

吹填软土结构强度形成的灰色关联分析*

杨爱武^{①②} 李潇雯^{①②} 张静娴^③

(①天津城市建设学院土木工程系 天津 300384)

(②天津市软土工程特性与工程环境重点实验室 天津 300384)

(③天津市建筑科学研究院 天津 300193)

摘要 本文以天津滨海新区吹填软土为研究对象,通过对试验土样施加不同的围压、偏压、排水条件,使吹填土样在不同因素综合作用下形成一定的结构强度,进而对结构强度的增长进行灰色关联分析。结果表明:吹填软土结构强度的增长是多因素综合作用的结果,排水条件是最关键的影响因素,对于初始结构强度较弱的吹填软土围压对其结构强度增长影响要大于偏压的影响,而对于初始结构强度较强的吹填软土偏压对其结构强度增长影响要大于围压的影响。

关键词 吹填软土 结构强度 灰色关联 排水条件 时间效应

中图分类号:TU41 文献标识码:A

GREY CORRELATION ANALYSIS OF STRUCTURAL STRENGTH FORMATION OF SOFT DREDGER FILL

YANG Aiwu^{①②} LI Xiaowen^{①②} ZHANG Jingxian^③

(①Department of Civil Engineering, Tianjin Institute of Urban Construction, Tianjin 300384)

(②Key Laboratory of Soft Soil Engineering Characteristics and Engineering Environment of Tianjin, Tianjin 300384)

(③Tianjin Research Institute of Building Science, Tianjin 300193)

Abstract Using soft dredger fill in Tianjin Binhai New Area as materials, grey correlation analysis of structural strength of soft dredger is carried out after structural strength formed under different confining pressure, deviator pressure, and drainage condition. The results show that many factors can cause the growth of structural strength of soft dredger. The drainage is the critical influence factor. For the soft dredger fill with weaker initial structural strength, the influence of the confining pressure on the growth of structural strength is greater than that of deviator pressure. For the soft dredger fill has stronger initial structural strength, the influence of the deviator pressure is greater than confining pressure.

Key words Soft dredger fill, Structural strength, Grey correlation, Drainage condition, Time effect

* 收稿日期: 2012-05-25; 收到修改稿日期: 2012-07-25.

基金项目: 天津市科技发展计划项目(06YFSZSF04000).

第一作者简介: 杨爱武, 从事软土地基处理及土体微观结构研究. Email: TuliLab@163.com

1 引言

天津滨海新区正在进行大规模填海造陆工程,研究表明吹填软土具有结构性^[1~3]。结构性的存在,使得土体力学指标与其物性指标的对应关系出现了变化^[4~6],因此结构强度在评价软土的工程特性时十分重要^[7]。20世纪90年代 Burland^[8]、沈珠江^[9]系统阐述了天然软土结构性对力学性质的影响。以上研究主要针对天然沉积形成的土体,而对于人工参与制造的吹填土成果相对较少,主要有:刘莹等^[10]进行了固化吹填土结构强度增长机理分析;成玉祥^[11,12]进行了滨海吹填土结构强度形成机理与真空预压法关键技术的研究及结构强度增长机理分析;杨爱武等^[13]利用真空预压部分改进技术处理吹填软土并对其结构强度形成进行了研究。总之,目前对吹填土结构性的研究只是针对某一时间已形成的结构强度,而实际工程中吹填软土的结构强度随时间而变化。虽有学者对吹填软土结构强度形成进行过灰预测研究,但对吹填软土结构强度形成这一动态过程影响因素的研究还不多。灰色系统理论是一种研究少信息、贫信息不确定性问题的新方法^[14,15]。本文以天津滨海新区吹填软土为研究对象,从围压、偏压、排水条件和时间4个因素出发,对其结构强度形成进行灰色关联分析,系统分析了吹填软土结构强度形成过程中的影响因素之间的关联性,为吹填软土地基处理提供理论支持。

