公路技术资料

9

人民交通出版社

公路技术资料

（9）

结构稳定手册

日本长柱研究委员会 编 辑
四川省交通局勘察设计院
北京市建筑工程学校道桥教研组 节 译

人 民 交 通 出 版 社
1977年·北京

公 路 技 术 资 料

（9）

结 构 稳 定 手 册

本专辑系根据日本长柱研究委员会
1971年在东京出版的《结构稳定手册》英文版本节译
人民交通出版社出版
（北京市安定门外和平里）
北京市书刊出版业营业许可证出字第006号
新华书店北京发行所发行
各 地 新 华 书 店 经 售
人民交通出版社印刷厂印
开本：787×1092 1/32 印张：15.5 字数：350千
1 9 7 7 年6月 第1版
1 9 7 7 年6月 第1版 第1次印刷
印数：0001--10,000册 定价(科三)：1.25元
（限国内发行）

毛主席语录

一切外国的东西，如同我们对于食物一样，必须经过自己的口腔咀嚼和胃肠运动，送进唾液胃液肠液，把它分解为精华和糟粕两部分，然后排泄其糟粕，吸收其精华，才能对我们的身体有益，决不能生吞活剥地毫无批判地吸收。

出 版 说 明

日本长柱研究委员会编辑的《结构稳定手册》，是在原有《弹性稳定要览》一书的基础上增添较新资料后于1971年出版的。原手册包括四部分（直杆；构架和曲杆；板；薄壳），对结构物的几何形状，边界条件和荷载情况以及计算方法均有介绍。

本着“洋为中用”的原则，我们摘译了《直杆》、《构架和曲杆》两篇中的一部分内容，如等截面杆、变截面杆和组合杆件在各种荷载下的压屈数据，以及刚架、桁架、拱和曲梁等的压屈数据及图表公式。我们希望读者批判地使用，剔除糟粕，参考有用部分。

