

蘇聯內務部道路科學研究所
技術科學碩士 B. Γ. 桐辛柯著

公路橋梁中的 栓釘接頭

許 成 業譯

人民交通出版社

蘇聯內務部鐵路科學研究所
技術科學碩士B.Γ.桐辛柯著

公 路 橋 梁 中 的
栓 釘 接 頭
許 成 業 譯

人民交通出版社

公路橋梁中的

栓釘接頭

В. Г. ДОНЧЕНКО

НАГЕЛЬНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

В АВТОДОРОЖНЫХ МОСТАХ

ИЗДАТЕЛЬСТВО ДОРОЖНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

ГУШОСДОРА МВД СССР

МОСКВА 1952

本書根據蘇聯內務部公路總局道路出版社莫斯科俄文版本譯出

許 成 業 譯

人 民 交 通 出 版 社 出 版

(北 京 北 兵 馬 司 一 號)

新 華 書 店 發 行

北 京 市 印 刷 一 廠 印 刷

初編者：羅宏才 複審者：徐澄清

全書：44300字★定價：2900元

1954年12月北京第一版★1954年12月北京第一次印刷

印數：1—2700冊

51''×43'' $\frac{1}{4}$ ★印張：1 $\frac{3}{4}$ 張

(北京市書刊出版業營業許可證出字第〇〇六號)

內 容 提 要

本書對木橋結構及橋梁臨時性建築物（如排架、拱圈等）的栓釘接頭作了全面而深刻的理論分析，並導出正確的計算公式。

本書適用於一般土木工程人員及公路橋梁設計工作者的參考。

目 錄

序 言	1
第一章 計算理論	3
第一節 單切栓釘接頭作用的理論分析	3
第二節 雙切栓釘接頭作用的理論分析	7
第二章 栓釘接頭作用的分析	10
第三節 木質栓釘接頭	10
第四節 計算公式結論	16
第五節 金屬栓釘接頭	22
第六節 計算公式結論	32
a) 單切聯結	32
b) 雙切聯結	33
第三章 試驗研究	37
第七節 栓釘或鋼釘的單切或雙切接頭模型試驗	37
第四章 栓釘間距的計算	40
第八節 關於圓形金屬栓釘聯結中釘槽的作用	40
基本結論	50
譯名對照表	51

序 言

第十九次黨代表大會關於 1951~1955 年蘇聯發展五年計劃的歷史意義的決議規定，必須採用經濟的材料，並消除使用中的浪費現象以進一步節省大量的材料物資。

近年來由於建築事業的空前高漲，要求我們更廣泛地使用就地取材的結構。

木結構是通常使用的結構形式之一。

在此種建築式樣的設計中，桿件接頭式樣的選擇為主要問題。

現代的科學工作已對栓釘接頭做了研究，此種接頭是木結構桿件聯結最通用形式之一。在橋梁建築中，桁架橋桿件的聯接，各種型式木橋中聯結系桿件的固定，交叉斜桿桁架中斜桿之固定等都是利用栓釘接頭的。栓釘接頭也相當廣泛地用於橋梁建築的臨時性建築中（如排架、斜撐、拱圈架等），此時栓釘用於結構的節點及結構桿件的聯接處。栓釘接頭在木結構中之所以用得比較廣泛，是由於此種接頭的結構簡單，而且製造容易。

然而，無論栓釘接頭的結構情形如何簡單，其理論分析工作乃至為艱巨的，因為要確定一個公式就會遇到一些複雜的靜力計算以及數學上的困難。

在研究中，栓釘接頭的靜力學計算可分為兩個基本類型：單切接頭與雙切接頭。

通常，當採用這正確的研究方法時，栓釘在每個聯結桿件厚度內均視為置於彈性基礎上的梁，且在其端部受有相當於栓釘接頭作用對栓釘剪切的作用力。

因此，單切栓釘接頭在計算關係上乃是置於彈性基礎上的梁，其一端受有剪切栓釘的集中荷載；而雙切栓釘接頭則為彈性基礎梁，在接縫端截面上受有剪切栓釘的集中荷載。

這種計算方式祇有在兩種情況下是正確的，即在單切接頭中聯結

桿件的厚度相等；在雙切接頭中具有很薄的外邊聯結桿件（例如金屬接鉚）。

在接縫處除了作用於栓釘的切力外，栓釘中還可能受撓曲力矩，這對栓釘接頭的作用是有影響的。

甚至採取了假設在栓釘中接縫處沒有撓曲力矩的簡化形式，栓釘的計算仍很複雜，致使實際應用趨於複雜化。因此許多研究家是根據更簡單的計算公式，但由於栓釘接頭的作用未明確，所以其計算結果還是成問題的。

