

【研究ノート】

曲線箱桁橋の実用計算式
PRACTICAL FORMULAS FOR CURVED BOX
GIRDER BRIDGE

小松定夫*・林 正**
By Radao Komatsu and Masa Hayashi

1. 緒 言

曲線箱桁の構造解析については、すでに数編の論文を
発表した^{1)~5)}。ところで、箱桁のようにねじり剛性が大
なる曲線主桁で $\alpha=R\sqrt{GJ/EC_w}$ が比較的大きい場合に
ついては文献^{1),2),5)}の解式が実用的な意味で簡単化でき
る。本文中では計算の簡易化を目的として、単純曲線箱桁
および連続曲線箱桁に関する断面力(曲げモーメント、
曲げねじりモーメント、ねじりモーメント、せん断力)
および変形量(ねじり角、断面回転角、たわみ)の実用
計算式を与えた。

本文中、特に説明がない記号については、文献^{1),2)}を
参照されたい。

2. 単純支持曲線箱桁の実用計算式

主桁断面が箱型形状のような閉断面である場合には、
文献¹⁾で与えられている厳密解は表-1,2のようにきわ
めて簡単化される。また、この近似解は実用上十分な精
度を有する。

近似解を誘導する際、つぎの条件を用いた。

1) 閉断面を有する桁では、 $\alpha(=R\sqrt{GJ/EC_w})$ はか
なり大きいので、双曲線関数を含む項はきわめて高次の
微少項となり省略できる。

2) $\alpha^2 \gg 1$ として、近似計算を行なった。

たとえば、

$$\frac{\alpha^2}{\alpha^2+1} \doteq 1, \frac{1}{\alpha^2+1} \doteq -\frac{1}{\alpha^2} \doteq -\frac{1}{\alpha^4} \text{ etc.}$$

3) せん断中心の図心に対する偏心量は無視できるの
で、 $R_0 \doteq R$ とした。

表-1 集中荷重を受ける単純支持曲線箱桁の近似解

M_y	$\bar{R}P \frac{\sin(\theta-\psi) \sin \varphi}{\sin \theta}$	$(0 \leq \varphi \leq \psi)$ (1) ₁
	$\bar{R}P \frac{\sin(\theta-\varphi) \sin \psi}{\sin \theta}$	$(\psi \leq \varphi \leq \theta)$ (1) ₂
M_w	$\frac{R\bar{R}P \sin(\theta-\psi) \sin \varphi}{\alpha^2 \sin \theta}$	$(0 \leq \varphi \leq \psi)$ (2) ₁
	$\frac{R\bar{R}P \sin(\theta-\varphi) \sin \psi}{\alpha^2 \sin \theta}$	$(\psi \leq \varphi \leq \theta)$ (2) ₂

