

樁工研究

〔苏联〕C.M. 拉克 著

科学技術出版社

樁 工 研 究

[苏联]C. M. 拉克 著

李仁柄 方开澤 謝定义 譯

科 学 技 術 出 版 社

內 容 提 要

本書是研究黃土類土中樁的阻力的科學試驗研究成果。

作者根據46根不同類型的樁(不同的長度、形狀、直徑、材料、下沉方法)所作的實地試驗資料,進行分析和理論驗證,詳細闡述樁的承載量問題,並且還分別研究樁側面及樁底面的阻力。對於樁的承載量與其直徑的關係、不同下沉樁的方法對土的性質及承載量的影響、灌注樁的計算方法以及樁周圍土的應力和變形等等問題,作者都作了深入的研究,批判一些舊的觀點,並提出新的見解。

本書可供從事建築物地基及基礎設計和施工的工程師應用,也可作為有關高等學校教師和研究生的參考(特別對黃土問題的研究)。

參加本書翻譯工作者為西安動力學院工程地質地基及基礎教研組:李仁柄(原序、原著者序、第四章及第五章),方開澤(緒論,第一章及第二章),謝定義(第三章及第六章)。

樁 工 研 究

ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ СВАЙ

原 著 者 [蘇聯]С. М. РАК

原出版者 Издательство министерства
строительства предприятий
машиностроения · 1950年版

譯 者 李仁柄 方開澤 謝定義

*

科 學 技 術 出 版 社 出 版

(上海南京西路 2004 號)

上海市書刊出版業營業許可證出 079 號

上海啟智印刷廠印刷 新華書店上海發行所總經售

*

統一書號:15119·641

開本 850×1168 紙 1/32 · 印張 5 15/16 · 字數 140,000

1958年4月第1版

1958年4月第1次印刷 · 印數 1-1,000

定價:(10)1.10元

原 序

要确定樁承載量除了在理論上研究外, 还迫切需要实地試驗, 在研究樁下沉过程中及樁打入以后土的变形以及应力状态时更感到特別需要。

本書就是在黃土类土情况下各种樁的抵抗力研究的大量科学試驗工作的成果。

这本书的价值在于: 它不是根据試驗室的模型試驗, 而是根据野外真实的樁試驗的, 同时此書研究对象是一种特殊的土壤情况, 这种情况到目前为止尚未充分地作建筑方面的研究并且还没有科学的基础。

把試驗所得的資料作了多方面的研究, 根据这些資料作出結論, 并加以理論补充, 使作者解决了有关樁的阻力問題及樁在土中下沉时土的建築性質变化等一系列的复杂問題。

研究着一个最复杂介質——所有的岩石, 特別是黃土类岩石, 本書作者不但对樁和土相互作用現象作了很有价值的評價, 而且也还十分詳細的說明了土的变形及土中樁应力分布問題以及樁沉降的可能性, 这些問題目前的研究还是很薄弱的。

在这本書中著者根据試驗資料, 第一次对黃土类土說明了下列諸問題:

- a) 選擇樁的最合理的类型及其沉入土中的方法;
- b) 樁的承載量与樁直徑的关系;
- b) 樁柱及樁底部分阻力的分布;
- r) 樁柱錐度对增加承載量的影响;

- д) 樁周圍土的變形;
- е) 土摩擦力沿着樁側面的分布;
- ж) 確定樁間的最小許可距離等等。

作者所研究的某些結論不但對黃土類土是有用的，而且也可作為在其它土類中樁的作用的一般概念。

關於這個研究得還不夠成熟的問題，技術科學副博士拉克 (С. М. Рак) 的著作無疑地具有很大的意義。從事建築物地基及基礎的計算方法以及樁周圍土的應力和變形等等問題，作者都作了深入的研究，批判一些舊的觀點，並提出新的見解。

本書可供從事建築物地基及基礎設計和施工的工程師應用，也可作為有關高等學校教師和研究生的參考（特別對黃土問題的研究）。

參加本書翻譯工作者為西安動力學院工程地質地基及基礎教研組：李仁柄（原序、原著者序、第四章及第五章），方開澤（緒論，第一章及第二章），謝定義（第三章及第六章）。

樁 工 研 究

ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ СВАЙ

原 著 者 [蘇聯] С. М. РАК

原出版者 Издательство министерства
строительства предприятий
машиностроения · 1950年版

譯 者 李仁柄 方開澤 謝定義

*

科 學 技 術 出 版 社 出 版

(上海南京西路 2004 號)

