

北海道大学 正員 能町純雄
 福島建設(株) " 遠峰孝栄
 " " 〇青木由裕

1. まえがき

水中の捨石基礎の均しは、海洋土木の基幹部門の一つで、海洋施設施工上、頻度のたかい作業であるが、海洋土木の大規模化と海象条件の変化により、水中人力均し方法で対応する事は困難になりつつある。これに変わる工法として、水中締固め機(断面 2.3×2.3 , 高さ 14.0 のトラス構造の下部に重錘 40 のボックスを有する装置)の頂部をクレーンで吊り上げ、捨石面を高さ約 $1.0 \sim 3.0$ の範囲で落下展圧する工法が用いられているが、この場合、その締固め力の見積りは設計上重要である。完全に水中にある物体が水中のある深さから自由に落下して着底する時の衝撃力については、漁礁の強度計算の必要性から既に、中村らによって研究が行われ、成果が得られている。しかし、本工法による締固めに際しては、トラス上部は落下の前方を通じて水上に出ている状態で着底衝撃力を得る事になる。装置の大部分の重量は下部重錘部分とはいえ、トラス部分の付加質量は落下とともに増加するので、この影響も考慮して着底衝撃力に関する考察を行った。

2. 着底速度

締固め機の落下直前の状況を右図に示す。

いま、水底到着以前のある時点の水中にあるトラスの部分の深さを z とし、下部重錘の容積を V 、その断面積を F 、トラス部の平均断面積を a 、締固め機の全重量を W とすれば、この運動方程式は次のようになる。

$$\frac{W}{g} \ddot{z} = W - g\gamma(V + \xi a) - C_D F \dot{z}^2 - C_M \gamma \dot{z} (V + \xi a) \quad (1)$$

上式中、 g : 重力加速度 γ : 海水の密度
 C_D : 抗力係数 C_M : 付加質量係数
 $\dot{z}$: 締固め機の落下速度

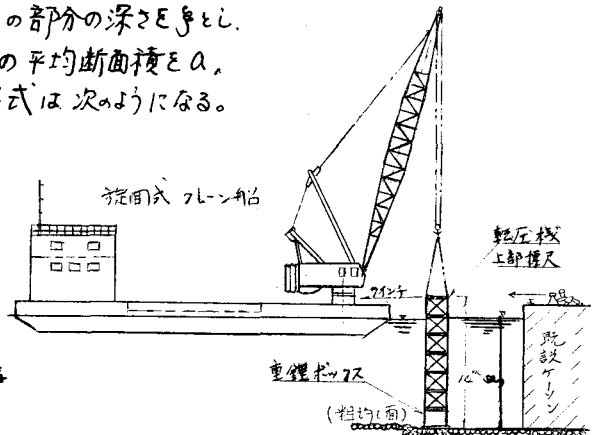
また式(1)は、 $\dot{z}^2 = X$ とおいて、次のように書く事ができる。

$$\frac{dX}{d\xi} (\mu + \xi) + \nu X = 2\phi - 2\xi g / C_M \quad (2)$$

式(2)の特解は、 $\alpha\xi + \beta$ となる。ただし

$$\alpha = -\frac{2g}{C_M(1+\nu)} \quad \beta = \frac{2}{\nu} \left(\phi + \frac{\mu g}{C_M(1+\nu)} \right) \quad (3)$$

$$\mu = \frac{W + g C_M \gamma V}{C_M \gamma a g} \quad \phi = \frac{W - g \gamma V}{C_M \gamma a} \quad \nu = \frac{C_D F}{C_M a} \quad (4)$$



したがって、落下の始にトラス部分が水中に ξ_0 だけ入っていると仮定し補助解を整理すれば式(2)の解は次のようになる。

$$X = v^2 = \alpha \xi + \beta - (\alpha \xi_0 + \beta) \left(\frac{\mu + \xi_0}{\mu + \xi} \right)^\nu \quad (5)$$

上式(5)から、着底時に水中に入るトラス部分の深さを ξ_1 とすれば着底速度 v_c は

$$v_c^2 = \alpha \xi_1 + \beta - (\alpha \xi_0 + \beta) \left(\frac{\mu + \xi_0}{\mu + \xi_1} \right)^\nu \quad (6)$$

3. 錘の水底衝撃力

水底面の抵抗による衝撃力 R は、錘が v_c の速度に由来する力積を底面に与えて、短時間のうちに生じその力 R は運動方程式から下式のようになる。

$$\frac{1}{2} \left\{ \frac{W}{g} + \bar{C}_M \cdot \gamma (V + \xi_1 \cdot a) \right\} v_c^2 = \int_0^{\epsilon} R d\epsilon \quad (7)$$

$$\therefore R = K \epsilon^n$$

したがって、次の式が得られる。

$$\epsilon_{max}^{n+1} = \frac{(n+1) v_c^2}{2K} \left\{ \frac{W}{g} + \bar{C}_M (V + \xi_1 \cdot a) \right\} \quad (8)$$

$$R_{max} = K \cdot \epsilon_{max}^n \quad (9)$$

ただし K : 水底の地盤反力係数, $\bar{C}_M$: 着底時の付加質量係数,
 n : 水底面の条件により定まる値。

4. あとがき

以上、紙面の都合で落錘による水底地盤の衝撃力の基本式を述べたが、帝國機械の施工結果と本式との比較、又、人力均しとの比較検討については講演当日に発表する

参考文献

- 1). Lamb, H.: Hydrodynamics, Chap V. p. 110~156.
- 2). 山本外: 岩波基礎工学 V/15 p16~19
- 3). 中村外: 海中落体の着底衝撃に関する研究
 (水22回海岸工学講演会論文集)