* 正会員 工博 大阪大学教授 土木工学科
** 正会員 大阪大学助手 土木工学科

θ	$\frac{RP}{GJ} \left\{ -\bar{R} \frac{\sin(\theta-\psi) \sin \varphi}{\sin \theta} + R \frac{\theta-\psi}{\theta} \varphi \right\}$	$(0 \leq \varphi \leq \psi)$ (3) ₁
	$\frac{RP}{GJ} \left\{ -\bar{R} \frac{\sin(\theta-\varphi) \sin \psi}{\sin \theta} + R \frac{\theta-\varphi}{\theta} \psi \right\}$	$(\psi \leq \varphi \leq \theta)$ (3) ₂
β	$\frac{R\bar{R}P}{2} \left(\frac{1}{GJ} + \frac{1}{EI_y} \right) \left[\frac{\sin(\theta-\psi)}{\sin \theta} \left(\theta \frac{\cos \theta}{\sin \theta} \sin \varphi - \varphi \cos \varphi \right) \right. \\ \left. + (\sin(\theta-\psi) - (\theta-\psi) \cos(\theta-\psi)) \frac{\sin \varphi}{\sin \theta} \right]$	$(0 \leq \varphi \leq \psi)$ (4) ₁
	$\frac{R\bar{R}P}{2} \left(\frac{1}{GJ} + \frac{1}{EI_y} \right) \left[\frac{\sin(\theta-\varphi)}{\sin \theta} \left(\theta \frac{\cos \theta}{\sin \theta} \sin \psi - \psi \cos \psi \right) \right. \\ \left. + (\sin(\theta-\varphi) - (\theta-\varphi) \cos(\theta-\varphi)) \frac{\sin \psi}{\sin \theta} \right]$	$(\psi \leq \varphi \leq \theta)$ (4) ₂
δ	$R^2 P \left[\frac{R}{GJ} \left\{ -\frac{\sin(\theta-\psi) \sin \varphi}{\sin \theta} + \frac{\theta-\psi}{\theta} \varphi \right\} - \frac{\bar{R}}{2} \left(\frac{1}{GJ} + \frac{1}{EI_y} \right) \right. \\ \left. \times \left\{ \frac{\sin(\theta-\psi)}{\sin \theta} \left(\theta \frac{\cos \theta}{\sin \theta} \sin \varphi - \varphi \cos \varphi \right) + (\sin(\theta-\psi) \right. \right. \\ \left. \left. - (\theta-\psi) \cos(\theta-\psi)) \frac{\sin \varphi}{\sin \theta} \right\} \right]$	$(0 \leq \varphi \leq \psi)$ (5) ₁
	$R^2 P \left[\frac{R}{GJ} \left\{ -\frac{\sin(\theta-\varphi) \sin \psi}{\sin \theta} + \frac{\theta-\varphi}{\theta} \psi \right\} - \frac{\bar{R}}{2} \left(\frac{1}{GJ} + \frac{1}{EI_y} \right) \right. \\ \left. \times \left\{ \frac{\sin(\theta-\varphi)}{\sin \theta} \left(\theta \frac{\cos \theta}{\sin \theta} \sin \psi - \psi \cos \psi \right) + (\sin(\theta-\varphi) \right. \right. \\ \left. \left. - (\theta-\varphi) \cos(\theta-\varphi)) \frac{\sin \psi}{\sin \theta} \right\} \right]$	$(\psi \leq \varphi \leq \theta)$ (5) ₂
T_s	$-P \left\{ \bar{R} \frac{\sin(\theta-\psi) \cos \varphi}{\sin \theta} - R \frac{\theta-\psi}{\theta} \right\}$	$(0 \leq \varphi \leq \psi)$ (6) ₁
	$P \left\{ \bar{R} \frac{\cos(\theta-\varphi) \sin \psi}{\sin \theta} - R \frac{\psi}{\theta} \right\}$	$(\psi \leq \varphi \leq \theta)$ (6) ₂
T_w	$-\frac{\bar{R}P \sin(\theta-\psi) \cos \varphi}{\alpha^2 \sin \theta}$	$(0 \leq \varphi \leq \psi)$ (7) ₁
	$\frac{\bar{R}P \cos(\theta-\varphi) \sin \psi}{\alpha^2 \sin \theta}$	$(\psi \leq \varphi \leq \theta)$ (7) ₂
T	$-P \left\{ \bar{R} \frac{\sin(\theta-\psi) \cos \varphi}{\sin \theta} - R \frac{\theta-\psi}{\theta} \right\}$	$(0 \leq \varphi \leq \psi)$ (8) ₁
	$P \left\{ \bar{R} \frac{\cos(\theta-\varphi) \sin \psi}{\sin \theta} - R \frac{\psi}{\theta} \right\}$	$(\psi \leq \varphi \leq \theta)$ (8) ₂
Q	$P \frac{\theta-\psi}{\theta}$	$(0 \leq \varphi \leq \psi)$ (9) ₁
	$-P \frac{\psi}{\theta}$	$(\psi \leq \varphi \leq \theta)$ (9) ₂
\bar{Q}	$\frac{\bar{R}P \sin(\theta-\psi) \cos \varphi}{R \sin \theta}$	$(0 \leq \varphi \leq \psi)$ (10) ₁
	$-\frac{\bar{R}P \cos(\theta-\varphi) \sin \psi}{R \sin \theta}$	$(\psi \leq \varphi \leq \theta)$ (10) ₂

