

船舶への風力発電機導入に伴うエネルギー収支

酒井 久治

(東京海洋大学 海洋環境学科 環境テクノロジー学講座)

【目的】 風力発電機を船舶に設置すると、発電と同時に抗力を受ける。この抗力は、船体の推進抵抗を増加させ、推進機関である主機出力を増加させる。風力発電機による発電電力と主機出力増加分を考察し、エネルギー収支から風力発電機の運転運航条件を検討する。

【方法】 トラックに荷台上、前後方向の移動のみを許容する台車を設置し、その上に風力発電機を設置した。トラックを各種の一定車速で走行させたときの風力発電機の発電電力および抗力、瞬間風速を、1秒毎にデータロガーに記録した。

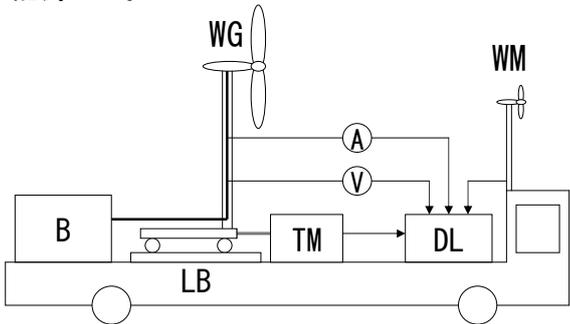


Fig. 1. 実験装置

WG: 風力発電機, B: 蓄電池, TM: ロードセル, WM: 風速計
LB: 挑戦軸受, DL: データロガー, A: 電流計, V: 電圧計

【装置】

種類	水平軸3翼プロペラ式アップウィンド型
ロータ直径	1800mm
定格出力	1kW(12.5m/s)
出力電圧	DC25V
カットイン風速	2.5m/s
カットアウト風速	50m/s

【結果】 データは、一定車速で走行させた計測時間内の平均値とした。計測値を、横軸に瞬間風速、縦軸にそれぞれ発電電力および抗力を取り、Fig2に示した。

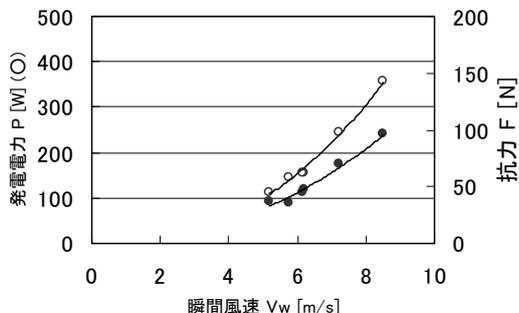


Fig. 2. 瞬間風速と、発電電力および抗力の関係

$$\begin{aligned} \text{発電電力 } P &= 2.169V_w^{2.3786} & (1) \\ \text{抗力 } F &= 0.9418V_w^{2.1549} & (2) \end{aligned}$$

【考察】 Fig.3に示すように、相対風向 θ [°] から風速 V_w [m/s] の風が入力すると、風力発電機は(1)式に示す電力 P_w [W] を発電する。また(2)式に示す抗力 F [N] を受ける。この分力 F_y が推進抵抗の増加分になる。

船舶を船速 V [kt] で推進させる場合、Fig.4に示す有効馬力の増加分 ΔP_{EHP} は $1852F_y V / 3600$ であり、推進効率を η とすると、主機出力増加分 ΔP は $\Delta P_{EHP} / \eta$ である。したがって、エネルギー収支 P は $P = P_w - \Delta P$ になる。

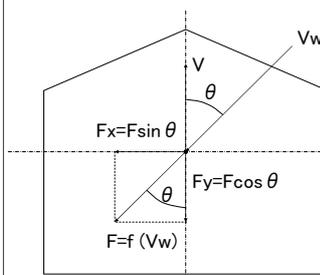


Fig. 3. 相対風速と抗力の関係

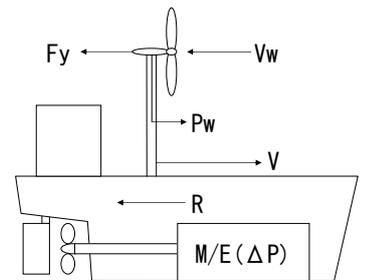


Fig. 4. 推進モデル

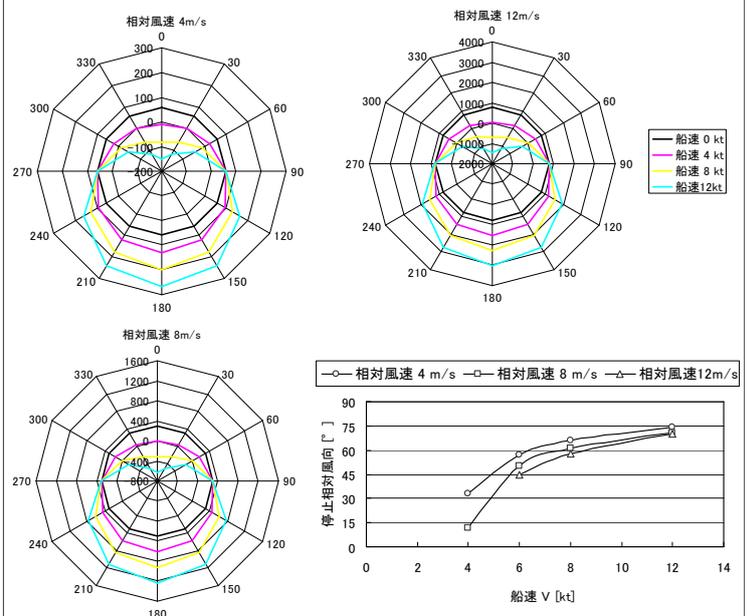


Fig. 5. エネルギー収支

Fig. 6. 風力発電機の停止条件

Fig.5は、推進効率0.55において、相対風速4, 8, 12 m/sにおける船速0から12ktまでのエネルギー収支を示す。また、Fig.6に示す曲線は、風力発電機を停止させる必要のある船速と相対風速の条件を示す。