

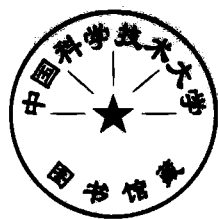
# 道路路面設計

翁朝庆 編著

科学技術出版社

# 道路路面設計

翁朝慶編著



科學技術出版社

## 內 容 提 要

本書系根据柔性与刚性路面理論的最新資料及筆者个人的研究，編寫而成。書中不僅說明各項理論研究的成果与計算方法，尤着重于理論根据的探討及分析。

全書共八章：第一章至第六章論柔性路面；第七章論刚性路面；第八章論路面的選擇与組合。

本書主要是为了作進一步科学研究之用，对于道路設計者在实际設計工作中亦有助益。部分的内容可供大学道路專業作教学的參考資料。

## 道 路 路 面 設 計

編 著 者 翁 朝 慶

\*

科 学 技 術 出 版 社 出 版

(上海南京西路2004号)

上海市書刊出版業營業許可証出 079 号

上海土山灣印刷厂印刷 新華書店上海發行所总經售

\*

統一書号：15119·563

开本 787×1092 1/27·印張 7 17/27·插頁 3·字數 150,000

1957年10月第1版

1957年10月第1次印刷·印數 1-1,000

定价 (10) 1.30 元

## 序

道路路面是一門綜合性的科學。它所牽涉的面很廣：在路面的設計與建築中，要考慮到汽車的作用情況，路面本身材料與混合料的作用情況和強度，路面下土基的強度與形變，自然因素（主要是水文與溫度情況）對路面的影響等等；此外，也還要考慮到技術經濟問題以及許多其他因素。因此，路面科學是緊跟着許多其他科學部門的發展而得到發展的。

路面科學是科學中較年輕的一個部門，各國的理論與方法還很不一致。就是已經建立了的理論與方法還隨時有或大或小的修訂。各種理論與方法在用於一定的條件下多少是有效的，但是還會發生相當多的失敗情況。也還有一些方法（例如，美國的方法）雖然大體上可保證不失敗，卻顯然見得是過於安全和浪費了。大家都知道，目前距離這門科學的全部真理還很遠。

蘇聯的柔性路面設計理論介紹到我國已經有八九年。現時我國道路設計實踐中普遍地採用了這項理論與方法。近年來，蘇聯道路科學工作者在這方面雖然沒有作出什麼重大的修改；但是蘇聯學者曾提出了不少的意見，這表示大家的研究是更深入了，也表示推動這種理論進一步發展的潛力是增大了。

關於剛性路面設計，現在仍以威士特卡德的理論為基礎。在這方面，同樣地有人提出了一些修正，不過，這些修正沒有基本的重要性。比較重要的進展在於預應力水泥混凝土路面的分析與試驗。在水泥混凝土路面的結構形式上，主要是對於接縫還存在着許多不同意見。

总之,路面科学正在進展着。進展的潜力積蓄得很大,随时都可能有重要的發現,得出精邃的分析研究結果。因此,有人曾对筆者說,希望等待進展到一定的階段,再行執筆。

不过,筆者却这样想:近期内,理論可能有个别的修改,而徹底的修訂却需要較長的时期。从这部分科学研究工作所牽涉的廣闊范围以及其工作量,已經可以大体上看到这段时间不会太短。我們不能站在旁觀者的地位來靜觀它的進展,而是要親身参加这种修訂工作。这样,就需要有一本書來紀錄進展的形势,預測可能的進展方向,以便更多的道路工作者和研究者投入到这项修訂工作中。

由于上述情况,本書的編寫目标不在于詳細重述一切已經建立了的理論与方法,而是对这些理論与方法的實作比較深入的討論和分析,同时也对未來的發展形势作一些推測。

这样的内容不会全部适合于教学之用;对于設計工程师却会有一些用处。通过本書的說明与介紹,設計工程师可能了解現行設計理論的科学意义有多大,在哪些方面还存在着問題。这样,在运用現行理論与方法时就更便于独立思考,使設計結果更能結合所遇到的具体情况。对于道路科学的研究者,本書或者有較大的用处,他們可能用較少的时间与精力,从本書取得必要的資料与認識。