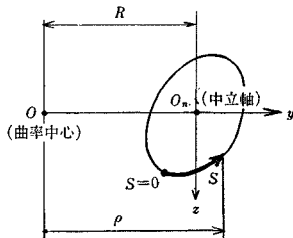
表-2 集中トルクを受ける単純支持曲線箱桁の近似解

M_y	$-m_T \frac{\sin(\theta-\psi) \sin \varphi}{\sin \theta}$	$(0 \leq \varphi \leq \psi)$ (11) ₁
	$-m_T \frac{\sin(\theta-\varphi) \sin \psi}{\sin \theta}$	$(\psi \leq \varphi \leq \theta)$ (11) ₂

M_w	$-mT \frac{R \sin(\theta-\psi) \sin \varphi}{\alpha^2 \sin \theta} \quad (0 \leq \varphi \leq \psi) \quad (12)_1$
	$-mT \frac{R \sin(\theta-\varphi) \sin \psi}{\alpha^2 \sin \theta} \quad (\psi \leq \varphi \leq \theta) \quad (12)_2$
θ	$mT \frac{R \sin(\theta-\psi) \sin \varphi}{GJ \sin \theta} \quad (0 \leq \varphi \leq \psi) \quad (13)_1$
	$mT \frac{R \sin(\theta-\varphi) \sin \psi}{GJ \sin \theta} \quad (\psi \leq \varphi \leq \theta) \quad (13)_2$
β	$-mTR \left[\frac{1}{2} \left(\frac{1}{GJ} + \frac{1}{EI_y'} \right) \left\{ \frac{\sin(\theta-\psi)}{\sin \theta} \left(\varphi \frac{\cos \theta}{\sin \theta} \sin \varphi - \varphi \cos \varphi \right) + (\sin(\theta-\psi) - (\theta-\psi) \cos(\theta-\psi)) \frac{\sin \varphi}{\sin \theta} \right\} - \frac{1}{GJ} \frac{\sin(\theta-\psi) \sin \varphi}{\sin \theta} \right] \quad (0 \leq \varphi \leq \psi) \quad (14)_1$
	$-mTR \left[\frac{1}{2} \left(\frac{1}{GJ} + \frac{1}{EI_y'} \right) \left\{ \frac{\sin(\theta-\varphi)}{\sin \theta} \left(\varphi \frac{\cos \theta}{\sin \theta} \sin \psi - \psi \cos \psi \right) + (\sin(\theta-\varphi) - (\theta-\varphi) \cos(\theta-\varphi)) \frac{\sin \psi}{\sin \theta} \right\} - \frac{1}{GJ} \frac{\sin(\theta-\varphi) \sin \psi}{\sin \theta} \right] \quad (\psi \leq \varphi \leq \theta) \quad (14)_2$
δ	$\frac{mTR^2}{2} \left(\frac{1}{GJ} + \frac{1}{EI_y'} \right) \left[\frac{\sin(\theta-\psi)}{\sin \theta} \left(\varphi \frac{\cos \theta}{\sin \theta} \sin \varphi - \varphi \cos \varphi \right) + (\sin(\theta-\psi) - (\theta-\psi) \cos(\theta-\psi)) \frac{\sin \varphi}{\sin \theta} \right] \quad (0 \leq \varphi \leq \psi) \quad (15)_1$
	$\frac{mTR^2}{2} \left(\frac{1}{GJ} + \frac{1}{EI_y'} \right) \left[\frac{\sin(\theta-\varphi)}{\sin \theta} \left(\varphi \frac{\cos \theta}{\sin \theta} \sin \psi - \psi \cos \psi \right) + (\sin(\theta-\varphi) - (\theta-\varphi) \cos(\theta-\varphi)) \frac{\sin \psi}{\sin \theta} \right] \quad (\psi \leq \varphi \leq \theta) \quad (15)_2$
T_s	$mT \frac{\sin(\theta-\psi) \cos \varphi}{\sin \theta} \quad (0 \leq \varphi \leq \psi) \quad (16)_1$
	$-mT \frac{\cos(\theta-\varphi) \sin \psi}{\sin \theta} \quad (\psi \leq \varphi \leq \theta) \quad (16)_2$
T_w	$\frac{mT \sin(\theta-\psi) \cos \varphi}{\alpha^2} \quad (0 \leq \varphi \leq \psi) \quad (17)_1$
	$-\frac{mT \cos(\theta-\varphi) \sin \psi}{\alpha^2} \quad (\psi \leq \varphi \leq \theta) \quad (17)_2$
T	$mT \frac{\sin(\theta-\psi) \cos \varphi}{\sin \theta} \quad (0 \leq \varphi \leq \psi) \quad (18)_1$
	$-mT \frac{\cos(\theta-\varphi) \sin \psi}{\sin \theta} \quad (\psi \leq \varphi \leq \theta) \quad (18)_2$
Q	$0 \quad (19)$
\bar{Q}	$-\frac{mT \sin(\theta-\psi) \cos \varphi}{R \sin \theta} \quad (0 \leq \varphi \leq \psi) \quad (20)_1$
	$\frac{mT \cos(\theta-\varphi) \sin \psi}{R \sin \theta} \quad (\psi \leq \varphi \leq \theta) \quad (20)_2$

