

続 単独耐震壁の厳密解

大阪市 正員 倉田 宗章
 大阪大 正員 岡村 宏一
 大阪市 正員 島田 卯

1. 序

橋台等を用いたこの標題の如き門型ラ-メンを耐震壁で補強した構造物について、前報で、近似計算法、及び厳密計算法について示して来た。今回は厳密計算法と近似計算法を利用し、頂部水平力 P が作用した場合の応力状態を求めた。

2. 解法

図-1の如き単独耐震壁を、下端で固定された $Rahmen$ 構造と残りの壁部との2部分に分け、壁部は平板構造(Scheibe)とし、Scheibe 周辺の不静定力を、 $Rahmen$ に伝達し、兩者の變形を互いに適合するこゝにより、未定係数を決定し、応力計算を行つた。

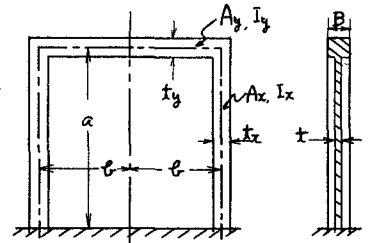


図-1

(a) Scheibe の応力及 u 變形

応力関数 ϕ (y に關し奇関数)を仮定すると、各応力は

$$\sigma_x = \frac{\partial^2 \phi}{\partial y^2}, \quad \sigma_y = \frac{\partial^2 \phi}{\partial x^2}, \quad \tau_{xy} = -\frac{\partial^2 \phi}{\partial x \partial y} \quad \text{----- (1)}$$

x, y 方向の變位 u, v は

$$u = \frac{1}{E} \int (\sigma_x - \nu \sigma_y) dx + f_1(y), \quad v = \frac{1}{E} \int (\sigma_y - \nu \sigma_x) dy + f_2(x) \quad \text{----- (2)}$$

(b) Rahmen の応力及 u 變形

Rahmen に生ずる応力及 u 變形は

微小要素の釣合(図-3)より

$$\frac{dN_{zy}}{dy} = \tau_{x=a} \times t, \quad \frac{dQ_{zy}}{dy} = -\sigma_{x=a} \times t, \\ \frac{dM_{zy}}{dy} = Q_{zy} + \tau_{x=a} \times t \times \frac{t}{2} \quad \text{----- (3)}$$

但し、添字 z は、 z の場合の応力を表す。

$$\text{變形は、} \frac{du}{dy} = \int \frac{M_{zy}}{EI_y} dy - \frac{3}{2} \times \frac{Q_{zy}}{GA_y}, \quad \frac{d\bar{v}}{dy} = \frac{N_{zy}}{EA_y} \quad \text{----- (4)}$$

但し、式(4-1)の第1項及 u の第2項は曲 η 及 u の z 断面變形を、式(4-2)は軸力による u を表

す。なお種別合については同様の式が成立する。

一方、外力による応力状態には添字 1 を付す。

3. 合解考察

第1段階として、応力関数 ϕ を 6 次式の如く、 6 次位の代数関数を仮定する。

$$\phi = c_2 xy + \frac{1}{2} c_3 x^2 y + \frac{1}{3 \times 2} c_4 x^3 y + \frac{1}{4 \times 3} c_5 x^4 y + \frac{1}{5 \times 4} c_6 x^5 y + \frac{1}{3 \times 2} d_3 y^3 + \frac{1}{3 \times 2} d_4 x y^3 \\ + \frac{1}{3 \times 2} d_5 x^2 y^3 + \frac{1}{3 \times 2} d_6 x^3 y^3 + \frac{1}{5 \times 4} f_5 y^5 + \frac{1}{5 \times 4} f_6 x y^5 \quad \text{----- (5)}$$

$$\text{但し、} c_5 + 2d_5 + 3f_5 = 0, \quad c_6 + 2d_6 + f_6 = 0$$

* 単独耐震壁の近似計算法 倉田、岡村、島田 第21回年次学術講演会

** 単独耐震壁の厳密解 倉田、岡村、島田 第22回年次学術講演会

下端 ($x=0$) 固定の条件より $e_3 - \nu d_3 = 0$, $e_4 + (2+\nu)d_4 = 0$, $d_5 - 3\nu f_5 = 0$, $d_6 + (2+\nu)f_6 = 0$,
 Rahmen と Scheibe との適合条件として, 偶角部 ($x=a, y=b$) に於ける変位 ($u_{y=b}, v_{x=a}$), 及
 w Slope ($\frac{du}{dy} y=b, \frac{dv}{dx} x=a$) を連続し, 又下端偶角部 ($x=0, y=b$) に於ける歪を連続するに
 して, 未定係数, $e_2, e_3, d_3 \dots$ を決定し, 近似解を求めず。 (図-2 参照)