2 试验方案

通过自研制的大直径应力控制式三轴仪(试样尺寸高150mm、直径6.18mm)进行试验。本次试验共4组,研究围压、荷载、排水条件对结构强度增长的影响,第一、二组试样分别在50kPa、100kPa、200kPa围压下固结,每组3个试样,区别在于排水条件不同;第三、四组对土样同时施加围压和轴向荷载,每组9个试样,其中3个试样施加相同的围压,总施加50kPa、100kPa、200kPa3种围压,每级围压下再分别对其施加不同偏压,两组试验的区别也是排水条件不同。为了保证所施加的偏压不使土样破坏,试验前取吹填土土样,对其在各级围压、排水及不排水条件下所能施加的最大偏压进行了试验,最后确定偏压施加为5kPa、10kPa、15kPa。为了研究时间因素对结构强度增长的影响,本文试验持续时间定为40d,与实际

工程中第一次真空预压持续时间相近,每个试样在试验持续至10d、20d、30d、40d时取出部分试样,并制作其相应的重塑样,对试验后的试样及其重塑样进行一维压缩试验,以研究不同因素影响下的结构强度增长。为了研究初始结构强度对结构强度增长的影响,取沉降槽中沉积60d和90d的吹填土进行平行试验(表1)。

表1 试验方案

Table 1 Test schemes

	围压/kPa	偏压/kPa	排水条件	最长试验时间/d
第一组	50、100、200	/	排水	40
第二组	50、100、200	/	不排水	40
第三组	50、100、200	5、10、15	排水	40
第四组	50、100、200	5、10、15	不排水	40

注:第三、四组为每级围压下分别施加偏压5kPa、10kPa、15kPa

3 试验结果

为了研究吹填软土结构强度在不同为围压、偏压、排水条件综合作用下的增长强度,分别对60d和90d吹填土按上述试验要求进行试验,实验结果如下表2及表3。

表2 60d吹填土不同试验方案的结构强度一览表

Table 2 Structural strength of dredger fill with different test schemes in 60d

编号	方案		试验时间/d			
	围压/kPa	偏压/kPa	10	20	30	40
1	50		13.9	20.4	21.5	24.1
2	100		25.5	28.9	30.4	31.7
3	200		33.1	33.3	38.4	39.1
4	50	5	14.4	18.9	23.2	
5	50	10	27.0	27.6	28.1	
6	50	15	30.2	38.8	40.1	
7	100	5	18.7	28.0	28.3	
8	100	10	28.9	34.5	35.7	
9	100	15	42.5	48.6	53.5	
10	200	5	34.0	38.0	40.1	
11	200	10	41.1	42.0	45.2	
12	200	15	50.6	52.8	54.5	
13	50		2.1	2.4	3.1	3.7
14	100		5.5	5.1	5.5	8.6
15	200		8.9	9.3	13.8	14.2
16	50	5	5.9	6.3	9.0	
17	50	10	6.5	8.6	9.4	
18	50	15	8.8	10.0	12.2	
19	100	5	7.3	10.9	14.2	
20	100	10	16.4	18.0	19.5	
21	100	15	22.7	27.4	28.9	
22	200	5	11.4	13.5	14.8	
23	200	10	17.7	18.9	22.1	
24	200	15	24.0	28.2	30.3	

表3 90d吹填土不同试验方案的结构强度一览表

Table 3 Structural strength of dredger fill with different test schemes in 90d

编号	方案		试验时间/d			
	围压/kPa	偏压/kPa	10	20	30	40
1	50		35.4	36.4	39.7	44.6
2	100		48.3	49.2	52.1	54.4
3	200		53.1	58.3	58.9	60.4
4	50	5	39.6	40.2	45.5	46.7
5	50	10	43.5	43.6	48.2	48.9
6	50	15	44.2	46.3	48.3	49.2
7	100	5	42.7	47.2	48.9	50.8
8	100	10	45.4	49.2	51.2	57.3
9	100	15	48.5	49.9	57.6	59.8
10	200	5	45.3	48.7	49.7	52.4
11	200	10	46.8	50.7	52.3	55.0
12	200	15	52.9	60.6	61.8	62.4
13	50		30.4	31.4	31.5	33.2
14	100		33.1	33.2	35.4	40.9
15	200		34.0	35.4	37.5	41.9
16	50	5	31.1	34.9	36.0	36.5
17	50	10	32.0	35.1	36.5	37.5
18	50	15	32.7	36.0	36.3	38.5
19	100	5	32.5	36.4	38.1	38.8
20	100	10	33.4	36.2	38.2	44.1
21	100	15	36.2	37.9	38.2	39.4
22	200	5	33.5	40.8	41.6	42.2
23	200	10	40.3	44.5	44.7	45.5
24	200	15	41.1	43.6	48.5	49.2