ほぼ1軸対称で、 $I_{yz} \neq 0$ である箱桁断面の応力は、次式のようになる。ここで座標系は図-1のようにとるものとする。

図-1 横断面の座標系



垂直応力

$$\sigma = \frac{R}{\rho} \frac{M_y}{I_y} z + W_s \frac{M_w}{C_w} \quad (21)$$

3. 連続曲線箱桁の実用計算式

主桁断面が箱型断面である連続曲線箱桁の実用計算式は、前節で近似解を導いたのと同じ条件を用いて、文献5)の諸式よりつぎのようになる。

(1) 弾性方程式の係数

$$[a]_{mj} = \frac{R_j}{E_s I_{y',j}} \left(\frac{2\phi_j - \sin 2\phi_j}{4 \sin^2 \phi_j} \right) + \frac{R_j}{G_s J_j} \times \left(\frac{\phi_j}{2} \operatorname{cosec}^2 \phi_j + \frac{1}{2} \cot \phi_j - \frac{1}{\phi_j} \right) \quad (22)$$

$$a_{m,m-1} = \frac{R_{m-1}}{E_s I_{y',m-1}} \left(\frac{\sin \phi_{m-1} - \phi_{m-1} \cos \phi_{m-1}}{2 \sin^2 \phi_{m-1}} \right) - \frac{R_{m-1}}{G_s J_{m-1}} \left(\frac{1}{2} [\phi_{m-1} \cot \phi_{m-1} + 1] \times \operatorname{cosec} \phi_{m-1} - \frac{1}{\phi_{m-1}} \right) \quad (23)$$

$$a_{m,m+1} = \frac{R_m}{E_s I_{y',m}} \left(\frac{\sin \phi_m - \phi_m \cos \phi_m}{2 \sin^2 \phi_m} \right) - \frac{R_m}{G_s J_m} \times \left(\frac{1}{2} [\phi_m \cot \phi_m + 1] \operatorname{cosec} \phi_m - \frac{1}{\phi_m} \right) \quad (24)$$

