

高等学校教学用书

# 铁路路基

第四册

Г. М. 沙湖年慈著

人民铁道出版社

541  
5/3738  
74

高等学校教学用书

# 铁 路 路 基

第 四 册

Г. М. 沙湖年慈著

馬地泰、毛經权、洪建华 合译

人 民 铁 道 出 版 社

一九六一年·北京

苏联“铁路路基”一書，是以苏联科学技术的成就，以及設計和研究机关的經驗为基础，有系統地闡述有关铁路路基設計和計算方面的各項問題。原書共分五章，譯本分四冊出版，本第四冊为第五章“路基及其基底的变形”部分，內分七节，闡述极为詳尽。

本書經苏联交通部教育总局批准作为高等学校教学用書，除此以外，亦适用于新綫設計和营业綫养护的工程技术人員作参考之用。

## 鉄 路 路 基 第 四 冊

ЗЕМЛЯНОЕ ПОЛОТНО ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ

苏联 Г. М. ШАХУНЯНЦ 著

苏联国家铁路运输出版社(一九五三年莫斯科俄文版)

ТРАНСЖЕЛДОРИЗДАТ

МОСКВА 1953

馬地泰、毛經权、洪建华 合譯

人民铁道出版社出版

(北京市霞公府17号)

北京市书刊出版业营业許可証出字第 010 号

新华书店科技发行所发行

各地新华书店經售

人民铁道出版社印刷厂印

书号 1766 开本  $850 \times 1168 \frac{1}{32}$  印张  $5 \frac{13}{16}$  字数 153 千

1961年8月第1版

1961年8月第1版第1次印刷

印数 0001—2,100 冊 定价 (10) 0.80 元

# 目 录

## 第五章 路基及其基底的变形

|                          |     |
|--------------------------|-----|
| § 48 变形的类型和现象.....       | 1   |
| § 49 沉落和隆起.....          | 3   |
| § 50 路基顶面的变形 (坑陷) .....  | 21  |
| § 51 冻害.....             | 63  |
| § 52 爬动、塌陷、崩落、散落和雪崩..... | 132 |
| § 53 滑坡与剪动.....          | 133 |
| § 54 冲刷及洗刷, 破坏及堵塞.....   | 164 |
| 参考书目.....                | 167 |

## 第五章 路基及其基底的变形

### §48. 变形的类型和现象

所謂变形，一般指的是原来形状的任何改变。路基或一般土体的变形如无特殊说明，则指的将是不能容许的永久变形。对于路基或任何其他土体的“变形”和“病害”这两个名词，也应当明确一下。所謂病害，应当理解为路基或任何其他土体中发生的一些过程，它将会引起或可能引起变形。

显然，变形不可能在病害之先存在，但两者可以同时发展（就是在病害进展的过程中，变形同时发展着），而不就此结束病害。不但如此，已经发生的变形还可能成为发生新病害的原因，或使已有的病害继续发展。

因此，病害是一种过程，而变形则是这些病害的现象，它表示了物体原来形状的改变。

土体变形的类型很多。应当注意的是，在自然界中几乎永远不可能只发生一种形式的变形，通常都是几种变形同时发生的。例如河滩路堤边坡的滑坍和冲刷往往是同时发生的。这些路堤边坡的冲刷及其坡脚处基底的冲刷也是常见的现象。巨大道碴囊的形成，常常和边坡凸出同时发生。有些变形有时只能随同发生，而几乎永远没有单独发生的作用。例如路基下沉（就是路基顶面主要沿垂直方向的局部少量移动）就是这种变形。

有些变形发生在其他变形之前，有时可以作为可能发生更大变形的预告信号。属于这种变形的，例如边坡的凸出和在许多情况下的下沉、初期裂缝等等。

有时一种变形可以转变成另一种变形。譬如遇到一种滑坡，

它以后可能轉变为崩塌；在此情况下，有时把这种变形称为滑坡-崩塌。冻害在春夏解冻之际，有时可以轉变为路肩土壤向上挤起（由于路基松軟的緣故），常常发生翻浆冒泥現象。

为了能够了解土体中变形所发生的过程和采取正确的稳定措施，必須从所有各种各样的变形中找出一种基本和主要的类型，把它按以前发生的、随同发生的以及以后发生的各种变形区别开来，并找出引起这种变形的原因。根据变形的外表征象，可按表144中所列的几种最主要的变形加以研究。