在 1939 年 B. Ф. 伊萬諾夫教授與技術科學碩士馬林采夫^①發表了栓釘接頭在彈性限度內作用的研究論文。在此研究中作者與前面所提到的許多研究家一樣，也是採用彈性基礎梁的計算理論，並假定基礎所承受的壓力及其變形都是均勻的。

雖然作者按每個聯結桿件的厚度將栓釘分為幾個獨立部分和考慮到栓釘的連續性，並且認為是合理計算公式的計算基礎，然而這些計算公式的結論以及公式的本身都是非常複雜，而且不太適合於實際應用。

栓釘接頭作用問題所以缺乏明確的解釋，是因為理論與試驗的研究工作做得不夠；而由於確定實用計算標準的迫切需要，促使道路科學研究所從事栓釘接頭作用方面的研究。

作者於 1945 年即進行了木質栓釘接頭作用的理論及試驗的研究。擬定了單切及雙切栓釘接頭的普通計算方法，並且在研究基礎上肯定了計算方式，此方式考慮到栓釘的連續性以及因此在接縫處發生撓曲力矩的可能性。

同時，對木質與金屬栓釘接頭以及洋釘接頭都進行了研究。

在分析栓釘接頭時，栓釘是視為置於有能力承受雙重應力彈性基礎上的梁。以基礎上應力及其沉降均勻一致的假定作為計算此種梁的基礎。為了便於分析，研究了兩個基本計算方式：單切與對稱雙單接頭。

① 參考 1939 年出版的 [列寧格勒市政建設工程師研究所報告集]。

第一章 計 算 理 論

第一節 單切栓釘接頭作用的理論分析

我們來研究藉直徑為 d 之栓釘聯結的，其被聯結桿件厚度為 a 及 b 的單切栓釘接頭（圖 1）。假使有兩個大小相等而方向相反的力 P 作用於此接頭上，則在此作用下，栓釘發生彎曲，而聯結桿件移動了一個距離 δ 。

沿 $I-I$ 將接頭切開，並研究其左面聯結部分的平衡條件（圖 1）。假使在栓

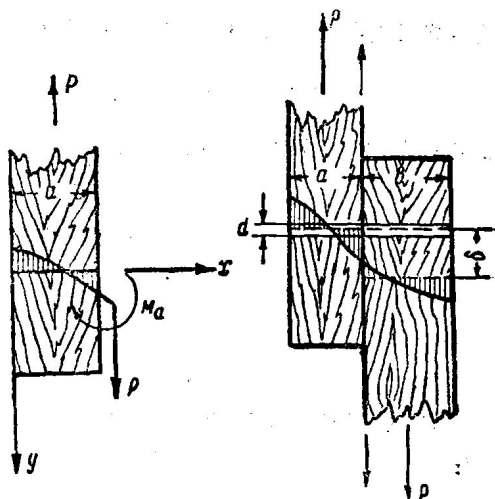


圖 1 單切栓釘接頭計算圖

釘的切開處加一切力 P 與一未知彎矩 M_a 以代替所去掉的右部聯結部分，則上面所考慮的聯結部分將處於平衡狀態。

在計算時，栓釘可視為置於彈性基礎上的梁，並在其右端受有集中荷載 P 及彎矩 M_a 。此梁彈性綫的微分方程式如下：

$$EI \frac{d^4 y}{dx^4} + ky = 0 \quad (1)$$

此齊次微分方程式之普通積分爲：

$$y_x = C_1 e^{\frac{x}{\lambda}} \cos \frac{x}{\lambda} + C_2 e^{\frac{x}{\lambda}} \sin \frac{x}{\lambda} + C_3 e^{-\frac{x}{\lambda}} \cos \frac{x}{\lambda} + C_4 e^{-\frac{x}{\lambda}} \sin \frac{x}{\lambda}$$

式中: $\xi = \frac{x}{L}$ ——引用的縱座標;

