



深基坑工程技术讲座(7)

沈保汉

(北京市建筑工程研究院)

第七讲 深基坑工程常见事故(中)

7.1 与锚杆支护有关事故

土层锚杆是指由锚头、锚筋和锚固体组成,其外端通过台座(腰梁及围檩等)和锚头与挡土结构联结,另一端锚固在稳定土体中,形成以维护基坑边坡稳定的受拉构件。

土层锚杆的传力过程如下:(1)挡土结构将作用其上的、由土压力等侧压力所形成的推力传递给台座(腰梁等);(2)经台座将此推力传递给锚头;(3)再经锚头的锚夹具将此推力传递给锚杆自由段中的锚筋,使锚筋受拉;(4)锚筋拉力借助于锚筋与锚固体(水泥结石体)之间的握裹力传递给锚固体;(5)最后经锚固体的摩阻力及支压力(当锚固体有扩大头时)将锚杆拉力传递给锚固土层。其中某一过程,在设计上失误或在施工上失控,便会酿成事故。

7.1.1 勘察设计上失误或不当造成事故

(1)勘察报告中提供的地下水位状况和地层土质资料、数据等,与实际情况相差较大,致使锚杆抗拔力不够。

(2)对周围环境(邻近建筑物及地下管线等)调查不足,造成挡土支护结构变形过大。

(3)未进行台座的附属部件(腰梁、围檩、牛腿等)的强度和刚度核算,基坑开挖后上述部件变形过大而破坏、影响基坑边坡稳定。

(4)挡土桩(墙)入土深度不足,锚杆不起作用,造成整个挡土支护结构过大变位而倒塌。北京市某大厦深基坑倒塌原因正是如此。

(5)仅按 1m 水平间距范围内的土压力来计算锚杆拉力,未考虑上述土压力值应乘以锚杆水平间距,结果锚杆抗拔力大大不够。南京市进香河农贸市场大楼深基坑支护结构失效

事故的原因之一,就是锚杆水平间距为 1.5m,但仅按 1m 范围内的土压力计算锚杆受力,锚杆所受拉力少算 50%。

(6)盲目减少安全系数,锚固体长度不足。北京某基坑,锚杆安全系数过小,去年七月末一场暴雨,致使原废弃的排水沟水满为患,侧压力增大,结果锚固体拔出,基坑失稳倒塌。

(7)锚固体未设在良好土层中,使锚杆抗拔力大大低于设计拉力值,基坑开挖后锚固体被拔出而倒塌

(8)挡土桩与锚杆设计未匹配。挡土桩(墙)与锚杆支护结构是一个整体,两者设计时必须匹配。例如土压力不大,挡土桩的抗弯钢筋也不多,此时若锚杆的张拉锁定力大于土压力作用所需的拉力值,则尚需有一定的被动反力来平衡超过所需的锁定力,因而产生超载的弯矩值,致使桩安全度减少或破坏。各地塌方事故中,有此类不匹配的实例。

(9)锚杆竖向间距过大,造成挡土桩抗弯能力不足。

(10)锚筋及其它孔内插入材过多,致使水泥浆填充孔内及加压不充分,结果降低锚杆抗拔力。

(11)水泥浆配合比及水灰比不合适,影响水泥浆体的强度。

(12)设计上未考虑对锚杆张拉锁定。北京某艺术世界大厦的锚杆挡土支护排桩结构,由于对锚杆未采用预应力;锚杆群受力很不均匀,大雨后,个别锚杆因受力过大而首先拔出,其余锚杆随即产生“多米诺骨牌效应”,“个个击破”,基坑失稳倒塌。

