国内岩土工程业近 10年来发展成熟的技术统计 (一)

1 灌注桩后注浆技术

(1) 主要技术内容

在钢筋笼上预埋注浆管和注浆阀,在成桩后一定时间内实施桩侧和桩底后注浆,一是加固桩底沉渣和桩侧泥皮;二是对桩底和桩侧一定范围的土体通过渗入 (粗粒土)、劈裂 (细粒土)和压密 (非饱和松散土)注浆起到加固作用,从而增强桩侧阻力和桩端阻力,提高单桩承载力,减小沉降。在优化工艺参数的条件下,可使单桩承载力提高 40%～120%,粗粒土增幅高于细粒土,软土增幅最小,桩侧桩底复式注浆高于桩底注浆;桩基沉降减小 30%左右。

(2) 技术指标

根据地层性质、桩长、承载力增幅和桩的使用功能 (抗压、抗拔)等因素,灌注桩后注浆可采用桩底注浆、桩侧注浆、桩侧桩底复式注浆。主要技术指标为:

浆液水灰比:地下水位以下 0.45～0.7,地下水位以上 0.7～0.9

最大注浆压力:软土层 2 MPa,软土层 4～8 MPa,风化岩 10～16MPa。

注浆水泥量: $Gc = \alpha_{pd}$ (桩端) + α_{snd} (桩侧)

$\alpha_p = 1.5～1.8, \alpha_s = 0.5～0.7$

n一桩侧注浆断面数 d一桩径 (m)

实际工程中,以上参数根据土的类别、土的饱和度、桩的尺寸、承载力增幅等因素适当调整,并通过现场试注浆最终确定。

(3) 适用范围

适用于泥浆护壁钻、挖孔灌注桩及干作业钻、挖孔灌注桩。

(4) 已应用的典型工程

该技术已在北京、天津、上海、福州、汕头、武汉、宜春、济南、廊坊、西宁、西安、德州、哈尔滨等地 200余项高层、超高层建筑桩基工程中应用,经济效益显著,据对 80项工程的初步统计,节约工程投资 1.5亿元以上。对于单桩混凝土体积 8 - 20m^3 的桩,每根可节约造价 0.2～0.8万元,具有极好的应用前景。

该技术由中国建筑科学研究院地基基础研究所研发,获 2项发明专利,2000年建设部认定其为国家工法。

2 长螺旋水下灌注成桩技术

(1) 主要技术内容

长螺旋水下成桩技术是采用长螺旋钻机钻孔至设计标高,利用混凝土泵将混凝土从钻头底压出,边压灌混凝土边提钻直至成桩,然后利用专门振动装置将钢筋笼一次插入桩体,形成钢筋混凝土灌注桩。后插钢筋笼应与压灌混凝土宜连续进行。与普通水下灌注桩施工工艺相比,长螺旋水下成桩施工,由于不需要泥浆护壁,无泥皮,无沉渣,无泥浆污染,施工速度快,造价低。

(2) 技术指标

基桩承载力:设计要求;

桩径:设计要求;

桩长:设计要求;

桩垂直度: ≤1%;

混凝土强度:满足设计要求,不小于 C20;

混凝土塌落度:宜为 200～220mm;

提钻速度:宜为 1.2～1.5m /m in;

钢筋笼:设计要求,应具有一定刚度。

(3) 适用范围

适用于灌注桩水下施工。

(4) 已应用典型工程

该技术为一项灌注桩施工新技术,已在北京、天津、唐山等地 10多项工程中应用,受到建设单位、设计单位和施工单位的欢迎,经济效益显著,具有极好的应用前景。

该技术由中国建筑科学研究院地基基础研究所研发并获发明专利。

3 水泥粉煤灰碎石桩 (CFG桩)复合地基成套技术

(1) 主要技术内容

水泥粉煤灰碎石桩复合地基是由水泥、粉煤灰、碎石、石屑或砂加水拌和形成的高粘结强度桩 (简称 CFG桩),通过在基础和桩顶之间设置一定厚度的褥垫层保证桩、土共同承担荷载,使桩、桩间土和褥垫层一起构成复合地基。桩端持力层应选择承载力相对较高的土层。水泥粉煤灰碎石桩复合地基具有承载力提高幅度大,地基变形小等特点,并具有较

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

大的使用范围。

(2) 技术指标

根据工程实际情况,水泥粉煤灰碎石桩常用的施工工艺包括长螺旋钻孔、管内泵压混合料成桩、振动沉管灌注成桩和长螺旋钻孔灌注成桩。主要技术指标为:

