软土地基处理的工程应用研究

林最俭
(福州市住宅建筑设计研究院　福州 350003)

摘　要　通过例举的福州地区软土地基的几种处理方法,说明采用低强度素混凝土桩复合地基技术处理软土地基,具有处理方法合理、经济效益显著的应用价值。

关键词　天然地基　复合桩基　普通桩基　复合地基　低强度混凝土桩

福州属典型的沿海软土地区,淤泥埋藏很浅,表层的耕植土和可塑性粘土一般只有 1.2m 左右,有些地段甚至在 1m 以下。市区虽有城市杂填土,但覆盖层厚度有限,且情况复杂,不能直接作为天然地基使用。淤泥层厚度达几米至几十米,在第 1 淤泥层下面为可塑性粘土或粉质粘土,有的地段还有第 2 淤泥层、第 3 淤泥层或淤质层出现。

福州地区的淤泥孔隙比大($e \geq 1.0$),松软,含水量高($w \geq w_L$),高压缩性,低强度。因此,地基处理成为多层或高层住宅建筑的关键问题,它直接影响到建筑物的安全与经济效益。

1　地基处理

1.1　天然地基

1985 年以前,福州地区的低层或多层建筑普遍采用浅基,而对于淤泥层顶板埋藏很浅、淤泥面上的粘土层极薄的地段,必须对表层地基土加固处理,以提高地基土的承载力。80 年代初期在浦下新村、洋下新村等处用铺设片石辗压和铺设河卵砂碾压处理了较大面积的地基,建造了几十座住宅楼,收到了一定的效果,其做法详见图 1。处理后的地基表面形成硬壳层,提高了地基土的承载力。

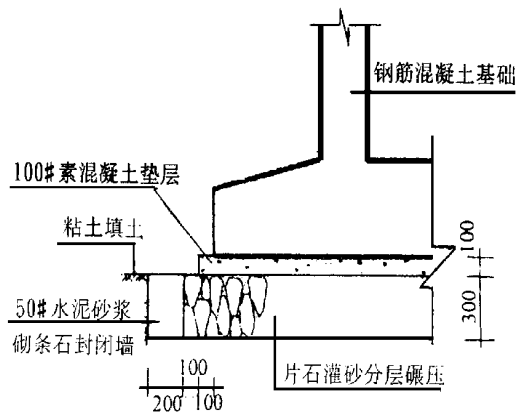


图 1　天然地基加固处理示意

1.2　普通桩基和复合桩基

刚性桩中的沉管灌注桩较之其它桩型有施工方便、造价低等优点,因而得到广泛的应用。实践证明,沉管灌注桩桩长太长(桩径 400mm,桩长一般控制在 20m 以内),由于施工等原因,容易出现桩身质量缺陷,影响了单桩承载力,所以,应尽量选择适当长度范围内的有效桩端持力层。但是,福州地区第 1 淤泥层以下的粘土或粉质粘土层厚度较薄或出现淤泥互层,不足以作为良好的桩端持力层时,不得不将桩设置到更深的持力层上去,因而只好加大桩长或桩径,或者改变桩型,增加基础造价和施工难度。

90 年代初期推广应用了复合桩基,其工作性状表现为承台 —桩 —地基土三者共同工作的

© 1994-2007 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

综合反映。承台下的地基土一般情况下是能分担一定份额的上部荷载,但由于桩土刚度比 n 较大,应力集中程度也大,影响了桩间土承载力的充分发挥。

1.3 柔性桩复合地基

碎石桩桩身粘结强度差,桩侧土对桩的约束作用不大,当桩顶受荷以后,桩体侧向容易发生膨胀变形,是导致上部建筑物下沉的主要原因。

深层搅拌桩复合地基,当水泥掺入量较小($a_w \leq 10\%$)时,地基承载力与桩长无关,所以承载力提高不大;随着水泥渗入量的增大,承载力随桩长的增加而提高,所以,桩体材料强度提高,桩土刚度也随着提高,应力集中程度相应加大,上部荷载传递深度及范围也增大,地基承载力明显提高。

1.4 低强度混凝土桩的应用

低强度混凝土(C15、C16)桩桩体材料具有一定的强度,桩承受的荷载有效地沿桩长传递到深处,使桩的承载力提高,其桩土应力比 n 值要比柔性桩复合地基高。合理的选择应使在设计荷载水平时,n 值最大,此时,基桩与桩间土承载力均能得到较好的发挥,详见图 2。

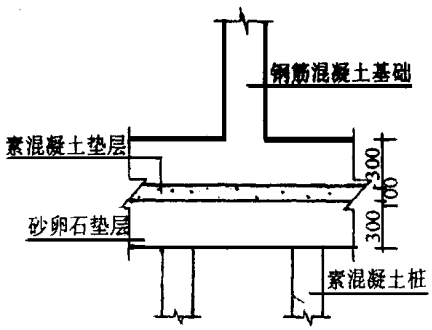


图 2 低强度混凝土桩复合地基示意图

由于天然地基荷载传递中高应力区主要分布在浅层,桩基中荷载主要由桩向下传递,高应力区主要分布在桩间小范围和桩端以下一定范围的土体;而在低强度混凝土桩复合地基中,承台与桩之间设置了一定厚度的褥垫层,使在承荷过程中,桩间土分担了较大份额的上部荷载,然后通过浅部的应力扩散,向桩体逐渐集中,再通过桩向深层土体扩散,从而降低了地基土中沿深度的应力不均匀程度。这样,在低强度混凝土桩复合地基中,应力区比天然地基及桩基础的高应力区范围更大,更均匀。它充分利用了桩基荷载传递和天然地基荷载传递特性的双重作用,效果十分显著。