上海市書刊出版業營業許可証出 079 號

上海啟智印刷廠印刷 新華書店上海發行所總經售

*

統一書號: 15119·641

開本 850×1168 耗 1/32 · 印張 5 15/16 · 字數 140,000

1958年4月第1版

1958年4月第1次印刷 · 印數 1-1,000

定價 (10) 1.10 元

著者原序

虽然樁工施工技术有了很大的进步，但确定樁的承載量問題直到目前仍然是相当不肯定的。現有樁的計算方法都是不准确的，并且采用各个作者的公式会得出相互矛盾的結果，常常不能与試驗数据相符。

著者認為樁計算的这种情况首先是由于：到現在还是不能精确地知道樁进入土中时及打樁后土壤中所发生的过程，并且認為，要研究樁承載量及正确地瞭解樁下沉时土中所发生的現象的問題，只有研究樁周圍土的变形及应力状态才能得到解决。很显然，按我們現在的知識水平只是用一些理論研究来解决以上所指出的問題是不可能达到目的的，而必須用实际尺度做現場試驗，直接地和系統地研究土的变形和土的应力状态。

此書就是在黃土类土情況下試驗研究樁的作用的結果。

著者远不想对黃土类土中樁的作用問題作出巨細无遺的解答，本書所研究的只是這個問題中的較小部分，即关于垂直荷載下單樁承載量的研究。

著者認為应对德莫霍夫斯基（Дмоховский）教授、尼科拉（В. Л. Николаи）教授及技术科学副博士戈魯布科夫（В. Н. Голубков）致以深切的謝意，他們审查了原稿并提出了被采納在本書中的一系列寶貴指示。

目 录

原序	1
著者原序	1
緒言	1
第一章 試驗工作	5
1. 試驗場地的布置及地質条件	5
2. 樁的材料	8
3. 混凝土的研究	15
4. 气压灌注樁的制造	24
5. 震动灌注樁的制造	35
6. 樁的試驗方法	38
7. 樁的靜荷試驗結果	39
第二章 实验研究的基本結論及樁的工作评价	58
1. 樁的最合理型式的選擇	58
2. 压缩空气的压力高度及套管沉入土中的方法对樁的形狀和体积的影响	62
3. 樁底面及側面的工作评价	69
4. 樁的承載量与其直徑的关系	77
5. 樁周圍土的浸湿对樁的承載量的影响	80
6. 樁柱錐度的影响	83
7. 樁的下沉方法对其承載量的影响	84
第三章 樁下沉时土的变形	88
1. 概述	88
2. 樁下沉时土的挤出和压实过程	95

3. 打入樁周圍土的變形·····	100
4. 气压樁周圍土的變形·····	102
第四章 土中應力的分布 ·····	106
1. 概述·····	106
2. 基本應力狀態的計算方法·····	107
3. 樁側面上摩擦力所產生的土中應力的分布·····	110
4. 樁底面阻力所引起的土中應力的分布·····	121
5. 樁在土中的沉降·····	124
6. 樁底面下土的彈性狀態·····	131
7. 樁材彈性所引起的樁的彈性沉降·····	133
第五章 樁基平面圖中樁的布置 ·····	142
1. 斯特尔恩工程師的方法的評價·····	142
2. 確定最小必要的樁間距離的基本前提·····	145
a) 打入樁及用打入法下沉套管的灌注樁·····	145
б) 用鉆探法下沉套管的氣壓灌注樁·····	148
第六章 樁的承載量 ·····	151
1. 現有樁計算方法的簡述·····	151
a) 樁的靜力計算法·····	151
б) 樁的动力計算法·····	155
2. 太沙基教授樁的計算方法及這種方法的錯誤·····	160
3. 黃土類土中打入樁的承載量·····	169
4. 灌注樁的承載量·····	171
A. 按莫斯科省的工程指示書計算灌注樁·····	171
B. 多爾的方法·····	173
B. 按波波夫工程師的方法計算灌注樁·····	173
Г. 灌注樁的承載量的決定·····	176
参考文献 ·····	180

