

小口徑圓柱體側向壓力

作用於小口徑圓柱 y 方向側向力，係受圓柱背後流不對稱性引起。KC 數小於 3 以下時，其值比正向力為小，通常可忽略，隨著 KC 數增加，會有非對稱性渦形成，產生不規則性側向力，在此要注意者為，即使此時入射波波形為正弦波，作用在圓柱的正向力則呈規則波壓形。側向力的不規則性係因渦不對稱性造成，因此必須以不規則波概念考慮。

Sarpakaya 曾利用渦系模式理論導出側向力計算公式，堪木·中村將此式修正成單一個渦，利用 Roshko 渦系流束表示，以下列類似 Morison 公式計算

$$dF_L = \frac{1}{2} \rho D u_m^2 C_L dz$$

$$C_L = \begin{cases} 0.245(KC) + 0.245, & KC < 9 \\ -0.155(KC) + 3.85, & 9 < KC < 20 \end{cases}$$

u_m 為水粒子最大速度， C_L 稱為側向力係數(lift coefficient)。

由於即使入射波為單一正弦波作用於圓柱側向力，亦會呈不規則現象，觀察側向力譜，發現在入射波的整數倍週頻率處會出現高峰，側向力可以下式計算

$$dF_L(t) = \frac{1}{2} \rho D u_m^2 \sum_{n=1}^N C_{Ln} \cos(2\pi nft - \varepsilon_n) dz$$

C_{Ln} 為波的 n 倍週頻率側向力成分的側向力係數， ε_n 為各成分側向力與波形間相位差，依實驗得 $\varepsilon_1 = 90^\circ$ ， $\varepsilon_2 = 50^\circ$ ， $\varepsilon_3 = -45^\circ$ ， $\varepsilon_4 = 0$ 。

在 KC 數大領域，計算作用於圓柱波力，必要考量正向力與側向力的合成，此時最重要的事為 2 者間的相位關係。利用 Morison 公式計算出的正向力與利用上式求得側向力合成的波力，會比只考量正向力時，約大 1.4 倍。