我们知道声波在传播过程中, 频率越高, 其能量衰减越快, 传播距离也就越短。次声波是一种振动频率极低的声波, 在空气中传播时由

于各种物质对它的吸收作用很小, 所以能量消耗极小, 往往在传播数万乃至数十万千米之后仍未见有明显衰减。因此无论是在地面、空中还是水下均能传播很远。例如 1883 年, 印尼克拉长托火山爆发产生的次声波绕地球 3 圈之多; 1961 年苏联在北极圈进行了一次 1500 万吨当量的核爆炸试验, 产生的次声波绕地球转了 35 圈。

穿透能力强 次声波不仅来源广、传播远, 而且具有很强的穿透能力, 可以穿透建筑物、掩蔽所、坦克和潜艇等障碍物。7000Hz 的声波用一张纸即可隔挡, 而 7Hz 的次声波可以穿透十几米厚的钢筋混凝土。高空大气湍流产生的次声波能折断万吨巨轮上的桅杆; 地震或核爆炸所激发的次声波能摧毁高大的建筑物; 海啸带来的次声波可将岸上的房屋毁坏。实验表明, 当次声波穿过厚厚的墙壁时, 强度无明显减弱, 次声波要穿透人体自然更是相当容易。

三、次声波的传播

大气温度、密度和风速随高度具有不均匀分布的特性, 使次声波在大气中传播时出现“影区”、聚焦和波导等现象。当高度增加时, 气温逐渐降低, 在 20km 左右出现一个极小值; 之后气温又开始随高度的增加而上升, 在 50km 左右气温再次降低, 在 80km 左右形成第二个极小值; 然后又升高。大气次声波导现象与这种温度分布有密切关系, 声波主要沿着温度极小值所形成的通道(称为声道)传播,

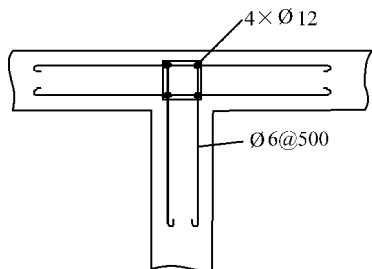


图 6 内外墙构造柱

大房间内外墙交接处均应设置构造柱。构造柱最小截面可为 $240 \times 180\text{mm}^2$, 纵向钢筋为 4Ø12, 箍筋间距不大于 250mm(如图 5、图 6)。构造柱与墙连接处砌成马牙槎^②, 并应沿墙高每隔 500mm 设 2Ø6 拉结筋, 每边伸入墙内不小于 1m, 构造柱还应与圈梁

连接。

为防止建筑物变形、开裂和受地震力影响。在建筑物上可设伸缩缝、沉降缝、防震缝, 设缝可按三缝合一原则。

(湖南省株洲职业技术学院 412001)

①在设计建筑物时会根据地质勘测提供的地耐力数据计算底面积扩大多少。房屋地基不在同一平面, 低处中间墙体受土层侧压力作用, 设计与施工时墙体要加厚, 且基础也同时增大了底面积。

②马牙槎即墙体砌成“五进五出”, 五皮砖砌成凹进 6cm、五皮砖砌成凹出 6cm, 这样混凝土结构柱浇灌时便和墙体结合得更好, 增加了建筑物的结构性与稳定性。