

水陆交界地基冲击碾压处治效果评价

Evaluation of the Impact Compaction Effect of Foundation Treatment in Water-land Boundary Areas

张道玲¹ 刘菁麟¹ 刘东亮² 钱劲松²

Daoling Zhang¹ Jinglin Liu¹ Dongliang Liu² Jinsong Qian²

1.上海公路桥梁(集团)有限公司,中国·上海 200433

2.同济大学道路与交通工程教育部重点实验室,中国·上海 201804

1. Shanghai Highway Bridge (Group) Co., Ltd., Shanghai, 200433, China

2. Road and Traffic Engineering Key Laboratory of the Ministry of Education, Tongji University, Shanghai, 201804, China

【摘要】某机场新建跑道2/3区域为围海促淤造地而成,其他部分为原有陆域,土质存在极大区域性差异。为减少工后沉降和差异沉降,采用“井点降水+强夯+山皮石垫层+冲击碾压”的浅层处理方式。本研究通过分析承载板试验和标准贯入试验的结果评价不同地基条件下冲击碾压的处治效果。结果表明:冲击碾压可提高各区域平均标贯击数超过52%,最高达177%;冲击碾压对地表松散土层处理效果明显,且地基反应模量也与部分地表土层厚度有一定关系。总体来说,冲击碾压能够明显提高水陆交界区域地基的压实度,能够达到降低复杂地基条件下不均匀沉降的目的。

【Abstract】A newly built runway on an airport was constructed around the coast region with 2/3 area was built by land reclamation, and the rest area is original land which exist significant amount of uneven settlement. To reduce the settlement after construction or uneven settlement, this research uses the approach of "point water removal + dynamic compaction + saprolite cushion + impact compaction". Both plate load tests and standard penetration tests were conducted to evaluate the effect of the treatment. Results revealed that impact compaction can improve the standard penetration by 52% or even by 177%; impact compaction significantly improves the surface loose material, and the modulus of the compacted foundation was related to the thickness of the surface layer. In general, impact compaction can significantly improve the compaction degree of the coast region, and can reach the purpose of reducing the uneven settlement.

【关键词】冲击碾压;压实效果;地基处理

【Keywords】impact compaction; compaction effect; foundation treatment

【DOI】<https://doi.org/10.26549/gcjsygl.v3i1.1010>

1 引言

冲击碾压是一种低能量浅层加固法。对于黄土地基,冲击碾压有显著加固效果,地表下1m以上土层的地基承载力、标贯击数、动探击数及静探击数均有显著提高,并且可消除地表下1m内黄土的湿陷性,1~2m内湿陷性也会一定程度减弱^[1]。对于粉土地基,冲击碾压的加固效果也良好,2m深度范围内压实效果显著,且在消除浅层地基液化领域有适用性^[2]。对于不均匀软弱地基,冲击碾压会在土体表层形成具有一定刚度和整体性的硬壳层以加固地基,能够有效消除地基的不均匀性,减少地基的差异沉降,同时使处理后的地基具有足够的承载力^[3]。

围海造地的跑道在海陆交界处两侧的土质存在极大区域差异性。目前对水陆交界地基的冲击碾压效果缺乏系统研

究,以及碾压地基的工后沉降特性尚无明确定论。本研究采用承载板试验和标准贯入试验对新建跑道地基冲击碾压前后的性能进行测试,分析不同地基条件下冲击碾压对土体碾压效果的影响。

2 试验概况

本研究涉及的跑道濒临海域,其地貌类型为潮坪地貌。场地三分之二位于海堤之外,为围海促淤造地,场地内的浅层土强度偏低。海堤之外的场地内分布有第①0-0层淤泥,其分布不均,土质极为软弱,呈现完全的流塑状态,基本不具备土性。陆域区浅层地表层组中的地基土第①0-2层吹填土(淤泥质粉质粘土夹粘质粉土),地基土层结构松散,处于欠压实状态。利用地勘数据对土层进行建模,场地内的土层分布如图1所示。

