

資料－ 1

エルゴタイムの体重換算について

2011 年 10 月 21 日

強化委員会

以下、Crew JAPAN エルゴ基準の体重別エルゴ基準値を算出する際に用いるエルゴタイムの体重換算要領の考え方について説明する。

1. 何故体重換算する必要があるのか？

エルゴメーターは漕力を計測する道具として有効である。しかし、体の大きい者の方が、当然出力が大きくエルゴの値が良い。これを実際の乗艇での Potential タイムとして評価しようというものである。因みに、ボートの抵抗の 9 割程度はボートの水中抵抗である。水中抵抗はボートの水中濡れ面積（水に浸かっている面積は排水量の 2/3 乗に比例）に比例する。一方、漕力は漕手の除脂肪体重に比例する。簡単な例を挙げると、体重が 1.5 倍の漕手は漕力が 1.5 倍となるが、ボートの抵抗は $1.5^{2/3}=1.3$ 倍にしかならない、即ち、体の大きい漕手の乗ったボートの方が単位重量あたりの濡れ面積 \times 抵抗が相対的に小さくなり、ボートが速く進むことになる。従ってボートは体の大きい者が有利となる。しかし、体の小さい者が必ず弱いという訳ではない、練習不足で高体脂肪率の大きな漕手より、毎日確りトレーニングしている漕手の方がボートを速く進める力がある。ここでは体重換算式を使ってフェアに評価しようとするものである。

2. アドミラルティー係数(Cad)

造船工学で用いる推進性能の簡略式としてアドミラルティー係数 (Cad) がある。これは、形が類似な船型で、推進効率が同等の船では、同一速長比 (V/\sqrt{L} : フルード数) ゾーンでは $Cad = \text{排水量 } \Delta^{2/3} * V^3 / \text{主機馬力(HP)}$ が同一になるというものである。ボートの競技の場合、この条件が当てはまる。(漕手の体重が多少変動しても水に浸かっている船体の形状＝船型は殆ど変わらない。また、艇速の方についても、エイトで 2000m 5'30" ($F_n=0.46$) , シングルスカルで 6'42"程度($F_n=0.56$)であり、マクロで見れば同一速長比のゾーンにある) この式を、艇速 V を求める式に置き換えると次式となる。

$$V = (Cad * HP / \Delta^{2/3})^{1/3} = C_0 * (HP / \Delta^{2/3})^{1/3} \leftarrow \text{①式}$$

3. 漕手 1 人当たりの排水量 (付加重量) :

水の上に浮いている物体は、押しつけられた水の重量＝排水量と同じ浮力を受けて浮かんでいる。(アルキメデスの法則) 従って、排水量＝浮力＝浮かんでいる物体の総重量ということになる。以下、エイト艇を例に取り、排水量を試算する。

排水量 Δ (kg) = ボート本体重量 (min. 96kg) + COX の体重 (min. 55kg) + COX BOX 他 (2kg) + オール (2.7kg * 8 本) + 漕手体重 ($W * 8$ 人) + 諸マージン 2kg

漕手の体重が、75kg の場合、エイトの排水量は 775kg となる。これを漕手人数 8 人で割ると、1 人当たりの排水量は、約 97kg となる。即ち、一人あたりの平均排水量は、以下の算式となる。

資料－ 1

一人当たり排水量 $\Delta' = W + 22\text{kg}$ となる。←②式

他の艇種も含め、漕手一人当たりの付加重量を加重平均すると、**22kg** となる。(資料－ 2 参照)
エルゴ体重換算式に用いる付加重量を艇種毎に変えるのは煩雑なので、**Crew JAPAN** 体重換算では、**22kg** を採用する。

4. 乗艇に於ける漕力・体重と艇速の関係

アドミラルティー係数から求めた①式に、漕手一人当たりの排水量 Δ' ②式を入れると次の式となる。(実際にはエイト全体の排水量式を使うのが正しいが、誤差も無視しうる程度なので簡略して②式を使う)

$$V = C_0 * (HP / (W + 22)^{(2/3)})^{(1/3)} \leftarrow \text{③式}$$

5. 流体抵抗型エルゴメーター (Concept2 式エルゴ) での漕力換算値 A2

ここでは流体抵抗型エルゴである C2 式エルゴの計測値を漕手一人当たりの排水量 (体重) で無次元化した換算値 A2 式について説明する。

C2 式エルゴでの漕手漕力 HP は次式で表される。HP = 抵抗 $R * v = (C_2 * v^2) * V = C_2 * v^3 \leftarrow \text{④式}$

④式の v は単位時間 T(分) あたりのエルゴメーター漕破距離 D(m) を示す。

$$\text{即ち、} v = D / T (\text{m/分}) \leftarrow \text{⑤式}$$

⑤式を④式に入れると、 $HP = C_2 * v^3 = C_2 * (D/T)^3 \leftarrow \text{⑥式}$

更に、⑥式を③式に入れると、 $V = C_0 * (C_2 * (D/T)^3 / (W + 22)^{(2/3)})^{(1/3)}$

$$= C_3 * (D/T) / (W + 22)^{(2/9)} \leftarrow \text{⑦式}$$

⑦式を簡略化したものを体重換算値 A2 とし、 $A_2 = (D/T) / (W + 22)^{(2/9)} \leftarrow \text{⑧式}$ となる。

上記漕力換算値 A2 は、漕手のエルゴ漕破速度(D/T)を、漕手 1 人当たりの排水量 (W+22kg) で無次元化した数値である。即ち、この A2 値が同一の場合、ボートを進める推進効率 (技量) が同一レベルの漕手であれば、実際のボートの速度は同一となる。

6. 漕力換算値 A2 を用いたエルゴ記録体重換算要領 :

ある漕手が、元の体重 (W0)、エルゴタイムを T0) から、体重が W1 に変化した際に、実際の乗艇タイムを悪化させないために必要なエルゴタイム T1 は、以下の算式にて計算できる。

$$T_1 = T_0 * ((W_1 + 22) / (W_0 + 22))^{(-2/9)} \leftarrow \text{⑨式}$$

上の式に $T_0 = 6'35''6$ 、 $W_0 = 70\text{kg}$ 、 $W_1 = 75\text{kg}$ を代入すると、75kg 換算タイム $T_1 = 6'31''0$ となる。

以上