緒 言

苏联領土上黃土类土分布极广(苏联欧洲部分南部、西西伯利亞、中亞細亞、土尔克斯坦及其他地区),而战后斯大林五年計劃規定在这类土上要进行建造大型建筑物的大規模建筑工程,因而要求仔細地来研究这类土壤的建築性質以及确定砌置建筑物基础的最合理方法。許多大型建筑工程的失敗經驗也責成我們要对这类土壤进行仔細的研究,例如黃土类土上所建造的某些建筑物,由于沒有足够考虑黃土类土的建築性質,因而发生了极大的、不均匀的沉降和显著变形,为了消除这些沉降和变形就須采用特殊的、費用昂貴的措施。

黃土类土的特殊性質是引起上述变形的的主要原因,这些特性与一般土的建築性質差別极大。象許多載荷試驗所表明的那樣,黃土类土在荷重下浸水时会有一定的附加沉降。这种沉降要比天然含水量情况下同一种土受同样荷重时所产生的沉降高数十倍。

在建筑物建造及使用期間黃土类土浸湿时,可引起基础发生不均匀附加沉降达数十公分之多,这就完全破坏了建筑物的强度和稳定性。茲举一个例子來說明,建造在黃土类砂質粘土上并在建筑物使用过程中浸水过的某大型联合工厂的一些建筑物的沉降就达到很大的数值,例如第1号熔鉄炉沉降达1400公厘,第2号熔鉄炉沉降达1200公厘,煉鋼車間——620公厘,此区域内其他建筑物也显著的沉降,同时发生了巨大变形。

必須指出,黃土类土在荷重作用下浸湿时荷重的大小沒有决定性的影响。大家知道有时当土上压力約为 $0.5 \sim 0.6$ 公斤/公分²

时、建筑物(輕型圬工牆的單层房屋)就发生显著沉降。所有这些事
实就不能不使人認識到某些專家想借减少土上計算压力来有效地
防止黃土类土沉降的見解是錯誤的。

固然,建筑在黃土类土上的工业及民用建筑物設計和施工技术
规范規定有要遵守的一系列要求,这些要求考虑到这类土的上述
性質及預防建筑物地基浸水的措施。但是这些明文規定的黃土
类地基防止浸水的方法在建筑时需要化費巨額費用而常常达不到
目的。实践証明基土常常浸水而建筑物发生极大的沉降。

根据上述見解,認為要保証建造在沉降性大孔土上建筑物的
稳定性,首先必須提高建筑物施工和使用时的管理知識。这一点
在很大程度上能减少黃土类地基的浸水。在个别情况下,在有复
杂而重要的建筑物时,根据使用条件基土浸水是不可能避免的,而
这时預計附加沉降值又相当大,就必须采取这样的建筑物結構,使
它能够毫无损伤地承受不均匀沉降或改用人工地基。当沉降性的
土层不很厚而建筑物可能支承在非沉降性的垫层上时,后一方法
特別适用。

把各种类型的地基从經濟上作了比較,証明樁基在技术經濟
方面是最有利的。

我們知道改用樁基,一方面要求从根本上改善打樁設備以加
速打樁过程,但另一方面还要广泛地发展在我們苏联不常用的制
造灌注樁的方法。大家知道的人工鉆孔及搗固混凝土制造灌注樁
的手工业施工方法,應該改用效率更大的套管下沉和拔出的方法
来代替,用机械压实混凝土并把它压入土中。在修筑地基方面由
于灌注樁本身具有优越性,应能取得广泛采用,在个别情况下代替
打入樁。此外还必须指出,現有打入樁特別是灌注樁的計算方法
是极不精确的。

