

10MW 행원 풍력발전단지와 연계된 성산변전소의 모션전압 및 고조파 분석

김 세 호* · 나 경 윤*

Bus Voltage & Harmonic Analysis of Sung-San Substation Connected to the 10MW Hangwon Wind Generation Farm

Se-Ho Kim* · Kyoung-Yun Na*

ABSTRACT

In recent years wind turbine technology has undergone the rapid development in response to the demands for increased use of renewable sources of energy. Using wind turbines for production of electrical energy requires reliable operation. The increased share of wind power in electrical system makes it necessary to have grid-friendly interfaces between the wind turbines and the grid in order to maintain power quality. Increasingly wind turbines are being connected into electricity distribution system. The grid-connected wind power stations have many impacts on power systems such as voltage variations, harmonics. The paper investigates the influences of grid-connected wind power generation system on substation bus voltage in Hang-won, Jeju.

Key Words : Substation Bus Voltage, Voltage Quality, Harmonic, Wind Generation Farm

1. 서 론

풍력발전은 자원의 무한정성, 청정성, 기술의 범용성 등으로 대체에너지원 중 가장 각광받는 전원으로서 전 세계적으로 많은 용량의 발전기가 설치되어 있으며 국내에서는 제주도 행원에 10MW의 풍력발전단지가, 한경에 6MW의 풍력발전시스템이 건설되어 상

업운전을 하고 있다[1-2]. 이러한 풍력발전시스템은 소규모인 경우에는 배전선로에 직접 연결될 수 있으나 운용이나 경제성 측면에서 대규모로 단지가 조성되어 전용선로를 이용하여 배전용 변전소에 직접 연계되어 있다. 그러나 풍력발전은 바람을 이용하는 것이므로 바람의 세기나 방향에 따라 출력 변동이 심하여 변전소로 직접 연계된다 하더라도 전압변동이 나타날 우려가 있다[3,4]. 본 연구에서는 10MW의 풍력발전단지가 연계된 배전용 변전소의 모션전압을 측정하여 전압품질을 분석함으로써 풍력발전이 기존 계통에 미치는 영향을 살펴보고자 한다.

* 제주대학교 대학원 전자전기공학과, 첨단기술연구소
Electronic & Electrical Eng., Graduate School, Cheju Nat'l Univ.,
Res. Inst. of Adv. Tech.

II. 전압품질

우리나라의 전기품질 관리는 전기사업법에 근거하여 전력회사 측에서는 정전시간 및 정전회수, 30분 평균 전압유지율, 주파수 유지율에 대한 목표 관리치를 부여함으로써 적정하게 유지되고 있다. 그러나 정보, 통신, 제어기술의 발달에 따라 정보통신기기, 정밀제어기기, 사무자동화 기기, 전산기기 등의 확대공급에 따른 전기공급은 아주 짧은 시간동안의 품질 저하에도 민감하게 작용하여 생산 활동 장애 등 기회비용이 증가하고 있다.[5,6]

전기품질은 전력계통에서 주어진 시간과 정해진 위치에서 전압과 전류에 의해서 발생하는 다양한 전자기 현상을 참고로 하고 있으며 여러 가지 형태로 정의될 수 있으나 일반적으로 사용되는 IEEE의 전기품질 요소는 Table 1과 같다.

Table 1. Power quality element of IEEE

classification	duration	magnitude
<Short term>		
1. Instantaneous		
Sag	0.5-30 cycles	0.1-0.9 pu
Swell	0.5-30 cycles	1.1-1.8 pu
2. Momentary		
Interruption	0.5 cycles - 3s	< 0.1 pu
Sag	30 cycles - 3s	0.1-0.9 pu
Swell	30 cycles - 3s	1.1-1.4 pu
3. Temporary		
Interruption	3s - 1 min	< 0.1 pu
Sag	3s - 1 min	0.1-0.9 pu
Swell	3s - 1 min	1.1-1.2 pu
<Long Term>		
Outage	> 1 min	0.0 pu
Under Voltage	> 1 min	0.8-0.9 pu
Over Voltage	> 1 min	1.1-1.2 pu
Harmonic	steady state	0-20%

Table 1에서 보는 바와 같이 전기품질은 단주기 변동과 장주기변동으로 구분할 수 있으며 단주기변동은 변동 지속시간에 따라 순시(Instantaneous), 순간(Momentary), 일시(Temporary)의 3가지 범주로 분류된다.

