

合成桁床版のジベル近傍の三次元応力解析

大阪市立大学 正員 園田 恵一郎
 大阪市立大学 正員 堀川 都志雄
 大阪市立大学 三吉 正孝

1. はしがき；

合成桁床版のジベル近傍に作用する応力分布を求めるため、ジベルから床版に伝達される力を図-1に示すような物体力に置換して三次元応力解析を行なった。なお、ジベルは剛なものとしてジベルの変形を無視した。

2. 理論式；

厚板理論に基づいて解析を行なうが、紙面の関係上主な式のみを記す。

・ Galerkin-vector, Boussinesq's function :

$$\Delta G_x = -\frac{X}{1-\nu}, \quad \Delta \vartheta_x = 0 \quad (1)$$

ここで、 G_x, ϑ_x ; Galerkin-vector, Boussinesq's function
 の x 成分，

X ; 物体力の x 成分，

ν ; ポアソン比， $\Delta = \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} + \frac{\partial^2}{\partial z^2}$ 。

・ 変位および応力式 :

$$2G_u = 2(1-\nu)\Delta G_x - \frac{\partial^2 G_x}{\partial z^2}, \quad 2G_v = -\frac{\partial^2 G_x}{\partial x \partial y} + 2\frac{\partial \vartheta_x}{\partial z},$$

$$2G_w = -\frac{\partial^2 G_x}{\partial x \partial z} - 2\frac{\partial \vartheta_x}{\partial y}, \quad \sigma_x = 2(1-\nu)\frac{\partial \Delta G_x}{\partial z} + (\nu\Delta - \frac{\partial^2}{\partial z^2})\frac{\partial G_x}{\partial z},$$

$$\sigma_y = (\nu\Delta - \frac{\partial^2}{\partial y^2})\frac{\partial G_x}{\partial z} + 2\frac{\partial \vartheta_x}{\partial y \partial z}, \quad \sigma_z = (\nu\Delta - \frac{\partial^2}{\partial z^2})\frac{\partial G_x}{\partial z} - 2\frac{\partial \vartheta_x}{\partial y \partial z} \quad (2)$$

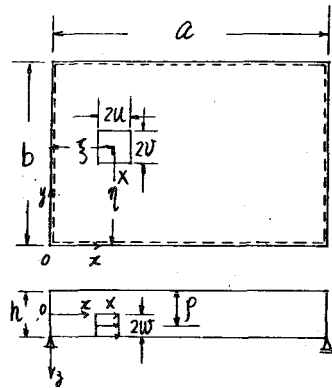


図-1.

ここで、 G ; せん断弾性係数

・ フーリエ級数による Galerkin-vector, Boussinesq's function の表現 :

$$\left. \begin{aligned} G_x &= \sum_m \sum_n \left[\int_{-h}^h f^x \sin k_m z' + C_1 \operatorname{ch} \gamma z + C_2 \operatorname{sh} \gamma z + C_3 \gamma z \operatorname{sh} \gamma z + C_4 \gamma z \operatorname{ch} \gamma z \right] \cos \alpha_m x \sin \beta_n y \\ \vartheta_x &= \sum_m \sum_n \left[C_5 \operatorname{ch} \gamma z + C_6 \operatorname{sh} \gamma z \right] \sin \alpha_m x \cos \beta_n y \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

ここで、 $\alpha_m = \frac{m\pi}{a}$, $\beta_n = \frac{n\pi}{b}$, $k_l = \frac{l\pi}{h}$, $\gamma^2 = \alpha_m^2 + \beta_n^2$, $z' = z + \frac{h}{2}$,

f^x ; 式(1)の特解項, $\operatorname{ch} \gamma z = \cosh \gamma z$, $\operatorname{sh} \gamma z = \sinh \gamma z$,

$C_1, \dots, C_6$; 床版の上・下面の境界条件より決定される定数。

簡単の為に、ジベルに作用する力をある規定された関数形(本稿では、矩形および三角形分布とする。)で与えられるものとして、以後展開する。

床版内のある任意点 $d^j(x_j, y_j, z_j)$ に物体力 X^j が作用する場合の床版下面のある点 $e^i(x_i, y_i, h/2)$ に生ずる x 方向の水平変位を u_{ij} とすると、

$$u_{ij} = \frac{1}{2G} \sum_j \left[\sum_m \sum_n \sum_k \left\{ \left[1 - 2(1-\nu) \frac{k_x^2 + k_y^2}{\beta_m^2} \right] \cdot d_1^x + \left\{ -\nu + (1-\nu) \frac{k_x^2}{\beta_m^2} \right\} \cdot d_1^y \cdot \left\{ 1 + (1-\nu) \left(\frac{1}{\beta P} + \frac{1}{\beta M} \right) \right\} \right. \right. \\ \left. \left. - (1-\nu) \frac{k_x(k_x^2 + k_y^2)}{\beta_m^3} \cdot d_2^x \cdot \frac{\beta_m^2}{\beta_m^2} + \left\{ -\nu + (1-\nu) \frac{k_y^2}{\beta_m^2} \right\} \cdot \frac{k_y}{\beta_m} \cdot (1-\nu) \cdot d_3^x \right] \bar{X}_j \cdot 2\alpha_m^2 \cos \alpha_m X_i \sin \beta_j Y_i \right] \quad (4)$$