目　　录

第一篇　直　　杆

第二篇　构架和曲杆

第一篇　直　　杆

采用符号

A_f：翼缘面积

A_w：腹板面积

b：矩形(截)面宽度，板的宽度

b_e：有效板宽

D：板的每单位宽度的抗挠刚度，或板的抗挠刚度（每单位宽度）

d：截面高度

E：应力应变弹性模量

E_{st}：应变硬度模量（初始的）

E_t：切向模量

e：大梁截面形心至剪应力中心的距离（若剪应力中心在形心与压应力翼缘之间为正，反之为负），从剪应力中心至槽形腹板的中间平面的距离

f_b：由于弯曲引起的压应力

g：从梁的剪应力中心至横向荷载作用点（荷载在剪应力中心之下为正，反之为负）

h：矩形截面高度，在翼缘分力间板梁腹部的净高

h_c：从截面形心至压应力翼缘形心的距离

h_t：从截面形心至拉应力翼缘形心的距离

h_w：腹板高度

I：截面的惯性矩

I_c: 压应力翼缘绕 y 轴的惯性矩

I_f: 一个翼缘绕 y 轴的惯性矩

I_p: 截面的极性惯性矩

I_s: 加劲杆绕腹板面轴(线)的惯性矩

I_t: 拉应力翼缘绕 y 轴的惯性矩

I_x, I_y: 截面的惯性矩，x 与 y 表示坐标轴

J: 扭转常数

j: 侧向扭转压屈常数，在加劲板中的节间数目

K: 有效或当量长度系数

L, l: 杆件长度，特别指横向无联系的长度

M: 力矩

M_a, M_b: 作用在梁型柱 a 端与 b 端的力矩

M_{max}: 最大弯矩

M_p: 极限力矩（塑性力矩）

M_x,M_y,M_z: 分别为对坐标轴 x，y 和 z 的力矩

M_y: 屈服弯矩

N: 名义轴向荷载

P: 支柱轴向荷载

P_{cr}: 临界荷载

P_E,P_{Ex},P_E,P_e: 欧拉弯曲荷载

P_{max}: 最大支柱荷载

P_t: 支柱荷载的切向模量

P_y: 在屈服情况下支柱轴向荷载

Q: 在中心荷载支柱内的横向剪力

r: 杆件的回转半径

r_0: 截面绕其剪力中心的极回转半径，在缀合柱中弦杆的回转半径

r_x: 绕形心轴（强轴）x-x 的回转半径

r_y：绕形心轴（弱轴）y-y 的回转半径

t_t：拉力翼缘厚度

t_w：箱型截面梁的腹板厚度，腹部厚度

u：在 x 方向的位移

v：在 y 方向的位移

w：在 z 方向的位移

X-X，x-x：坐标轴

x：坐标轴，特别指主轴，距离

x_0：在 x 轴方向的形心与剪应力中心间的距离

Y-Y，y-y：坐标轴

y：坐标轴，特别指主轴

y_c：从 x-x 轴形心至 T 形翼缘面的距离

y_0：在 y 轴的形心与剪力中心间的距离

z：坐标轴

β：截面的扭转角

ε_{st}：在初始应变硬化的应变

ε_y：屈服应力的弹性应变

ν：泊松比

σ：正应力

σ_E，σ_e：欧拉压屈应力

σ_y：屈服应力

ϕ：旋转角，曲率

θ：旋转角

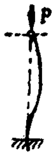
τ：剪应力

一、弹 性 压 屈

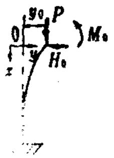
1·1 中心荷载的等截面杆

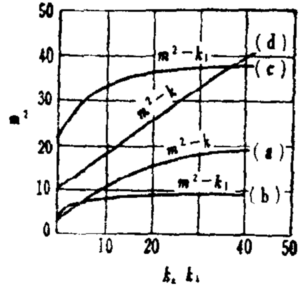
a) 弹性压屈

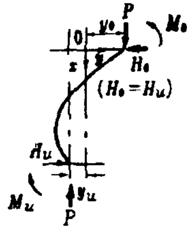
已知条件	计算公式及图表
1 一端旋转受约束，但可自由侧移，另一端固定。 	$P_{cr}=\frac{\pi^2 EI}{l^2}$

已知条件	计算公式及图表
2 一端铰接，另一端固定。 	$$P_{cr}=2.046\frac{\pi^2 EI}{l^2}$$ 系数的精确值为 2.04574
3 上端是弹簧常数为 c 的弹性支座，下端固定。 	$$P_{cr}=\mu_0\frac{EI}{l^2}$$ 系数 μ_0 可从下式求得： $$\tan\mu=\mu\left(1-\frac{\mu}{c}\frac{EI}{l^2}\right)$$

4 上端铰接，下端固定在刚性底座上，该底座用弹簧支撑在水平方向上（弹簧常数为 c）。  	$$P_{cr} = \mu_0 \frac{EI}{l^2}$$ 系数 μ_0 可从下式求得： $$\tan\mu = \mu \Big/ \left(1 + \frac{\mu}{c} \frac{EI}{l^2}\right)$$
5 上端移动和转动均受弹性约束，下端固定。弹性弹簧常数为： $c = \frac{H_0}{y_0}$，$c_1 = \frac{M_0}{\theta_0}$	$$P_{cr} = m^2 \frac{EI}{l^2}$$ m 可从下式求得： $$\frac{k(m - \sin m) - m^3}{k(1 - \cos m)} = \frac{m\sin m + k_1(1 - \cos m)}{m\cos m + k_1 \sin m}$$ 式中：

已 知 条 件	计 算 公 式 及 图 表
	$k = cl\Big/\frac{EI}{l^2}$， $k_1 = \frac{c_1}{l}\Big/\frac{EI}{l^2}$ 在下列限定情况下，其条件可简化为： （1）无旋转阻力，$k_1 = 0$ $(c_1 = 0)$ (a) $k = \frac{m^3}{m - \tan m}$ （2）无位移阻力，$k = 0$ $(c = 0)$ (b) $k_1 = -\frac{m}{\tan m}$
	（3）位移受约束，$k = \infty(c = \infty)$ (c) $k_1 = \frac{m(\sin m - m\cos m)}{m\sin m + 2\cos m - 2}$ （4）旋转受约束，$k_1 = \infty(c_1 = \infty)$ (d) $k = \frac{m^3\sin m}{m\sin m + 2\cos m - 2}$ 在(a)，(b)，(c)，(d)情况下，m 值可从下图求得：

	
6 两端的位移和旋转均受到弹性约束。弹性弹簧常数表示如下： 上端 $c_0=\dfrac{H_0}{y_0}$，$c_1=\dfrac{M_0}{\theta_0}$ 下端 $c_u=\dfrac{H_u}{y_u}$，$c_2=\dfrac{M_u}{\theta_u}$	$P_{cr}=m^2\dfrac{EI}{l^2}$ m 可从下式求得： $\dfrac{m-\sin m+\dfrac{m^3(1+\alpha)}{k_0}}{1-\cos m+\dfrac{\beta m^2}{k_1}-\dfrac{\beta m^4(1+\alpha)}{k_1k_0}}=\dfrac{\dfrac{m}{k_1}\sin m+1-\cos m}{\dfrac{m}{k_1}(\beta+\cos m)+\sin m}$ 式中： $k_0=c_0l\Big/\dfrac{EI}{l^2}$，$k_1=\dfrac{c_1}{l}\Big/\dfrac{EI}{l^2}$，$\dfrac{c_0}{c_u}=\alpha$，$\dfrac{c_1}{c_3}=\beta$

已知条件	计算公式及图表
	当两端约束相等（$\alpha=\beta=1$）时，上述情况可简化为， $\dfrac{m-\sin m+\dfrac{2m^3}{k_0}}{1-\cos m+\dfrac{m^2}{k_1}-\dfrac{2m^4}{k_1k_0}}=\dfrac{\dfrac{m}{k_1}\sin m+1-\cos m}{\dfrac{m}{k_1}(1+\cos m)+\sin m}$ 在下列限定情况下，其条件可简化为， （1）无旋转阻力，$k_1=0(c_1=0)$ （e） $m^2=\dfrac{1}{2}k_0$ （2）无位移阻力，$k_0=0(c_0=0)$ （f） $k_1=-\dfrac{m(\cos m\mp 1)}{\sin m}$ 上式负号用f_1，正号用f_2。 （3）位移受约束，$k_0=\infty(c_0=\infty)$ $k_1=2\left(\dfrac{m}{2}\right)^2\dfrac{\tan\dfrac{m}{2}}{\dfrac{m}{2}-\tan\dfrac{m}{2}}$ （g_1）