(13)锚杆向下倾角过大(大于 45°),这样

一方面锚杆水平分力过小,增大挡土结构的变形;另一方面锚杆竖向分力过大,增加挡土结构的下沉量。两者综合作用,增加基坑倒塌的可能性。

7.1.2 施工不良造成事故

(1) 干作业成孔后,附于孔壁上的土屑、松散泥土未清除干净;水作业成孔后,未用清水将孔壁泥土冲洗干净,均致使锚杆抗拔力降低。

(2) 成孔时,孔壁土受到钻具过分的搅动,致使锚杆抗拔力降低。

(3) 水作业成孔时,由于未采取二重管成孔方式或未使用止水装置或未采取降水措施等而洗孔过分,造成地下水从孔口喷出的同时挟带挡土墙(桩)背后的粉粒状土(粉土、砂土、砂砾等)从孔口流失,致使墙(桩)背面地基沉降、邻近建筑物倾斜。

(4) 成孔后孔壁塌落致使锚筋插入困难。

(5) 水灰比未按要求调制,或调制时未称量。一般说来,纯水泥浆的水灰比为 $0.40 \sim 0.45$ (日本为 $0.45 \sim 0.47$),水泥砂浆(灰砂比为 $1:1 \sim 1:2$)的水灰比为 $0.38 \sim 0.45$ 。水灰比太小,可注性差,易堵管,影响注浆作业的正常进行;水灰比太大,浆液易离析,注浆体密度不易保证,硬化过程中易收缩,将影响锚固效果,也会推迟张拉锁定时间,延误工期。

(6) 注浆时,对浆液加压不充分,使锚杆抗拔力降低。

(7) 注浆时浆液异常地逸出,降低锚杆抗拔力。

(8) 锚固体中水泥结石体质量差,既影响握裹力又影响摩阻力。当基坑开挖后,前者可能造成锚筋脱离水泥结石体而拔出,后者则造成整体锚固体松动而拔出。

(9) 焊接火花溅落在锚筋上,造成焊接缺陷,使其在受力后被拉断。

(10) 锚具中的锚片硬度不够。北京某大厦深基坑工程,坑深 23.5m ,采用三层锚杆,锚筋均采用钢绞索。南侧第一层锚杆,由于锚片硬度不够发生滑脱,加上腰梁与支座联接不良

以及南坡地面上就地排放大量洗涮混凝土搅拌机的水使地基土大量浸水带来土压力增大等因素,一度出现失稳趋势。后经采取增加一道地面锚拉杆,并将腰梁加固,逐根地更换滑脱锚片等措施,转危为安,否则将造成基坑失稳破坏。

(11) 钢腰梁断面过小,造成基坑塌坏。北京某基坑采用单层锚杆加挡土桩的形式。安装 H 型钢腰梁时,最后一段基坑,因原准备的 H 型钢已用完,施工人员未经弯矩和剪力验算擅自将两个小工字钢取代原定的 H 型钢,两者的断而惯性矩相差数倍。开挖后,该段小钢腰梁,由于强度不够而破坏,致使锚头破坏及锚杆失效,结果该段基坑倒塌。

(12) 位于三北(东北、西北、华北)地区的基坑越冬施工时,应考虑边坡冻胀的可能性。长春市新世界广场工程,基坑深 16m ,边坡土层为含水量较大的粘性土,滞水层疏干不彻底,防冻措施未起到防冻作用,严冬季节,边坡土严重冻胀,冻胀力促进挡土支护结构提前破坏。

7.2 与支撑支护有关事故

内撑系统系指支持挡土墙(桩)所承受的土压力等侧压力而设置的围檩(又称横挡或圈梁)、支撑、角撑、支柱及其它附属部件之总称。围檩是系将挡土墙(桩)所承受的侧压力传递到支撑及角撑的受弯构件;支撑及角撑均属受压构件;支柱系支持支撑材料的重量,同时具有防止支撑弯曲的作用。支撑系统中某一构件或某一部件,在设计上失误或在施工上失控,也会酿成事故。