第2段階として, 近似解による適合条件の不完全性を, Fourier 級数に展開し応力関
 数を用い, 完全に満足せしめず。応力関数 ϕ は次の形で表す。

$$\phi = \sum_m Y_m(y) \sin \alpha_m x + \sum_n Y'_n(x) \sin \beta_n y \quad \text{----- (6)}$$

$$\begin{cases} Y_m(y) = B_m \sinh \alpha_m y + C_m \alpha_m y \cosh \alpha_m y \\ Y'_n(x) = A'_n \cosh \beta_n x + B'_n \sinh \beta_n x + C'_n \beta_n x \cosh \beta_n x + D'_n \beta_n x \sinh \beta_n x \end{cases}$$

但し $\alpha_m = \frac{m\pi}{2a}$, $\beta_n = \frac{n\pi}{2b}$, $m, n = 1, 3, 5, \dots$

未定係数, $B_m, C_m, A'_n, B'_n, C'_n, D'_n$, を新しい未定係数 $O_m, P_m, a'_n, b'_n, c'_n, d'_n$ を用い, 次
 の形で置換す。こゝは, フーリエ級数の表す簡潔にして, $Y'_n(x)$ は, $e^{\beta_n x}$ の項と $e^{-\beta_n x}$ の項と
 に分割するに由る。

$$\begin{cases} O_m = \alpha_m^2 B_m \cosh \alpha_m b, & P_m = \alpha_m^2 C_m \cosh \alpha_m b, & a'_n = \beta_n^2 (A'_n + B'_n) \cosh \beta_n a \\ b'_n = \beta_n^2 (A'_n - B'_n + (C'_n - D'_n) \beta_n a) \cosh \beta_n a, & c'_n = \beta_n^2 (C'_n + D'_n) \cosh \beta_n a, & d'_n = \beta_n^2 (D'_n + \frac{1}{2} (1+\nu) A'_n) \cosh \beta_n a \end{cases} \quad \text{---- (7)}$$

下端固定の条件 ($u_x=0 \equiv 0, v_x=0 \equiv 0$) より

$$d'_n = 0, \quad \sum_m \frac{1}{\alpha_m \cosh \alpha_m y} [O_m (1+\nu) \sinh \alpha_m y + P_m \dots] + \sum_n \frac{\sin \beta_n y}{\beta_n \cosh \beta_n y} \cdot \frac{1}{2 + (1+\nu) \beta_n a} [(1+\nu) (\frac{1}{2} + \beta_n a) a'_n - \dots] = 0 \quad \text{----- (8), (9)}$$

Rahmen と Scheibe との連続条件は, $u = u_{x=a}, \quad \frac{1}{E} (\frac{M_y}{I_y} x \frac{\partial}{\partial x} + \frac{N_x}{A_y}) = \frac{1}{E} (\sigma_x - \nu \sigma_y)_{x=a} \quad \text{---- (10), (11)}$

但し, $M_y = M_{1y} + M_{2y}, N_y = N_{1y} + N_{2y}, u = u_1 + u_2$

柱に於けるも, 同様の式が成立する。以上の式 (8)~(11) に正弦フーリエ級数に展開
 し, 各項に於ける方程式を連立し解くことにし, 未定係数, O_m, P_m, a'_n, \dots を決定す。

4. 数値計算例

図-1 に示す文字は, 次の数値を仮定し, 頂部水平力, S の作用した場合の Scheibe の応力
 状態を求めた。 $a=2b, t_x=t_y=0.2b, B=3T, \nu=0.3$

図-4~8 に示して, 破線は, 第1段階の近似計算法の結果であり, 実線は第2段階に
 いて, 23項まで求めた結果である。

