

地基处理方案的模糊判别选择

陈兰云¹, 杜宁¹, 吴育萍¹, 李建华²

(1. 金华职业技术学院建筑工程系, 浙江 321017; 2. 河北省衡水市水利局建工处, 河北 253800)

[摘要]采用何种地基处理方法,直接影响到地基处理的效果和造价,长期以来选择地基处理方案都是根据经验确定。文章采用层次分析法试图建立起地基处理方案选择评价体系,通过对比,在实际应用中达到优化选择地基处理方案的目的。

[关键词]地基处理 方案 指标 权重

[中图分类号]P471.1 **[文献标识码]**A **[文章编号]**0495-5331(2003)01-0089-04

0 前言

随着城市扩张和建设用地紧张的加剧,越来越多的建筑只能建在被指定的规划用地上。而这些用地可供选择的、理想的地基越来越少,只能建在经过人工处理的软弱地基上。因此地基处理方案的选择已成为建筑工程设计需要考虑的首要问题之一。

地基处理的目的是改善地基土的性质,达到满足建筑物对地基稳定和变形的要求,包括改善地基土的变形特性和渗透性、提高其抗剪强度和抗液化能力。

目前,常用的地基处理方法有:换土填层法、强夯法、挤密法(砂桩挤密法、灰土桩挤密法、石灰桩挤密法)、振冲法(振冲挤密、振冲置换)、排水固结法(砂井堆载预压法、塑料板排水堆载预压法、真空预压法)、粉喷法、化学加固法等等,而每一种地基处理方法各有其适用范围、局限性。多数地基经过处理效果较好,达到使用要求;但也有的地基处理效果不好,这主要是地基处理方案选择存在问题,如有的地基软土层较深,采用换土方法,土方量较大,危及邻近建筑,且过深土层夯填,质量难以保证;有的软弱土层埋深较浅,可采用灰砂桩的而却采用了振冲碎石桩,虽地基承载力提高较多,但造价也增加较多;遇软弱土层较深可用碎石桩的,却采用了混凝土灌注桩等。每一种地基处理方法各有其适用条件和适用范围,不可滥用。否则技术上不合理,达不到预期效果,同时也浪费资源。许多工程实例说明,由于

地基处理方案不慎重,选择的地基处理方法不恰当,影响了工程质量或环境卫生。采用或选择地基处理方案时,影响因素众多,如地基条件(工程特点、工程地质条件、水文地质条件等)、施工条件(施工机械、施工工艺等),对处理后地基的要求以及环境因素、能源因素、工程费用等等。各因素之间互相联系、互相作用、互相制约。由于种种原因,现今在确定地基处理方案时,往往依赖传统的凭经验选择。我们试图通过对可能采用的地基处理方案进行模糊评判,进行一系列定性或定量分析,优选出最佳地基处理方案,以达到地基处理的最佳目的。

