

風荷重に対する冷却塔の能力

秋田大学	正員	色部誠
秋田大学	学生員	○灰藏紀一
秋田大学	学生員	伊藏洋
秋田大学	学生員	王瀬孝初

1. 片じりね 双曲線型冷却塔の応力解析にフリマは、何人か研究者がすでに解析してて、その方法をまぎまぎである。最近のうちにフリマ整理してみると、次の様になる。

- (i) Phillip L. Gouldⁱ⁾, *Sing-Sip tie*…… Monophyllone の複素力の表示法を用い、箱内での binding moment を考慮に入れて解析している。
- (ii) Mircea Soareⁱⁱ⁾…… 延力関数を用い、差分法と併用し解っている。
- (iii) Neal J. Gardnerⁱⁱⁱ⁾…… Binding Theory に基づくもので、フリ合いの境界を変位で表わして解析している。

ここに円筒面条件に模型実験によつて得られた風圧分布を代入し、解析解を行つてみた。水平面内の風圧分布は、前頁に示されたとおり風向軸に對称性有し、変動が小さく、これを無視すれば、数値の方角の $\cos$ 係数で表わすことが出来る。(1) 式、船身方向には、やや複雑な分布を呈する。この様な筒面条件に対して、shell 方程式の理論解と等しくは困難であるので、本報告における解析には差分法を用いた。

2. shell形状

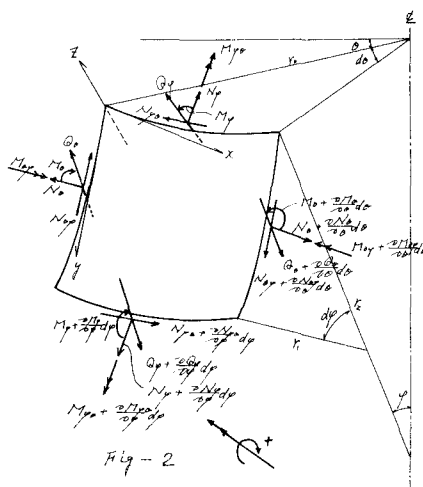
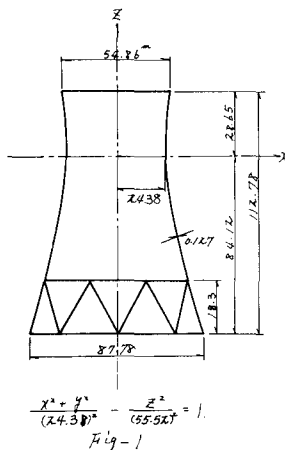
解析に用いた双曲線型冷却塔はFig-1に示すものであ
る。

3. フリ合の方程式

shell の 1 要素におけるカ
タ成分は Fig-2 の様に有る
。面内力並にモーメント
に因する 6 つのフリの合り或
は Q_0 , Q_9 を消去し

$$N_{y0} = N_{0y}, M_{y0} = M_{0y}$$

有ることもなし、次の通り
可及得る。



$$Y_0 \frac{\partial N_{0x}}{\partial y} + Z N_{0y} \frac{\partial f_0}{\partial y} + Y_1 \frac{\partial N_0}{\partial \theta} - \frac{Y_1 Z \rho_0 T_0}{f_0} \frac{\partial \theta}{\partial \theta} = 0 \quad (1)$$

$$r_1 \frac{\partial N_{\text{ex}}}{\partial \theta} + (N_p - N_0) \frac{\partial r_0}{\partial \varphi} + r_0 \frac{\partial N_p}{\partial \varphi} + (M_p - M_0) \cos \varphi + \frac{r_0}{r_1} \frac{\partial M_p}{\partial \varphi} = 0 \quad (2)$$

$$r_1 N_0 \sin \varphi + \frac{\partial}{\partial \varphi} \left[(M_y - M_0) \cos \varphi + \frac{r_1}{r_0} \frac{\partial M_y}{\partial \theta} \right] + r_0 N_y + \frac{r_1}{r_0} \frac{\partial^2 M_0}{\partial \theta^2} + r_0 r_1 Z = 0 \quad (3)$$

式中の U , V , W は変位で表わし、変位が風向軸に同じ方向にあることとする

$$U = \sum_{n=0}^{\infty} U_n \sin n\theta \quad (4)$$

$$V = \sum_{n=0}^{\infty} V_n \cos n\theta \quad (5)$$

$$W = \sum_{n=0}^{\infty} W_n \cos n\theta \quad (6)$$

(U_n, V_n, W_n は θ のみ関数である。)

とおくことが出来る。また、荷重にフリスは

$$Z = \sum_{n=0}^{\infty} Z_n \cos n\theta \quad (7)$$

と表わし得る。この式は容易に変数分離でき、 n の各項別に計算を行なえばよいことになる。これは差分展開し、差分近似を等しくしたのであるが、塔の形状にフリス係数の都合で誤差の発生する。

4. 解析上の仮定

(i) 風圧分布の決定

冷却塔の模型と実際の構造物に働く風圧の測定比較は、H.J. Niemann にて、なされており

$Re = 6.7 \times 10^7$ の範囲で風圧係数 $(= (P - P_0) / \frac{1}{2} \rho V^2)$ P : 構造物に働く風圧

の分布は Re 数に無関係と報告されている。我々の模型実験で P_0 : 構造物に働く静圧力 ($= 0$)

得た分布は、これの文献と同様の形状を示す。また、 V : 構造物に働く風速

の模型実験で得られた分布が Fig-1 の寸法を有する構造物 ρ : 空気の密度

への風圧を求めた。ただし、 $V_0 = 12 \text{ m/sec}$ とし、塔の風速の鉛直分布は、1/7 乗法則にしたがうものとした。

(ii) 材料は均質等厚で、壁厚は一一定とする。

(iii) 境界条件

(1) 自由端では $N_y = M_y = 0$, $(N_{\theta y} + \frac{1}{r_0} \frac{dM_{\theta y}}{d\theta}) = 0$, $(Q_y + \frac{1}{r_0} \frac{dV_{\theta y}}{d\theta}) = 0$ とする。

(2) リンゴ・ストラットに接する変位係では $U = V = 0$, $M_0 = 0$ とする。

5. 計算結果

解析結果は講演会場で示す。

参考文献

- i) P.L. Gould *Designing of Hyperbolic Cooling Tower.*
Proc. ASCE, Vol. 93, ST5, 1967.
- ii) M. Soane *Application of finite difference equation to Shell Analysis.*
Pergamon Press, 1967.
- iii) N.J. Gardner *Response of Cooling Tower to Turbulent Wind.*
Proc. ASCE, Vol. 95, ST10, 1969.