

1105 大型風力発電の LCA に関する一考察

A Consideration on LCA of Large Scale Wind Turbine Generators

○陳 明 (足利工大) 正 根本 泰行 (足利工大) 正 牛山 泉 (足利工大)

Ming CHEN, Yasuyuki NEMOTO and Izumi USHIYAMA, Ashikaga Institute of Technology,
268-Omae-cho, Ashikaga-shi Tochigi-ken, 326-8558, Japan

Key Words: wind turbine, life cycle assessment, environmental impact assessment,

1. 序論

近年, 地球温暖化の問題が顕在化する中, 風力発電の導入が各国で進められている。昨年の世界の風力発電の導入量は 19,865MW であり, 2007 年末時点での総設備容量は 93,864MW に達するまでになった。

こうした中, これまで「環境にやさしい」とされてきた風力発電の大規模開発が環境に及ぼす影響について厳しい目が向けられるようになってきた。しかしながら, 風力発電の環境影響について調べた研究例はまだ少ないのが現状である。

著者らは, 欧州最大手の風力発電機メーカーである Vestas 社が自社の 3MW 風力発電機に対して行った LCA (ライフサイクルアセスメント) のデータ⁽¹⁾⁽²⁾をベースにして独自に大型風力発電機の LCA を行い, 環境影響 (CO₂ 排出量/獲得エネルギー比, 投入エネルギー/獲得エネルギー比) について考察したので報告する。

2. Vestas 社 LCA との比較

本研究の分析対象は, デンマーク Vestas 社の風力発電機 V90-3.0MW とした。定格出力 3 MW のピッチコントロール型・同期式風力発電機である。その仕様を表 1 に示す。⁽¹⁾

本研究では, 第 1 段階として, Vestas 社データおよび(社)産業環境管理協会の JLCA-LCA データベースを用いて, 3 MW 風力発電機の LCI (ライフサイクル・インベントリ) を行い, 結果を Vestas 社が実施した LCI 結果⁽²⁾と比較した。

計算を行うにあたり使用した風力発電機各部の重量の値と, その材料に関する仮定を表 2 に, 設備利用率や使用年数などに関する仮定を表 3 に示す。計算では, 設備利用率を 30%, 使用年数を 20 年, 設置した風力発電機の半数で減速機の交換が必要になると仮定した。

分析の結果, 今回行った LCI の結果は Vestas 社のものと同様の値が得られていることを確認できた。

3. 工程別・部品別・材料別の環境負荷

第 2 段階として, 得られた LCI 結果を分析し, 工程別・部品別・材料別の環境負荷 (CO₂ 排出量/獲得エネルギー比, 投入エネルギー/獲得エネルギー比) を算出し, 考察した。

工程別の CO₂ 排出量/獲得エネルギー比を図 1 に示す。工程別では, 基礎 53.5%・タワー製造 30.1%・風力発電機本体製造 14.9%の順で CO₂ 排出量の占める割合が大きく, 運転保守の占める割合は小さいことがわかった。

部品別の CO₂ 排出量/獲得エネルギー比を図 2 に示す。部品別では, ハブおよびノーズコーン 29.6%, ギアボックス 18.8%となり, これに比べるとブレードおよび発電機の占める割合が小さいことがわかった。

Table 1 Specifications of Vestas V90-3.0MW WTG

Items	Specification
Rated output:	3000kW
Cut-in wind speed:	4m/s
Nominal wind speed:	15m/s
Cut-out wind speed:	25m/s
hub height:	105m
Rotor diameter:	90m
Number of blades:	3
Operational interval:	8.6-18.4rpm
Power regulation:	pitch/OptiSpeed
Generator type:	Asynchronous with Optispeed
Gearbox type:	Two planetary and one helical stage

Table 2 Assumption of LCA (1)

Items	Weight(t)	Material
Tower	275	steel
Nacelle	Gearbox	23 steel(98%)+copper(1%)+aluminum(1%)
	Generator	8.5 steel(65%)+copper(35%)
	Transformer	8 steel
	Others	37 steel(85%)+copper(4%)+aluminum(8%)+glass reinforced plastic(3%)
	total	76.5
Rotor	Blade*3	6.6 prepreg(glass fibre)
	Hub	8.5 cast iron
	Nose cone	11.5 fibre glass reinforced polyester
	Others	13.4 steel
	Total	40
Foundation	1200	concrete
Cables	2.1	copper