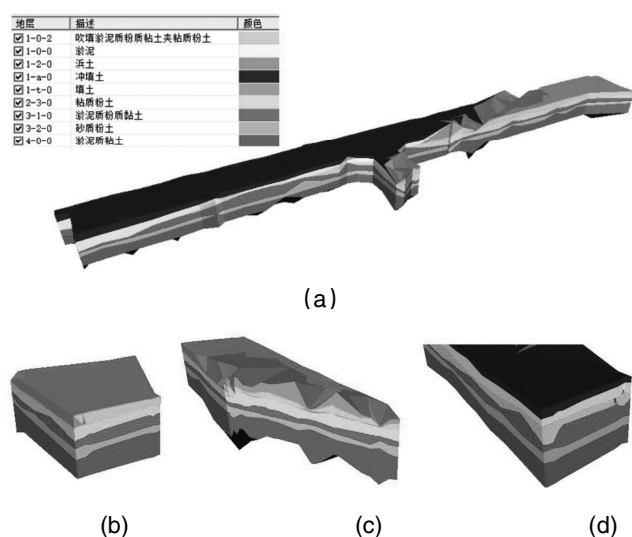


图1 跑道土层模型(a)总体模型(b)陆域典型剖切图,(c)大堤区典型剖切图,(d)海域典型剖切图

跑道为3400×60m的矩形区域,地基浅层处理的方式为“井点降水+强夯+山皮石垫层+冲击碾压”。水域区铺设0.8m厚山皮石垫层,陆域区铺设0.5m厚山皮石垫层。山皮石粒径不大于20cm,含泥量为10%~25%,2~20cm粒径的质量应大于总质量的50%,不均匀系数 $C_u \geq 5$,曲率系数 $C_c = 1 \sim 3$ 。冲击碾压采用三边形冲击式碾压。作业收敛遍数的标准为最后五遍冲击碾压的沉降量不大于1cm。

试验内容包括:①冲击碾压后承载板试验,检测冲击碾压后的地基反应模量是否符合要求;②冲击碾压前后标准贯入试验,反应碾压效果、作用深度。冲碾前测点为勘测时取土孔中部分标贯孔位;冲碾后为跑道右侧区域较平均分布于道肩道面区的一些测点。

3 试验结果

3.1 承载板试验

冲击碾压后,共有125个点位进行了平板载荷试验,得到了相应的地基反应模量,模量越大土体强度越高。各区域承载板试验得到的地基反应模量如图2所示。大堤范围的地基反应模量最高,但是变异系数也最大,这可能是由于破堤后原有海堤的影响。陆域和水域模量相差不大,水域稍高,不过陆域的变异系数更小,更加稳定。结合土体分布可以推测,大堤区地基反应模量的不稳定可能与其上的填土分布不均匀有关;海域则为第①0-0层淤泥分布不均,自南向北(远离海堤方向)层厚逐渐加深。地基反应模量的设计要求为 $\geq 40 \text{ MN/m}^3$,合格率为100%,达到设计要求。其中,地基反应模量最大的为 225.8 MN/m^3 ,位于大堤区;最小为 40.2 MN/m^3 ,位于陆域。在模型中将其钻孔,如图3所示,(a)的明显特征为其具有较厚的①填土土层,而(b)则填土层较薄。故推测土层厚度可能会

影响冲击碾压后的地基反应模量。

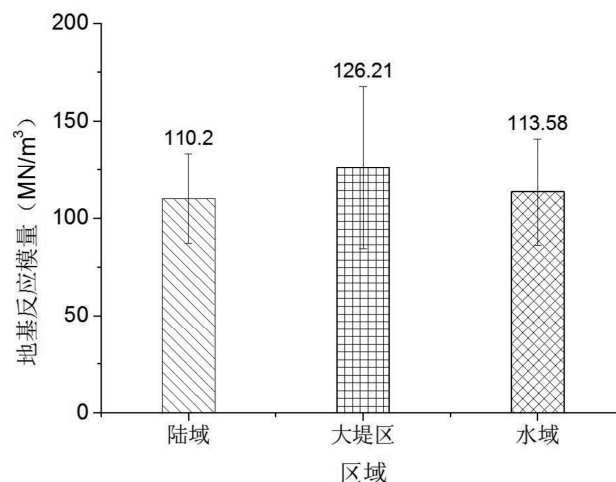


图2 地基反应模量分区统计图



图3 钻孔模型图:(a)最大点;(b)最小点

3.2 标准贯入试验

冲击碾压压实效果和影响深度通过对比前后标贯试验结果得到。冲击碾压前为勘测时16个测点的标贯数据,冲碾后有82个数据。典型测点使用相距最近的前后点位,如图4所示。在0~3m范围内,三个区域的土体强度普遍有大幅提升;在3m以下的范围内,部分孔位存在小幅提高,最深达到5.5m也有影响。通过对比冲击碾压前后的标贯试验数据分析冲碾的压实效果,如图所示。与承载板试验一致,勘测时和冲击碾压后均为大堤区土体的强度最高,但标准差也最大。海域区和陆域区的相近,海域区稍高。但区域原本的强度越高,其提升率便越低,使得三个区域本来相差较大的标贯数据,在冲击碾压处理后变得相近,消除了部分区域间的差异性。对于区域内土质的差异性,仅大堤区的变异系数有所降低,海域和陆域均有所提高,这可能与前后试验数据数量相差过大有关。