表144

| 变形类型           | 变形类型的再分类 |                     | 变形类型     | 变形类型的再分类 |                |
|----------------|----------|---------------------|----------|----------|----------------|
|                | 項別       | 再 分 类 名 称           |          | 項別       | 再 分 类 名 称      |
| 沉落及隆起          | A        | 由于路基本身压实而发生的沉落      | 塌陷       | A        | 在泥沼上塌陷         |
|                | B        | 由于基底軟弱而发生的沉落        |          | B        | 喀斯特塌陷          |
|                | B        | 由于黄土和类黄土中下沉現象而发生的沉落 |          | B        | 由于地下采漏塌陷       |
|                | Г        | 由于地下采掘而发生的沉落        |          | A        | 崩塌             |
|                | Д        | 隆起                  |          | B        | 岩堆             |
| 路基頂面变形——路基頂面陷坑 | A        | 道碴槽                 | 崩塌、岩堆、雪崩 | B        | 雪崩             |
|                | B        | 道碴箱                 |          | B        | 岩堆             |
|                | B        | 道碴窠                 |          | B        | 雪崩             |
|                | Г        | 道碴囊                 |          | B        | 雪崩             |
| 冻害             | A        | 表面冻害                | 滑坡及移动    | A        | 区域滑坡           |
|                | B        | 地下冻害                |          | B        | 局部滑坡           |
|                | B        | 冰峯                  |          | B        | 小型或表面滑坡        |
| 滑落             | —        | —                   | 冲刷及洗刷    | Г        | 移动             |
|                | —        | —                   |          | A        | 冲刷             |
|                | —        | —                   | 破坏及堵塞    | B        | 洗刷             |
|                | —        | —                   |          | B        | 冲沟             |
|                | —        | —                   |          | A        | 由于天災（地震、泥、冰河等） |
|                | —        | —                   |          | B        | 由于人为的破坏（战争）    |

下面是关于几种最主要的变形及其发生的原因以及处理方法的論述。

預防的办法是完成前面所講的对于路基及其一切附属設備在严格保养中所提出的要求和条件。因此以后对于預防措施不再作專門的論述。

## §49. 沉落和隆起

在相当长的距离内，路基顶面由于路基本身压实，或由于其基底软弱而发生的进行得比较缓慢的下沉，称为**路基沉落**。

沉落最普遍发生在路堤上，特别是高路堤上。

在填筑路堤时以及在运营初期（由于土的种类、初期压实和路堤高度等条件不同，可能相隔好几年），新筑路堤的土常常发生天然压实，因此在修筑路堤时，必须规定专门的预留沉陷量<sup>①</sup>。

填筑路堤时，还应考虑到基底的沉陷。在泥沼地上或在一般软弱的土壤上填筑路堤时，这种考虑尤有特别重大的意义。

如果这种情况下发生的沉陷逐渐停止，而实际的全部沉陷并没有超出预留量，那末这种沉陷是正常的，而路基是稳固的。随着沉陷的发展，必要时用道碴起道。为了有可能进行起道，必须使路基顶面具有足够的宽度。

如果已达到了预留的沉陷量后，路堤继续下沉，则此种过程是不正常的，路基是不良的，而这种变形就称为**沉落**。

由于路堤本身压实而发生的沉落，发生的距离比较长，无论是时间或长度方面的发展，都不如由于基底软弱而发生的沉落那样均匀。在路堤压实初期，也就是当压实发生在规定的预留沉陷范围内的时候，这种不均匀性特别剧烈。在这个时期，对于路基需要特别仔细观察。

因此，在路堤本身压实初期（沉陷时期）和甚至有时在沉落初期，可能同时出现无数的綫路沉陷，即局部的（长度较短、仅占路堤全部沉落地段的一部分）、向顶面以下的移动，这种移动比整个沉落地段上一般的移动更深（图 644）。

