

87.108
RTC
30

134541

124

一九五六年全國鐵道科學工作會議
論文報告叢刊
(20)

上饒汽車站台砂樁基礎

人民鐵道出版社

108
155

87.108



一九五六年全國鐵道科學工作會議

論文報告叢刊

(20)

上饒汽車站台砂樁基礎

一九五六年全國鐵道科學工作會議論文編審委員會編

人民鐵道出版社出版

(北京市霞公府17號)

北京市書刊出版業營業許可証出字第010號

新華書店發行

人民鐵道出版社印刷廠印刷(北京市建國門外七聖廟)

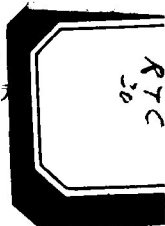
1957年7月第1版

1957年7月第1版第1次印刷

印數0001—1,000冊

書號779 開本787×1092 $\frac{1}{16}$ 印張 $\frac{3}{4}$ 字數:

統一書號: 15043·335 定價: (9)0.09元



前 言

1956年全国铁道科学工作会议征集了技术报告、总结、论文三百余篇。它的内容，包括铁路业务的各个方面，基本上显示着全体铁路技术人员和有关高等学校教师们几年来在科学技术方面辛勤劳动的成果。对现场实际工作有参考价值，对铁路新技术的采用和发展方向，有启示作用。为此，刊印丛刊，广泛流传，保存这一阶段内的科技文献，以推动科学研究的进一步开展。

会议以后，我们对全部文件进行一次整编工作，然后组织部内设计总局、工程总局、工厂管理局、人民铁道出版社、车务、商务、机务、车辆、工务、电务各局、铁道科学研究院、北京、唐山铁道学院、同济大学、大桥、定型、电务等设计事务所的有关专业同志对每篇内容仔细斟酌，选择其中对目前铁路业务有广泛交流意义，或是介绍铁路新技术方向、和系统的经验总结，将性质相近的文件合订一册，单独发行。为了避免浪费，凡是其他刊物或是以其他方式刊印过的文件，除特殊必要外，一般都不再刊载。出版顺序根据编辑和定稿的先后，排定丛刊号码，交付印刷，并無主次之分。

苏联铁道科学代表团在会议期间曾经做过九次学术报告，我们已将文字整理，编入了丛刊。

文件中的论点，只代表作者意见，引用或采用时，还应由采用人根据具体情况选择判断。

丛刊方式还是一种尝试，我们缺少经验，希望读者提供意见，逐步的改进。

铁道部技术局

1957年2月

上饒汽車站台砂樁基礎

上海鐵路管理局設計事務所

概 述

上饒汽車站台為專供裝卸汽車及履帶車之用，其高度與一般貨物站台相同，兩端有斜坡，以便於汽車及履帶車上下之用。站台之結構亦與一般站台同，三面各筑禦土牆一道，中部填土，上筑路面。上饒地區為中轉要道，所轉運之車輛類型及荷載有特定之要求，設計時即根據此項要求檢算站台牆之式樣及截面，並求出基礎底部之相應壓應力。

建築基地之土壤系帶紅色的砂質粘土，初步估計能承載 $1.5\text{kg}/\text{cm}^2$ ，站台牆基礎底部之最大壓應力即按 $1.5\text{kg}/\text{cm}^2$ 檢算；後經過載重試驗，承載力僅能達到 $1.0\text{kg}/\text{cm}^2$ 上下，不能滿足設計要求，因此必須將原有基礎設計變更。在變更設計中對砂樁地基作了一些摸索，在理論上雖尚未得出一套完整妥善的辦法，但地基在經過砂樁處理後，是有所改善的。在實用上，尤其是对要求不太高的小型建築物的基礎，砂樁處理有其一定的作用的。