$L = \sqrt[4]{\frac{4EI}{k}}$ 決定梁與基礎的彈性性質。

k 的數值決定了基礎的剛性。以 $k = \psi d$, 式中, ψ 為基礎剛性係數, 或稱為承基係數。置座標原點於梁的未受荷載的左端(見圖 1), 藉原點參數^①以決定此微分方程式的普通積分, 則:

$$y_x = y_0 A_x + L y_0 B_x - \frac{L^2}{EI} M_0 C_x - \frac{L^3}{EI} Q_0 D_x \quad (2)$$

式中: A_x, B_x, C_x 及 D_x 均為雙曲綫三角函數:

$$A_x = \cosh \xi \cos \xi;$$

$$B_x = \frac{1}{2} (\cosh \xi \sin \xi + \sinh \xi \cos \xi);$$

$$C_x = \frac{1}{2} \sinh \xi \sin \xi;$$

$$D_x = \frac{1}{4} (\cosh \xi \sin \xi - \sinh \xi \cos \xi)。$$

將(2)式按次微分, 則得栓釘截面的旋轉角、彎矩以及剪力的數值:

$$y_x = y_0 A_x - \frac{M_0}{EI} L B_x - \frac{Q_0}{EI} L^2 C_x - \frac{4}{L} y_0 D_x \quad (3)$$

$$M_x = M_0 A_x + Q_0 L B_x + k y_0 L^2 C_x + k y_0 L^3 D_x \quad (4)$$

$$Q_x = Q_0 A_x + k y_0 L B_x + k y_0 L^2 C_x - \frac{4}{L} M_0 D_x \quad (5)$$

在此情況下, 未知數僅為兩個原點參數 y_0 及 M_0 。此值可由下列的根據(4)、(5)兩式所得的方程式求得:

$$k y_0 L^2 C_0 + k y_0 L^3 D_0 = M_0$$

$$k y_0 L B_0 + k y_0 L^2 C_0 = P$$

① 參閱 A. A. 烏曼斯基教授著「高等結構力學」, 第一冊第 46 頁。科學技術出版社, 1935 年。

解此聯立方程式得：

$$\gamma_0 = (M_a B_a - P L C_a) / k L^3 (D_a B_a - C_a^2)$$

或以雙曲綫三角函數示之：

$$\begin{aligned} N(\xi) &= C^2(\xi) - B(\xi)D(\xi) & R(\xi) &= A(\xi)B(\xi) + 4C(\xi)D(\xi) \\ F(\xi) &= B^2(\xi) - 4(\xi)C(\xi) & S(\xi) &= C(\xi)B(\xi) - A(\xi)D(\xi) \end{aligned}$$

則得

$$\gamma_0 = \frac{1}{k L^2 N_a} \left(C_a P - \frac{B_a}{L} M_a \right) \quad (6)$$

$$\gamma_0 = \frac{M_a C_a L P D_a}{k L^3 (C_a^2 - D_a B_a)} = \frac{1}{k L N_a} \left(-\frac{C_a}{L} M_a - D_a P \right) \quad (7)$$

用此公式求得原點參變數 γ_0 及 γ_0 之值，並將其代入公式(2)內，則可得栓釘彈性軸方程式：

$$\gamma_x = \frac{D_a A_x - C_a B_x}{k L (D_a B_a - C_a^2)} P + \frac{B_a B_x - C_a A_x}{k L^2 (D_a B_a - C_a^2)} M_a \quad (8)$$

同樣將原點參變數 γ_0 及 γ_0 之值代入公式(3)內，由此得在厚度 a 的桿件範圍內栓釘軸各截面的旋轉角 γ_x ：

$$\gamma_x = \frac{B_a A_a + 4 C_a D_a}{k L^3 (D_a B_a - C_a^2)} M_a - \frac{4 D_a D_x + C_a A_x}{k L^2 (D_a B_a - C_a^2)} P \quad (9)$$

靠近接縫處栓釘軸的旋轉角之數值為：

$$\gamma_a = \frac{B_a A_a + 4 C_a D_a}{k L^3 (D_a B_a - C_a^2)} M_a - \frac{4 D_a^2 + C_a A_a}{k L^2 (D_a B_a - C_a^2)} P \quad (10)$$

研究了桿件厚度為 a 的栓釘接頭的另一部分(圖2)，並置座標軸的原點於不受外力的邊上，在接縫處暫設未知彎矩，則按照類似的方法，我們可得到栓釘的撓度、軸旋轉角以及所有栓釘截面內的撓曲力矩和切力。