① 如果路堤在自重及通过列车重量的作用下压实时发生的仅是弹性变形，那末，很明显，在运营过程中不会发生额外的土壤压实（当然，如果路堤已压实足够的話）。



图644

路堤本身的压实在中央部分（核心）发生得比较剧烈，愈向边坡愈小。因此，有些时候，如果压实由于通过列车的作用而发生，则路堤中部下陷，但边坡部分并不移动，而它们之间就沿着路肩或道床边坡或甚至在枕木端部附近（砂子道碴污濁和硬結时）发生纵向裂缝。

如果路基沉落的发生是由于路堤本身因自重而压实，则顶面实际上并不变形。最大的压缩发生在路堤的中部和底部（就高度而论）。

列车的作用在路堤上部（在它的顶面部分）显得最剧烈。因此，如果路堤在列车作用下的压实与在自重影响下的沉落过程结合在一起，则路堤顶部不够坚实时，路基顶面难免会发生道碴槽（图645）、道碴箱、道碴窠、道碴囊等变形。



图645

路基沉落必然的标志是经常要求用道碴起道。由于路基沉落而要求的起道较之由于顶面变形而要求之起道有这样的区别，那就是在第一种情况下起道的结果使道床在路堤顶面以上的厚度增加，而在第二种情况下就不是这样。

但是单就路堤顶面以上道床厚度的增加，还不能说明沉落的同时没有发生路基顶面变形。沉落和顶面变形可能同时出现（一般这种情况也是最常见的）。辨别路基顶面变形的的方法将在讨论这些变形时加以说明。

因为一般高路堤的沉落最大，所以沉落的数值是变化的，到



客点处所便不发生沉落。这样，就使綫路的縱断面发生曲折。

通过水准测量和把它与以前测量的記錄相比較，就可以看出縱断面是否发生曲折。为了决定綫路縱断面的曲折是由于沉落而引起的，还是由于頂面变形或者其他某种原因所引起，以及确定各种原因中何种原因达到何种程度，应当不仅沿鋼軌底部，并且沿路基肩部（尽可能靠近边缘）进行水准測量。

为了有系統地进行水准測量，必須永远采用同样的測点。这在沿路基肩部測量时尤其重要。

为适合上述情况，应在路肩上設置專門的測点（标记），这些測点与路肩表面的相对位置应保持不变。

水准測量应在夏季进行，因为冬季土壤冻结时綫路縱断面会发生一些曲折（这个问题将在以后关于冻害的一节內讲到）。

如果沿軌底測出的縱断面是曲折的，而沿路肩測出的縱断面也有同样程度的曲折，那末可見是发生沉落。如果只是沿軌底測出的縱断面曲折，那末說明只有路基頂面变形（假使此时对于道床本身範圍內可能发生的变形可以忽略的話）。如二者都发生曲折，但程度不同，則說明既有沉落，又有路基頂面变形。此时，路肩縱断面曲折的多少就說明沉落的数值。

沿軌底和沿路肩測出的二种縱断面曲折的差数，就是頂面变形的数值。

这些数值也就是在从作为比較根据的那次測量起到最后一次測量止这样一段時間內变形的增长值。

如果沿綫路左右兩側（沿路肩或軌綫）測出的結果說明二者曲折是不同的，則說明綫路左右兩側发生的变形是不一样的。

消除沉落和由此引起的縱断面曲折的方法，是用道碴进行起道，一直起到路堤本身的压实过程結束为止。

如需要进行起道，但路基頂面寬度不足时，需用补填的方法加寬路堤，但补填时必須严格遵守相应的技术条件。有时不采用加寬路堤和把它加高到設計标高的方法，而保留它已經下沉的高度，并重新設計沉落路堤两端引綫的縱断面，这样更为合理。

新的縱断面重新設計以后，必須充分地滿足技術條件。在此種情況下，解決的辦法通常是進行挖低路基的工作。比之起道，這種工作是不太適當的；但是，如果挖低的工作量比加寬路堤和把它提高到設計標高的工作量小，而重新設計縱断面還是有可能的話，那末這樣的重新設計就是合理的了。