地基承载力:设计要求;

桩径:宜取 350～600mm;

桩长:设计要求,桩端持力层应选择承载力相对较高的土层;

桩身强度:混凝土强度满足设计要求,通常 ≥C15;

桩间距:宜 3～5倍桩径;

桩垂直度: ≤1.5%;

褥垫层:宜用中砂、粗砂、碎石或级配砂石等,不宜选用卵石,最大粒径不宜大于 30mm。厚度 150～300mm,夯填度 ≤0.9。

实际工程中,以上参数根据地质条件、基础类型、结构类型、地基承载力和变形要求等条件或现场试验确定。

(3) 适用范围

适用于处理粘性土、粉土、砂土和已自重固结的素填土等地基。对淤泥质土应按当地经验或通过现场试验确定其适用性。就基础形式而言,既可用于条形基础、独立基础,又可用于箱形基础、筏形基础。

(4) 应用情况

该技术已在北京、天津、廊坊、石家庄、唐山、成都、南宁、深圳、德州、长春、哈尔滨、新疆等地多层、高层建筑、工业厂房地基处理工程中广泛应用,经济效益显著,具有极好的应用前景。

4 夯实水泥土桩复合地基成套技术

(1) 主要技术内容

夯实水泥土桩是用人工或机械成孔,选用相对单一的土质材料,与水泥按一定配比,在孔外充分拌和均匀制成水泥土,分层向孔内回填并强力夯实,制成均匀的水泥土桩。通过在基础和桩顶之间设置一定厚度的褥垫层,使桩、桩间土和褥垫层一起构成复合地基。由于夯实中形成的高密度及水泥土本身的强度,与搅拌水泥土桩相比,夯实水泥土桩桩体有较高强度。夯实水泥土桩复合地基具有桩身强度均匀、施工速度快、不受场地的影响、造价低、无污染等特点。

(2) 技术指标

根据工程实际情况,夯实水泥土桩成孔可采用机械成孔(挤土、不挤土)或人工成孔,混合料夯填可采用人工夯填和机械夯填。技术指标为:

地基承载力:设计要求;

桩径:宜为 300～600mm;

桩长:设计要求,人工成孔,深度不宜超过 6m;

桩距:宜为 2～4倍桩径;

桩垂直度: ≤1.5%;

桩体干密度:设计要求;

混合料配比:设计要求;

混合料含水率:人工夯实土料最优含水率 Wop + (1～2);

机械夯实土料最优含水率 Wop - (1～2);

混合料压实系数: ≥0.93;

褥垫层:宜用中砂、粗砂、碎石等,最大粒径不宜大于 20mm。

厚度 100～300mm,夯填度 ≤0.9。

实际工程中,以上参数根据地质条件、基础类型、结构类型、地基承载力和变形要求等条件或现场试验确定。

(3) 适用范围

适用于处理地下水位以上的粉土、素填土、杂填土、粘性土等地基。处理深度不宜超过 10m。

(4) 应用典型工程

夯实水泥土桩技术自开发应用以来,就受到建设单位、设计单位的欢迎,目前已在华北地区广泛应用,已处理工程数千项,取得了显著的经济效益和社会效益。

5 真空预压法加固软基技术

(1) 主要技术内容

真空预压法是在需要加固的软粘土地基内设置砂井或塑料排水板,然后在地面铺设砂垫层,其上覆盖不透气的密封膜使与大气隔绝,通过埋设于砂垫层中的吸水管道,用真空装置进行抽气,将膜内空气排出,因而在膜内外产生一个气压差,这部分气压差即变成作用于地基上的荷载。地基随着等向应力的增加而固结。抽真空前,土中的有效应力等于土的自重应力,抽真空后,土体完成固结时,真空压力完全转化为有效应力。

(2) 技术指标

该加固方法的技术指标有:密封膜内的真空度、加固土层要求达到的平均固结度、加固区的沉降值。当采用合理的施工工艺和设备,膜内真空度一般可维持相当于 80kPa的真空压力;加固区要求达到的平均固结度,一般可采用 80%的固结度,如工期许可,也可采用更大一些的固结度作为设计要求达到