2 工程应用和经济效益

2.1 王庄莲园

(1) 场地工程地质条件 拟建场地原为渔池,后经填平,场地属闽江古河道淤积冲积区,其主要持力层为中细砂层,受古河道冲积影响,在不同程度上含有淤泥夹层。根据地质勘察揭露的土层是:

①杂填土:灰黑、灰黄杂色,一般呈湿、松散、可塑状,为新填土,成份复杂,厚度 0.0～2.1m;

②粘土:褐灰色,湿,可塑状,该层在大部分场地缺失,层厚 0.0～1.4m;

③-a 淤泥:灰色、饱和、流塑状,层厚 3.4～4.6m;

③-b 淤泥质土:灰色,很湿,软塑状,层厚 3.3～4.6m,天然含水量 62.6%,压缩模量 4.2MPa,地基容许承载力 80kPa;

④中细砂:灰色、饱和、稍密状,局部夹薄层淤泥,本层以细砂为主,地基容许承载力为 200kPa;

⑤中砂:饱和、中密,偶见薄层淤泥夹层,地基容许承载力 250kPa,④、⑤层共厚 10～15m,$N_{63.5}$ = 4～22;;

⑥淤泥质土:呈软塑,天然含水量 47.9%,层厚 0.0～4.2m,地基容许承载力为 100kPa,压缩模量 4.0MPa;

⑦粘性土:粉质粘土或粉土,湿,可塑状,层厚 0.0～4.4m,地基容许承载力为 140kPa,压缩模量 8.0MPa;

⑧中粗砂:饱和,中密—密实状,未穿透,地基容许承载力为 400kPa,$N_{63.5}$ = 18。

© 1994-2007 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

(2) 基础设计及经济效益　莲园 8 号～15 号楼上部为七层半异型框架住宅楼,现浇楼屋面。建筑平面为 10.5m ×39.6m 的条状建筑,采用了传统桩基、复合桩基、深层搅拌桩及低强度混凝土桩复合地基等四种基础形式。根据地质情况,12 号、15 号楼采用了 C13 低强度素混凝土桩,桩径 Φ400,桩长 11.5～12m。桩端持力层设置在中细砂夹淤泥层上,桩端进入该层 3 d,单桩承载力容许值为 250kN。建筑物经长期使用,沉降已趋稳定,经济效益较好,比传统方法节约基础工程造价 15 %～20 %。

2.2　光禄新坊

(1) 场地工程地质条件　根据地质勘察资料提供的土层为:

①杂填土:松、湿,成分以瓦砾、各种垃圾和粘性土为主,层厚 2.6～4.0m;

②淤泥质粘土(Ⅰ):软可塑,湿,层厚 0.5～0.9m,顶板埋深 2.7～3.2m;

③淤泥:灰黑色,软流塑,饱和,层厚 5～6m,埋深 3.2～4.0m;

④粘土(Ⅱ):浅灰—黄色,可塑,湿,层厚 3～5m,埋深 8.3～10.5m;

⑤粉质粘土:灰色,软塑—可塑,湿,饱和。含细砂 5 %～15 %。层厚 0.9～3m,个别地段 12m,顶板埋深 9.5～12m;

⑥粘土(Ⅲ):灰绿色—黄色,可塑—硬塑,湿,层厚达 4m;

⑦砂质粘土:杂色,可塑,湿,含中粗砂 10 %～50 %,层厚 2～3m,埋深 10～25m;

⑧残积含粗砂粘性土:黄色,可塑—硬塑,局部软塑含细砂以上砂粒 80 %左右,残留有花岗岩结构,层厚 6m 以上,埋深 7.8～25m。

(2) 基础设计及经济效益　光禄新坊上部为七层半框架住宅楼,现浇楼屋面;基础选用传统桩基、复合桩基和低强度混凝土桩复合地基,其中 5 号、7 号楼采用了 C15 低强度混凝土桩复合地基。根据地质条件,桩径为 Φ400,桩长 8～13.5m,桩尖持力层设置在粉质粘土层⑤上,桩端进入该层 2.0m,单桩承载力容许值为 250kN。两幢楼历时二年的实测,平均下沉 20mm 左右,工作状态良好,比传统桩基处理方法节省基础造价 20 %～25 %,与复合桩基相比节约基础造价 15 %～10 %,经济效益显著。

以上工程实例说明,低强度混凝土桩复合地基技术处理软土地基较之浅层地基加固,深层搅拌桩,常规桩基础和复合桩基都具有技术可靠、经济效益显著等特点,有良好的推广应用前景。

参　考　文　献

1　张雁等,低强度混凝土桩复合地基在沿海软土中的应用,中国建筑科学研究院研究报告,1997

2　张雁等,软弱地基群桩基础研究与成果推广应用,中国建筑科学研究院研究报告,1993

3　张雁等,低强度混凝土桩复合地基在深厚软土地基中的应用,地基处理,V01.3,No.1,No.2,1994

4　张雁、黄强,半刚性桩复合地基性状分析,岩土工程报,V01.15,No.2,1993

5　韩杰、叶书麟,复合地基应力特性分析,工程勘察,No.5,1993

Engineering Application of Soft Subsoil Improvement

Lin　Zuijian

(Fuzhou Architectural Dexign and Rcsearch Institute)

Abstract　This paper introduces several methods of soft subsoil improvement in Fuzhou area and indicates the application of composite foundation technology of lower strength conerete pile to the improvement of soft subsoil is rational and quite profitable.

Keywords　soft subsoil,　composite foundation,　lower strength concrete pile

© 1994-2007 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net