表4 60d吹填土排水条件下不同试验方案的关联矩阵

Table 4 Correlation matrix of dredger fill under drainage condition with different test schemes in 60d

	q_1	q_2	q_3	q_4	q_5	q_6	q_7	q_8	q_9	q_{10}	q_{11}	q_{12}
q_1	1	0.80	0.73	0.94	0.58	0.88	0.87	0.94	0.95	0.85	0.67	0.72
q_2		1	0.88	0.84	0.63	0.73	0.72	0.83	0.76	0.92	0.77	0.87
q_3			1	0.68	0.75	0.62	0.62	0.68	0.64	0.72	0.99	0.86
q_4				1	0.59	0.84	0.83	0.99	0.89	0.90	0.68	0.75
q_5					1	0.56	0.56	0.59	0.57	0.61	0.74	0.68
q_6						1	0.98	0.84	0.93	0.77	0.62	0.67
q_7							1	0.83	0.91	0.76	0.62	0.66
q_8								1	0.89	0.89	0.68	0.74
q_9									1	0.81	0.64	0.69
q_{10}										1	0.73	0.81
q_{11}											1	0.87
q_{12}												1

表5 60d吹填土不排水条件下不同试验方案的关联矩阵

Table 5 Correlation matrix of dredger fill under undrainage condition with different test schemes in 60d

	q_{13}	q_{14}	q_{15}	q_{16}	q_{17}	q_{18}	q_{19}	q_{20}	q_{21}	q_{22}	q_{23}	q_{24}
q_{13}	1	0.82	0.65	0.77	0.66	0.69	0.59	0.68	0.58	0.65	0.67	0.58
q_{14}		1	0.60	0.59	0.56	0.56	0.53	0.56	0.53	0.55	0.56	0.53
q_{15}			1	0.87	0.91	0.99	0.72	0.96	0.70	0.89	0.93	0.71
q_{16}				1	0.80	0.86	0.66	0.84	0.65	0.79	0.81	0.66
q_{17}					1	0.92	0.77	0.95	0.74	0.97	0.98	0.76
q_{18}						1	0.73	0.97	0.70	0.90	0.94	0.72
q_{19}							1	0.75	0.96	0.78	0.76	0.98
q_{20}								1	0.72	0.92	0.97	0.73
q_{21}									1	0.76	0.74	0.93
q_{22}										1	0.95	0.77
q_{23}											1	0.75
q_{24}												1

表6 90d吹填土排水条件下不同试验方案的关联矩阵

Table 6 Correlation matrix of dredger fill under drainage condition with different test schemes in 90d

	q_1	q_2	q_3	q_4	q_5	q_6	q_7	q_8	q_9	q_{10}	q_{11}	q_{12}
q_1	1	0.90	0.84	0.99	0.88	0.94	0.84	0.82	0.76	0.84	0.87	0.74
q_2		1	0.77	0.89	0.98	0.95	0.77	0.76	0.71	0.85	0.80	0.69
q_3			1	0.85	0.76	0.80	0.99	0.97	0.90	0.89	0.96	0.85
q_4				1	0.88	0.94	0.85	0.83	0.77	0.95	0.88	0.74
q_5					1	0.93	0.76	0.75	0.71	0.84	0.79	0.68
q_6						1	0.80	0.79	0.73	0.89	0.83	0.71
q_7							1	0.98	0.88	0.89	0.96	0.85
q_8								1	0.91	0.87	0.94	0.87
q_9									1	0.80	0.85	0.96
q_{10}										1	0.92	0.77
q_{11}											1	0.82
q_{12}												1