當沉落的同时還有路基頂面變形發展時，在設法消除沉落后果的同时，還應設法消除頂面變形或防止其繼續發展。

有關的指示將在以後討論頂面變形問題時說明。

由於基底軟弱而發生的沉落，可能是由於基底土壤在路堤重量和通過列車的影響下壓實，或是由於土壤從路堤基底下被擠出而形成。

基底土壤壓實時，其形狀如圖 646 所示。



圖 646

基底土壤有向外擠出現象時，其形狀如圖 647 所示。此時，由於基底土壤擠出而發生的沉落，其特點是沿路堤兩側形成隆起的土壤（小丘）。有取土坑時，坑底可能向上隆起。



圖 647

基底的實際輪廓綫用鑽探方法確定，而是否存在隆起土壤，則根據適當的地形測量確定之。

防止路堤由於基底軟弱而發生沉落的方法如下：如果路堤基底內的土不夠堅實，因而發生路堤下土的壓實，則消除沉落后果的辦法，與由於路堤本身壓實而沉落時採取的辦法相同，並且應一直進行到基底的土完全壓實為止。

如遇到軟弱的土，路堤發生沉落，基底土壤同時向兩側擠出，則此時必須在路堤兩側加筑護道，其尺寸以能作為阻止基底土擠出的附加載重（平衡重）為原則（圖 648，圖中虛綫表示未筑護道以前基底土擠出的情況）。護道的尺寸，和土可能發生擠

出或压实的条件一样，应根据计算来确定。



图648

此时，把已沉落路堤的纵断面提高到设计标高的工作，必须在护道筑成以后再行施工。否则，随着起道，基底土壤可能不断向两边挤出，路堤仍然继续下沉。

倘路堤建筑在泥沼的表层上，则无论是起道或加筑护道，照例都是不允许的。由于起道和加筑护道的结果，使路堤本身的重量增大，超过泥沼表层的承载能力，致使该层破坏，而路堤陷入泥沼之底。只有经过仔细的调查和计算以后，才允许采用这些办法。

在上述情况中，一般不进行起道，而应如前面提到的那样，重新设计已沉落处所两端的引线，并使用挖低路基的方法。

如路堤基底的软弱是由于地下水的存在，或地表水的渗透，或由于其他某种原因，也就是基底土浸湿所引起，则在把线路纵断面恢复至原设计外形的同时，应设法适当地疏干基底的土，并不使再有水分进入，以防止沉落的继续发展。

**黄土及类黄土中的沉陷**，其形状犹似“坍陷的碟子”，是由于这些土被水浸透而形成的。

在消除黄土及类黄土中沉陷后果的同时，一定也要采取防止其今后再被浸湿的措施。

应该采取平整表面、防止水通过任何方式渗入土内以及仔细设置地面排水设备等特别细致的措施。相应的措施已在 §46 中说明。

假使在路基附近有矿井和坑洞通过，或有其他为开采矿藏或排水而做的岩层导洞，则这些坑洞在支撑不够坚固时，可能因岩层移动，导洞顶层沉落而发生坍陷。由于这些变形，同时引起了

路基本身的沉落。

在特別严重的情况下，这种沉落可能发展成为塌陷，坑洞顶部也同时破裂。

因此，必須特別注意那些长期荒廢的坑洞，这些坑洞的支撑缺乏适当的保养和修理，很可能毁坏而引起坑洞坍塌，并由此带来不良的后果。

在此种情况下，應該要求上述坑洞离开路基有足够远的距离或足够的深度（这种要求每次可以根据計算或和已有的类似情况相比較来檢定），以便保証即使塌陷也不致影响路基的稳定性。当坑洞的位置离路基較近或較淺时，必須要求有系統地把它加固，并經常保持其必要的完整。廢棄的坑洞应仔細填塞或采取其他措施，保証路基的稳定性不受坑洞状态的影响。