筆者在編寫时希望达到上述願望,事实上能否如願以償,就不可預測了。

本書的第一章到第六章都是关于柔性路面的。这部分的分量比較重,主要是因为柔性路面理論方面的問題較多;其次,这类路面应用得多一些,实际上也应当对它們多加注意。

第七章是关于剛性路面的。这章里所包括的預应力水泥混凝土路面这一節是值得注意的。

第八章談到路面的選擇与組合。路面各層的組合是 H. H. 伊

万諾夫所沒有注意到的一个題目（至少說，他在这方面談得很籠統）。这部分很重要。可惜，现在的道路科学水平还不能在这方面作出很明确的答案。

本書的編寫經歷了九个月的时间。寫完之前，曾在不同場合下，作过有关柔性路面的报告与發言七、八次。每次报告与發言之后，都听到一些意見。这些提意見的同志对筆者有很大的帮助，筆者应当對他們表示感謝。

最后，請求本書的讀者也同样不断地提出各方面的意見。現在，我們的共同任务不僅在于傳揚別人的意見和成就，更主要的是：中國的道路科学工作者在路面設計理論与方法的進展中应当尽一分力，多起一些作用。

翁朝慶 于上海同济大学 1956年12月

# 目 錄

## 序

## 第一章 柔性路面的工作情况

|                             |   |
|-----------------------------|---|
| 1-1 前言                      | 1 |
| 1-2 形变、形变的累积和限制、各种形变及其意义    | 2 |
| 1-3 地基强度对路面整体强度的关系、强度的变化    | 4 |
| 1-4 垂直荷重、瞬时性、撞击和震动、水平力、其他外力 | 5 |
| 1-5 压力的传布、各种应力和各种抗力、路面的破坏   | 6 |

## 第二章 美國的柔性路面設計方法及其缺点

|                    |    |
|--------------------|----|
| 2-1 美國早期的設計方法      | 8  |
| 2-2 美國后期的設計方法      | 9  |
| 2-3 美國設計方法的紊乱情况    | 14 |
| 2-4 美國各設計方法的缺点及其后果 | 14 |

## 第三章 苏联柔性路面設計的理論基礎和方法

|                 |    |
|-----------------|----|
| 3-1 理論的基本前提     | 19 |
| 3-2 計算步驟        | 22 |
| 3-3 計算中所用的数据和圖解 | 24 |
| 3-4 算例          | 36 |
| 3-5 倒算法         | 37 |

## 第四章 苏联柔性路面設計理論的根据

|                   |    |
|-------------------|----|
| 4-1 路面的破坏狀況       | 38 |
| 4-2 極限形变          | 39 |
| 4-3 形变累积規律        | 43 |
| 4-4 动力影响和水平力作用    | 54 |
| 4-5 土体和路面中的应力分布情况 | 55 |
| 4-6 形变公式和路面当量層公式  | 57 |
| 4-7 路面的换算厚度       | 59 |
| 4-8 車輛换算系数        | 61 |
| 4-9 地基土壤形变模量      | 63 |
| 4-10 路面材料形变模量     | 65 |
| 4-11 苏联理論正确性的一般驗証 | 69 |

## 第五章 对于苏联柔性路面設計理論的意見

|                            |     |
|----------------------------|-----|
| 5-1 一般的意見·····             | 73  |
| 5-2 对于路面的基本要求·····         | 75  |
| 5-3 設計理論的物理基礎和設計方法的體系····· | 80  |
| 5-4 外力作用·····              | 84  |
| 5-5 地基土壤和路面中的應力傳布·····     | 94  |
| 5-6 垂直形變計算式·····           | 102 |
| 5-7 垂直形變的限制·····           | 105 |
| 5-8 形變累積公式·····            | 109 |
| 5-9 路面整體形變模量公式及其運用·····    | 110 |
| 5-10 車輛換算系數·····           | 113 |
| 5-11 路面材料形變模量·····         | 114 |
| 5-12 地基土壤形變模量·····         | 116 |