$$[b]_{mj} = -\frac{1}{G_s J_j} \left(\cot \phi_j + \frac{1}{\alpha_j} - \frac{1}{\phi_j} \right) \quad (25)$$

$$b_{m,m-1} = \frac{1}{G_s J_{m-1}} \left(\operatorname{cosec} \phi_{m-1} - \frac{1}{\phi_{m-1}} \right) \quad (26)$$

$$b_{m,m+1} = \frac{1}{G_s J_m} \left(\operatorname{cosec} \phi_m - \frac{1}{\phi_m} \right) \quad (27)$$

$$[d]_{mj} = \frac{1}{G_s J_j R_j} \left(\alpha_j - \frac{1}{\phi_j} \right) \quad (28)$$

$$d_{m,m-1} = \frac{1}{G_s J_{m-1} R_{m-1} \phi_{m-1}} \quad (29)$$

$$d_{m,m+1} = \frac{1}{G_s J_m R_m \phi_m} \quad (30)$$

(2) 弾性方程式の荷重項

a) 等分布荷重

$$L_{mj} = p_j \mathfrak{L}_{1j} \frac{R_j}{E_s I_{y',j}} \left[\frac{(1 - \cos \phi_j)(\phi_j - \sin \phi_j)}{2 \sin^2 \phi_j} \right] + p_j \frac{R_j}{G_s J_j} \left[\mathfrak{L}_{1j} \left(\frac{\phi_j}{2} \operatorname{cosec} \phi_j - \frac{1}{2} \right) \tan \frac{\phi_j}{2} - \mathfrak{L}_{2j} \left(\tan \frac{\phi_j}{2} - \frac{\phi_j}{2} \right) \right] \quad (31)$$

$$N_{mj} = \frac{p_j}{G_s J_j} \left[\mathfrak{L}_{1j} \left(\tan \frac{\phi_j}{2} - \frac{1}{\alpha_j} \right) + \mathfrak{L}_{2j} \left(\frac{1}{\alpha_j} - \frac{\phi_j}{2} \right) \right] \quad (32)$$

b) 横方向線荷重

$$L_{mm} = W_m$$

$$\times \left[\frac{\mathfrak{L}_{2m}}{E_s I_{y',m}} \left(\frac{\psi_m' \sin \psi_m - \psi_m \sin \psi_m' \cos \phi_m}{2 \sin^2 \phi_m} \right) + \frac{1}{G_s J_m} \left\{ \mathfrak{L}_{2m} \left(\frac{\psi_m' \sin \psi_m - \psi_m \sin \psi_m' \cos \phi_m}{2 \sin^2 \phi_m} - \frac{\sin \psi_m'}{\alpha_m^2 \sin \phi_m} \right) - \mathfrak{L}_{3m} \left(\frac{\sin \psi_m'}{\sin \phi_m} - \frac{\psi_m'}{\phi_m} \right) \right\} \right] \quad (33)$$

$$L_{m,m-1} = W_{m-1} \left[\frac{\mathcal{Q}_{2m-1}}{E_s I_{y',m-1}} \times \left(\frac{\psi_{m-1} \sin \psi'_{m-1} - \psi'_{m-1} \sin \psi_{m-1} \cos \phi_{m-1}}{2 \sin^2 \phi_{m-1}} \right) + \frac{1}{G_s J_{m-1}} \left\{ \mathcal{Q}_{2m-1} \times \left(\frac{\psi_{m-1} \sin \psi'_{m-1} - \psi'_{m-1} \sin \psi_{m-1} \cos \phi_{m-1}}{2 \sin^2 \phi_{m-1}} \right) - \frac{\sin \psi_{m-1}}{\alpha^2_{m-1} \sin \phi_{m-1}} - \mathcal{Q}_{3m-1} \left(\frac{\sin \psi_{m-1}}{\sin \phi_{m-1}} - \frac{\psi_{m-1}}{\phi_{m-1}} \right) \right\} \right] \dots \dots \dots (34)$$