消除由于坑洞而引起的沉落，应当十分慎重进行，以免由于这些坑洞繼續塌毀而引起規模更大的、突然出現而危及行車安全的变形。特別危險的是坑洞頂层的破裂。因此，应当或者事先确认把路基恢复到原設計外形不使引起新的变形，或者事先把坑洞加固牢靠或把它填塞，然后再进行把路基恢复到原設計外形的工作。

隆起这种現象，单独发生时（它的形成不是重复发生的，譬如，有时象大規模滑坡时发生的那种隆起現象），一般出現在路壟中。

在开挖路壟时，必然要穿过若干不同的岩层。如在上臥层下面存在軟弱的塑性土层，則把它挖开以后，在上臥层的重力作用下，可能发生土向路基頂面方向隆起的現象；此时，路基頂面可能处于隆起土壤的範圍內而向上升起。通常，这种升起沿頂面的长度和横断面方向都是发生得很不均匀的，常帶有显著的傾斜度、三角坑或单側升起、坑洼等等。这种隆起現象可能是經過很長時間的过程，但进行得不均匀。这些变形最剧烈的发展（有时实际上仅出現在轉瞬之間）可能是在这些时候，例如在由于边坡頂层被融水和雨水浸透而使边坡重量达到最大时，或由于隆起的

土因地下水位升高而浸湿到最大程度时。

当软弱土向路基顶面一边隆起时，其下面土起挤压作用的边坡附近，上卧层土体常常发生沉落（正如基底的土隆起时路堤沉落一样），并与其余土体脱离而形成裂缝。图 649 所示就是这类变形的例子。

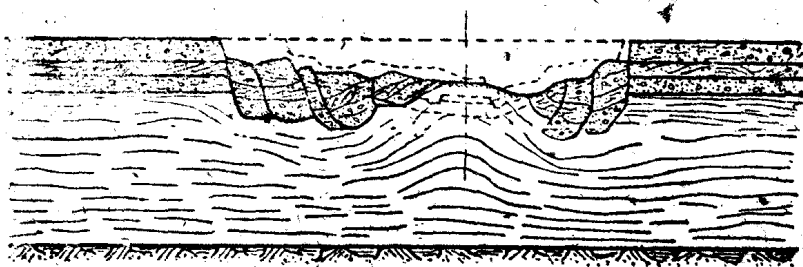


图 649

假如被挤压的土层在整个边坡范围内发生隆起，并且在路基面水平以上具有坚实的基础，那便发生土从边坡挤出现象，挤出的土可能再落入侧沟或甚至落至路基面上，把它们堵塞。此时，就可能如上所述那样，发生上卧层土体脱离的现象。

对于已经发生的变形，应当采取措施，清理路基顶面、侧沟和边坡，如果发生阻塞，还应把纵断面恢复到原设计外形。完全恢复路堑的纵断面有困难或不确当时，可只将其局部顺平，并设计这些地点两端的引线，使能完全符合纵断面的技术要求。

所有的凹穴、小坑，换言之，一切发生变形的边坡表面都应加以整平，不使任何处所发生积水；一切必要的排水设备应重新建造或修复；必要时应采取的措施，防止水分渗入土内等等。

如变形与地下水的活动有关，则应设法把它截住或把它降低到必要深度。一切已经出现的裂缝应仔细加以填塞。

如果变形的发生没有明显的地表或地下水作用，或除了上述措施外，必须额外提高被挤压土的强度或造成抵抗这种挤压作用的因素，那便可以采取下列几种方法，至于这些方法的选择，采用的范围、规模和结构形式，则必须专门以计算和设计方案为依据。

1) 用 §40 所讲过的几种方法之一，人工加固被挤压的土壤；这里需要特别注意的是，如有地下水的話，应保证地下水有自由的出口。

2) 建造石的、混凝土的或钢筋混凝土的仰拱，借以抵止软弱土的隆起（同样必须保证地下水的宣泄）；图 650 所示为这种处理方法的实例之一。但是必须注意，这种方法通常是很昂贵的；在营业铁路上施工时将使行车组织大为复杂化。