1 综合评价体系的建立

1. 在确定评价指标体系过程中应遵循原则

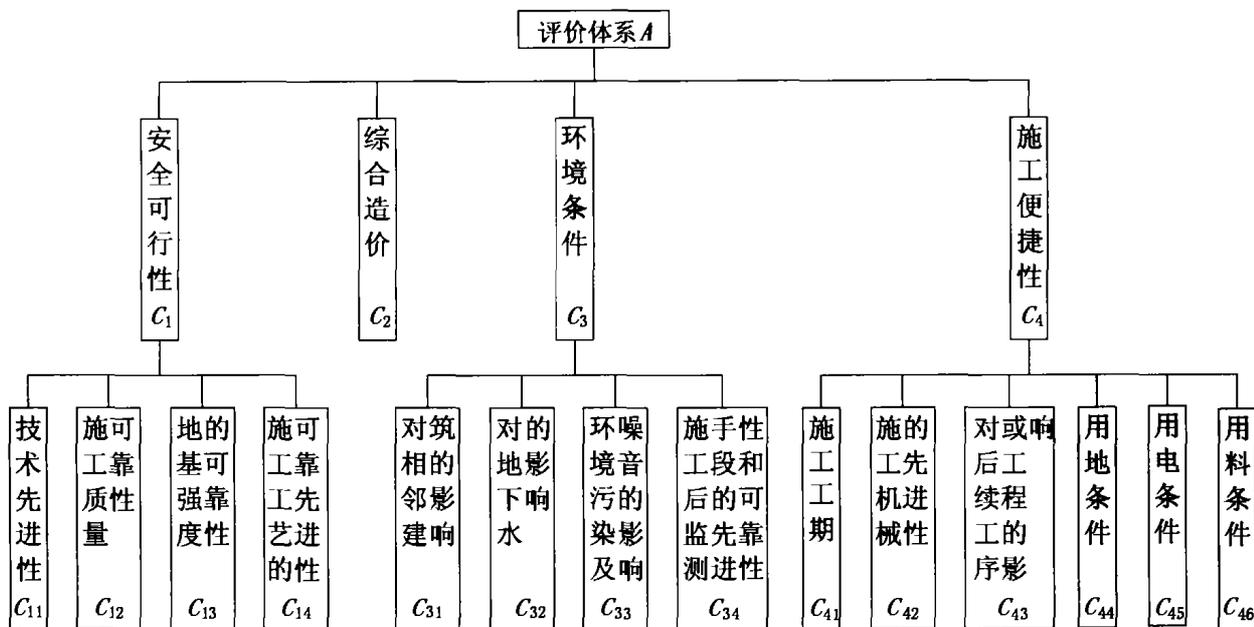
- (1)可操作性。指标内涵应简洁明了,便于量化。
- (2)客观性。指标体系应能较客观地反映真实情况,尽量排除主观因素的影响。
- (3)独立性。指标应尽可能不相互包含。
- (4)全面性。指标体系应尽可能科学地、全面地反映实际状态和水平。

2. 确定各级指标的权重

评价体系应从安全可行性、综合造价、环境保护、施工条件等几个方面出发,设置层次模型。评价体系应包含两个因素:一是评价指标的确定;二是各指标在评价体系的权重。各级指标的权重是整个评价体系的关键所在,它直接影响到整个评价质量的真实性。

[收稿日期]2002-00-00;[修订日期]2002-00-00;[责任编辑]陈仁俊。

[第一作者简介]陈兰云(1964年-),男,1990年毕业于东北大学,获硕士学位,副教授,现主要从事岩土工程教学与科研工作。



(1) 安全可行性

a、技术先进性;b、施工质量可靠性;c、地基强度的可靠性,它包含地基的最大可能沉降;d、施工工艺的可靠、先进性。

(2) 综合造价

一个指标综合造价,它应包含地基处理、基础、基础梁等的费用。因为地基处理方法的不同,造成基础形式的不同、基础梁设计的不同,从而使得造价也不同。

(3) 环境条件

a、对相邻建筑的影响;b、对地下水的影响;c、环境污染及噪音的影响;d、施工后监测手段的先进性和可靠性。

(4) 施工便捷性

a、施工工期;b、施工机械先进性;c、对后续工序或工程的影响;d、用地条件;e、用电条件;f、用料条件。

2 数据处理

评价内容、评价标准和评价权重都存在相对的模糊性,要准确地评价。我们引用一种新的评判方法—模糊综合评价方法。

1. 建立评价矩阵,对每个因素进行评价,综合所有单因素评价,便得到评价模糊矩阵。

以 A 为目标, u_i 表示评价因素, $u_i \in U, (i = 1, 2, 3, \dots, n)$ 。 u_{ij} 表示 u_i 对 u_j 的相对重要性数值, $(j = 1, 2, 3, \dots, n)$, u_{ij} 取值依如下表(表 1)进行。