## 第六章 論柔性路面設計理論與方法的研究工作

|                        |     |
|------------------------|-----|
| 6-1 設計理論與方法的基礎·····    | 119 |
| 6-2 可能的計算體系·····       | 122 |
| 6-3 對現行理論與方法的暫時修訂····· | 124 |

## 第七章 剛性路面結構理論

|                                    |     |
|------------------------------------|-----|
| 7-1 剛性路面的工作特性·····                 | 128 |
| 7-2 設計剛性路面用的計算資料·····              | 130 |
| 7-3 車輛荷重下的剛性路面應力與版厚·····           | 135 |
| 7-4 溫度、濕度及地基形變對於混凝土路面的影響及綜合應力····· | 154 |
| 7-5 鋼筋的計算與設置·····                  | 163 |
| 7-6 水泥混凝土路面的構造·····                | 166 |
| 7-7 裝配式水泥混凝土路面·····                | 169 |
| 7-8 預應力水泥混凝土路面·····                | 175 |
| 7-9 剛性路面設計中的不確定因素·····             | 180 |

## 第八章 路面的選擇與組合

|                    |     |
|--------------------|-----|
| 8-1 選擇的根據和步驟·····  | 181 |
| 8-2 使用任務和分期建築····· | 183 |
| 8-3 各種結構層的選擇·····  | 184 |
| 8-4 投資效益·····      | 188 |
| 8-5 路面各層的組合·····   | 189 |

|           |     |
|-----------|-----|
| 參考文件····· | 192 |
|-----------|-----|



# 第一章 柔性路面的工作情况

## 1-1. 前 言

自从有路面設計以來，工程師們已經習慣于把路面划分为剛性的和柔性的。把水泥混凝土路面和水泥結碎石路面列为剛性路面，把其余的路面（除了塊料路面）列为柔性路面。实际上这种人为的划分方式是有些牵强的，这表现了两种極端情况——完全剛性的和充分有塑性的。对于某些中間类型的路面，例如水結碎石路面，它既不具有充分剛性彈性的性質，也不是充分塑性的，这种划分方式就不适用了。

这样划分的主要出發点是認為：剛性路面具有很高的抗弯强度，在破坏之前所發生的剩余形变很小，可以用彈性理論來計算路面的强度；而柔性路面受到荷重作用之后就發生剩余形变，并且荷重作用的次数增多时，所發生的剩余形变总量也增大——或者形变是累積的，形变累積到某限度时，路面就破坏了。因此，在一方面認為彈性理論不完全适用于柔性路面<sup>①</sup>，在另一方面，認為应当从路面的破坏情况和行車的要求（平整度和速度上的要求）來考慮路面的設計。

这种观点表現出了柔性路面工作情况的最主要部分，但是还没有把工作情况的全部要点表达出來。我們还需要作更加深入的討論。

① H. H. 伊万諾夫的路面設計一書（1955年）11頁中說道：“剛性路面和柔性路面的厚度計算是不同的，在前一情況中可以用彈性理論來解決……在此情況（柔性路面的情況——本書著者注），彈性理論的規律只能有限制地加以利用。”

## 1-2. 形变、形变的累積和限制、各种形变及其意义

外力作用于塑性材料时,發生下列的情况: 在一定的外力(应力)和不变温度的条件下,按時間函数來表示的塑性材料的应变如图 1 所示。应力導致了一个立时应变  $OA$ ,它是和時間无关的。在