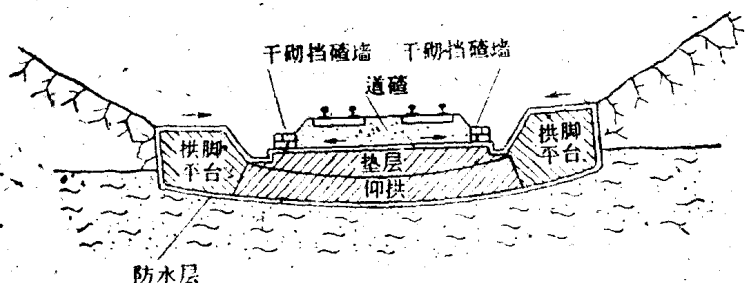


图 650

3) 最普遍采用的而且比上述方法便宜得多且永远是比较简便的方法，是在边坡上修筑护道（平台）。

在图 651 中，虚线表示修筑护道和刷坡以前的路堑边坡，刷坡的办法能够替代修筑护道而同样有效。



图 651

这种护道，一方面随着接近路基顶面而逐渐减少上卧层对于软弱土的压力，同时又可以作为防止土与它们一同向上隆起的平衡重，它们与防止路堤因基底的土隆起而沉落时所筑的护道具有同样的作用。

若路堑内路基顶面土的承载能力相当低，又由于通过列车的

作用，而发生路基頂面的变形，那便应当采取特殊的措施，消除上述变形并防止其繼續出現，如果消除和防止土隆起的方法对于这个目的來說尚嫌不够的話。

特殊措施将在下一节內說明。

在分析沉落和隆起的原因时，以及在設計有关此类变形的稳定路基措施时，計算由于隆起和由于压实而沉陷的数值以及沉陷經歷時間等問題必須得到解决。

塑性变形区域的深度、必要的附加荷載（例如反压馬道）的数值等，都应根据§8、37和47中所述的理論来确定。

在路基本身的应力状态已經根据§6的指示确定和土体任何点內能保証其不发生永久变形或限制其彈性变形的必要的空隙比 $\epsilon_i$ 求得以后，与土的压实有关的沉陷就能很容易地用公式（1324）或（1352）算出。

为此目的，由于对病害地点土体各点进行了工程地質勘察和土壤試驗，就只須求取与上述公式中 $\epsilon_{\phi i}$ 相适应的实际数值 $\epsilon_{\phi i}$ 。

但是，求取 $\epsilon_{\phi i}$ 值会碰到某些困难。因此，仍应讲到一点上述数值。

設从計算沉陷的土体截面的各点中，取出未扰动土样，对每个土样，繪出其普通形式的压縮曲綫，这种曲綫包括处于所有压力全部傳到骨架上（土体自重計算在內）时与該点发生的最大垂直应力相适应的极限荷載下或荷載超过此极限时的加荷和减荷支。

减荷曲綫就是由于减荷而土的可复变形变化的曲綫。

設图 652 中的連續綫表示取自所研究截面中土体若干点的土的加荷和减荷①。

因为这一点的土在当时受到傳至骨架上的若干压力 $\sigma_{\phi i}$ ，所以如土样取出后发生膨脹，它的初期密度就已經不由土在压力 $\sigma_{\phi i}$ 所具有的那种数值 $\epsilon_{\phi}$ 所决定，而相当于由荷載 $\sigma_{\phi i}$ 全部撤去时

① 进行試驗时，仪器不被水浸滿，但应防止土干燥。

減荷曲綫決定的  $\varepsilon_{\phi-H}$ 。

若根據以下假設，即在土樣上重新增加荷載到  $\sigma_{st}$  時，我們實際上可以認為壓實曲綫和膨脹曲綫是重合的（滯後迴綫略去不計），那末可以把壓縮曲綫上的  $\varepsilon_{\phi-H}$  值作為尚未受到荷載的所取出土樣的初期空隙比，而荷載一直加到  $\sigma_{st}$  為止的壓實曲綫將與土樣取出後其中所發生的減荷曲綫相重合。事實上，這種重合僅能認為到 A 點為止。