7.2.1 设计上失误或不当造成事故

(1) 钢支撑系统较多事故发生的原因是在过高的应力下,引起钢材局部受压失稳及整体受压失稳。实例表明,从深基坑平面形状看,挖土宽度狭窄、支撑短的场所,围檩事故多,而挖土宽度宽、支撑长的场合,则围檩、支撑、角撑及支柱等全部支撑系统均有事故发生的例子。

(2) 采用 H 型钢作围檩,在其与支撑连接

处未采取加肋板或用混凝土块填实等措施,因翼缘局部失稳发生弯曲、扭转等变形。

(3) H 型钢围檩,在高应力状态下,腹板发生局部稳定破坏。

(4) H 型钢围檩弯曲变形,使连接板的螺栓拉断。

(5) 头道支撑位置过低,使支护结构顶部位移过大。上海新锦江饭店采用钢板桩挡土,因头道支撑设在地面以下 3m 处,引起邻近居民房屋严重开裂。

(6) 对于软土地区的挡土支护结构,基坑深度小于 10m 时,上海有的工程选用 $\phi 609 \times 11\text{mm}$ 单根钢管作头道支撑,因长细比较大,极易弯曲变形,不易保证整体稳定性。

(7) 支撑水平间距过疏,使支撑杆件产生过大的弯曲变形。

(8) 由于挡土墙(桩)入土深度或承载力不足,基坑开挖后,产生坑底土隆起或挡土支护结构较大沉降,从而使支撑系统产生较大的附加应力,对其稳定性产生不利的影响。

(9) 设计对温度变化较大时引起支撑系统产生较大的附加应力(有时可达 20 % 左右)的情况未曾考虑或考虑不足,从而使支撑体系出现险情。

(10) 钢支撑的连接部往往易成为强度上的薄弱点,实例表明,因对母材开孔处及螺栓等未认真进行强度验算而引起连接部破坏,支撑失效。

(11) 深基坑平面形状不规则,或支撑两侧的地面高差较大等造成支撑系统的内力不平衡,对此考虑不周,则会造成基坑倒塌。无锡市某深基坑工程,因平面某一角产生很大的不平衡力,事先未考虑对这不平衡力采取结构上的措施,结果基坑倒塌,损失数百万元。

(12) 钢筋混凝土水平支撑的中间节点的断面及配筋不足是福州某深基坑(开挖深度 11.0m)倒塌事故的原因之一。

(13) 支撑收缩、腐蚀等引起挡土墙(桩)变形。

(14) 角撑受力复杂,采用钢角撑时,如果

计算与构造措施不力,易造成角撑失稳。

(15) 中间支柱的基础持力层选择不当,将支柱设在承载力不大的土层中,或采用桩来支撑中间柱因桩侧摩阻力和桩端阻力不足,造成中间支柱下沉较大。

(16) 钢筋混凝土中间柱配筋少,刚度明显不足是福州某深基坑(开挖深度 11.0m)倒塌事故的原因之一。

(17) 中间支柱少,加上连接验算不周,使支撑下挠,严重的情况使支撑丧失作用。

(18) 由于支撑系统连接件及细部连接考虑不周,引起整个支撑系统失稳。

7.2.2 施工不良造成事故

(1) 围檩背填不实,是常见的事故。支撑系统施工最主要的措施是围檩须与挡土墙(桩)完全密接,若后者施工精度不良时,须小心地在围檩背后填实或加竖柱,否则会加大挡土支护结构的变形。

(2) 在支撑端部与围檩连接处未用混凝土、树脂砂浆等填实,或在连接处的 H 型钢围檩未按设计要求焊接肋板,致使围檩压坏、扭曲或翼缘局部失稳。

(3) 支撑结构的安装未遵守先撑后挖的原则,先行开挖,然后加支撑,加大挡土结构的变形,甚至局部坍方或整体稳定破坏。

(4) 井字形支撑,当长度较长时,且其交叉点的连接强度不够造成支撑平面内失稳或扭转。

(5) 中间支柱较少,而且支撑长度较长,施工时连接又不牢固,造成支撑平面外失稳或扭转。

(6) 支撑架设精确度不良,导致支撑弯曲,结果受力后,相当于增加了附加弯矩(轴力与偏心矩的乘积),甚至造成失稳。

(7) 钢管支撑及节点不符合设计要求,如上海浦东某工程使用多年的钢管或再生钢管,壁厚不符合设计要求,加上斜撑节点构造不合理,结果部分钢管变形大,节点破坏,造成断一点而破坏整体的后果。

