

原題	Lidar wind speed measurements from a rotating spinner		
邦題	回転するスピナーからLidarで風速計測	国籍	デンマーク
発表者	Torben Mikkelsen, Risø DTU Roskilde, Denmark; Michael Harris, Natural Power, Malvern UK		
キーワード	Lidar, upstream wind, wind turbine validation		

【概要】

Lidar 観測は、運転中の風力発電機のローターに向かってくる風の、精密観測ができる能力がある。これを風力発電機の運転制御に組み込めば、発電量と負荷の改善を図ることが可能となる。

風力発電機に取り付けた Lidar で前方風況を観測することは、ZephIR のプロトタイプで 2003 年に実施している。

- ・ Nordex N90
- ・ ナセル固定式
- ・ 200m 前方観測

その後、主に通信技術から、光ファイバーなどのコンポーネントが経済性や信頼性ととも発達し、Lidar にも使われるようになった今、Lidar 技術は風力発電機の性能の改善に貢献できる見通しとなった。

ここでは世界では初めてとなる、運転中の風力発電機の回転するスピナーからの、前方風観測を報告する。

- ・ 連続光式 Lidar ZephIR
- ・ Vestas NM80(ハブ高 80m、ローター径 59m)
- ・ Tjæreborg Enge(西デンマーク)
- ・ いくつかのレーザー走査パターンを変化
- ・ 風速、風向、シアアの観測および近傍マストデータとの比較

【セットアップ】

- ・ Lidar を回転するロータースピナーの中に、回転軸のアライン上に仕込み、データとコントロールに遠隔アクセスする。
- ・ 図3: Lidar のスキャン角を 15° と 30° の2通りにセット。回転軸に沿って 46m と 100m(それぞれローター径の 0.58 と 1.24 倍に相当)の前方からの接近風況を観測。レーザービームの距離は、それぞれ 53m と 103m。
- ・ ローターとレーザーが共に回転するので、約 0.8 秒で1周のスキャン。50Hz のレートで PC にデータ取り込み。計算によりローター非回転の場合の回転軸正対方向の固定 360° 風速分布を算出。
- ・ コントロールボリュームは 53m ビームで 5m、103m で 20m。

【結果】

- ・ ローター風上前方約 2/3D と 4/3D の 2 断面の向かい風を、局座標に現す。風の変動(風向?)は平均風速に比べて小さいと仮定し、Lidar のラジアル風速を、風車軸に投影。

(風速の変動)

- ・ 図 4: 2009 年 4 月 30 日の深夜の 4 例。それぞれ 100m 前方の 8 秒間 10 回スキャンの様子。世界初。
- ・ 変動がちな大気安定層の中で、ローター面と規模を比較し得る数秒スケールの、きれいにまとまった乱流構造を含む風が表現されている。
- ・ Taylor の凍結乱流仮説をあてはめると、きれいにまとまった乱流が、検知されてから数秒の後に、そのままの形でローターに影響を及ぼすことになる。その日の風速は 5~8m/s だったので、12~20 秒後に来る マ

シンのコントロールに間に合う。

(風速の分布)

- ・ 図 5: 図 4 と同じだが 10 分間の連続データ。鉛直方向に、向きと大きさの両方において強いシアアが観察される。ローターの鉛直軸に対して平均風速が左右対称となっていない。地上に近い空域で乱流が、より大きい。

(マストデータとの鉛直風速分布比較)

- ・ 図 6: 風力発電機から 300m 風下のマスト風速と Lidar 風速の、10 分間平均値鉛直風速分布の比較。鉛直分布は直線をなして、風速がきれいな層流状態をなしていることがわかる。
- ・ ウェイクと下層境界層との複合的な影響が出ている。
- ・ 観測場所は離れているが、ハブ高さ付近では風速がよく合致する。

(マストデータとの時系列比較)

- ・ 図 7: マスト風速と Lidar 風速の 3 時間の変動を比較。最初の 2.5 時間は良好に合っているが、その後は風速の低下と風向の変化により差異が見られる。マスト位置がウェイクに入ったためである。
- ・ Lidar は有限な観測コントロールボリュームのため、空間的なフィルター効果が出て、高周波変動の捕捉が少ないことがわかる。

【考察】

- ・ IPC (独立ピッチコントロール) へのリアルタイムのコントロールデータ提供により、ヨーエラーや風の大きなシアアからの影響を低減できる。風速中速域運転での発電量の増大が見込まれる。 今後の研究

【結論】

- ・ この Lidar 技術を、風量発電機のアクティブコントロールに応用し、効率改善につなげたい。
- ・ そのために風力発電機のヨーとピッチコントロール機構に入れるためのモデリングと実験を進め、定量分析につなげたい。

備考:

Dong Energy がテスト機 NM80 へのアクセスを、Vestas が NM80 の安全運転を担当。この実験は Windscanner 計画で認められた、デンマーク基礎研究機関プログラムの一環で行なわれた。Dong Energy の NM80 と風況マストのデータは、同時進行の DAN-AERO と TOPFARM 実験プログラムとの間で共有されている。

以上