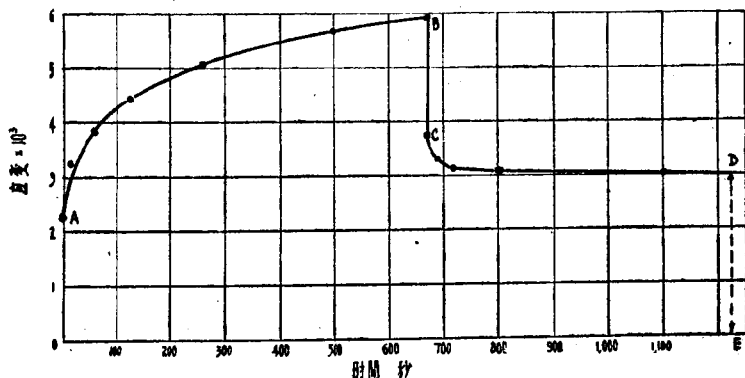


圖 1 瀝青混合料的应变与荷重時間的关系

$B$  点,把荷重去掉了,立刻又恢复了  $BC$ 。从  $C$  点起,应变的消除是随時間而進行的,最后就停止了恢复。不能恢复的塑性应变相当于  $DE$ 。所以,总的应变包括三部分:(1)一个立时的彈性应变,这是与時間无关的;(2)一个与時間成函数的滯延彈性应变及(3)一个塑性应变<sup>[45]</sup>①。

在第二次又有外力作用时,又發生类似的形变情况,虽然在应变变量上以及和時間的函数关系上与前一次有所不同。这样外力作用的次数愈多,形变也就累積得愈多。形变累積到某数量时,路面就破坏了。或者形变累積到某数量时,路面虽未破坏,而路面表面平整度太差,已不利于行車了。

对于剛性彈性材料,每次外力作用后所生的塑性形变是小到不可測出的,所以用疲劳限度來考慮外力的重复作用——即以多

① 方括弧內的数字系書尾所列的参考文献項目,以下同。

次作用后,材料仍能被破坏的那样大小的作用力为准。对于塑性材料,则以多次外力作用后而材料不产生可测出的塑性形变那样大小的作用力为准。在圖

2中以 $P$ 为一次作用下不产生可测出的塑性形变之荷重——平衡荷重, $P'$ 为多次作用后不产生可测出的塑性形变之荷重。此理与刚性材料疲劳限度的道理相似,在刚性材料以破

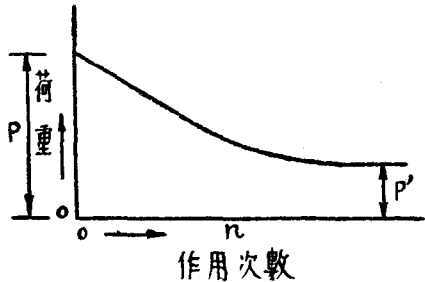


圖2 造成塑性形变的荷重与荷重用作用次数的关系

坏为准,而在塑性材料以不可测出的形变为准。根据苏联道路科学研究院研究所得,如实际荷重为一次的平衡荷重之 $1/3$ 左右<sup>[1]</sup>,则在極多次重复下,仍不發生可测出的形变。为經濟起見,只把实际荷重限制到一次平衡荷重的 $1/1.5 \sim 1/2$ ,也就是說不可能避免發生塑性形变,而必須把形变累積数值限定在一定範圍內。

这一系列的对形变性質、形变累積量与其限制以及对于平衡荷重的观念,只适用于像瀝青膠漿、瀝青混凝土和土壤等等的塑性材料。对于錐形塊石或其他塊料路面,形变的情况就与此顯然不同;單塊的塊料受荷重时不可能發生顯著的形变,而塊料接縫間受荷重后所發生的形变也不会像塑性材料那样。白色碎石層受荷重后所發生的形变情况,則介乎塑性材料和塊料之間而較為接近于塊料的那种情况。如果,多層路面結構中夾雜了塊料層或碎石層,則整个路面結構的形变情况,也不会像純粹塑性材料那样。