在厚度為 a 的桿件中，靠近接縫處旋轉角的值可將公式(10)內的 a 代之以 a 並改變 M_a 前的符號而求得：

$$\gamma_{\theta} = -\frac{B_{\theta}A_{\theta} + 4C_{\theta}D_{\theta}}{kL^3(D_{\theta}B_{\theta} - C_{\theta}^2)} M_a - \frac{4D_{\theta}^2 - C_{\theta}A_{\theta}}{kL^3(D_{\theta}B_{\theta} - C_{\theta}^2)} P \quad (11)$$

因為在接頭中栓釘實際上是不分開的，所以在接縫附近，根據每個聯結桿件單獨考慮的栓釘軸的旋轉角應當彼此相等。因此，使 γ_a 等於 γ_{θ} ，我們就可以確定接縫處撓曲力矩 M_a 的數值，其值等於：

$$\begin{aligned} M_a &= \frac{PL[(4D_a^2 + C_aA_a)(D_{\theta}B_{\theta} - C_{\theta}^2) - (4D_{\theta}^2 + C_{\theta}A_{\theta})(D_aB_a - C_a^2)]}{(B_aA_a + 4C_aD_a)(D_{\theta}B_{\theta} - C_{\theta}^2) + (B_{\theta}A_{\theta} + 4C_{\theta}D_{\theta})(D_aB_a - C_a^2)} \\ &= \frac{\frac{1}{3}[(ch2\xi_a - \cos2\xi_a)N_{\theta} - (ch2\xi_{\theta} - \cos2\xi_{\theta})N_a]PL}{R_aN_{\theta} + R_{\theta}N_a} \quad (12) \end{aligned}$$

或者，以 $\bar{M} = \frac{M_a}{PL}$ ，則：

$$\bar{M} = \frac{\frac{1}{3}[(ch2\xi_a - \cos2\xi_a)N_{\theta} - (ch2\xi_{\theta} - \cos2\xi_{\theta})N_a]}{R_aN_{\theta} + R_{\theta}N_a}$$

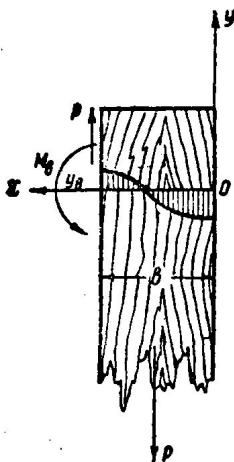


圖2 單切栓釘接頭計算用圖

根據上列公式的分析，很明顯地看出 $\bar{M}$ 之值僅取決於聯結桿件的厚度 a 及 θ ，而與外力 P 無關。

知道接縫處的撓曲力矩 M_a 數值後，即可寫出接縫處栓釘的撓度公式。

撓度在厚度為 a 的桿件內者，可按公式 (8) 求得：

$$\gamma_a = \frac{P}{kLN_a} (S_a - F_a \bar{M}) \quad (13)$$

依此類推，在厚度為 θ 的桿件內者，則

$$\gamma_{\theta} = \frac{P}{kLN_{\theta}} (S_{\theta} + F_{\theta} \bar{M}) \quad (14)$$

在厚度為 a 的桿件內栓釘各截面的撓曲力矩，可將 γ_a 及 γ_{θ} 之值代入公式 (4) 並令 M_0 及 Q_0 等於零而求得：

$$Ma_x = \left[(C_a C_x - B_a D_x) \bar{M} - (D_a C_x - C_a D_x) \right] \frac{PL}{Na} \quad (15)$$

使栓釘各截面的橫向力等於零，則可得到在厚度為 a 的桿件內決定栓釘最大撓曲力矩的標準：

$$ky_0 L B_x + ky_0 L^2 C_x = 0$$

由此，

$$Ba_x = \frac{B_a \bar{M} - C_a}{C_a \bar{M} - D_a} C_x^a \quad (16)$$

用類似的方法，可求得在厚度為 θ 的桿件內者：

$$M_\theta x = -\frac{PL}{N_\theta} \left[(C_\theta C_x - B_\theta D_x) \bar{M} + (D_\theta C_x - C_\theta D_x) \right] \quad (17)$$

$$B_\theta x = \frac{B_\theta \bar{M} + C_\theta}{C_\theta \bar{M} + D_\theta} C_\theta x \quad (18)$$