壓實曲綫的下一部分（A 點之右）事實上將是土的壓實壓縮曲綫的延續，正如土未被取出而繼續留在土體內、處於從  $\sigma_{st}$  增加到  $\sigma_s$  的壓力之下。在上述假設下，這樣的假定實際上是可能的。

設將曲綫 AB 從 A 點繼續向左延長（圖 652 中虛綫），即得原來的壓實曲綫部分，那就是土樣未從土體中取出而未發生膨脹時產生的。

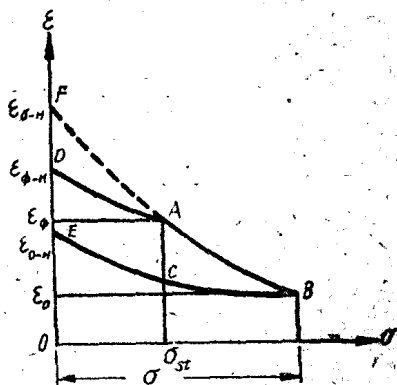


圖 652

但是，這段用虛綫表示的曲綫不可能十分精確地加以確定，同時也不能用來作出任何實際的結論。

在許多情況下，在 A 點可能發現所繪制曲綫的折斷；但從一段曲綫（A 點之左）過渡到另一段曲綫（A 點之右）時，在 A 點也可能有共同的切綫。所以在 A 點不一定有折斷；當然，有折斷對於辨認 A 點是很重要的。

另一個標志是從 B 點①開始的壓實曲綫和減荷曲綫間的縱座標綫段 AC 的近似方程式和  $\varepsilon$  軸上的綫段 DE。

DE 值為

$$DE = \varepsilon_{\phi-H} - \varepsilon_{0-H}。$$

① B 點的特徵是包括土體自重內的全部壓力  $\sigma$  傳到骨架上。



因此, 寻求  $A$  点的位置, 就是要在繪制压缩曲线后找出土样最先的空隙比  $\epsilon_{\phi-N}$  和荷载全部撤去后的最后空隙比  $\epsilon_{0-N}$  之间的差数。

找出这个差数后, 应进一步在压实曲线上找出在纵坐标方向距减荷曲线的距离大约等于这个差数、而再往下距此曲线的距离就大大减小的一点。这一点将与未知点  $A$  相近, 而相当于此点的  $C$  值就是未知值  $\epsilon_{\phi_0}$ 。

在透明纸上繪出  $ECB$  曲线并使  $E$  点与  $D$  点相合后, 也能大略地找出  $A$  点。此时,  $A$  点将是从此开始  $DAB$  曲线与  $ECB$  曲线产生很大分歧的一点,  $ECB$  曲线在开始部分与  $DAB$  曲线相贴而达到最大的重合。

利用这种方法, 还可以大体上确定当时作用于该点土上的实际压力  $\sigma_{st}$ 。这个压力适合于同一点  $A$ 。

相当于作用在骨架上的全部压力  $\sigma$  的  $\epsilon_0$  值, 一般是从该压缩曲线的压实支中取得的, 所以这段曲线应繪至  $\sigma$  值或比  $\sigma$  值更大为止。

土的整个压缩层全部额外的预期沉陷  $S_2$ , 按照公式 (1324) 等于

$$S_2 = \sum_0^N \frac{\epsilon_{\phi_i} - \epsilon_{0i}}{1 + \epsilon_{\phi_i}} h_i \quad (1445)$$

式中  $h_i$ ——在取出各部分的土样时土层的实际厚度, 此层范围内的  $\epsilon_{\phi_i}$  和  $\epsilon_{0i}$  值假定是不变的;

$M$ ——取出土样时整个压缩区域的全部厚度。

如果以  $S_1$  表示整个所研究深度内已经发生的沉陷, 则达到全部稳定前的全部沉陷  $S$  为

$$S = S_1 + S_2 \quad (1446)$$

不能认为这种方法是精确的, 但是它当然也指出了某些方向。

如果由于增加荷载 (包括固定荷载在内) 而发生的可复 (弹性) 变形可以不計 (倘使压实曲线中假定的  $DA$  部分相当平缓的