

# SODAR와 LIDAR를 이용한 풍속 측정

\*지 영미<sup>1)</sup>, 김 현구<sup>2)</sup>, 정 진화<sup>3)</sup>, 한 경섭<sup>4)</sup>, 박 현철<sup>5)</sup>

## Wind speed measurement using SODAR and LIDAR

\*Young Mi Ji, Hyun Goo Kim, Chin Hwa Chung, Kyung Seop Han, Hyun Chul Park

**Abstract** : The wind speed measurement is performed using SODAR and LIDAR to evaluate availability of remote sensing in assessment of wind resource. The intercomparison comprises time series, correlation analysis and recovery rate. It shows that LIDAR is more effective than using SODAR to measure wind speed in ambient disturbance.

**Key words** : SODAR, LIDAR, Remote sensing

subscrip

## 2. 측정 방법

SODAR : SOnic Detection And Ranging

LIDAR : LIght Detection And Ranging

### 2.1 측정원리

## 1. 서 론

최근 국제적인 대체에너지 보급 추세에 따라 풍력발전이 급성장하고 있다. 풍력 터빈의 출력은 풍속의 세제곱에 비례하여 증가한다. 따라서 풍속과 풍향 등 풍황 조건은 풍력발전단지 설계에 있어서 매우 중요한 요소이다. 우리나라와 같이 국토의 70%가 산지로 구성되어 있으며 사계절이 분명해 계절적 특성이 뚜렷한 기후에서 풍황은 매우 복잡하게 나타난다. 또한 지리적 특성으로 인해 해륙풍이 존재하므로 국지적 풍황 예측에 어려움이 있다.

풍력자원량 추정을 위해서 주로 타워관측을 실시하고 있다. 그러나 관측높이의 한계가 있고 설치비용이 높다. 반면 원격관측장비는 이동 및 설치가 쉽고 비용이 저렴하며 측정 높이 설정 변경이 간단하여 앞으로 풍력 자원량 평가를 위한 적용가능성이 기대된다. 풍력발전단지 설계에 원격관측측정 자료를 이용하기 위하여 자료의 신뢰성에 관한 연구가 계속 이루어지고 있고 풍력자원량을 평가한 연구가 보고되고 있다.

본 연구에서는 풍황 원격관측장비 중 음파를 이용하는 SODAR와 레이저를 이용하는 LIDAR를 사용하여 산지지역으로 둘러싸인 지역에서 풍속을 측정하였다. 그리고 원격관측장비를 이용한 풍력자원평가의 기초 연구 자료로 활용하고자 두 장비의 측정 자료를 비교하였다.

SODAR는 음파를 이용하여 LIDAR는 레이저를 이용하여 풍향과 풍속을 측정하는 원격관측장비이다. 본 연구에서 사용한 SODAR는 REMTECH사의 PAO 이다. 설치된 안테나에서 동, 서, 남, 북 및 수직방향으로 여러 주파수의 음파를 발생킨 후 산란 반사된 에코를 수신하여 풍속 및 풍향을 구한다. LIDAR는 Leosphere사의 wind cube를 사용하였다. 동, 서, 남, 북으로 순차적으로 돌아가면서 레이저빔을 발사한 후 반사파를 수신하여 풍속 및 풍향을 구한다.

### 2.2 측정조건

SODAR와 LIDAR의 측정조건을 동일하게 설정하였다. 두 장비를 포항가속기연구소 부근 동일 지점에 설치하였다. 측정지점의 지리적 특성은 반

- 
- 1) 포항공과대학교 풍력특성화대학원  
E-mail : cosmo@postech.ac.kr  
Tel : (054)279-0584 Fax : (054)279-0589
  - 2) 한국에너지기술연구원  
E-mail : hyungoo@kier.re.kr  
Tel : (042)860-3376 Fax : (042)861-6224
  - 3) 포항공과대학교 풍력특성화대학원  
E-mail : cwchung@postech.edu  
Tel : (054)279-0584 Fax : (054)279-0589
  - 4) 포항공과대학교 풍력특성화대학원  
E-mail : kshan@postech.ac.kr  
Tel : (054)279-0584 Fax : (054)279-0589
  - 5) 포항공과대학교 풍력특성화대학원  
E-mail : hcpark@postech.ac.kr  
Tel : (054)279-0584 Fax : (054)279-0589

경 1km 이내의 산지보다 약 10m 정도 낮은 지점에 위치하고 있고 숲으로 둘러싸였다는 점이다. 주풍향은 북동풍과 남서풍이다.



Fig. 1 Topographical map of measurement point



Fig. 2 Installed SODAR and LIDAR

관측높이는 40m부터 130m까지 매 10m간격으로 총 10개의 연직 높이로 설정하였다. 관측지점이 지면고도로부터 약 7m높이에 위치하므로 지상에서 47m에서 137m의 연직 바람을 측정하였다. 측정기간은 2009년 8월 21일부터 9월 27일까지 약 한 달이며 매 10분간의 평균 풍속, 풍향 자료가 생성되도록 하였다.

### 3. 측정 결과

본 논문에서는 SODAR와 LIDAR로 측정한 각 높이별 평균 풍속을 상호 비교해보고 자료회수율에 대하여 논하고자 한다

#### 3.1 측정값 비교

직접적인 자료 비교를 위하여 시간에 대하여 SODAR와 LIDAR의 data를 그래프로 나타내었다. Fig. 3은 40m와 80m의 수평 풍속 시계열 측정자료이다. 그래프로부터 두 장비로 측정한 풍속이 정성적으로 잘 맞음을 확인 할 수 있다. 그러나 풍속이 높은 경우에는 SODAR의 측정이 잘 이루어지지 않았다.