由于在黃土类土上采用樁基缺乏足够的經驗,黃土类土在浸
水时极容易发生变形及巨大沉降,缺乏說明樁在黃土类土情况下

所起作用的文献資料，以及有必要改进現有的或者研究新的打入樁和灌注樁的計算方法，所有这些都是在进行大量試樁工作的原因，这些工作是在按着计划在作者直接领导下进行的。

在一个蒸汽机車修理厂的地区上，曾选择專門試驗的場地用来进行試驗。

試驗場地的选择同样决定于当地生产上的要求：需要确定这一重建厂里机車車間地基最合理的形式，一方面黃土类亞粘土厚度很大而另一方面車間尺寸相当大和土上荷重也很大。

所进行的試驗工作主要应能解决二个課題：第一、为了生产，其次是較广泛的、为了科学研究工作。

为解决第一个課題应该根据場地土的情况选择机車間最合适的樁的类型及其尺寸，决定施工方法以及确定樁的許可載荷。

科学研究工作应包括下述問題：

(1) 根据各种类型不同尺寸的樁的靜載荷試驗資料来确定某种类型的樁用在黃土类土中的合理性；

(2) 明确樁的承載量与其長度、形狀和直徑的关系；

(3) 确定樁側面上的摩擦阻力及发生在樁底上的阻力；

(4) 明确樁杆的錐度影响；

(5) 确定樁周圍土浸湿的影响；

(6) 根据套管下沉及混凝土压实的不同方法，来确定各种类型的灌注樁的形式、尺寸及承載量。

(7) 查明打入樁的下沉方法对其承載量的影响。

(8) 將計算所得数据与試驗資料作出比較后，校核現用的計算公式是否正确，并建立打入樁和灌注樁的計算方法。

为了研究樁的承載量及解决上面列出的所有問題，在試驗場地上制备了下述类型的樁并把它打入土中：

a) 木樁(圓柱形和圓錐形)；

6) 鋼筋混凝土打入樁；

- в) 混凝土气压灌注樁;
- г) 振动混凝土的混凝土灌注樁;
- д) 人工搗固混凝土灌注樁。

打入樁和灌注樁曾沉入天然状态及人工浸湿的土中，土是在樁下沉以前及樁沉入土中的同时浸湿的。

各种長度、形状和直径的試樁的总数共 76 个。

沉入土中的樁按一般步骤进行了靜載荷試驗，而其中一部分樁在試驗时周围的土也浸了水，目的是要查明在土浸水时樁承载量的变化。

試驗进行后把樁掘出以判定灌注樁的整体性及其技术情况。

把樁掘出并研究土的物理力学性质的变化就可看清樁周围和樁底下土的变形，也可估計到樁下沉方法对土的变形性质及大小的影响，并且还能評定黃土类土用打入樁把它压实以后的建筑性质。

关于制备試樁的施工过程以及靜載荷試驗的結果和初步結論均发表于以 И. В. 斯大林命名的莫斯科运输工程学院学报中。

按試驗所得資料作进一步研究就有可能解决第二个較复杂的科学研究課題，这些結果以及試驗过程的簡况均列入本書中。

第一章 試驗工作

1. 試驗場地的布置及地質条件

試驗場地选择在一個機車修理厂地区內，該厂位于河流的左岸向南的坡地上，在两条具有强烈排水作用的深谷之間。

場地布置在平均标高为 63.50 公尺的水平面上。

为了研究地質構造以及取得供實驗室用的不扰动土样，除了鉆探以外还曾挖掘了試坑。根据鉆探及試坑的資料明确了試驗場地的地質構造，如次頁表示。

研究地質剖面后，我們知道有三种基本类别的土：

- a) 上层——黃土类亞粘土；
- б) 中层——普通亞粘土；
- в) 下层——細砂。

上层从設計标高 63.50~53.10 公尺，也就是深达 10.40 公尺，它是沉陷性岩层。同时在这层下面 1.4 公尺厚的範圍內是从典型的大孔性亞粘土向普通亞粘土过渡的部分。

上层的含水量：頂部为 9.33% 而底部为 15.87%。最小含水量在設計标高下 5.0 公尺深处，为 3.52%。

当掘樁时曾对該层土作多次含水量試驗，結果說明試驗場地的个别地方含水量在一层里的分布是不均匀的，有的高达 22.98%。

表 1 列出了从試坑中每隔 0.50 公尺深取出的不扰动土样的各种物理力学性質。

0.00	63.50	計 划 标 高	
8.75	54.75	8.75	淡黃色黃土類亞粘土(大孔性的)
9.00	54.50	0.25	褐色黃土類亞粘土(大孔性的)
10.40	53.10	1.40	褐色亞粘土, 中密, 少量大孔性
11.50	52.00	1.10	石灰質雜色亞粘土(淺綠-褐色)密實, 成層的
12.00	51.50	0.50	石灰質亞砂土, 成層, 密實, 淺綠色的
12.50	51.00	0.50	赭石色細砂
15.00	48.50	2.50	灰色細砂(未鉆到底)