就塊料路面而言,接縫的形变並沒有意味着路面的破坏。在下層的白色碎石破坏时,只發生了較小的形变;但是如果把顆粒間縫隙的張开作为破坏的表征,則这种破坏並沒有什麼嚴重的意味。对于面層的白色碎石,所發生的形变主要是磨耗和石料顆粒的松动与飛散;在这种情况下,促成形变的主要作用力是水平方向的。

因此，我們還需要考慮多種多样的形變：不同材料層的形變和在不同層次中的形變，並且對於不同的形變要有不同的看法，有些形變是有嚴重意義的（例如，路面表面的不平整度），另一些形變（例如，中層或底層的縫隙張開）有時却不必過分注意，至少這種形變還不會立時起決定性影響。

### 1-3. 地基強度對路面整體強度的關係、強度的變化

在上節討論形變時，我們已經接觸到了強度問題。路面整體的強度不僅決定於各結構層的強度，且決定於地基的強度。如果以一層棉花代表軟地基，一塊鋼板代表硬地基，以一張紙代表路面。把紙鋪在棉花上時，用手指戳紙，立刻戳成一個破洞，這就表示了軟地基上的路面層具有不高的整體強度。如果把紙鋪在鋼板上，用手指戳紙，紙上就沒有出現破洞，這表示硬地基上的路面層具有很高的整體強度。

路面整體的強度和路面表面的強度不同。路面表面的強度要用抗磨強度來表示，尤其是用各顆粒抗磨強度的不均勻性來表示，因為這種不均勻性是促成路面不平整的主要原因之一。

單獨考慮一個時期的強度還不夠，必須要考慮到在整個使用時期內的強度的變化情況。從路面剛完工之時起，在行車作用和外界氣候、日光、水文等等作用下，路面混合料逐漸被壓得更密實，結合料的粘結力也逐漸增高；到了某一個時期，路面的強度增大到最高值。過了這時期之後，混合料的組成顆粒被壓得破碎，結合料也“衰老”了，路面的強度從此逐漸降低，而在繼續的行車與其他外界因素作用下，路面就破壞了。強度的增高或降低，使外力作用下所發生的形變減少或增大，當然也就影響到形變的累積。

在不同的行車作用下，以及對於不同的路面混合料，這種強度的變化情況是不同的，因此形變的累積規律也是不同的。

#### 1.4. 垂直荷重、瞬时性、撞击和震动、水平力、其他外力

在一般的路面理論里，差不多都考慮到了車輪垂直荷重對於路面的作用。但是多半考慮的是靜荷重，並沒有充分考慮到荷重的瞬时性。從圖 1 可以看出來，荷重作用時間如果只有 1 秒時，則所發生的剩餘應變（塑性應變）將接近於  $OA$ ，而只有荷重時間為 700 秒時的塑性應變的  $2/3$ 。這幅圖只表示了一種概念，還不具有更精確的意識。根據 L. W. 尼吉包伊爾所測定的資料<sup>[46]</sup>，荷重時間為  $1/10,000$  秒時，地瀝青砂混合料在低溫下（ $+5^{\circ}\text{C}$ ）的彈性模量為 300,000 公斤/平方公分；荷重時間為  $1/3$  秒時，彈性模量為 15,000 公斤/平方公分；荷重時間為 400 秒時，彈性模量只有 3,000 公斤/平方公分。根據 L. W. 尼吉包伊爾所摘引的資料，對於砂土和砂質粘土也有類似的情況。按照卡爾·麥克的解釋<sup>[45]</sup>，物質在受短期荷重時，一個分子為其原來相鄰的分子所包圍着，只有經過一個暫短的所謂鬆弛時間的時間段落之後，這個分子才能從它的周圍解放出來，移動到一個新的地位。所以在施以荷重的剎那時間內，固體和液體都表現得像彈性體那樣。通常一個車輪印迹受荷重的時間約在  $1/10 \sim 1/100$  秒之間（每小時  $10 \sim 100$  公里）。從這些資料都可以知道行車的瞬时性對於強度和形變是有莫大影響的。