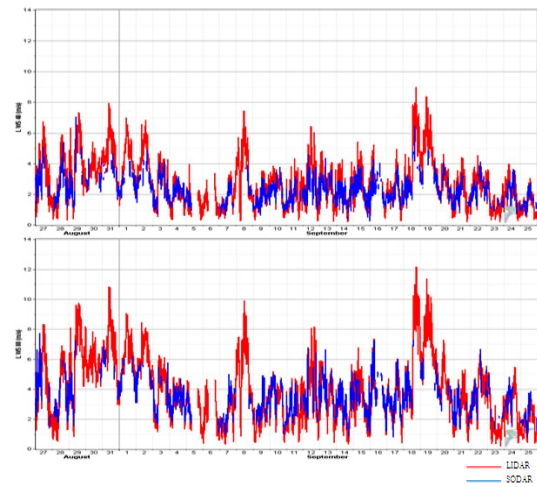


Fig 3. Time series of the horizontal wind speed measured at the 40m and the 80m height

측정값의 상관도를 알아보기 위해 산포도를 그려보았다. Fig4.는 40m와 80m의 산포도이다. 상관성이 높으나 전반적으로 SODAR가 LIDAR보다 풍속이 약간 낮게 측정이 되었다. 높이별로 평균 풍속을 비교하여 보면 SODAR의 측정값이 Lidar보다 평균 0.5m정도 낮게 나타났다.

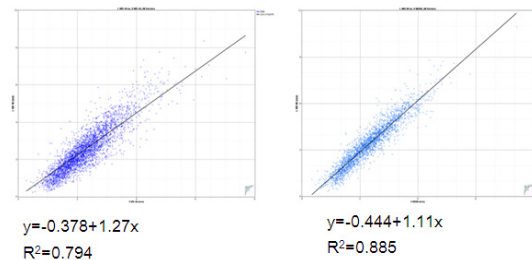


Fig 4. Scatterplots of LIDAR versus SODAR wind speed measured at 40m and 80m height

#### 3.2 자료 회수율

Table 1 은 SODAR와 LIDAR의 자료 회수율이 다. 자료 회수율은 전체 자료의 측정 수에 대한 값이 나온 측정수의 비이다.

LIDAR는 전체 높이에 걸쳐 평균 99.9%의 자료 회수율을 보이고 있으나 SODAR는 40m에서 최대 55.33%이고 높이에 따라 현저히 감소하여 130m에서는 21.42%까지 떨어진다.

자료회수율은 다음 몇 가지 측면에서 분석해 볼 수 있다. 첫 번째로 높이에 따라 감소하는 경향이 나타나는 것은 음파의 예코강도가 떨어지므로 주위 소음의 교란 영향이 상대적으로 높아지기 때문이다. 또한 장비에 따른 평균시간의 영향을 생각할 수 있다. 두 장비의 평균자료를 생성하는 시간을 비교해보면 LIDAR의 경우 1초 간격으로 실시간 자료가 생성되고 다시 10분간 평균

자료가 생성되는 반면 SODAR의 경우 평균풍속을 구하는 시간이 2~60분이므로 측정 높이가 높아질 경우 충분히 긴 시간을 주어야 한다. 고층에서 SODAR의 측정값을 구하는 경우 평균시간 10분은 짧은 것으로 판단된다.

날씨에 따른 영향으로는 우천 시의 경우 SODAR가 거의 측정이 되지 않았다. 비로 인한 소음의 교란 영향 때문이다. 측정기간이 8월에 걸쳐있어서 잦은 강수를 겪었다.

마지막으로 측정 시간에 따라서는 SODAR의 경우 9시에서 22시 사이에 자료회수율이 현저히 낮게 나타났다. 이것은 낮 시간 동안 주위 소음의 영향으로 판단된다. 낮 시간은 약 54dB, 밤시간대는 47dB의 주위 소음이 측정되었다.

#### 4. 결론

원격관측장비의 국지풍향측정 가능성을 살펴 보기 위해 포항가속기연구소 부근에서 실시한 SODAR와 LIDAR의 10분 평균 수평 풍속 측정결과를 비교하였다.

본 연구에서는 풍속의 측정 시 LIDAR보다 SODAR가 외부환경 교란의 영향을 크게 받음을 확인 할 수 있었다. 잦은 우천기간이나 외부 소음이 큰 지역의 풍속자원측정에서는 LIDAR가 더 효과 적인 것으로 판단된다.

#### References

Table 1 Data recovery rate of SODAR and LIDAR

	SODAR(%)	LIDAR(%)
40 M	56.33	100
50 M	53.04	100
60 M	53.15	100
70 M	48.28	100
80 M	47.05	100
90 M	40.68	100
100 M	40.48	100
110 M	31.19	99.84
120 M	30.89	99.67
130 M	21.42	99.49
AVR	42.25	99.90

- [1] S.Vogt and P.Tomas, 1992, "Test of a Phased Array Sodar by Intercomparison with Tower Data" J. of Atmospheric and oceanic technology, Vol 11, pp. 94-102, 1994.
- [2] Crescenti, G.H. 1997. "The degradation of doppler sodar performance due to noise" J. of Atmospheric Environment, Vol 32. No. 9 pp. 1499-1599. 1998
- [3] 이화운, 박순영, 김동혁, 전원배, 차영민, 김현구, 2009, " SODAR관측을 통해 분석한 도심지 상층의 풍력자원 특성", 한국신재생에너지학회 2009년도 춘계학술대회논문집 pp. 557-560.