$$N_{mm} = \begin{cases} \frac{W_m}{R_m G_s J_m} \left(\mathcal{Q}_{2m} \frac{\sin \psi'_m}{\sin \phi_m} - \mathcal{Q}_{3m} \frac{\psi'_m}{\phi_m} \right) & (\psi_m \neq 0) \\ 0 & (\psi_m = 0) \end{cases} \dots \dots \dots (35)$$

$$N_{m,m-1} = \begin{cases} \frac{W_{m-1}}{R_{m-1} G_s J_{m-1}} \left(\mathcal{Q}_{2,m-1} \frac{\sin \psi_{m-1}}{\sin \phi_{m-1}} - \mathcal{Q}_{3,m-1} \frac{\psi_{m-1}}{\phi_{m-1}} \right) & (\psi_{m-1} \neq \phi_{m-1}) \\ 0 & (\psi_{m-1} = \phi_{m-1}) \end{cases} \dots \dots \dots (36)$$

(3) 断面力と変形量

断面力と変形量は、表-3 のとおりである。

参 考 文 献

- 1) 小西一郎・小松定夫：単純曲線桁橋の立体的解析，土木学会論文集第90号，昭和38年2月
- 2) 小西一郎・小松定夫：薄肉連続曲線桁橋の立体的解析，土木学会論文集第91号，昭和38年3月
- 3) 小松定夫：曲線並列桁橋の実用計算式，土木学会論文集第93号，昭和38年5月
- 4) Sadao Komatsu : Structural Analysis for Continuous S-Shaped Curved Girder Bridge, Proc. 13th JNC-AM, 1963
- 5) Ichiro Konishi and Sadao Komatsu : Three Dimensional Analysis of Curved Girder with Thin-Walled Cross Section, Pub. IABSE, Vol. 25, 1965