土的最大孔隙率在 2.5 公尺深处等于 50.56%。当掘出樁时檢驗土样証明最大孔隙率为 52.67%。

研究取自樁底下面及其四周的土样, 查明第一层大孔性黃土類亞粘土有显著的壓縮性, 竟达土的原始体积的 15.27%。

中层自标高 53.10~52.00 公尺, 由 1.10 公尺厚的淺綠-褐色石灰質亞粘土組成, 并位于 0.50 公尺厚的石灰質亞砂土层的上面。

由表 1 內的試样 21, 22 及 23 可以說明这层土的物理力学性質。中层的孔隙率降低到 38.8%, 使它具有很大的密度, 原狀土样的容重达 2.05 吨/公尺³, 而含水量为 22.98%。

下层主要成分为 0.25~0.1 公厘顆粒大小的細砂。标高 48.50 公尺处顆粒大小为 0.25~0.10 公厘的砂含量占 98.5%, 孔隙率

試驗場地土的物理力学性質

表 1

取样 深度 公尺	土的顆粒組成						土 比 重	湿 容 重	土 重 含水量 %	干 容 重	土 重 孔隙 比	孔 隙 率 %
	1— 0.25	0.25— 0.05	0.05— 0.01	0.01— 0.005	0.005— 0.001	< 0.001						
1.0	0.52	14.24	39.06	21.59	8.26	13.03	2.70	1.64	9.33	1.50	0.800	44.5
1.5	0.60	28.20	38.08	15.60	9.84	7.68	2.64	1.49	9.56	1.36	0.941	48.47
2.0	1.20	47.40	36.0	8.20	4.50	2.40	2.68	1.56	13.04	1.38	0.942	48.51
2.5	0.70	20.42	56.40	3.28	11.84	7.36	2.67	1.47	11.36	1.32	1.027	50.56
3.0	0.84	20.52	56.30	3.36	11.33	7.60	2.66	1.58	6.75	1.48	0.797	44.36
3.5	0.60	34.00	56.40	0.40	5.20	2.30	2.68	1.49	5.67	1.41	0.900	47.39
4.0	0.40	37.52	47.12	5.68	5.12	4.16	2.66	1.52	4.47	1.46	0.822	45.13
4.5	0.28	34.42	49.64	5.18	5.28	5.20	2.68	1.50	5.09	1.43	0.874	46.64
5.0	0.40	30.51	48.50	7.23	8.50	4.86	2.69	1.47	3.52	1.42	0.894	47.21
5.5	0.76	28.63	47.16	9.28	8.68	5.49	2.68	1.57	3.97	1.51	0.774	43.66
6.0	0.68	29.75	44.26	10.15	9.04	6.12	2.68	1.59	4.40	1.52	0.763	43.30
6.5	0.62	24.78	45.14	10.12	3.51	5.83	2.66	1.65	4.60	1.58	0.683	41.60
7.0	0.54	25.84	42.18	18.15	7.15	6.14	2.70	1.57	5.05	1.49	0.812	44.81
7.5	0.42	23.61	42.62	20.18	6.89	6.28	2.68	1.72	6.69	1.61	0.664	39.93
8.0	0.20	22.54	41.92	23.44	5.16	6.54	2.68	1.52	7.71	1.41	0.900	47.39
8.5	0.06	21.06	41.69	26.49	3.37	6.73	2.68	1.72	8.29	1.59	0.685	41.67
9.0	1.12	20.15	35.43	28.47	4.68	10.15	2.67	1.72	10.85	1.46	0.828	45.32
9.5	1.41	19.11	37.96	20.15	4.59	16.78	2.70	1.70	13.34	1.50	0.800	44.44
10.0	1.28	19.42	35.83	29.44	4.31	16.72	2.70	1.74	14.80	1.52	0.776	43.70
10.5	1.13	19.98	23.45	21.79	18.15	16.66	2.69	1.91	15.87	1.65	0.630	38.66
11.0	5.25	36.01	10.22	24.84	20.12	3.56	2.70	1.90	16.70	1.62	0.666	40.00
11.5	3.90	37.42	12.18	22.36	19.50	4.53	2.71	2.05	22.98	1.67	0.622	38.38
12.0	1.80	39.00	15.60	19.54	19.04	5.02	2.65	2.07	20.59	1.72	0.540	35.10
12.5	1.90	48.80	12.0	14.40	17.60	5.30	2.67	2.04	8.33	1.80	0.483	32.58
13.0	2.10	45.76	14.23	15.36	16.93	5.57	2.64	1.76	7.31	1.64	0.609	38.88