第二節 雙切栓釘接頭作用的理論分析

我們所進行的雙切栓釘接頭的分析僅僅是關於具有厚接板的對稱接頭。不對稱的雙切接頭則非我們所考慮的，因為該種形式的接頭在實際上很少見到，而其理論的計算亦極複雜。

爲了作雙切對稱接頭的分析，沿縱向對稱軸將其分爲兩半，如圖3所示。此時接頭的每一半部分均可視爲聯結桿件厚度為 a 及 $\frac{c}{2}$ 的單切接頭。

在厚度為 $\frac{c}{2}$ 的桿件範圍內，栓釘的原點參變數 (y_0 及 M_0) 可由下列兩方程式求得：

$$ky_0 L B_{c/2} - \frac{4}{L} M_0 D_{c/2} = P$$

$$ky_0 L^2 C_{c/2} + M_0 A_{c/2} = M_{c/2}$$

由此，

$$y_0 = \frac{(PL A_{c/2} + 4 D_{c/2} M_{c/2}) / KL^2 R_{c/2}}{1} \quad (19)$$

$$M_0 = -\frac{PL}{R_{c/2}} (B_{c/2} \bar{M} + C_{c/2}) \quad (20)$$

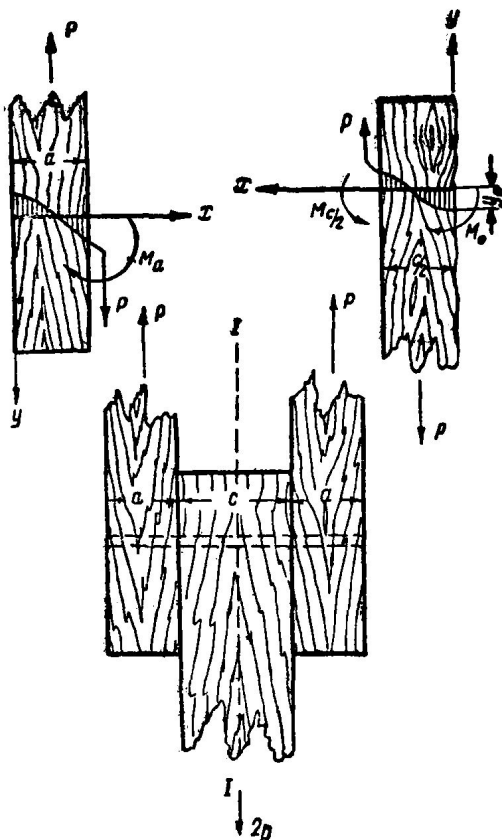


圖3 雙切栓釘接頭計算圖

在厚度為 $c/2$ 的桿件內栓釘軸各截面的旋轉角等於：

$$\varphi_x = \left(\frac{L^2}{EI} C_{c/2} B_x - \frac{4}{kL^3} A_{c/2} D_x \right) \frac{P}{R_{c/2}} - \left(\frac{L}{EI} B_{c/2} B_x + \frac{16}{kL^3} D_{c/2} D_x \right) \frac{M_{c/2}}{R_{c/2}} \quad (21)$$

因此，在 $c/2$ 厚桿件內靠近接縫處的旋轉角等於：

$$\varphi_{c/2} = \left(-\frac{L^3}{EI} C_{c/2} B_{c/2} - \frac{4}{kL^2} A_{c/2} D_{c/2} \right) \frac{P}{R_{c/2}} - \left(\frac{L}{EI} B_{c/2}^2 + \frac{16}{kL^3} D_{c/2}^2 \right) \frac{M_{c/2}}{R_{c/2}} \quad (22)$$

而在厚度為 a 的桿件內靠近接縫處 栓釘軸的旋轉角如前所決定的，等於：

$$\varphi_a = \frac{B_a A_a + 4 C_a D_a}{kL^2 (D_a B_a - C_a^2)} M_a - \frac{4 D_a^2 + C_a A_a}{kL^2 (D_a B_a - C_a^2)} P \quad (23)$$

因為在實際上栓釘是連續的，所以 $M_a = -M_{c/2}$ ，並使 $\varphi_{c/2}$ 與 φ_a 相等，經整理以後，得聯結桿件接縫處栓釘截面撓曲力矩的數值：

$$M_a = \frac{[1/2 R_{c/2} (ch 2\xi_a - \cos 2\xi_a) - 4 S_{c/2} N_a] PL}{R_{c/2} R_a + (ch 2\xi_{c/2} - \cos 2\xi_{c/2}) N_a} \quad (24)$$