1. 方 案 比 較

由於基地承載力不能滿足設計上的要求，因此必須改變基礎部份的設計，如將基底寬度放大，以減低基底壓應力。但基底寬度放大，因站台牆系用片石砌築的重力式禦土牆，大方腳部份為剛性無筋基礎，因而上部砌體亦須相應地放寬，這樣不僅增加圬工數量，整個重量亦隨之增加，基底寬度則更需加大，在經濟上不夠合理。因此，為使地基承載力能滿足設計要求，一個辦法是用樁基礎，這種方法將消耗大量木材，工程造價比較高，木材來源也有困難；另一個辦法就是將基地土壤加以人工處理。

人工處理方法很多，如灌漿，化學加固，夯打等等。但由於缺乏重型夯打及化學加固等的經驗和設備，因此認為採用換土或打砂樁的二種方法較為適宜。基地換填砂土，承載力當可滿足設計需要，但建築基地上原有土壤並不太壞，如能加以利用，則更可降低建築費用；因此最後決定在基地上用加打砂樁的方法來加固。

2. 初 步 試 驗

由於設計砂樁尚缺乏一套完整的理論和方法，到底要打多少？如何打法才能達到預期效果？還是所知不多，經參考了一些書籍決定作一次試驗。在基地上打了 $\Phi 20\text{cm} \times 250\text{cm}$ 的砂樁，間距（中心間的距离）為 80cm 。施工完畢後再作載重試驗，地基承載力已由 $1.0\text{kg}/\text{cm}^2$ 增至 $2.2\text{kg}/\text{cm}^2$ 大大超過了設計要求。雖然載重試驗與實際荷載情況有些出入，對受力面寬度，影響深度都有很大關係，不能作為很可靠的資料，但認為以砂樁加固有一定效果是說得通的。於是再進行了進一步的分析。

3. 設計砂樁的可能性

砂樁為土壤夯實加固之一種方法，基本上不算是樁，它不能把上部荷重傳入基地，而

只是一种改良基地土壤的方法，它將基地土壤加以預期壓縮，因而增加其承載能力。一般土壤經過夯實後只能使表層加以固結，固結深度小，即使採用1噸重的錘，其緊密深度亦僅達1.5~1.8公尺，而施工時則非使用吊車不可。砂樁可將土壤壓實至較大深度，施工設備亦較簡便，既可避免在較軟的土壤基地上開挖深坑，節省板樁，無坑壁倒塌之虞，地下水位高時又可減少抽水及水下工作。砂樁打入後一方面將土壤壓緊，另一方面亦可將土壤內所含水份吸收一部份，這種方法對砂質粘土的效果是較大的，尤其對粉砂性粘土等類的土壤，只要吸收它很少的水份，就能大大地改變其土質；對於粘土則排水較慢，效果可能差一些。此外，打了砂樁能改善土壤單位浸重，亦可減弱流砂現象之發生。

荷重與土壤的孔隙比是有一定的關係的。荷重增加，土壤孔隙比隨之降低。孔隙體積變化與壓力變化有一定的關係，但在同一壓力下可能具有不同的密實度。設計前必須找出土壤的壓縮曲線，在壓縮曲線上可以看出土壤受壓後，土壤內的孔隙減少，即孔隙比下降，但隨着壓力加大，孔隙比的下降速度亦減少，亦即說明後期增加的荷載的壓縮較初期增加同樣荷載後的壓縮為少，也就是說土壤經過預加壓縮後在同樣的沉陷量時，其所可承受的壓力來得大。從這一說明，我們就可將土壤預加壓縮（打砂樁）至一定程度，從這經壓縮後的土壤上，可以加上更多的壓力，而不超出未被壓實前的土壤的沉陷量。事實上只要減少幾個百分數的孔隙率，就可以把土壤改良很多。