表 1 判断矩阵标度及其含义

标度	含 义
1	表示因素 u_i 与 u_j 比较,具有同等重要性。
3	表示因素 u_i 与 u_j 比较, u_i 比 u_j 具有稍微重要性。
5	表示因素 u_i 与 u_j 比较, u_i 比 u_j 具有明显重要性。
7	表示因素 u_i 与 u_j 比较, u_i 比 u_j 具有强烈重要性。
9	表示因 u_i 素与 u_j 比较, u_i 比 u_j 具有极端重要性。
2,4,6,8	2,4,6,8 分别表示相邻判断 1-3,3-5,5-7,7-9 的中值
倒数	表示因素 u_j 与 u_i 比较得判断 u_{ji} ,则 u_j 与 u_i 比较得判断 $u_{ij} = 1/u_{ji}$ 。

根据上述各符号的意义得 A - C 判断矩阵

A	C_1	C_2	C_3	C_4	W
C_1	1	1	3	5	0.38
C_2	1	1	5	5	0.43
C_3	1/3	1/5	1	3	0.13
C_4	1/5	1/5	1/3	1	0.06

经计算判断矩阵 A - C 的特征参数为:

$\lambda_{max} = 4.09, CI = 0.03$,由 $n = 4$ 时判断矩阵的一般一致性指标 $RI = 0.9$

所以,相应的随机一致性比率 $CR = CI/RI = 0.033 < 0.10$,满意。同理,

C_1	C_{11}	C_{12}	C_{13}	C_{14}	W
C_{11}	1	1/3	1/5	1/3	0.08
C_{12}	3	1	1	2	0.33
C_{13}	5	1	1	3	0.41
C_{14}	3	1/2	1/3	1	0.18

经计算判断矩阵 $C_1 - C_j$ 的特征参数为:

$\lambda_{\max} = 4.085, CI = 0.028$, 由 $n = 4$ 时判断矩阵的一般一致性指标 $RI = 0.9$

所以,相应的随机一致性比率 $CR = CI/RI = 0.031 < 0.10$, 满意。

C_3	C_{31}	C_{32}	C_{33}	C_{34}	W
C_{31}	1	2	3	1/2	0.285
C_{32}	1/2	1	2	1/3	0.164
C_{33}	1/3	1/2	1	1/3	0.105
C_{34}	2	3	3	1	0.446

经计算判断矩阵 $C_3 - C_{3j}$ 的特征参数为:

$\lambda_{\max} = 4.042, CI = 0.014$, 由 $n = 4$ 时判断矩阵的一般一致性指标 $RI = 0.9$

所以,相应的随机一致性比率 $CR = CI/RI = 0.0156 < 0.10$, 满意。

C_4	C_{41}	C_{42}	C_{43}	C_{44}	C_{45}	C_{46}	W
C_{41}	1	3	5	2	2	4	0.371
C_{42}	1/3	1	1	2	1	1	0.139
C_{43}	1/5	1	1	1	1/2	1/2	0.090
C_{44}	1/2	1/2	1	1	1	2	0.133
C_{45}	1/2	1	2	1	1	1	0.149
C_{46}	1/4	1	2	1/2	1	1	0.118

经计算判断矩阵 $C_4 - C_{4j}$ 的特征参数为:

$\lambda_{\max} = 6.287, CI = 0.0574$, 由 $n = 4$ 时判断矩阵的一般一致性指标 $RI = 1.24$ 。

表 2 层次总排序表

目标	A				综合权重值 %
	1.0				
指标	C_1	C_2	C_3	C_4	
	0.38	0.43	0.13	0.06	
子	C_{11}	0.08			3.04
	C_{12}	0.33			12.54
	C_{13}	0.41			15.58
	C_{14}	0.18			6.84
	C_2		0.43		43
指	C_{31}			0.285	3.705
	C_{32}			0.164	2.132
	C_{33}			0.105	1.365
	C_{34}			0.446	5.798
标	C_{41}			0.371	2.226
	C_{42}			0.139	0.834
	C_{43}			0.09	0.54
	C_{44}			0.133	0.798
	C_{45}			0.149	0.894
	C_{46}			0.118	0.708

