

结构工程师：搅拌桩沉降计算 PDF转换可能丢失图片或格式，建议阅读原文

[https://www.100test.com/kao\\_ti2020/469/2021\\_2022\\_\\_E7\\_BB\\_93\\_E6\\_9E\\_84\\_E5\\_B7\\_A5\\_E7\\_c67\\_469335.htm](https://www.100test.com/kao_ti2020/469/2021_2022__E7_BB_93_E6_9E_84_E5_B7_A5_E7_c67_469335.htm) 1. 双层地基法 双层地基法即将搅拌桩复合地基的变形 $S$ 等于复合土层的压缩变形 $S_1$ 和桩端以下未处理土层的压缩变形 $S_2$ [1]。(1), 复合模量法。将复合地基加固区增强体连同地基土看作一整体, 采用置换率加权模量作为复合模量, 复合模量也可以根据试验确定, 并以此作为参数采用分层总和法求 $S_1$ 。(2), 应力修正法。根据桩土模量比求出桩土各自分担的荷载, 忽略增强体的存在, 用弹性理论求出土中应力, 用分层总和法求出加固区土体的变形, 并以此作为 $S_1$ 。(3), 桩身压缩量法。假定桩体不会产生刺入式变形, 通过模量比求出桩承担的荷载, 再假定桩侧摩阻力的分布形式, 则可通过材料力学中求压杆变形的积分方法求出桩体的变形, 将此作为 $S_1$ 。(4)应变修正法。在实际应用中, 先把加固区分层, 计算每层未加固时土的竖向应变  $v_0$ 。及应变折减系数 $R_p$ 和 $R_c$ 值, 然后比较 $R_p$ 和 $R_c$ 值, 取其中大值可得到复合地基竖向应变值  $v = v_0 \max(R_p, R_c)$ 。由每层的应变值可计算出每层的压缩量, 累加各层的压缩量可得整个加固区的压缩量 $S_1$ 。(5), 经验值法。复合土层的压缩变形值可根据上部荷载、桩长、桩身强度等按经验取 $10 \sim 30\text{mm}$ [1], 或 $20 \sim 40\text{mm}$ [15]。(6), 叠加因子法。叠加因子方法最早由Poulos(1968年)提出, 应用也较多, 但传统桩间的叠加因子是运用象边界元等数值计算手段来分析两根桩间的情况而估计得到的。文[16]中, 作者根据Randolph和Wroth(1978年)对于压入土体中的柔性桩的荷载与位移关系

提出桩体位移表达式，以及沉降与位移的半径关系即单桩沉降引起土体的位移场，从而得到桩间的相互叠加因子（相互作用因子）。通过叠加桩体在自身荷载作用下的位移和其余桩体位移引起的附加位移从而计算加固区的沉降。这种方法公式虽然比较简单，但本人认为计算比较繁琐。S<sub>2</sub>的计算方法一般有以下几种：(1)，应力扩散法。此法实际上地基规范中验算下卧层承载力的借用，即将复合地基视为双层地基，通过一应力扩散角简单的求得未加固区定面应力的数值，再按弹性理论法求得整个下卧层的应力分布，分层总和法求S<sub>2</sub>。就这种方法而言，首先地基加固范围有限，一般仅在基础轮廓内设置深层搅拌桩加固土体，这与非均质地基坚硬土层无限大的假定是有区别的。实际应用中也有在基础外围加布一排搅拌桩，加大上层坚硬土层范围的例子。其次，在设计中比较难确定的是应力扩散角度的大小。(2)，等效实体法。即地基基础规范中群桩（刚性桩）沉降的计算方法。假设加固体四周受均布摩阻力，上部的压力扣除摩阻力后即得到未加固区定面应力的数值，再按弹性理论求得整个下卧层的应力分布，用分层总和法求S<sub>2</sub>。在这种模式中考虑了桩群体通过摩阻力将部分荷载扩散至假想实体基础范围以外，但此时土对桩的摩阻力q的确定存在这极大的不确定性，也限制了其应用。(3)，Mindlin-Geddes方法。按照模量比将上部荷载分配给桩土，假定桩侧摩阻力的分布形式，按Mindlin基本解积分求出桩对未加固区形成的应力分布；按弹性理论求得土分担的荷载对未加固区的应力，再与前面积分求得的未加固区应力叠加，以此应力按分层总和法求S<sub>2</sub>。该法所得到的复合地基竖向附加应力解，考虑了桩身及桩土共同承担荷载、协