ここで、 $\bar{X}_j$ ；式(3)で示される特解項のフーリエ係数、

$$d_1^x = \frac{1}{2} \sin k_x h, \quad d_2^x = \alpha \zeta \cdot \sin^2 \frac{k_x h}{2} - \tan \zeta \cdot \cos^2 \frac{k_x h}{2}, \quad d_3^x = \alpha \zeta \sin^2 \frac{k_x h}{2} / \beta P - \tan \zeta \cos^2 \frac{k_x h}{2} / \beta M, \\ \alpha \zeta = \coth \zeta, \quad \tan \zeta = \tanh \zeta, \quad \beta P = \zeta(\tanh \zeta - \alpha \zeta) - 1, \quad \beta M = \zeta(\alpha \zeta - \tanh \zeta) - 1, \quad \zeta = \delta h/2.$$

もし、 u_{ij} をある既知量 Δ_{ij} であれば、式(4)よりジベルに働く力が求められ、さらに式(2)、(3)を用いて変位、応力が得られる。

3. 数値計算例； 局所的な応力解析を行なうため、床版端部におけるジベル2本を取り上げ、それらジベル下端での水平移動量を Δ として計算した。

計算に用い

た諸元を以下

に示す。

$$b/a = 1.0,$$

$$\nu = 0.16,$$

$$h/a = 0.1,$$

$$2u/a = 2v/a$$

$$= 0.025,$$

$$2w/a = 0.05,$$

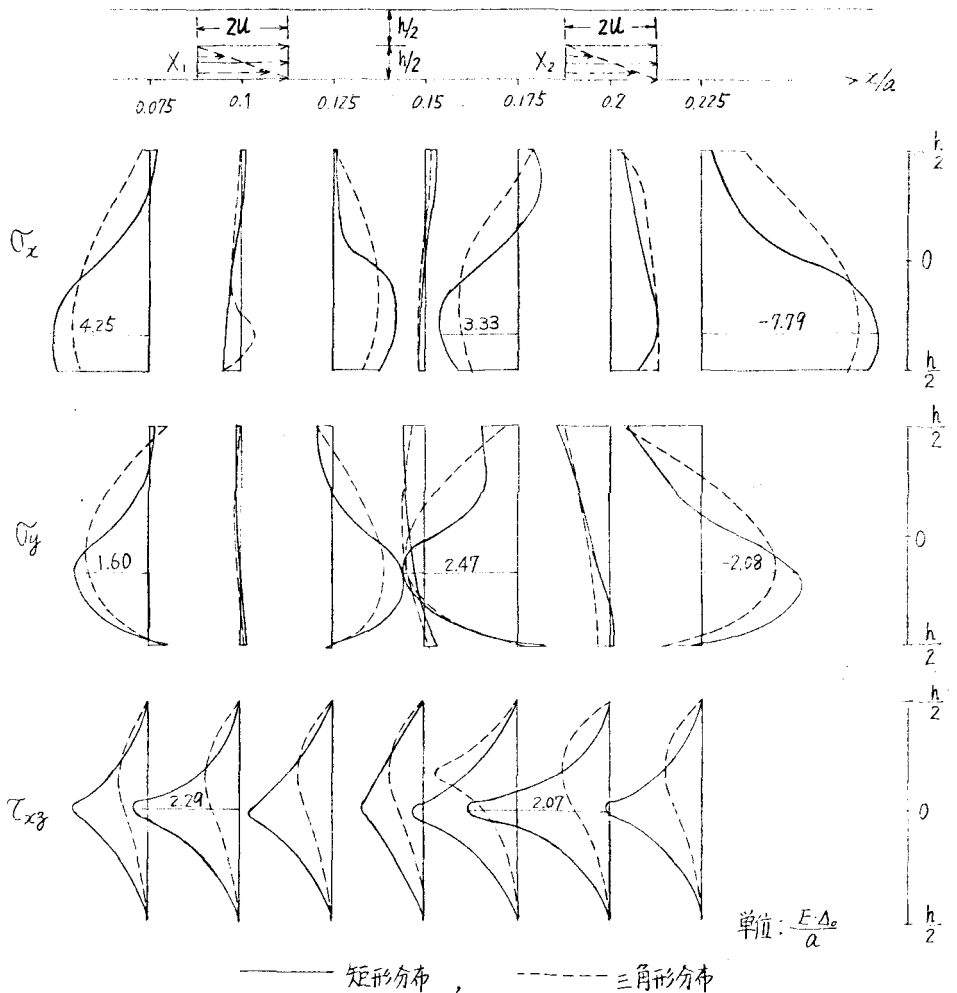
$$\xi_1/a = 0.1,$$

$$\xi_2/a = 0.2,$$

$$\eta_1/a = \eta_2/a$$

$$= 0.5,$$

$$\rho/a = 0.075.$$



4. あとがき； ジベル近傍における応力は、一本だけ存在する場合に比べて、複雑な分布状態を示し、お互いに影響しあっていることが分る。