

三菱重工の新1000 kW風車， MWT-1000A

Mitsubishi New Wind Turbine, MWT-1000A

上田悦紀*1 井上厚助*2
柴田昌明*3 林義之*4



1. はじめに

近年、欧米・国内ともに風力発電市場は急拡大している。特に最近5年間は、全世界で年平均35%増の成長を続けている。こうした世界的な風力発電の拡大により、これまで風力発電に最も適しているとされてきた年平均風速10 m/s程度の強風速地域は開発尽くされつつあり、主力市場は比較的風の弱い地域（IEC：International Electrotechnical CommissionのClass II，年平均風速8.5 m/s）に移行している。

図1にIECに規定されている、1年間の風速出現頻度分布を示す（年平均風速8.5 m/s，レーリー分布）。一般的に風車が定格出力で運転し始めるのは13 m/s付近である。しかし図において13 m/s以上の風速出現頻度は約15%にすぎず、大半は定格出力以下で運転する部分負荷帯になる。このため、風力発電事業者は、この部分負荷帯で、より多く発電できる高性能風車を望んでいる。

これらの市場動向を踏まえ、当社は部分負荷帯で高效率発電を実現する低風速地域向け1000 kW風車，MWT-1000Aを開発した。ここでは、MWT-1000Aの特長と運転実績を紹介する。

2. MWT-1000Aの特長

表1にMWT-1000Aの仕様を示す。比較用に、当社の強風速域（IEC Class II：年平均風速10 m/s）向け1000 kW風車，MWT-1000も併記した。翼長を26.8 mから29.5 mに伸展し、ロータ径を57 mから61.4 mに拡大したことにより、受風面積は約16%増加し、これが出力増加につながっている。翼

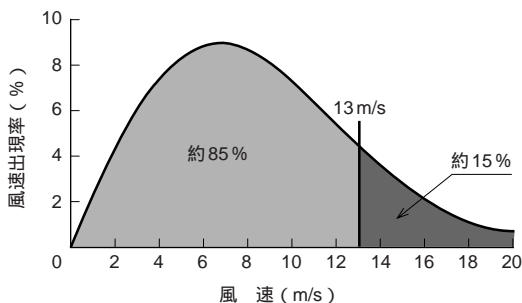


図1 IECにおける風速出現頻度分布（平均風速8.5 m/s）

は単純なスケール設計ではなく、翼型・材料・構造等に大幅な改良を加えた。MWT-1000Aの特長をまとめると、次の3点である。

ロータ径を拡大し、低風速域での出力を向上した。

設計工夫で翼の比強度を向上し、重量増の抑制と29.5 mへの伸展を両立した。

風車本体の設計は、142台納入して高い信頼性が実証されているMWT-1000の設計を踏襲した。

MWT-1000Aは、これらの特長が市場に評価され、初号機（試作機，タイトル図左）が2002年12月に米国テキサス州で運開して以来、この1年で既に計245基を受注・納入しており、更に数百台の商談が進んでいる（表2）。

3. MWT-1000Aの性能

(1) 出力性能

図2にMWT-1000Aのパワーカーブを示す。低風速域

表1 MWT-1000Aの仕様

機種	MWT-1000A	MWT-1000
定格出力 (kW)	1000/250	
ロータ径 (m)	61.4	57
受風面積 (m ²)	2960	2552
回転数 (rpm)	19.8/13.2	21.0/14.0
ハブ高さ (m)	60/68	
定格風速 (m/s)	2.5	3.0
カットイン風速 (m/s)	12.5	13.5
設計条件	IEC Class II	IEC Class I
参照平均風速 (m/s)	8.5	10.0

表2 MWT-1000Aの受注・納入実績

運開年月	設置者	設置場所	台数
2002年12月	プロトタイプ機	米国テキサス州	1
2003年10月	(株)瀬戸ウィンドヒル	愛媛県瀬戸町	1
2003年12月	ユールスエナジーアメリカ	米国オレゴン州	41
2003年12月	テキサスウィンドエナジー	米国テキサス州	160
2004年11月予定	ユールスエナジージャパン	岩手県釜石市	43
合計			245