4 结构强度增长影响因素灰色关联分析

4.1 不同试验方案的灰色关联分析

首先通过灰色关联聚类大体上将许多因素中属于同类的因素分为一类,使得能用这些因素的综合平均指标或其中的某一个因素来代表这一类因素而使信息不受损失。然后按公式(1)~(6)对所有的 $i \leq j, i, j = 1, 2, 3 \dots, m$,计算出 X_i 与 X_j 的灰色关联绝对关联度 ε_{ij} ,得到上三角矩阵^[14, 15]。因此,根据表2中60d吹填土排水条件下不同试验方案的结构强度大小,分别以 $q_1(k), q_2(k), \dots, q_{12}(k)$ 为参考数列,其余11组为比较数列进行灰色关联分析,得到60d吹填土排水条件下不同试验方案的关联矩阵(表4)。同样,可计算得到60d吹填土不排水条件、90d吹填土排水条件和90d吹填土不排水条件下不同试验方案的关联矩阵(表5~7)。

表7 90d吹填土不排水条件下不同试验方案的关联矩阵

Table 7 Correlation matrix of dredger fill under undrainage condition with different test schemes in 90d

	q_{13}	q_{14}	q_{15}	q_{16}	q_{17}	q_{18}	q_{19}	q_{20}	q_{21}	q_{22}	q_{23}	q_{24}
q_{13}	1	0.79	0.71	0.67	0.68	0.69	0.65	0.65	0.85	0.60	0.67	0.74
q_{14}		1	0.86	0.79	0.81	0.83	0.76	0.75	0.93	0.67	0.79	0.74
q_{15}			1	0.89	0.93	0.95	0.86	0.85	0.81	0.73	0.90	0.82
q_{16}				1	0.96	0.93	0.95	0.94	0.74	0.79	0.99	0.91
q_{17}					1	0.97	0.92	0.90	0.77	0.77	0.96	0.88
q_{18}						1	0.89	0.88	0.78	0.75	0.94	0.86
q_{19}							1	0.99	0.72	0.82	0.95	0.96
q_{20}								1	0.72	0.83	0.94	0.97
q_{21}									1	0.64	0.75	0.70
q_{22}										1	0.79	0.86
q_{23}											1	0.90
q_{24}												1

利用上述关联矩阵即可对不同实验方案进行灰色关联分析。首先利用临界值 γ 来对以上方案进行分类, $\gamma \in [0, 1]$,一般要求 $\gamma > 0.5$,当 $\gamma_{ij} \geq \gamma$ 时,视 q_i 与 q_j 为同类特征。 γ 值越大,则代表分类越细。

对60d吹填土排水条件下不同试验方案的关联矩阵进行分析,这里取 $\gamma = 0.9$,对关联矩阵 q_1 行进行检查,关联度大于0.9的方案1、2、4、6、7、8、9、10归为同一类;然后,分别对 q_2 行、 q_3 行直至 q_{12} 行进行检查,最后可得到:方案3、11为同一类,方案5、12为同一类。灰色关联分析是对系统的发展趋势做出分析,它根据因素之间态势的相似或相异程度来测量因素间接近的程度,因此,分为同类的试验方案在结构强度值及其增长趋势方面效果相当。根据关联矩阵的分析和方案结果可知,对于60d吹填土排水试验方案,围压100kPa偏压15kPa作用后的结构强度增长最大。

同样根据关联矩阵进行关联度分析得到:对于60d吹填土不排水条件试验方案,方案15、17、18、20、22、23为同类,方案19、21、24为同类,剩余的方案13、14、16为同类,由关联分析得到围压100kPa偏压5kPa作用后结构强度增长最大。

对90d吹填土排水条件试验方案,方案1、2、4、5、6、10为同类,方案3、7、8、9、11为同类,剩余方案12,由关联分析得到围压100kPa偏压15kPa作用后结构强度增长最大。

对于90d吹填土不排水条件试验方案,方案15、16、17、18、19、20、23、24为同类,方案14、21为同类,剩下的方案13、22归为一类,由关联分析得到围压100kPa偏压10kPa作用后结构强度增长最大。

总之,对于60d吹填土排水条件试验方案,已知方案9为最优方案,根据关联度分析结果,得到关于最佳方案9的关联排序:方案9、方案1、方案2、方案4、方案6、方案7、方案8、方案10>方案3、方案11>方案5、方案12,该方案排序即为60d吹填土排水条件下的结构强度增长趋势排序。

