重ね板梁の挫屈¹⁾鬼頭 史 城²⁾

On Buckling of A Composite Beam

by Fumiki Kito

第1圖に示すごとく2枚の薄板の両端を剛體のへだて板で接着したものを考える。その一端は水平に固定し、他端に N_0 なる垂直荷重を加える。そうすると板には曲げモーメント、直應力並に剪断力がかかる。 N_0 が或る値以下のときは、いくらかの變位をおこし

第1圖

その状態で釣合ふ。 N_0 が或る限界値に達すると壓縮を受けている方の板が挫屈をおこす。この限界の N_0 の値を求めてみよう。

左端 $x=0$ において板に加えられる引張力を T 、剪断力を N 、曲げモーメントを M とし、左端から x だけ距つたところにおける縦變位を y とする。板と板との間隔を b 、板の自由長を l とする。いま本報告では y の微小な場合だけを扱う。下の板に対する數値に“2”，上の板に対しては“1”なるサフィックスをつけることにする。 N_1, N_2, T_1, T_2 の間には $N_1 + N_2 = N_0, T_1 + T_2 = 0$ なる關係が成立つ。便宜上 $T_1 = -T, T_2 = T$ とおく。

變位 y に対しては

$$EI \frac{d^2 y}{dx^2} = G - Nx + Ty$$

これをといて、上下の各々の板に對し

$$y_1 = A_1 \sin \sqrt{\frac{T}{EI}} x + B_1 \cos \sqrt{\frac{T}{EI}} x - \frac{N_1}{T} x + \frac{G_1}{T}$$

$$y_2 = A_2 \sinh \sqrt{\frac{T}{EI}} x + B_2 \cosh \sqrt{\frac{T}{EI}} x + \frac{N_2}{T} x - \frac{G_2}{T}$$

端の條件としては (イ) $x=0$ において $y_1=0, dy_1/dx=0$; $y_2=0, dy_2/dx=0$ (ロ) $x=l$ において $y_1=y_2, dy_1/dx=dy_2/dx$ なるを要する。(イ) の條件からは

$$A_1 = \sqrt{\frac{EI}{T}} \frac{N_1}{T}, \quad B_1 = -\frac{G_1}{T}$$

$$A_2 = -\sqrt{\frac{EI}{T}} \frac{N_2}{T}, \quad B_2 = \frac{G_2}{T}$$

又曲げモーメントの關係から

$$G_1 + G_2 + Tb = N_0 l \quad \dots \dots \dots (1)$$

右端 $x=l$ に對する條件からは

$$A_1 \sin \sqrt{\frac{T}{EI}} l + B_1 \cos \sqrt{\frac{T}{EI}} l - \frac{N_1}{T} l + \frac{G_1}{T} = A_2 \sinh \sqrt{\frac{T}{EI}} l + B_2 \cosh \sqrt{\frac{T}{EI}} l + \frac{N_2}{T} l - \frac{G_2}{T} \quad (2)$$

$$A_1 \sqrt{\frac{T}{EI}} \cos \sqrt{\frac{T}{EI}} l - B_1 \sqrt{\frac{T}{EI}} \sin \sqrt{\frac{T}{EI}} l - \frac{N_1}{T} = A_2 \sqrt{\frac{T}{EI}} \cosh \sqrt{\frac{T}{EI}} l + B_2 \sqrt{\frac{T}{EI}} \sinh \sqrt{\frac{T}{EI}} l + \frac{N_2}{T} \quad \dots \dots \dots (3)$$

4 個の未知數 G_1, G_2, N_1, T_2 に對して方程式は (1) (2) (3) の 3 個である。故に一般にはこれだけで釣

第2圖

合の狀態が定まらない。他の1條件(最小仕事)によつて完全に定まる。そうでない限界値がある。今簡單のために

$$\sqrt{\frac{T}{EI}} l = \alpha$$

とし、上の方程式 (1) (2) (3) を書きかえると

$$\frac{G_1}{lT} + \frac{G_2}{lT} = -\frac{b}{l} + \frac{N_0}{T}$$

$$\frac{G_1}{lT} (1 - \cos \alpha) + \frac{G_2}{lT} (1 - \cosh \alpha) + \frac{N_1}{T} \left(\frac{\sin \alpha}{\alpha} - \frac{\sinh \alpha}{\alpha} \right)$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{N_0}{T} \left(1 - \frac{\sinh \alpha}{\alpha} \right) \\
 \frac{G_1}{IT} (\alpha \sin \alpha) + \frac{G_2}{IT} (-\alpha \sinh \alpha) + \frac{N_0}{T} (\cos \alpha - \cosh \alpha) \\
 &= \frac{N_0}{T} (1 - \cosh \alpha)
 \end{aligned}$$

となる。もし同時に

$$\begin{vmatrix} 1 & 1 & 0 \\ 1 - \cos \alpha & 1 - \cosh \alpha & (\sin \alpha - \sinh \alpha) / \alpha \\ \alpha \sin \alpha & -\alpha \sinh \alpha & \cos \alpha - \cosh \alpha \end{vmatrix} = 0$$

$$\begin{vmatrix} 1 & 1 & \frac{N_0}{T} - \frac{b}{l} \\ 1 - \cos \alpha & 1 - \cosh \alpha & \frac{N_0}{T} \left(1 - \frac{\sinh \alpha}{\alpha} \right) \\ \alpha \sin \alpha & -\alpha \sinh \alpha & \frac{N_0}{T} (1 - \cosh \alpha) \end{vmatrix} = 0$$