表-3 連続曲線桁橋の断面力と変形量

M_{ym}	$M_{m0} + M_m \frac{\sin \phi'_m}{\sin \phi_m} + M_{m+1} \frac{\sin \phi_m}{\sin \phi_m}$	(37)
M_{wm}	$M_{wm0} + \frac{R_m}{\alpha^2_m} \left(M_m \frac{\sin \phi'_m}{\sin \phi_m} + M_{m+1} \frac{\sin \phi_m}{\sin \phi_m} \right)$ ($\phi_m \neq 0, \phi_m$)	(38)
T_{sm}	$T_{sm0} + \frac{1}{R_m \phi_m} (\mathfrak{M}_m - \mathfrak{M}_{m+1}) + M_m \left(\frac{\cos \phi'_m}{\sin \phi_m} - \frac{1}{\phi_m} \right) + M_{m+1} \left(\frac{1}{\phi_m} - \frac{\cos \phi_m}{\sin \phi_m} \right)$ ($\phi_m \neq 0, \phi_m$)	(39)
T_{wm}	$T_{wm0} + \frac{1}{\alpha^2_m} \left(M_m \frac{\cos \phi'_m}{\sin \phi_m} - M_{m+1} \frac{\cos \phi_m}{\sin \phi_m} \right)$ ($\phi_m \neq 0, \phi_m$)	(40)
T_m	$T_{m0} + \frac{1}{l_m} (\mathfrak{M}_m - \mathfrak{M}_{m+1}) + M_m \left(\frac{\cos \phi'_m}{\sin \phi_m} - \frac{1}{\phi_m} \right) + M_{m+1} \left(\frac{1}{\phi_m} - \frac{\cos \phi_m}{\sin \phi_m} \right)$	(41)
\bar{Q}_m	$\bar{Q}_{m0} - \frac{1}{R_m} \left(M_m \frac{\cos \phi'_m}{\sin \phi_m} - M_{m+1} \frac{\cos \phi_m}{\sin \phi_m} \right)$	(42)
δ_m	$\delta_{m0} + R_m \left[\frac{\mathfrak{M}_m \left(\frac{\sin \phi'_m}{\sin \phi_m} - \frac{\phi'_m}{\phi_m} \right) + \mathfrak{M}_{m+1} \left(\frac{\sin \phi_m}{\sin \phi_m} - \frac{\phi_m}{\phi_m} \right)}{G_s J_m} - M_m \left\{ \frac{R_m \left(\frac{\sin \phi'_m}{\sin \phi_m} - \frac{\phi'_m}{\phi_m} \right) + \lambda_m \left(\phi_m \cos \phi'_m - \phi_m \frac{\sin \phi_m}{\sin \phi_m} \right) - M_{m+1} \left\{ \frac{R_m \left(\frac{\sin \phi_m}{\sin \phi_m} - \frac{\phi_m}{\phi_m} \right) + \lambda_m \left(\phi_m \cos \phi_m - \phi_m \frac{\sin \phi_m}{\sin \phi_m} - \phi_m \cos \phi_m \right) \right\}}{G_s J_m} \right\} \right]$	(43)
	ここに $\lambda_m = \frac{R_m}{2} \left(\frac{1}{G_s J_m} + \frac{1}{E_s I_{y'_m}} \right)$	(44)
β_m	$\beta_{m0} + \frac{1}{G_s J_m} \left[\left(\frac{R_m}{\alpha^2_m} M_m - \mathfrak{M}_m \right) \frac{\sin \phi'_m}{\sin \phi_m} + \left(\frac{R_m}{\alpha^2_m} M_{m+1} - \mathfrak{M}_{m+1} \right) \frac{\sin \phi_m}{\sin \phi_m} \right] + \frac{\lambda_m}{\sin \phi_m} \left[M_m \left(\phi_m \cos \phi'_m - \phi_m \right) \times \frac{\sin \phi_m}{\sin \phi_m} + M_{m+1} \left(\phi_m \cos \phi_m - \phi_m \frac{\sin \phi_m}{\sin \phi_m} - \phi_m \cos \phi_m \right) \right]$ ($\phi_m \neq 0, \phi_m$)	(45)

土木学会論文集編集委員

- | | | | | | | | |
|-------|-------|------|--------|----|--------|----|-------|
| 委員長 | ○西村俊夫 | 副委員長 | ○嶋 祐之 | 委員 | 丹保憲仁 | 委員 | 福本 晴士 |
| 委員 | 青木康三 | 委員 | 柏山 尚一 | 委員 | 高野隆一 | 委員 | 二重作宏 |
| 委員 | 赤塚山政成 | 委員 | ○神工藤尚夫 | 委員 | 塚山田嘉英 | 委員 | 藤前井田幸 |
| 委員 | 秋山部博俊 | 委員 | 国神月隆一 | 委員 | 戸村野夫 | 委員 | 松浦田義滿 |
| 委員 | 阿岩橋洋一 | 委員 | 是合枝良 | 委員 | 中野 啓伸 | 委員 | 三松田由英 |
| 委員 | 井島武純 | 委員 | 沢田健吉 | 委員 | 西山村和利 | 委員 | 宮田田尚 |
| 委員 | 宇都一馬 | 委員 | 桜井彰雄 | 委員 | 沼田元彦 | 委員 | 宮田田尚 |
| 委員 | 岡村樹郎 | 委員 | 清須水照 | 委員 | 伯野 昌太郎 | 委員 | 森下口忠 |
| 委員 | 奥川崎浩司 | 委員 | 田中淳七郎 | | | 委員 | ○山 柏樹 |
| 委員兼幹事 | 西脇 威夫 | | ○印 部会長 | | | | |