同样,可得到90d吹填土排水条件下的结构强度增长趋势排序:方案9、方案3、方案7、方案8、方案11>方案12>方案1、方案2、方案4、方案5、方案6、方案10。

4.2 不同影响因素的灰色关联分析

上述分析是对60d和90d吹填土不同试验方案的关联分析,但单因素对结构强度的增长影响还不明确。因此,根据上述分析结果对围压、偏压、排水3个单因素进行灰色关联分析。由以上研究可知,对于60d吹填土,围压100kPa偏压15kPa为结构强度增长最大方案。对该方案的围压、偏压及排水条件对结构强度的贡献值进行计算,结果如表8所示。其中,排水贡献结构强度=围压100偏压15排水结构强度-围压100偏压15不排水结构强度,偏压贡献结构强度=围压100偏压15排水结构强度-围压100排水结构强度,围压贡献结构强度=围压100偏压15排水结构强度-排水贡献结构强度-偏压贡献结构强度-初始结构强度。

表8 60d吹填土最优方案关联分析表

Table 8 Optimal scheme analysis of dredger fill in 60d

编号	方案	10d	20d	30d
1	围压100kPa偏压15kPa	42.5	48.6	53.5
2	围压贡献结构强度/kPa	5.7	7.7	5.8
3	偏压贡献结构强度/kPa	17	19.7	23.1
4	排水贡献结构强度/kPa	19.8	21.2	24.6

表9 90d吹填土最优方案关联分析表

Table 9 Optimal scheme analysis of dredger fill in 90d

编号	方案	10d	20d	30d	40d
1	围压100kPa偏压15kPa	48.5	53.2	57.6	59.8
2	围压贡献结构强度/kPa	14.6	12.5	11.3	12.6
3	偏压贡献结构强度/kPa	0.2	4.0	5.5	5.4
4	排水贡献结构强度/kPa	12.3	15.3	19.4	20.4

根据表8中编号1-4的结构强度值,以编号1的结构强度值为参考数列,其余3组为比较数列进行灰色关联分析,按公式(1)~(6)分别计算得到围压、偏压、排水条件相对该最优方案的绝对关联度: $\varepsilon_{\text{围压}} = 0.63$, $\varepsilon_{\text{偏压}} = 0.55$, $\varepsilon_{\text{排水}} = 0.95$ 。关联度排序

为:排水>围压>偏压。因此,对于60d吹填土,排水条件对结构强度增长影响最大,其次为围压、偏压影响最小。同样,按上述方法对90d吹填土最优方案进行分析。表9为该方案的关联分析表,计算得到围压、偏压、排水条件相对该最优方案的绝对关联度为: $\varepsilon_{\text{围压}}=0.51$, $\varepsilon_{\text{偏压}}=0.81$, $\varepsilon_{\text{排水}}=0.87$ 。关联度排序为:排水>偏压>围压。由此可知,对于90d吹填土,排水条件对结构强度增长影响最大,其次为偏压、围压影响最小。

$$X_i = (x_i(1), x_i(2), \dots, x_i(n)) \quad (1)$$

$$X_i^0 = (x_i(1) - x_i(1)x_i(2) - x_i(1), \dots, x_i(n) -$$

$$x_i(1)) = (x_i^0(1)x_i^0(2), \dots, x_i^0(n)) \quad (2)$$

$$|s_i| = \left| \sum_{k=2}^{n-1} x_i^0(k) + x_i^0(n)/2 \right| \quad (3)$$

$$|s_j| = \left| \sum_{k=2}^{n-1} x_j^0(k) + x_j^0(n)/2 \right| \quad (4)$$

$$|s_i - s_j| = \left| \sum_{k=2}^{n-1} (x_i^0(k) - x_j^0(k)) + (x_i^0(n) - x_j^0(n))/2 \right| \quad (5)$$

$$\varepsilon_{ij} = \frac{1 + |s_i| + |s_j|}{1 + |s_i| + |s_j| + |s_i - s_j|} \quad (6)$$

式中, X_i 为系数因素; $x_i(k)$ 为在序号 k 上的观测数据 ($k=1, 2, \dots, n$); X_i^0 为始点零化像; $S_i = \int_1^n (X_i - x_i(1))dt$; ε_{ij} 为绝对关联度。