であるならば N_0 , T は確定する。上の行列式を計

算すると

$$\cos \alpha \cosh \alpha = 1 \quad (4)$$

$$\frac{N_0}{T} = -\frac{ab}{l} [1 - \cos \alpha] [\sinh \alpha - \tan \alpha]$$

$$\begin{aligned}
 &\div [\cosh \alpha (\alpha \sin \alpha - 1) + \cos \alpha + \sinh \alpha \times \\
 &(\cos \alpha - \sin \alpha)] \quad (5)
 \end{aligned}$$

(4) の第 1 根を $\alpha = (3\pi/2) + \delta$ とおくと $\delta = 0.01764$ であり, (5) は略率的に $N_0/T = 2b/l$ となる。これより

$$N_0 = 44.4 \frac{EI}{l^2} \left(\frac{b}{l} \right) \quad (6)$$

なりなる略近公式がえられる。

実験 セルロイド, 木材等の板で模型を作り実験してみた。その限界荷重の値は (6) とほぼ一致した。

註 1) 昭和 23 年 11 月 24 日 原稿受理

2) 正会員 慶應義塾大学工学部

波形調子板に就て¹⁾

永盛義夫²⁾ 矢野勝雄

On the Corrugated Adjustable Washer

by Yosio Nagamori and Katuo Yano

1. **緒言** 自轉車用フリーホイールの組立の際, その球當り状態を適度に保持させるため 0.1, 0.3, 0.5 mm 等の厚さの輪状薄板を適當に組合わせて選擇し間隙の調整用として挿入する。この調整は相當の手数を要するばかりでなく, 材料準備の上にも煩雜さを加えている。この所謂調子板としての平板の代りに波板を使用してその弾性を利用することが出来れば, 生産能率を一般と向上し得ることになるので, 波形調子板³⁾を試作しその性質に関する考察を試みた。なお弾性限以上の變形に関しては實驗によることとした。

2. **波板の諸性質** 波板に関する一般的諸性質に関しては日本航空學會誌第 8 巻第 79 號林氏の「直交異方性板の弾性係數と剛性に就て」の研究結果を參考として, 記號もこれになつた。第 1 圖に示すような幅 b mm 厚さ h mm なる波板の半波長部をとつてその性質を考える。

(1) x, y 及 z 方向の引張り剛性 α, α_y 及 α_z 及ポアソン比

第 1 表

方向	α kg/mm	ν		
		x	y	z
x	$\frac{S}{I_y} d_0$	—	$\frac{S}{L} \frac{I_{xy}}{I_y}$	$\frac{S^2 d_0}{s} \frac{1}{\alpha_0 I_y} \nu$
y	$\frac{L}{I_x} d_0$	$\frac{L}{S} \frac{I_{xy}}{I_x}$	—	$\frac{L^2 d_0}{s} \frac{1}{\alpha_0 I_x} \nu$
z	$\frac{s}{S} \alpha_0$	ν	ν	—

第 1 圖

ABSTRACT.

A Study on the Manoeuvrability of Vessels. by Yasuyoshi Nakajima.

The course stability or the manoeuvring ability of a vessel subjected to permanent disturbances (waves, winds, etc.) is one of the most important problems for seaman.

The author studied this subject and obtained an analytical method. He calculated the wind effect on the manoeuvrability of some train ferries as an example and shows that the results agree with actual experiences.

Unsteady Motion of a Submerged Cylinder. by Seizo Motora.

It has been well known that, when a solid is moving in an infinitely spread fluid, the whole effect of the fluid may be represented by an additional or virtual mass, and its magnitude does not vary with the speed of the solid.

In this paper the author calculated the effect of the free surface under an expectation that the additional mass of this case must vary with the speed or the Froude number of the solid.

On the Yawing of the Ship among Waves. by Seizo Motora.

The author calculated in this paper the lateral force and turning moment acting on a ship among waves, and then calculated a forced yawing of a ship among waves.

Wave-Making Resistance for the Rolling of a Flat Plate by Tosio Hisida.

In order to estimate the wave-making resistance for the rolling of ship, the wave-making resistance for a flat plate on the free surface of water is here calculated as a limiting case and compared with that for the vertical flat plate which has been treated by T.H. Havelock.

On Buckling of a Composite Beam. by Fumiki Kito

A beam composed of two plates mutually fixed at their both ends receives a transverse load, and acts as a cantilever. One of the plates being under compressive stress, the state of stable equilibrium is only possible if the load is under certain critical value. This critical value of transverse load has been obtained in a simple formula.

On the Corrugated Adjustable

Washer. by Yosio Nagamori and Katuo Yano.

A corrugated washer can be used as an adjustable washer in the free wheel of the bicycle (instead of the usual ring plates). A study is made with an application of the theory of the orthogonal anisotropic plate. From experiments the following result was obtained: the corrugated washer which has 20 waves, wave height 0.7mm and thickness 0.4mm, can adjust a 0.12 mm clearance continuously.

On the Loss of Heat through the Flange Surface of Thermopipes. by Shinya Takatsu

In this paper the author considered the fact that, in the case of steady flow, if the thermopipe is equipped with an uncovered flange, the loss of heat through the flange surface is considerable, and reached the conclusion that a rather large proportion of heat transfer is carried out through conduction.