行車作用的瞬时性在一方面好像是使得路面加強了，但是在另一方面由於路面表面的不平整，車速的增高也會造成更大的撞擊作用和震動作用。撞擊和震動都會使路面遭到更大的破壞。因此，只考慮靜荷重是不夠的。

從垂直荷重來考慮，車輪的大小，輪胎里氣脹的壓力和輪胎作用在路面上的壓力之間的关系，以及雙輪胎和單輪胎的不同影響等因素當然也會造成不同的後果。不論從靜荷重或動荷重考慮，汽車的輪軸數目也要發生影響。

正像前面已經說過的，由於車輪的水平力在路面表面上造成

了磨耗情况。磨耗在一方面使路面減薄，强度降低；在另一方面，由于磨耗的不均匀性而使路面表面不平，增大了撞击和震动的影响。尤其在变速（加速和煞車）时水平力对于面層材料起了推挤作用，也加速路面表面的损坏。在停車站和縱坡較陡处，我們都可以看到这类推挤破坏的情况。所以，行車的水平力也是应当考慮的項目。

除了車輪作用力之外，由于大气的温度、日光和水文情况使路面材料的性質和表現有所变化。例如，由于温度影响会使瀝青混合料發生脹縮和軟化；由于日光作用会使瀝青材料硬化和“衰老”；由于水分作用，瀝青材料和石料的粘結性質也起了变化。

从这些方面看来，作用于路面上的作用力是不單純的。

### 1-5. 压力的傳布、各种应力和各种抗力、路面的破坏

各种作用力經過路面傳布到下面的各結構層和地基上。这样就發生了压力的傳布問題。把压力傳布到更大的范围时，單位压力就減小了，因此路面材料和地基所發生的应力就減小。反之則增大。

傳布压力的情况在一方面决定于各層的材料性質与施工質量，在另一方面也决定于水文情况。土壤在饱和水狀態下可以把压力傳到更深处，在干燥狀態下，則傳布的深度不过1.5~2.0公尺。

由于所傳力的介体性質不同，压力也不是均匀地傳布到各方面的。路面材料越是柔性的，則傳压越較均匀；如果是較具剛性的，則荷重面邊緣的应力集中度將增大。

所傳布的压力在各結構層和地基中產生了应力。应力的类型不同，有剪应力、弯应力、拉应力、压应力等等，各种材料对于各种应力的抗力也不同。因之，各結構層的破坏現象也不同；有些情況下是由于弯折而破坏的，这就是說在受拉力的一側發生裂縫，由于裂縫的張开而使結構層破坏了。另有一些是由于冲剪力而破坏，

結構層在荷重作用下成錐形向下沉陷。又有些是由于車輪壓入，形成凹坑而破壞了結構層的粘結力。必須分析應力和材料抗力，決定最危險的那種應力的類型和量，以及那種抗力的量，並且聯系着前述的形變和形變累積問題來考慮，才能發掘路面破壞的現象，才能設計出合理的路面結構。

到这里为止，我們已經概括地說明了柔性路面的工作情况。当然，這項簡單的說明不可能包括一切，甚至不可能把相當重要的情況都包括進去。但是从这里可以知道柔性路面工作情況的複雜性，其中牽涉了這麼多方面的問題。在制訂計算理論和設計時，幾乎不可能把一切問題和一切因素都考慮進去，而必須作一些簡化、歸納工作，使理論和設計能夠表達出大致的工作情況，使可能發生的出入，能夠包括在合理的安全系數以內。

一種理論和計算方法是否真正有價值，就決定於它把工作情況的現象表達到怎樣完善的程度，以及安全系數是否合理，和是否能把可能發生的出入包括在安全系數之內。根據我們對於路面工作情況的了解，我們就可以對於各種路面理論和設計方法進行評價了。