4. 砂樁深度的確定

為了要達到基礎下各層土壤都有足夠所承載能力的目的，首先須知道基底壓力和擴散至土壤下面的壓力是多少。基底壓力可從上部建築的各種條件中加以檢算；基底以下之擴散壓力則可從一般土力學書籍中求得其擴散曲線。根據它即可按未打砂樁前的土壤，並考慮土層深度的影響，求出各層土壤之承載能力，在此承載力較上部擴散下的附加壓力和土壤自重為大時，自此以下的土壤即可不加處理，亦即砂樁深度打至此處即可。如此處深度已達不受附加壓力影響的下層，即附加壓力小於土壤自重20%處，砂樁深度僅打至此處即可。實際上，砂樁尖頭以下部份，亦受壓實影響，砂樁深度尚可略為減少。

5. 砂樁的間距

地基土壤由於打入砂樁而發生壓縮，排擠，而此項壓縮並非均勻分佈，靠近樁管部份，當鋼管打入時為最大，逐漸向外減弱。當鋼管抽出後，因灌入之砂土並非處於最密實狀態，因此鋼管邊緣部份發生回脹，如砂樁的間距過大，可能有一部份土壤不受壓縮影響；如砂樁的間距過小，在一定的距離處擴散綫可能重合起來，這種情況可以從一般羣樁關係中看到。在一塊基地中，樁的佈置愈集中，則相互干擾的影響亦愈大。如果我們以羣樁的計算載重的折減系數來看這一點，可以說明在一定的樁徑、樁距下相互影響的折減意義與砂樁密度影響下的壓縮重疊性質有些類似。當然砂樁愈密，愈能提高承壓能力，但過於密集對施工不方便；有時也會因過於堅硬而打不下去，使土壤過份緊密，超過設計要求，也是不必要的，超過了砂的密實度時，則更無意義了。最重要的還是當砂樁達到一定的密度時，土壤就不再行壓緊，反而會向上湧起，此時已經是超過了緊壓的限度而發生土壤被擠起的現象，並破壞了其他已壓實的土壤。砂樁的間距（中心間的距離）一般書籍上規定可從80cm~100cm。是否可借用羣樁折減系數公式，採用一個限度，如0.7或0.8，則將有待進一步的研究和試驗。