综合上述分析可知,排水条件对于吹填软土结构强度的增长最为重要。在排水条件下,围压和偏压对60d和90d吹填土的影响不同。由于60d吹填软土的初始结构强度较弱,土体的结构屈服应力小,所能承担的剪应力较小,围压对土体挤密的影响要大于偏压压密的影响,因此围压对结构强度的贡献大于偏压。90d吹填土,由于初始结构强度较强,围压的挤压作用会使土的初始结构强度有所损伤,在一定的剪应力作用,土颗粒间连接更紧密,结构强度增长更大,因此偏压压密对结构强度的增长影响要大于围压挤密,偏压对结构强度的贡献大于围压。

5 结 论

(1)通过灰色关联分析,得到了不同试验方案的关联矩阵。通过对关联矩阵进行分析,得出不同初始结构强度吹填软土结构强度增长的最优综合影响因素。

(2)由单因素关联分析可知,排水条件对于吹

填土结构强度的增长是最关键的影响因素。对于无初始结构强度的吹填软土围压对其结构强度增长影响要大于偏压的影响,而对具有一定初始结构强度的吹填软土偏压对其结构强度增长影响要大于围压的影响。

(3)灰色关联分析可以对吹填软土结构强度的形成影响因素进行关联分析,可为更好进行吹填场地地基处理提供理论支持。

参 考 文 献

- [1] 杜东菊, 杨爱武, 刘举. 天津滨海吹填土[M]. 北京: 科学出版社, 2010.
Du Dongju, Yang Aiwu, Liu Ju. The dredger fill of Tianjin Binhai area [M]. Beijing: Science Press, 2010.
- [2] 杨爱武, 闫澍旺, 杜东菊. 蠕变条件下吹填软土结构强度形成研究[J]. 水文地质工程地质, 2011, 38(6): 62~67.
Yang Aiwu, Yan Shuwang, Du Dongju. A study of the formation of structure yield stress subject to creep of the soft dredger fill. Hydrogeology & Geology, 2011, 38(6): 62~67.
- [3] 杨爱武, 杜东菊, 卢力强, 刘举. 吹填软土结构强度形成及灰预测[J]. 煤田地质与勘探, 2011, 39(2): 52~56.
Yang Aiwu, Du Dongju, Lu Liqiang, Liu Ju. Structure strength formation and grey prediction of soft dredger fill. Coal Geology & Exploration, 2011, 39(2): 52~56.
- [4] 吕海波, 汪稔, 赵艳林, 孔令伟. 软土结构性的工程效应[J]. 土工基础, 2003, 17(2): 12~15.
Lü Haibo, Wang Ren, Zhao Yanlin, Kong Lingwei. Engineering effect of soft soils structural property. Soil Engineering and Foundation, 2003, 17(2): 12~15.
- [5] 王冠英, 肖树芳, 习春飞. 海积软土前期固结压力与结构强度的关系及成因分析[J]. 世界地质, 2004, 23(1): 69~74.
Wang Guanying, Xiao Shufang, Xi Chunfei. Relationship between preconsolidation pressure and structural strength of marine soft clay and the cause analysis. Global Geology, 2004, 23(1): 69~74.
- [6] 陈铁林, 周成, 沈珠江. 结构性黏土压缩和剪切特性试验研究[J]. 岩土工程学报, 2004, 26(1): 31~35.
Chen Tielin, Zhou Chen, Shen Zhujiang. Compression and shear test of structured clay. Chinese Journal of Geotechnical Engineering, 2004, 26(1): 31~35.
- [7] 熊传祥, 龚晓南, 陈福全, 张冬霖. 软土结构性对桩性状影响分析[J]. 工业建筑, 2000, 30(5): 40~43.
Xiong Chuanxiang, Gong Xiaonan, Chen Fuquan, Zhang Dongji. Analysis of influence of structural performance of soft on pile behavior. Industrial Construction, 2000, 30(5): 40~43.
- [8] Burland J B. On the compressibility and shear strength of natural clays[J]. Geotechnique, 1990, 40(3): 329~378.
- [9] 沈珠江. 软土工程特性和软土地基设计[J]. 岩土工程学报, 1998, 20(1): 100~112.
Shen Zhujiang. Engineering properties of soft soils and design of