確定了接縫處的 M_a ，我們即可得在厚度為 a 的桿件內靠近接縫處栓釘彈性軸的撓度：

$$y_a = \frac{P}{kL N_a} (S_a - F_a \bar{M}) \quad (25)$$

同樣，在厚度為 $c/2$ 的桿件內接縫處栓釘彈性軸的撓度為：

$$y_{c/2} = \frac{4P}{kL R_{c/2}} \left(-\frac{1}{4} A_{c/2}^2 + C_{c/2}^2 + S_{c/2} \bar{M} \right) \quad (26)$$

在厚度為 a 的桿件內栓釘各截面的撓曲力矩等於：

$$M_{ax} = \frac{PL}{N_a} \left[(C_a C_x - B_a D_x) \bar{M} - (D_a C_x - C_a D_x) \right] \quad (27)$$

此撓曲力矩的最大數值的標準，可由下列方程式求得：

$$B_{ax} = -\frac{B_a \bar{M} - C_a}{C_a \bar{M} - D_a} C_{ax} \quad (28)$$

在厚度為 $\frac{c}{2}$ 的桿件範圍內栓釘撓曲力矩由下式求得：

$$M_x^{c/2} = M_0 A_x + k y_0 L^2 C_x$$

經整理後得：

$$M_x^{c/2} = -\frac{PL}{R_{c/2}} - \left[A_{c/2} C_x - C_{c/2} A_x - (B_{c/2} A_x + 4 D_{c/2} C_x) \bar{M} \right] \quad (29)$$

在求厚度為 $c/2$ 桿件內最大撓曲力矩 $M_x^{c/2}$ 時，我們可使在該桿件內栓釘的橫向力等於零。

$$k y_0 L B_x - \frac{4}{L} M_0 D_x = 0$$

經過一系列的整理，得：

$$B_x = \frac{B_{c/2} \bar{M}_{c/2} + C_{c/2}}{D_{c/2} \bar{M}_{c/2} - 0.25 A_{c/2}} D_x \quad (30)$$

第二章 栓釘接頭作用的分析

第三節 木質栓釘接頭

極限狀態中栓釘接頭的計算必需按照兩種極限狀態進行：強度極限狀態與永久變形（聯結桿件相對永久位移）極限狀態。

按木質栓釘接頭強度極限狀態時，應採用如下的聯結，即此時栓釘內由撓曲所產生的應力達到栓釘製造材料的比例極限，或者說，設置栓釘處的破壞應力或橫紋破裂應力已達到其計算抵抗應力數值。

當栓釘的橫紋承壓應力達到使聯結桿件的相對永久位移為 1 公厘的數值時，此時即為木質栓釘接頭的第二種極限狀態。

按照第一種極限狀態，也就是說按撓曲強度條件，單根 [切力] 栓釘的容許荷載等於：

$$[P]_{изг} = \frac{M_{np}}{u} \quad (31)$$

式中： M_{np} ——材料到達比例極限條件下栓釘所承受的撓曲力矩；
 u ——以 P 表示栓釘中撓曲力矩時的係數。

M_{np} 亦可用 W 及 σ_{np} 表示，此即栓釘的彎曲應力與材料的比例極限相應的強度，此強度通常採用橡木的極限抗彎強度的 0.66^①。

根據中央道路技術研究所與莫斯科管區道路中央科學研究院所得的結果，橡木的極限抗彎強度約為 1,000 公斤/平方公分^②。

則 $M_{np} = 1,000 \times 0.66 \times W = 660W$

$$[P]_{изг} = \frac{660W}{u}$$

式中： W ——栓釘的斷面抵率。

栓釘的最大橫紋承壓應力可用下式表示：

$$\sigma_{cm}^{max} = \psi y_{max} \quad (32)$$

按照第二種極限狀態，也就是按其橫紋承壓條件來說，單根「切力」釘的最大荷載可用下式表示：

$$[P]_{cm} = \frac{[\sigma]_{cm}}{\sigma_{cm}^{max} \frac{1}{P}} = \frac{[\sigma]_{cm}}{\frac{\psi y_{max}}{P}}$$