注：合計にプロトタイプ機の1基は含んでいない。

*1 原動機事業本部タービン技術部タービン技術開発課主席

*2 原動機事業本部タービン技術部タービン技術開発課

*3 長崎造船所風力発電事業グループ主席

*4 技術本部長崎研究所振動研究室

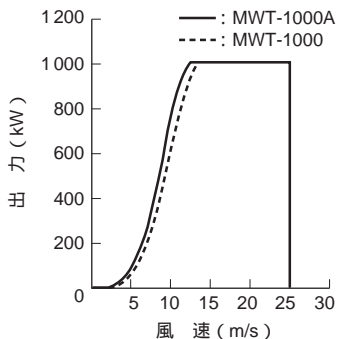


図2 MWT-1000Aのパワーカーブ

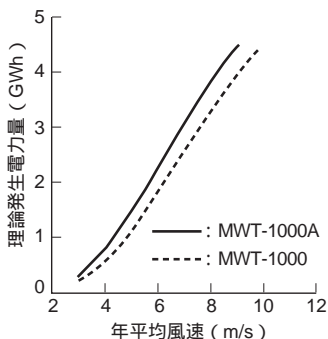


図3 MWT-1000Aの理論発生電力量

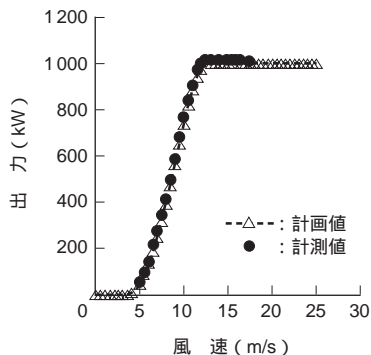


図4 MWT-1000Aの性能試験結果

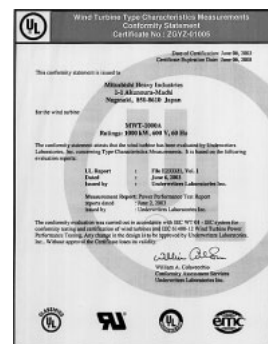


図5 MWT-1000Aの性能試験認定書

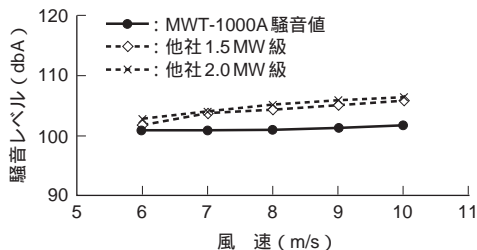


図6 MWT-1000Aの騒音試験結果



(a) ナイフエッジ (b) シャープエッジ

図7 翼先端部形状

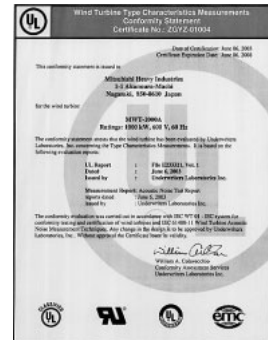


図8 MWT-1000Aの騒音試験認定書

表3 MWT-1000Aの騒音試験結果

風速 (m/s)	6	7	8	9	10
音響パワーレベル (dBA)	100.7	100.7	100.8	101.1	101.5

(6 ~ 8 m/s) の場合の出力は、MWT-1000と比較すると、約25%向上する。図3に風速出現頻度分布をレーリー分布と仮定し求めた年間理論発生電力量のグラフを示す。年平均風速6 m/sと8 m/sにおいて、年間理論発生電力量はそれぞれ23%、15%向上する。

(2) 性能試験

図4にMWT-1000Aの性能を風車の実物で検証した試験結果を示す。試験は、国際的に風車の性能試験能力を保証された第三者機関である米国NREL (National Renewable Energy laboratory) に依頼して、IECの性能試験要領に準じて行った。この結果より、計測値は計画値に比べ、最大12% (風速5 m/s)、平均6% (風速5 ~ 12m/s) 良好な値が得られた。これにより、風車性能の国際認証を得ることができた (図5)。

(3) 騒音試験

表3と図6に騒音試験の結果を示す。騒音試験も性能試験と同様、NRELに依頼し、IECの騒音試験要領に準じて行った。図7に示すように、当社の翼は、先端部のナイフエッジ形状、翼後縁部はシャープエッジ形状を採用している。これらの形状を採用することで、翼後縁部において発生する渦の位相をずらして相殺することで騒音を低減できることが確認されている。これらの工夫により、MWT-1000Aの騒音は、風速8 m/sの場合の音響パワーレベルは100.8 dBAと、他社機と比べても静かである。騒音特性も性能試験と同様、国際認証を得ることができた (図8)。

4. ま と め

当社の新1000 kW風車、MWT-1000Aを紹介した。ここで紹介したのは以下の2点である。

29.5 m翼を開発し、ロータ径を拡大したことにより、部分負荷風速域での性能が向上した。

第三者機関 (NREL) に性能・騒音試験を依頼し、計画値を満足していることを検証した。

現在急成長している風力発電市場では、大型風車 (1000 kW以上)、低風速域対応風車、出力変動が小さい風車、低騒音風車などのニーズがある。当社はこれらのニーズをくみ上げ、地球環境改善に貢献できるように、今後とも技術開発と新製品の提供を続ける所存である。

参考文献

- (1) 上田悦紀ほか、三菱重工の新型風車 (MWT-1000A, MWT-S2000) の開発と運転実績、三菱重工技報 Vol.40 No.4 (2003)
- (2) 藤川卓爾ほか、三菱高性能大形風力発電設備、三菱重工技報 Vol.39 No.3 (2002)
- (3) 高塚汎ほか、1MW風力発電装置の開発、三菱重工技報 Vol.37 No.1 (2000)



上田悦紀 井上厚助 柴田昌明 林義之