所以,相应的随机一致性比率 $CR = CI/RI =$

$0.0463 < 0.10$, 满意。

层次总排序计算是基于层次单排序的结果计算指标层中的各个指标的地基处理方案中所占的综合权重,这一过程是从最高层次到最低层次逐层进行计算的,计算结果见表。综合权重的向量记为 $W = [W_{D1}, W_{D2}, W_{D3}, \dots, W_{Dn}]^T, n = 15$

3 指标的评分标准及处理

在评价体系中,既有定性指标,又有定量指标,因此必须对所有指标的评分标准进行处理,这样才可以使评价结果具有可比性。利用层次分析法计算评价指标的权重分配可较大幅度地减少主观因素。如果人的主观判断偏离了客观实际,则 CR 的值便显示了这种差别,以便对判断矩阵做出调整。

1. 对于定性指标,如 $C_{11}, C_{12}, C_{14}, C_{31}, C_{32}, C_{33}, C_{34}, C_{42}, C_{43}, C_{44}, C_{46}$ 可采用层次分析法中定性指标量化的 1~9 比率标度方法评分,指标的取值范围 1~9。如 1 量化为没有影响或没有可能性或不先进或没有效果;3 量化为稍微有影响或稍微有可能性或稍微有点先进或稍微有点效果;5 量化为明显有影响或明显有可能性或明显有点先进或明显有点效果;7 量化为强烈影响或强烈有可能性或较为先进或强烈有点效果;9 量化为极端有影响或极端有可能性或很先进或很效果;2,4,6 分别处于两者之间。

2. 对于定量指标,如果规范中要求指标小于或大于某值,如 C_{13}, C_{41} ,那么根据规范要求,由专家或同行给予打分,以十分制打分,可以打零分。如果规范中没有定量要求,如 C_2 ,那么,也由专家或同行根据判断给予打分。

3. 将当地或区域内岩土专家进入专家库,根据以上方法请其针对拟建工程地基处理方案进行逐项评分,取其平均值,然后进行统计。

4 方案比较优化

地基处理方案可以按如下步骤进行:按照指标的评分办法和标准,对每个地基处理方案逐个评分,记 $D^i = [D_1^i, D_2^i, D_3^i, D_4^i, D_n^i]$ 为第 i 个方案的评价指标得分向量。然后将指标的得分向量与指标的综合权重向量相乘,即可得到第 i 个备选方案的综合得分,即

$$N^i = D^i W = [D_1^i, D_2^i, D_3^i, D_4^i, \dots, D_n^i] * [W_{D1},$$

$$W_{D2}, W_{D3}, \dots, W_{Dn},]^T = \sum_{j=1}^n D_j W_j$$

最后根据每个方案得分的多少选择最佳方案。

以达到地基处理方案的优化目的。

5 工程实例

某工程为年产十万吨综合钢铁厂,其主厂房占地 1100 m²,跨度 18~22 m,柱距 12 m,主跨高度 12 m,内布置 20 t 电炉、两台 50 t 和四台 10 t 桥式吊车等。根据工程地质勘察报告,拟建场地自上而下地质条件如下:

(1) 回填土:由砾砂及粘性土组成,层厚 0.50~0.80 m;天然容重 $\gamma = 1.94 \text{ g/cm}^3$;孔隙比 $e = 0.74$;含水量 $w = 28\%$;液限 $W_L = 31$;塑限 $W_P = 31$;塑性指数 $I_p = 10$;

(2) 埋藏植物层:层厚 0.20~0.60 m;

(3) 第四系冲、洪积亚粘土:由褐黄到灰白色,可见未腐烂的植物根系,底部偶见薄砂层,湿、可塑,层厚 0.40~1.0 m;