3.3 土体对于冲击碾压的影响

土体对于冲击碾压的影响综合两组数据进行分析。通过对各土层界面在取土孔的高程进行曲面拟合得到各个土层界面的模型,而后得到两组数据测点的各土层厚度。对于土层

厚度和地基反应模量进行相关性分析,如图6所示,相关性系数 R^2 在0~1之间,越接近1代表相关性越大。与陆域地基反应模量相关性最大的土层为①2浜土;大堤区则与①t填土,①2浜土,③2砂质粉土有一定关系;海域则与各土层相关性均不大。这些土层中,除③2层外均为其区域内分布较多的表层填土。对比前后土体对应的标贯均值来判断对不同位置和性质土层的压实效果,如图7所示。冲击碾压对于土体的处理效果与其原本的松散程度有关,原本越松散的土体提升效果越大,且处理后土体的标贯次数地表层组在11~12,浅部层组则在6~7之间,土体上下间的差异得到改善;冲击碾压对于土层内部的不均匀性变化处理效果并不明显。

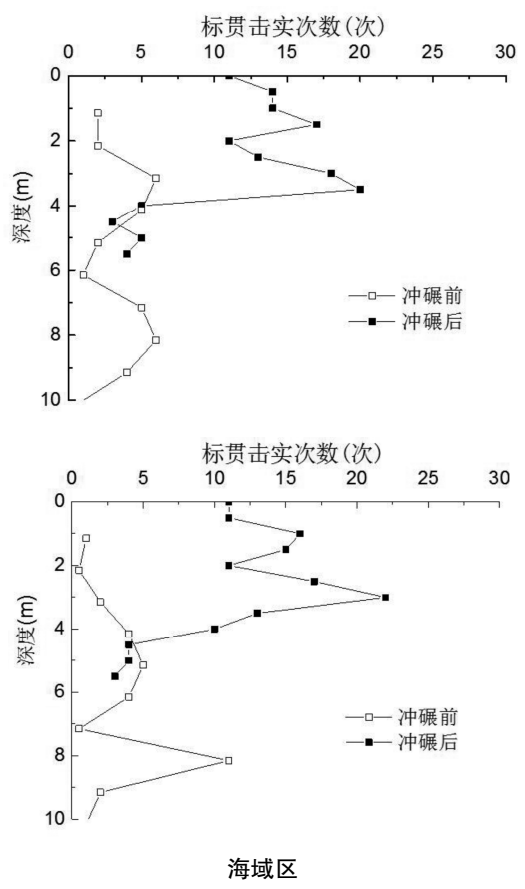
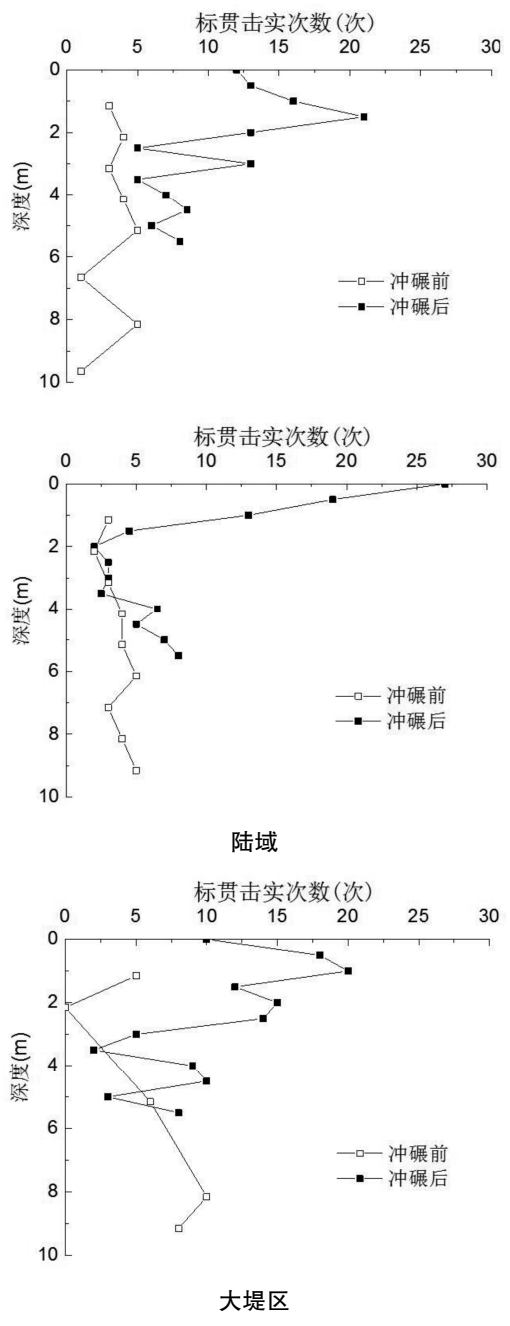