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

的固结度;先计算加固前建筑物荷载作用下天然地基的沉降量,然后计算真空预压期间完成的沉降量,两者之差即为预压后建筑物使用荷载作用下可能发生的沉降。

(3) 适用范围

该地基加固方法适用于软粘土的地基加固,在我国广泛存在着海相、湖相

及河相沉积的软弱粘土层。这种土的特点是含水量大、压缩性高、强度低、透水性差。在建筑物荷载作用下会产生相当大的沉降和沉降差。对于该种地基,尤其是大面积处理时,如在该地基上建造码头、机场等,真空预压法是处理软粘土地基的有效方法之一。

(4) 已应用的典型工程

黄骅港码头、深圳福田开发区、天津塘沽开发区、深圳宝安大道等。

6 强夯法处理大块石高填方地基

(1) 主要技术内容

强夯法处理大块石高填方地基方法主要是指强夯置换法,与其他地基处理

方法相比具有费用低、施工简单等优点,分整式置换和桩式置换二种方法。整式置换法是用强夯的冲击能将软弱土挤开置换成块石层,其机理与换填垫层法作用相似。桩式置换法是采用巨大的夯击能量将块石夯穿被加固土层并使块石沉底形成桩体,并与周围土体形成复合地基。由于桩体的加筋作用,地基中应力向桩体集中,使其分担了大部分基底传来的荷载;同时桩体的存在也使得土体中由于强夯引起的超静水孔隙水压力迅速消散,加快土体固结,提高土体抗剪强度,从而复合地基承载力相应提高。

(2) 技术指标

①夯击能量:单击夯击能量按 Menard公式进行估算,锤底单位面积静压力不得小于 100kN/m^2。整式置换法单位夯击能不宜小于 1500kN·m/m^2;桩式置换法单位夯击能不宜小于 300kN·m/m^2。

②夯击次数:通过现场试验确定,整式置换法宜控制在最后一击夯沉量不大于 50mm;桩式置换法宜控制在最后一击夯沉量不大于 200mm。

③夯点间距:夯点位置可按三角形、正方形布置。

整式置换法的夯点间距 S=D+(0.3～0.4)H;

桩式置换法的夯点间距 S=2～3D;D为锤径,H为加固深度。

④夯沉量:每阵夯沉量不宜大于 0.8倍锤高,累计夯沉量宜为 1.5～2.0H。

⑤加固宽度:每边应超出基础外边缘(0.5～1.0)H,且不小于 3m。

(3) 适用范围

强夯置换法适用于坐落在回填土、碎石土、湿陷性黄土、粘土、粉土、淤泥质土、淤泥等多种土层的工业与民用建筑,加固深度不宜超过 7m。

(4) 已应用的典型工程

已应用的代表性工程有深圳国际机场停机坪、深圳西部通道工程等。

7 爆破挤淤法技术

(1) 主要技术内容

通过爆炸冲击作用降低淤泥结构性强度,同时利用抛石体本身的自重使爆前处于平衡状态的抛石体向强度降低处的淤泥内滑移,达到泥、石置换的目的。首先沿堤轴线陆上抛填达到爆炸处理的设计高程与宽度(见图 1),形成爆前抛石堤纵断面线(1),然后在抛石堤前端"泥一石"交界面(2)前方一定位置、一定深度处的淤泥层内埋置单排群药包(3),引爆群药包,在淤泥内形成爆炸空腔,抛石体随即坍塌充填空腔形成"石舌",同时抛石体前方和下方一定范围内的淤泥被爆炸弱化,强度降低,抛石体下沉滑移挤淤。随后进行抛石,当淤泥内剪应力超过其抗剪强度时,抛石体沿定向滑移线(6)朝前方定向滑移,达到新的平衡后滑移停止。继续加高抛填,从而又出现新的定向滑移下沉,如此反复出现多次,直到抛石堤稳定为止,此时单循环结束。另外,当新的循环开始时,其爆炸作用对已形成的抛石体仍有密实和挤淤作用。

(3) 适用范围:目前国内采用爆破挤淤法置换淤泥软基的厚度一般在 4～20m,对于淤泥厚度小于 4m时,可与抛石挤淤、强夯挤淤比较,大于 20m时,须进行论证。

(4) 已有的典型工程

该技术在海军 16642工程防波堤、连云港西大堤、浙江嵊泗中心渔港防波堤、大连港东区围堤、珠海电厂陆域围堤、浙江玉环坎门渔港防波堤、深圳滨海大道、广东汕头华能电厂以及深港西部通道等上百项工程中被成功采用。该技术具有工期短、造价少及工后沉降量小等特点,技术经济效益极其显著,具有极好的应用前景。

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net