材料別の CO₂ 排出量／獲得エネルギー比を図 2 に示す。材料別では、コンクリート 54.3%、鉄鋼 39.3%となり、それ以外の材料の占める割合は小さいことがわかった。

これらの結果から、大型風力発電機の更なる CO₂ 排出量削減のためには、基礎およびタワーの軽量化が重要であるといえることができる。

4. 設備利用率が環境負荷に与える影響

第 3 段階として、風車設備利用率が CO₂ 排出量／獲得エネルギー比に与える影響について感度分析を行った。結果を図 4 に示す。図より、設備利用率・平均風速が上昇するにつれ、CO₂ 排出量は大きく減少していくことがわかる。発電コスト低減だけでなく、CO₂ 排出量削減の観点からも、風車設置位置の選定が重要となる。

5. 結論

Vestas 社の 3MW 風力発電機に対して LCA を行った結果、以下の事柄がわかった。

- ・ 工程別では、基礎・タワー製造・風力発電機本体製造の順で CO₂ 排出量の占める割合が大きい。
- ・ 部品別では、ハブおよびノーズコーン、ギアボックスの占める割合が大きい。
- ・ 材料別では、コンクリート、鉄鋼の占める割合は大きい。

参考文献

- (1) General Specification V90-3.0MW 60Hz Variable Speed Turbine, Vestas, 2004.
- (2) Life Cycle Assessment of Offshore and Onshore Sited Wind Power Plants Based on Vestas V90-3.0MW Turbines, Vestas, 2006.
- (3) JLCA-LCA データベース, (社)産業環境管理協会

Table 3 Assumption of LCA (2)

Category		Assumption
Operation	Capacity factor	30.02%
	Power generation	789GW/y
	Life time	20y
Maintenance	Gearbox replacement	11.5t/20y
	Inspection by car	2,400km/y
Disposal	100% recycling	

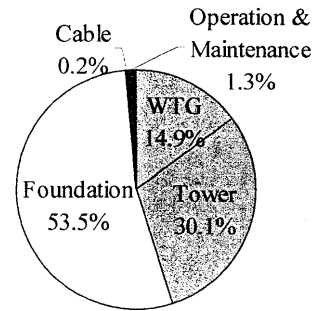


Figure 1 CO₂ emission rate of each stage and part

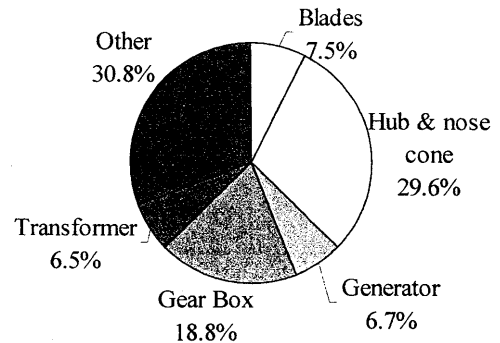


Figure 2 CO₂ emission rate of each part of WTG

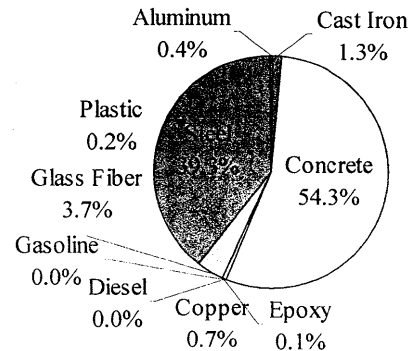


Figure 3 CO₂ emission rate of each material

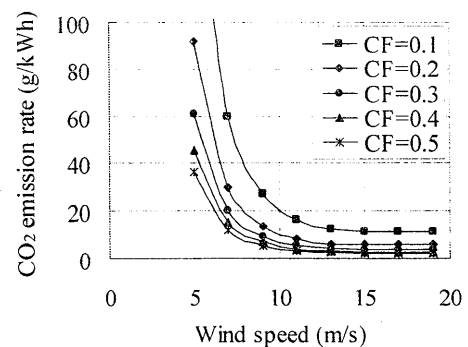


Figure 4 CO₂ emission rate and capacity factor