昭和 43 年 4 月 15 日 印刷
昭和 43 年 4 月 20 日 発行

土木学会論文集 第 152 号

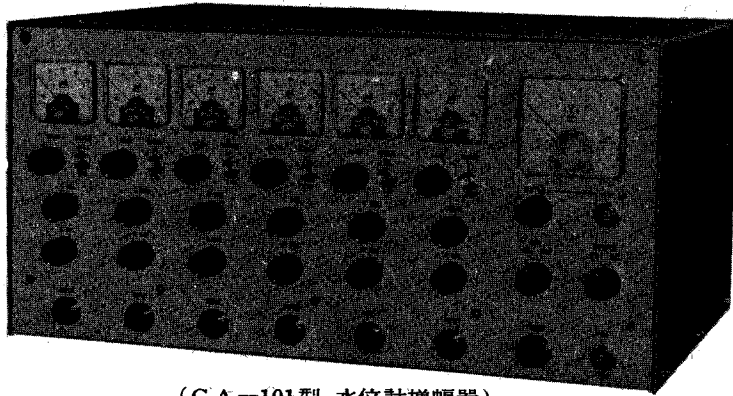
定価 200 円 (〒 20 円)

編集兼発行者 東京都新宿区四谷一丁目
印刷者 東京都港区赤坂 1-3-6

社団法人 土木学会 羽田 巖
株式会社 技報堂 大沼正吉

発行所 社団法人 土 木 学 会 振替東京 16828 番
東京都新宿郵便局区内 新宿区四谷一丁目 電話 (351) 代表 5138 番

水理実験波高解析にどうぞ!!



(CA-101型 水位計増幅器)

- ☆波高計(抵抗式)と記録器をつなげばOK
- ☆簡単な取扱いで直線性良好
- ☆価格低廉
- ☆豊富な納入実績を持っています

カタログ請求先

計測技研株式会社

東京都武蔵野市中町3丁目29番地19号

TEL (0422) (51) 8958

トルクレット コンクリート吹付工事

西ドイツ・トルクレット社の技術導入による最先端
工期短縮・工費節減に大きく役立ちます。
●お申し込み次第資料をご送付致します。

●営業種目＝特殊土木工事(トルクレットコンクリート吹付)、ボーリング、測量、物探、地質調査、一般土木工事、建築、その他

開発工事株式会社 社長 広田 孝一 東京都新宿区新宿1丁目76番地(共益ビル) 電話(東京)352-6251(代表)・8501～2(直通)

PARTNER K12 パートナー エンジンカッター 切る

■誰でも切れる

スターターを引張るだけで誰にでも簡単にエンジンがかけられます。切断作業は一人でいい、特別の熟練を要しません。

■どこでも切れる

小型で軽量ですから持ち運びに至便です。その割に馬力は強く、どのような姿勢でも操作出来、どこでも切れます。

■何でも切れる

鉄、コンクリート、その他何でも切れます。ヒューム管、土管、鉄骨、鉄筋など土木建設、その他種々の業務の切断作業に威力を発揮します。

■はやく切れる

例えばコンクリート道路で3cmの深さ、15mの長さに要する切断時間はわずか約15分です。

■きれいに切れる

切口はきれいに切れます。切断作業の後バリトリとか仕上とかの必要はほとんどありません。

■安全に切れる

特にパートナーカッター用に製作したディスクを用いておりますので切断作業は極めて安全且、迅速に行えます。

日本アレン機械部

東京都豊島区巣鴨7丁目1875番地 TEL(944)1711(代)
 本社 東京都千代田区内神田2丁目4-4 TEL(256)6551(代)
 大阪支店 大阪府北区牛丸町55東洋ビル内 TEL(372)4571(代)
 福岡営業所 福岡市露町149 TEL(53)1515
 広島営業所 広島市三川町10-13 TEL広島(47)6351
 北海道出張所 北海道苫小牧市音羽町13の11 TEL(苫小牧)2-5016



- 鋳 鉄 管
- ダ ク タ イ ル 管
- ヒ ュ ー ム 管
- 道 路
- ワ イ ヤ ー ・ ケ ー ブ ル