式中： $[\sigma]_{cm}$ ——橡木橫紋承壓計算強度；

y_{max} ——栓釘彈性軸的最大撓度 (y_{av} 或 y_c)；

ψ ——承基係數。

關於橡木或其他木料的橫紋承壓抵抗強度的資料在蘇聯還不多。

比列遼勃斯基教授所採用的橡木橫紋承壓比例極限等於 178 公斤/平方公分^③。

① 參閱 M. M. 畢烈樓度諾師與 A. X. 畢夫卓夫教授著「木材的力學性質與試驗」第 207 頁，1934 年版。

② 同上第 208 頁。

③ 同上第 3 頁。

按其他材料，此數值則較低。

按照技術規範及內務部公路總局 1943 年的標準，橡木栓釘的容許橫紋承壓應力是按不同的栓釘直徑而異。直徑為 1.2 公分或更小的，其容許橫紋承壓應力為 1.0 公斤/平方公分。

直徑為 4 公分或更粗的，其容許應力採用 80 公斤/平方公分。直徑在上述兩數值之間者，其容許應力則按上述的應力數值並按插入法求得。

較大直徑木質栓釘橫紋承壓應力降低，其理論根據很少。

橡木栓釘的橫紋承壓計算抵抗強度數值在實際應用上是取決於研究試驗的結果①。

取自建築用的橡木的稜柱體試樣，其尺寸為 $4.3 \times 4.3 \times 26.2$ 公分，將此試樣水平地置於 25 噸壓力機的承台上。垂直於此試樣的木紋置以松木壓頭，其形狀亦為稜柱體，其尺寸為 $3.3 \times 3.8 \times 14.5$ 公分。然後用壓頭加壓力於試樣。此時橡木試樣的受壓變形可藉指示器而測得。

荷載加到某一數值時，測得其總受壓變形。然後將荷載降至零，記錄下儀器之指數，再加荷載。

這樣重複若干次。

試驗在相當於壓頭表示應力為 60、80、100、120 及 140 公斤/平方公分的荷載下進行。

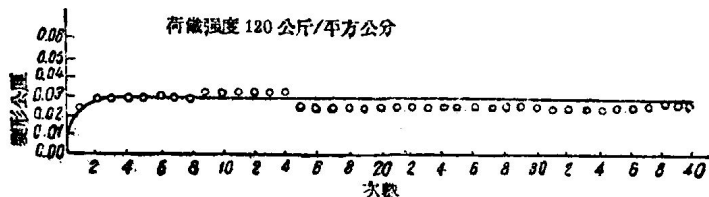


圖 4 用松木壓頭在橫紋壓力下橡木試塊的永久變形圖
根據所獲得的資料，可繪出其永久變形圖，圖 4 中介紹者為其中

① 試驗在作者領導下由 Л. Н. 費多托夫所做。

之一。

由所得的圖中可以確定當壓力達 120 公斤/平方公分時，重複加卸荷載至 15~20 次後，則永久變形的增加停止。

繼續施以重複荷載（約 100 次），其永久變形亦不增加。

在此種壓力下，永久變形的絕對數值等於 0.12~0.15 公厘，此值在木接頭中是完全許可的。

在壓力為 140 公斤/平方公分時，永久變形達 1 公厘，此值在栓釘接頭作用中是不許可的。

兩個中等建築材料質量的橡木試件，亦以同樣方法進行了試驗。

在此試驗以後，試樣材料再經受濕度，以及順紋、橫紋承壓強度等標準試驗。

採用橡木材料的試樣所進行的試驗結果表明，其力學性質應不低於技術規範與蘇聯內務部公路總局 1935 年標準的最低要求。

因此，如果栓釘接頭的容許最大位移不超過 1 公厘，在此情況下不致發生栓釘接頭的脫榫現象，則橡木栓釘的橫紋永久變形最大不能超過 0.5 公厘。從這樣的論據出發，並考慮到上列所做過的試驗情況，則在計算時，我們採用的在比例極限以內的橡木橫紋承壓強度等於 120 公斤/平方公分。

上述試驗亦可能決定試驗樣品在不同應力情況下的承基係數值。為此，將第一次以及後每一荷載的變形記下，即 60、80、100、120、140 公斤/平方公分荷載的變形。用這些變形的數值即可按下面公式決定第一次以及後循序各次荷載的承基係數值。

$$\psi = \frac{n}{\delta}$$

式中： n ——試樣上的壓力強度，公斤/平方公分；

δ ——測得的變形，公分。

橡木試樣決定的承基係數列於表 1 中。

由此表中可看出，所得承基係數的數值均在 2,000 至 4,500 公斤/立方公分之間。