6. 砂 樁 的 直 徑

砂樁周圍土壤的压实情况，並非均匀的，已如上述，但为了簡化計算，則拟採用平均数值。

決定砂樁的直徑，首先必須取得土壤的分析資料，主要的是孔隙比及壓縮曲綫，以此配合基础所加压力及最大容許下沉量，求出土壤壓縮至規定的孔隙比时所必須之砂量。

試以某土壤之試驗記錄作計算，該土壤之壓縮曲綫見圖 1。

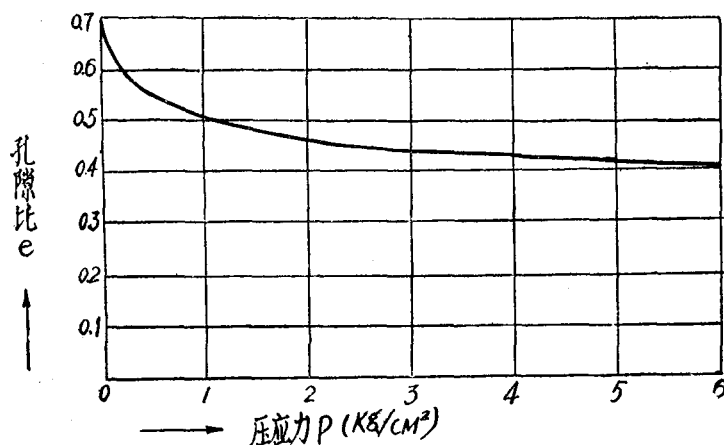


圖 1. 土壤的壓縮曲綫

土樣深度在基础底部，在天然狀態下之孔隙比为 0.68，孔隙体积为 0.405，根据載重試驗結果承载力为 1.0 kg/cm^2 ，当承载力为 1.0 kg/cm^2 时，其孔隙比下降为 0.51，孔隙体积为 0.338，孔隙壓縮为 $0.405 - 0.338 = 0.067$ 。現將在地基上打入 $\Phi 20 \text{ cm}$ 間距为 80 cm 之砂樁，每立方公尺內計可打入 $\left(\frac{20}{2}\right)^2 \pi \times \frac{1}{0.8 \times 0.8} = 0.049 \text{ m}^3$ 砂子。考慮鋼管抽出時四周土壤的回脹（最好作出土壤膨脹曲綫）及砂子填入時不够密实等关系，假定折半計算，由於壓縮曲綫得出之資料为有側限时之資料，实际上土壤系在無側限自由橫脹下壓縮，因此借用土壤壓縮時有橫脹情况下的系数（此处採用 0.72），故填入之砂子体积应为 $0.72 \times 0.5 \times 0.49 = 0.021 \text{ m}^3$ ，砂子填入后土壤之孔隙預計可壓縮至 $0.405 - 0.021 = 0.384$ ，其孔隙比下降为 0.623，如容許壓縮量仍如上述为 0.067 不变，則从 0.384 中減去 0.067，其孔隙比將下降为 0.464，从壓縮曲綫中可看出压应力为 2.5 kg/cm^2 。同样由已知压应力亦可求出砂樁之直徑。砂樁一般直徑採用在 $\Phi 10 \text{ cm} \sim \Phi 20 \text{ cm}$ 之間比較合适，因为 $\Phi 10 \text{ cm}$ 以下灌砂搗实就会感到困难； $\Phi 20 \text{ cm}$ 以上則施工时重量过大，工作不便。

7. 一 般 說 明

使用砂樁一方面可以改善土壤密实度，另一方面則便於施工，在地下水位高时甚至可

以先在地面上打入砂樁，而后再开挖基坑。对一般疏松的砂質土壤，除使之密实外，並可借打樁时之震动更加以压实，但对某些粘土类土壤是否会因而破坏了土的結構以致反而減弱，則是很可能的。

在佈置砂樁时，由於每層土所承受之压力不同，可按压力扩散曲綫將不同長度之砂樁間隔佈置，不必使全部砂樁的深度都相同。

砂樁的施工，一般先以鋼管打入土中，鋼管前端套一木制尖头，打入土中后即將尖头留在土中，再將鋼管拔起，然后灌入粗砂，加水搗实。我們在某工地施工时因無鋼管，曾以生鉄管代替，但使用生鉄管时，先以較生鉄管稍長之木樁套入管内，然后打入，这样可避免鉄管直接受到打击而受損，結果良好。但因未用樁尖头，当木樁拔出后，鉄管尚未拔起，土壤即向管内湧入，因此我們認為：遇有土質較軟的土壤时，必須加套尖头，而且必須先灌入砂子，再逐漸拔出鉄管。在灌入砂子时，起初未將砂子烘干，結果灌入困难，而且搗实不易，灌入砂量較設計数量相差达20%，后將砂子烘干，灌入情况好轉，砂子可以灌足。另外，打樁时最好自外圍同时打向中間，打完后再滿鋪黃砂20~30cm，加水夯实，以便將上層重量比較均匀的分佈於地基。砂樁打完后，作承載試驗的位置則最好选择在兩樁間之空位上。

8. 結 語

基地土壤以砂樁加固的結果說明在某些情况下是有效的，經過載重試驗亦說明承載力有所提高，在某工地上基坑开挖时發現土壤上湧，一夜达7cm，並且有橡皮現象，开挖甚为困难。經打砂樁后，土壤变硬，橡皮現象消除，开挖正常，但是否所有土壤都可以如此加固，則还未可知。同时尚有不少未知因素，如土壤压实量的分佈，回脹的影响，砂子灌入时密实度和含水量的控制等等都尚未有充足資料，因此經過加固后土壤承載力到底能提高多少，还是無法得出准确数字，故砂樁加固后仍应作載重試驗，以作参考数据。