图5 典型测点标准贯入结果前后对比图

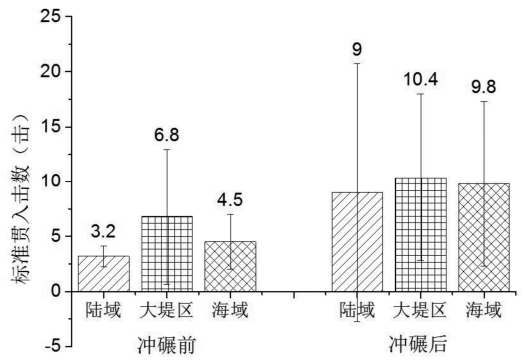


图4 标准贯入击数统计图

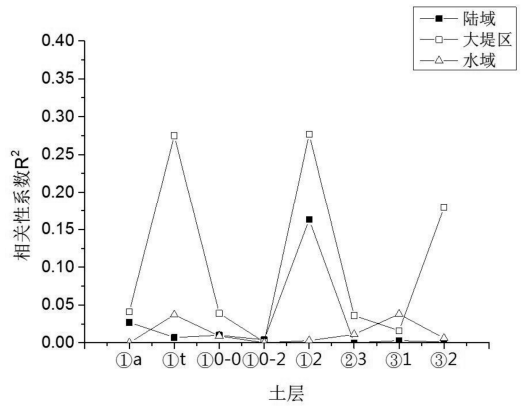


图6 各区域各土层与模量相关系数图

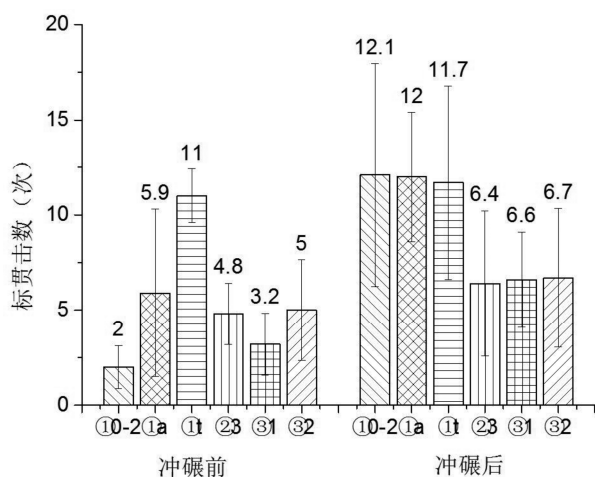


图7 冲击前后各土层标贯击数图

4 结语

(1)使用冲击碾压对该跑道进行处理是有效的,且效果显著,各区域标准贯入试验数据均有提高。

(2)冲击碾压对于该区域的影响深度可达5.5m,有效深度为3m。

(3)冲击碾压可以显著消除各区域间土体强度的差异性;而对于区域内的本身的差异性处理效果不明显。

(4)冲击碾压对于松散土体的处理效果很好,尤其是地表土层,且可以使地表土层和浅部土层分别达到一定的强度,减轻土体上下间的差异性;冲击碾压后地基反应模量的大小也与地表土层厚度有一定关系;对于土层本身变异性的处理效果也不明显。

参考文献

- [1]王吉利,刘怡林,沈兴付等.冲击碾压法处理黄土地基的试验研究[J].岩土力学,2005,26(05):755-758.
- [2]徐超,陈忠清,叶观宝等.冲击碾压法处理粉土地基试验研究[J].岩土力学,2011,32(S2):389-392.
- [3]谭伟,凌建明,刘文.冲击碾压处理不均匀软弱地基试验研究[J].地下空间与工程学报,2008,28(02):310-315.