- soft ground. Chinese Journal of Geotechnical Engineering, 1998, 20(1): 100 ~ 112.
- [10] 刘莹, 肖树芳, 王清. 吹填土沉积固化后结构强度. 增长的机理分析[J]. 同济大学学报, 2003, 31(11): 1295 ~ 1298.
Liu Ying, Xiao Shufang, Wang Qing. Mechanism analysis of increase in structural strength of solidified dredger fill. Journal of Tongji University, 2003, 31(11): 1295 ~ 1298.
- [11] 成玉祥. 滨海吹填土结构强度形成机理与真空预压. 法关键技术研究[D]. 西安: 长安大学, 2008.
Cheng Yuxiang. The Structural Strength Formation Mechanism of Seashore Dredger Fill and Key Technique of Vacuum Preload Method. Xi'an: Chang'an University, 2008.
- [12] 成玉祥, 杜东菊, 张骏. 天津滨海吹填土结构强度增长机理[J]. 煤田地质与勘探, 2010, 38(1): 45 ~ 49.
Cheng Yuxiang, Du Dongju, Zhang Jun. Research on the structural strength growth mechanism of seashore hydraulic fill in Tianjin area. Coal Geology & Exploration, 2010, 38(1): 45 ~ 49.
- [13] 杨爱武, 闫澍旺, 杜东菊, 卢力强, 王江宏. 真空预压部分改进技术处理吹填软土[J]. 天津大学学报, 2011, 44(6): 477 ~ 483.
Yang Aiwu, Yan Shuwang, Du Dongju, Lu Liqiang, Wang Jianghong. Partly improved technology of vacuum preloading in foundation treatment of soft dredger fill. Journal of Tianjin University, 2011, 44(6): 477 ~ 483.
- [14] 刘思峰, 党耀国, 方志耕, 谢乃明. 灰色系统理论及. 其应用[M]. 北京: 科学出版社, 2010.
Liu Sifeng, Dang Yaoguo, Fang Zhigeng, Xie Naiming. The grey system theory and application [M]. Beijing: Science Press, 2012.
- [15] 邓聚龙. 灰预测与灰决策[M]. 武汉: 华中科技大学出版社, 2000.
Deng Julong. Grey prediction and grey decision [M]. Wuhan: Huazhong University of Science & Technology Press, 2000.

第十一届全国桩基工程学术会议

(一号通知·征文)

随着高层建筑以及公路、铁路、跨海桥隧等基础设施的大规模开发建设, 桩基成为工程中应用最广泛的基础形式。近年来, 桩基工程理论和技术研究不断取得新进展, 桩基工程设计、施工、检测实践中涌现出诸多新经验和新问题, 桩基工程研究人员和工程技术人员面临前所未有的机遇与挑战。第十一届全国桩基工程学术会议将于2013年10月16日到18日在江苏宜兴召开, 将对我国近年来桩基工程领域的最新研究进展进行广泛的学术交流。

主办单位:中国土木工程学会土力学及岩土工程分会桩基础学术委员会; 中国工程建设标准化协会地基基础专业委员会; 江苏省土木建筑学会

承办单位:宜兴市建设局; 建基建设集团有限公司; 浙江理工大学

论文议题:①理论与试验研究; ②桩基工程设计研究与实践; ③桩基施工技术与管理控制; ④高铁、路桥、码头工程中的桩基技术; ⑤特殊岩土中的桩基工程; ⑥桩基工程事故处理与典型案例; ⑦基桩检测与桩基风险评估; ⑧桩基工程技术标准有关问题。

应征论文要求内容具体、明确、严谨、未公开发表过, 文责自负且不涉及保密内容。论文字数一般不超过6000字(含图表与公式)。本次会议录用论文将在《岩土工程学报》2013年增刊上发表, 来稿请严格按照《岩土工程学报》的论文模板进行排版。寄两份打印稿和一份电子文本, 论文中请务必注明详细通讯地址、邮编、联系电话及Email地址。

重要日期:2013年5月15日前提交论文全文; 2013年5月31日前通知作者是否录用; 2013年6月15日前提交修改后的论文。

联系方法

论文投稿及相关事宜请联系:

中国建筑科学研究院地基所 李大展

(信封或邮件上注明“第十一届全国桩基工程学术会议”字样)

地址:北京市北三环东路30号 邮编:100013

联系电话:010-64517585 传真:010-84283086 电子邮箱:lidazhan22@163.com