

水の圧縮性

春日 悠

2014年6月29日

目次

1 水の圧縮性	1
2 海水の圧縮性	2

1 水の圧縮性

水はふつう非圧縮性流体として扱うが，厳密には多少の圧縮性がある．水の状態方程式として，次式のテイト (Tait) の状態方程式が用いられる．

$$V = V_0 - C \log \frac{B + p}{B + p_0} \quad (1)$$

ここで， p は圧力 [bar]， p_0 は参照圧力 [bar]， V ， V_0 はそれぞれ p ， p_0 における水の体積である． B ， C は定数である．

定数 B ， C は，Li により次のように与えられている [1] [3]．

$$\begin{aligned} C &= 0.3150V_0 \\ B &= 2.668.0 + 19.867T - 0.311T^2 + 1.778 \times 10^{-3}T^3 \end{aligned} \quad (2)$$

ここで T は温度 [°C] である．定数を $C' = C/V_0$ とおけば，式 (1) は次のように書ける．

$$\frac{V}{V_0} = 1 - C' \log \frac{B + p}{B + p_0} \quad (3)$$

圧力 p ， p_0 における水の密度をそれぞれ ρ ， ρ_0 とすると，水の密度 ρ は次式により得られる．

$$\rho = \rho_0 \frac{V_0}{V} \quad (4)$$

Macdonald により，式 (1) の簡易式が次式で与えられている [2]．

$$\frac{V}{V_0} = \{1 + n\beta_0(p - p_0)\}^{-1/n} \quad (5)$$

ここで， β_0 は p_0 における圧縮率， n は定数である．圧縮率は体積弾性率の逆数である．定数 n は，水の場合 6～7 程度の値である．

圧縮率 β は，次式で計算できる [1]．

$$\beta = \frac{0.4343C' V_0}{B + p} \frac{1}{V} \quad (6)$$

2 海水の圧縮性

海水の状態方程式は，Li により次式で与えられている [1] [3]．

$$V = V_0 - (1 - S \times 10^{-2}) C \log \frac{B^* + p}{B^* + p_0} \quad (7)$$

ここで， S は重量百分率で表した海水の塩度である． B^* は次式で与えられる．

$$B^* = 2670.8 + 68.9656S + (19.39 - 0.703178S)T - 0.233T^2 \quad (8)$$

参考文献

- [1] Yuan-Hui Li : Equation of state of water and sea water , Journal of Geophysical Research , vol. 72 , no. 10 , pp.2665-2678 (1967) .
- [2] J. Ross Macdonald:Some simple isothermal equations of state , Reviews of Modern Physics , vol. 38 , no. 4 , pp.669-679 (1966) .
- [3] Y. C. ファン : 連続体の力学入門 改訂版 , 培風館 (1980) .