(8) 钢管支撑与角撑,以及支撑系统的其



水平钢筋窄间隙焊接工法

(国家级工法 YJ GF38 - 96)

随着我国建设事业的发展,框架结构增多,粗钢筋用量也随之增加,但传统的钢筋绑扎接头仍需搭接很长一段钢筋,而搭接电弧焊方法不仅用焊条多,而且焊接时间长。由四川省建筑科学院研制,中国人民解放军总后勤部工程总队协助完成的水平钢筋窄间隙电弧焊技术已较好地解决了这一问题。它是将两根欲连接水平钢筋放到一 U 型铜模中,端面相对,留有一定间隙,用电弧焊方法填满,拆模后形成鼓形接头。这项技术 1992 年通过了由四川省建筑工程总公司组织的专家鉴定,1993 年获四川省科技进步三等奖。1994 年 8 月建设部建筑业司将此项技术列入 1994、1995 年和九五期间推广的十项技术之一,1995 年 3 月建设部科技司将此项技术列入 1995 年向全国推广的重点项目之一。近年来,此项技术已在北京西客站等大工程中应用,并已推广到全国 25 个省市自治区。

1. 特 点

- (1) 焊接质量可靠,不会出现虚焊、假焊现象。
- (2) 此项技术主要应用工地原有电弧焊设备,投资少,见效快。
- (3) 将钢筋原搭接连接变对接连接。使钢筋受力由偏心受力变成中心受力;节约钢筋效

果显著,经济效益显著;利于箍筋绑扎和混凝土通过。

(4) 焊接速度快,焊直径 25mm 每个钢筋接头,仅用 2 分 20 秒,比搭接电弧焊快 4 倍。

(5) 操作易学,一般焊工经 2~4 天培训就可上岗。

(6) 接头形体小,不影响箍筋绑扎,能很好实现钢筋保护层。

(7) 焊接时不需转动钢筋,对钢筋尾部弯起无影响。

(8) 使用的电流小,耗电小,节约能源,适用于少电工地。

(9) 此项技术关键设备焊接卡具坚固耐用,焊工自己可以维修,适于远离城市地区使用。

2. 适用范围

适用于建筑物、构筑物、桥梁、水利工程中直径 16~40mm 、 、 级钢筋连接。

3. 原 理

焊接是在一 U 形铜模中进行,焊工始终在用平焊操作,容易保证接头正确和焊接质量;在焊接过程中铜模吸收了大量的热量,防止接头过热,产生脆性组织;在焊接完了之后,铜模又起保温作用,防止冷脆发生。为防止过热,焊接时采用小电流。

它细部,焊接质量不好,发生焊缝拉裂。

(9) 钢筋混凝土支撑或斜撑,混凝土质量不好或强度不足而压坏。

(10) 没有严格遵守施工规程,如在支撑上增加设计未考虑的施工荷载(如挖土机在支撑上作业),挖土机的抓斗等碰伤支撑,造成断面缺损等。

(11) 钢支撑未按要求施加预应力,或预应

力值不够,造成挡土墙(桩)变形加大。

(12) 支柱设置时,轴线偏差过大,造成偏心受压。

(13) 支柱上的泥、锈末清理干净而焊接牛腿等部件,焊接质量低劣。

(14) 支撑设施的拆除前未采取换撑(如设挡木、临时撑或补强小梁等)措施,支撑拆除后引起挡土墙(桩)较大变形,甚至失稳破坏。