——31.73%。亞粘土和亞砂土的中层以及砂土层都是普通非沉陷性的岩石。

地下水 由于在厂区西北 300~350 公尺处有一峡谷,故試驗場地的土在深度 20 公尺以上的都被滲干。但是水文地質調查的材料和土样的分析表明,在黃土层內有含水量高达 22.98% 的間層存在。

这种情况是因为生产中的廢水和雨水很快地滲过黃土类亞粘土,并由于中层亞粘土的低滲透性而停滯在其中。

在試驗場地范围以外的工厂区域中部某些鉆孔中,曾在中层处遇到了地下水。水量并不大,当在这些地方設立附加試坑时,全部水很容易地用桶舀出,試坑就可以順利地繼續加深。

这些水称为上层滯水, 各別分布在不同的地段, 成透鏡形。它們的形成除了透過地面的雨水外, 还有冲洗待修理机車时在場地上放出的水。

地下水的化学分析根据第聶伯建設 (Днепрострой) 实验室的資料列入表 2 內。

地下水的化学分析

表 2

分 析	含量 毫克/公升	附 注
全部殘留物	1248.0	1) 石蕊反应——强硷性
燒后殘留物	1000.0	
有机質	248.0	2) 硬度——用德国度
硅酸	125.0	
氧化鈣	142.0	
氧化鎂	—	未測定
硫酸鈣	253.8	
氯	59.5	
暂时硬度	23.6°	
总硬度	21.4°	
硷性脂肪酸	10.2 公分 ³	

2. 樁的材料

沉入土中进行試驗的樁共計 76 根。樁的平面布置表示在图 1 上, 一定尺寸的樁及其制作和沉入土中方法的說明列于表 3。

由表 3 可看出, 作为試樁的材料曾采用: 木材、混凝土及鋼筋混凝土。

A. 木樁 曾制成圓筒形及圓錐形的, 并滿足樁工施工技术指示所規定的全部要求。

試樁的尺寸、类别及其沉入土中的方法

表 3

樁号	樁 的 类 别	樁 的 尺 寸		下沉方法	附 注
		断面公分	長度公尺		
1	混凝土振动灌注樁	$d=30$	15.0	鉗 探	
2	混凝土振动灌注樁	$d=30$	12.0	鉗 探	
3	人工捣固混凝土灌注樁	$d=30$	12.0	鉗 探	
4	混凝土气压灌注樁	$d=30$	12.0	鉗 探	
5	混凝土气压灌注樁	$d=30$	6.0	打入套管	
6	混凝土振动灌注樁	$d=30$	8.0	鉗 探	
7	混凝土气压樁	$d=30$	8.0	鉗 探	
8	混凝土气压樁	$d=30$	10.0	鉗 探	
9	人工捣固混凝土气压樁	$d=30$	10.0	鉗 探	
10	混凝土振动灌注樁	$d=30$	10.0	鉗 探	
11	混凝土振动灌注樁	$d=30$	6.0	鉗 探	
12	混凝土气压灌注樁	$d=30$	6.0	鉗 探	
13	混凝土人工捣固灌注樁	$d=30$	6.0	鉗 探	
14	混凝土振动灌注樁	$d=30$	6.0	鉗 探	鉗孔予先注水
15	混凝土人工捣固灌注樁	$d=30$	8.0	鉗 探	鉗孔予先注水
16	混凝土振动灌注樁	$d=30$	10.0	鉗 探	鉗孔予先注水
17	混凝土人工捣固灌注樁	$d=30$	8.0	鉗 探	
18	混凝土振动灌注樁	$d=30$	10.0	鉗 探	底部扩大到90公分
19	混凝土振动灌注樁	$d=30$	10.0	鉗 探	底部扩大到70公分
20	混凝土振动灌注樁	$d=30$	10.0	鉗 探	底部扩大到50公分
21	混凝土振动灌注樁	$d=50$	10.0	鉗 探	
22	混凝土振动灌注樁	$d=70$	10.0	鉗 探	
23	混凝土振动灌注樁	$d=90$	10.0	鉗 探	
27	木樁	$d_p=36$ $d_H=20$	6.50	打 入	圓錐形
28	木樁	$d_p=36$ $d_H=20$	6.50	打 入	圓錐形
29	木樁	$d_p=36$ $d_H=20$	6.50	打 入	圓錐形