调变形，比较能反映水泥石搅拌桩复合地基的工作特性。但该方法的计算公式较繁冗，计算量大，在实际设计计算中应加以简化。另外，它是建立在把地基假设为半无限空间弹性体的基础上，然而由于桩的嵌人，加固区成了一个有竖向加筋体的土体，其应力的传递与各向均匀的弹性会有较大的不同，如何对这种应力状态进行修正值得进一步研究。以上这些方法都有一个共同的问题即当桩长大于有效桩长的时候，大于有效桩长部分的桩体是如何工作的或者说在这种情况下上部荷载又是如何通过加固体传到下卧层的。在分析这种情况下桩体的工作状态时，提出了三层地基法。

### 2. 三层地基法

文献[17]指出，水泥石搅拌桩介于刚性桩与柔性桩之间，桩身将发生一定的变形，而且沿桩长的侧摩阻力不是均匀的，呈现出上部摩阻力较大，下部较小的规律。文献[18]将水泥石桩身长度范围内分两个工作区，上段（ $L_c$ ）为桩土塑性共同工作区，在该区内，桩土结点（桩侧面与土接触面）已经屈服，桩与土非同步压缩，压缩量取决于桩体压缩模量，可将此段视为一层，计算时采用桩体压缩模量 $E_p$ ；在桩体弹性工作区（ $LL_c$ ），桩与土几乎同步压缩，则（ $LL_c$ ）深度范围内可视为第二层，计算时采用复合地基模量 $E_{sp}$ ；桩尖以下看作第三层，采用桩尖下土的压缩模量 $E_c$ 。各层采用不同的计算公式进行求解，并把各层的计算结果相加即得复合地基的总沉降。三层模量法的计算理论也比较符合水泥石搅拌桩复合地基的工作特性，提出的公式也比较简单，但桩土体的弹塑性工作区的划分、计算的表达式等问题有待进一步完善。对于水泥石搅拌桩复合地基采用不同的方法进行变形计算和实测沉降的比较可见相关文献。就水泥石搅拌桩对控制沉降的

贡献本人认为主要在两个方面。一是由于桩体的存在使加固区刚度的提高，使压缩区沉降 $S_1$ 的减少；二是由于加固区中的桩土协调变形如同一复合体，起到了双层地基上覆硬层对下卧层扩散应力和均匀应力的作用，使下卧层变形 $S_2$ 的减少。对于这两个方面应该综合考虑。因此在水泥土搅拌桩的设计中从控制沉降的角度出发应注意以下几点：（1）在加固软土中夹有硬层的地基时，有可能的前提下，首先使桩长达到相对硬层，然后再选择合理的置换率，一般情况下，当有相对硬层存在，则桩长达到硬层时复合地基的承载力最大，变形最小，短于或长于此桩长，加固效果均不嘉。（2）对于深厚软土的地基处理，合理选择桩身强度至关重要。因为在置换率相同时，桩身强度越大，则桩土应力比也越大，复合地基越接近于桩基础，应力扩散布明显，桩端产生高应力区，下卧层受到较大的附加应力，使下卧层沉降有增大的可能。沪嘉公路采用粉喷桩加固，其实测桩土应力比 $n = 34$ ，尽管加固层本身减少压缩量的效果很明显，但总沉降只减少了30%，说明由于应力扩散不明显，下卧层沉降仍然很大[3]。另外在深厚软土中一般采用“短而密”的布桩方式比“长而稀”的加固效果好，沉降小。（3）目前对于深层搅拌桩刺入式破坏的变形研究不多，也没有相应较好的沉降计算方法，而且在这种情况下一般沉降较大，加固的效果布明显，因此在设计过程中应严格控制桩体刚度，避免桩体刚度过大，引起刺入式破坏。（4）对于深厚软土的地基加固，采用水泥土搅拌桩时复合地基时，建议采用下列设计思路：以沉降计算来确定加固深度；计算单桩和复合地基承载力时桩长取有效桩长；选取有效桩长时以桩身强度来控制；桩身强度

以土质条件和固化剂掺量来控制。100Test 下载频道开通，各类考试题目直接下载。详细请访问 [www.100test.com](http://www.100test.com)