## 第二章 美國的柔性路面設計 方法及其缺點

### 2-1. 美國早期的設計方法

美國早期的柔性路面計算方法大致包括麻省准則(Massachusetts's Rule)、赫格及旁乃(Harger and Bonney)、葛萊(Grey)和赫桑(Hawthorn)幾種方法。在這些方法里，考慮到車輪荷重經過路面結構層、按一定的形式傳布到地基上，調整路面厚度，使分佈到地基上的單位壓力不超過地基的承載力。這些方法所接觸到的因素有：車輪荷重、車輪輪胎與路面的接觸形式、路面結構層傳布荷重的形式以及地基承載力。

關於輪胎與路面的接觸形式和路面結構層傳布荷重的形式兩點，各法彼此有不同之處。

麻省准則中認為車輪荷重是集點的，按金字塔形狀，边坡與水平面成  $45^\circ$  角( $\theta$  角)而傳布到地基上。由此得

$$t = 0.5 \sqrt{\frac{P}{q}} \quad (2-1)$$

式中  $P$  為車輪荷重(磅)； $q$  為路基承載力(磅/平方吋)； $t$  為路面厚度(吋)。

赫格與旁乃法中，認為輪胎與路面的接觸成為一條橫綫，綫長等於輪胎寬度，荷重按  $\theta = 45^\circ$  的形式分佈到地基上。由此得

$$t = \sqrt{\frac{P}{3q} + \frac{W^2}{9}} - \frac{W}{3} \quad (2-2)$$

式中  $W$  為輪胎寬度(吋)；其餘代號含意同前。

葛萊法中認為輪胎與路面的接觸面是一個圓面積，按截頂圓



錐和  $\theta = 45^\circ$  的形式傳布荷重到地基上。由此得

$$t = 0.564 \sqrt{\frac{P}{q}} - a \quad (2-3)$$

式中  $a$  為輪胎與路面接觸面的相當半徑(吋)。

赫桑法與葛萊法相似，但認為  $\theta$  角與材料的抗剪力成函數。  
由此得

$$t = \frac{1}{\tan \theta} \sqrt{\frac{P}{\pi q}} - a \quad (2-4)$$

當  $\theta = 45^\circ$  時，即與式(2-3)相同。

## 2-2. 美國后期的設計方法(戈拜、佛克、豪塞、斯彭格勒、 派摩及巴伯、波米斯特、馬克里奧、加省承載比率法)

在美國的后期和最近的計算方法里已考慮到較多的因素，考慮的方式也有所改進。

戈拜(Goldbeck)法中認為輪胎與路面的接觸面是橢圓形的，車輪荷重按  $\theta = 45^\circ$  角經過路面結構層傳布到地基上；并認為路面沉陷如超過 0.5 吋(1.27 公分)即破壞。因此，傳布到地基上的單位壓力應不超過路基土壤在許可沉陷(0.5 吋)時的最大承載值。  
由此得

$$\text{對於單輪胎} \quad t = \sqrt{\frac{2p}{\pi q_m}} - \frac{3L_2}{2} \quad (2-5)$$

$$\text{對於雙輪胎} \quad t = \sqrt{\left(\frac{B}{2\pi}\right)^2 + H} - \frac{B}{2\pi} \quad (2-6)$$

式中  $B = 2S + (L_1 + L_2)$ ;  $H = \frac{2p}{q_m} - \frac{2SL_1}{\pi} - L_1L_2$ ;  $L_1$  與  $L_2$  為輪胎與路面接觸面的長軸半長和短軸半長(吋);  $q_m$  為在許可沉陷度內的最大地基承載值(壓力, 磅/平方吋); 由路面傳到地基上的當量均勻壓力  $q$  應為  $\frac{q_m}{2}$ ;  $S$  為雙輪胎的輪胎中心距離(吋)。

佛克(Vokac)法中認為輪胎接觸面作圓形，圓接觸面內的車