(4) 淤泥质亚粘土:由深灰到灰黑色,含腐殖质,有臭味,湿、可塑至流塑状态,层厚 0.20~0.80 m;(3)(4) 土层天然容重 $\gamma = 1.89 \text{ g/cm}^3$;孔隙比 $e = 0.80$;含水量 $w = 29\%$;液限 $w_L = 31$;塑限 $w_p = 22$;塑性指数 $I_p = 9$;

(5) 砾砂:主要成分为石英质,一般粒径 2~5 mm,最大粒径 8 mm,含 10% 灰至深灰、黄至褐黄色粘土及少量碎石,饱和、松散,层厚 3.90~7.90 m;标准贯入击数 $N_{63.5} = 2 \sim 4$;

(6) 亚粘土混砾砂:褐黄色,混入 45% 的砾砂及少量碎石,底部常递变为薄层碎石,稍湿,可塑至坚硬状态;本层未穿透天然容重 $\gamma = 2.1 \sim 2.27 \text{ g/cm}^3$;孔隙比 $e = 0.31 \sim 0.60$;含水量 $w = 11 \sim 20\%$;液限 $W_L = 22 \sim 28$;塑限 $W_P = 15 \sim 21$;塑性指数 $I_p = 7$, $E_s = 6000 \sim 10000 \text{ kPa}$;

(7) 第四系残积亚粘土:颜色较杂乱,由花岗岩风化而成。由于原岩岩性不均一,因此残积亚粘土性质差异较大,呈黄褐至褐红色,稍湿至湿,硬塑至

坚硬状态,颗粒较细,含有未完全风化的花岗岩碎块及砾砂。

地下水位位于地表下 1.10~1.40 m。

根据我们选定地基处理方案强夯法、振冲法、桩基、换土垫层法进行模糊判断选择。四种方案基本情况见表 3。现 $n = 4$,根据层次总排序表计算结果强夯法得分 652.288,振冲法得分 511.535,桩基得分 447.25,换土垫层法得分 593.663。最后采用强夯法进行地基处理。

表 3 地基处理方案基本情况

方案	内容	造价 (元/m ²)	工期 (月)	效果
桩基	300 * 300 * 15000 钢筋混凝土桩	30	2	较理想
换土垫层	深 6~7 m	23	1	主要基础适合,次要基础浪费
振冲法	桩长 6~7 m	20	2	可以满足要求,对排管挖沟有影响
强夯法	单击能量 100 kN.m	10	1	理想

6 结束语

本文提出采用层次分析法建立模糊评价体系,只是一个探讨。如何完善、准确选择最优地基处理方案需要经过实践的检验,只有通过不断应用才能得到验证。

[参考文献]

- [1] 赵焕臣,许树柏,和金生. 层次分析法[M]. 北京:科学出版社,1986.
- [2] 唐业清. 土力学基础工程新进展[M]. 北京:铁道标准设计通讯编辑部,1988.
- [3] 陈仲颐,叶书麟. 基础工程学[M]. 北京:中国建筑工业出版社,1990.
- [4] 雷华阳,肖树芳. 天津海积软土微观结构与工程性质初探[J]. 地质与勘探,2002,38(6):81~85.

THE SCHEME OF GROUND TREATMENT CHOSEN BY VAGUE JUDGMENT

CHEN Lan - yun¹, DU Ning¹, WU Yu - ping¹, LI Jiang - hua²

(1. The Architecture Engineering Department, Jinhua College of Profession and Technology Jinhua Zhejiang 321017

2. HeBei province HengShui City Water service office 253800)

Abstract: The method we adopt in ground treatment will directly affect the efficiency and cost of it. For a long time the scheme of the ground treatment is specified according to the experience. This article tends to set up a system of evaluation of ground treatment scheme by gradation analysis, based on which, to obtain the purpose of a better ground treatment scheme.

Key words: Ground treatment, scheme, target, balance