고조파는 공급계통 기본 주파수의 정수배 주파수를

가지는 사인파의 전압이나 전류를 말하며 왜곡된 파형은 기본파와 고조파의 합으로 분리할 수 있다. 고조파 왜형은 계통의 부하와 기기의 비선형적인 특성에 의해 발생되며 고조파 왜형의 정도를 나타내기 위하여 종합 왜형율(Total Harmonic Distortion: THD) 및 조파별 고조파 함유율을 사용하고 있다. 종합 왜형율은 기본파 성분 실효치에 대한 전체 고조파 성분 실효치의 비율로 식 (1)과 같이 나타내며

$$\text{왜형율(THD)} = \frac{\sqrt{\sum_{n=2}^{\infty} V_n^2}}{V_1} \times 100\% \quad (1)$$

조파별 고조파 함유율은 기본파 성분 실효치에 대한 어떤 차수의 고조파 성분 실효치의 비율로 식 (2)와 같이 나타낸다.

$$\frac{n\text{조파의고조파전압}}{\text{기본파전압}} = \frac{V_n}{V_1} \times 100\% \quad (2)$$

여기서,

V_n : 제n차 고조파 전압의 실효치 ($n \geq 2$)

V_1 : 기본파 전압의 실효치

각국에서는 전기 공급자가 소비자에게 전력이 공급됨에 있어서 적정의 전압을 부하에 공급하도록 하기 위해 자체적인 기준을 정하고 있으며 국내(한국전력), 일본, IEEE의 기준을 Table 2에서 4에 수록하였다.

Table 2. Domestic(KEPCO) voltage standard

Harmonic		Voltage	
Standard	THD(%)	Standard	Bound
66kV below	3.0	22.9kV	22.9kV -1% ~ 4%

Table 3. Harmonic standard in Japan

Standard	degree									
	3	5	7	11	13	17	19	23	23-30	Total
Extra High Vol. Network	2.0	2.5	1.5	1.5	1.5	1.0	1.0	0.5	0.5	3.0

Table 4. Harmonic standard of IEEE 519

Voltage	THD	Degree	
		Even harmonic	Odd harmonic
33 kV	3.0%	2.0%	1.0%

III. 사례연구

3.1. 측정대상 계통

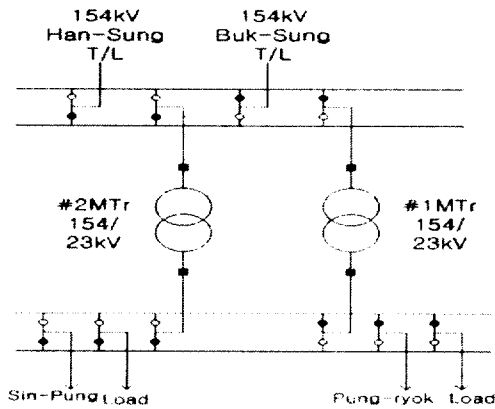


Fig. 1. Hankyoung Substation Network

15기의 풍력발전시스템으로 구성된 행원풍력발전단지에는 총 용량 10MW로서 공장 24.6km의 전용선로(풍력 D/L)로 성산변전소에 연계되어 있으며 성산변전소의 계통도를 Fig. 1에 표시하였다. 풍력발전단지가 변전소 모선의 전압에 미치는 영향을 분석하기 위해 성산변전소 구내의 풍력 D/L과 다른 변압기뱅크에 속해 있는 신평 D/L의 인출점에 두 대의 계측장비를 설치하여 한달 정도 데이터를 취득하였다. 계측장치는 (주)피에스디테크의 PQM(Power Quality Monitoring)장비로서 데이터 취득을 위한 샘플링 시간은 5초로 설정하였다.

3.2. 전압품질 분석

3.2.1. 측정데이터

변전소의 두 군데 D/L의 인출점에서 취득한 데이

터를 이용하여 전압이 규정대로 유지되는지 고조파 왜형율이 적정한지에 대해 분석하였으며 2일(5월 8일, 5월 19일)에 대한 풍력발전량 및 모선전압의 전압파형을 Fig. 2와 3에 표시하였다. Fig. 2와 3에서 보는 바와 같이 전압의 크기는 규정범위내로 유지되고 있으며 전압변화가 급격한 곳은 ULTC가 동작한 경우에 해당하며 ULTC의 동작시간을 Table 5에 나타내었다. 그러나 모선 전압변화가 규정을 준수하고 있더라도 풍력발전기의 출력이 변동하는 경우에는 풍력발전단지가 연계된 모선에서의 전압변동이 심하다는 것을 알 수 있다.

풍력 D/L모선의 일 데이터의 시간대별 평균, 최대, 최소 전압을 Table 6과 7에 나타내었다. Fig. 4와 5에는 시간대별 전압 데이터가 막대 그래프로 표현되어 있다.

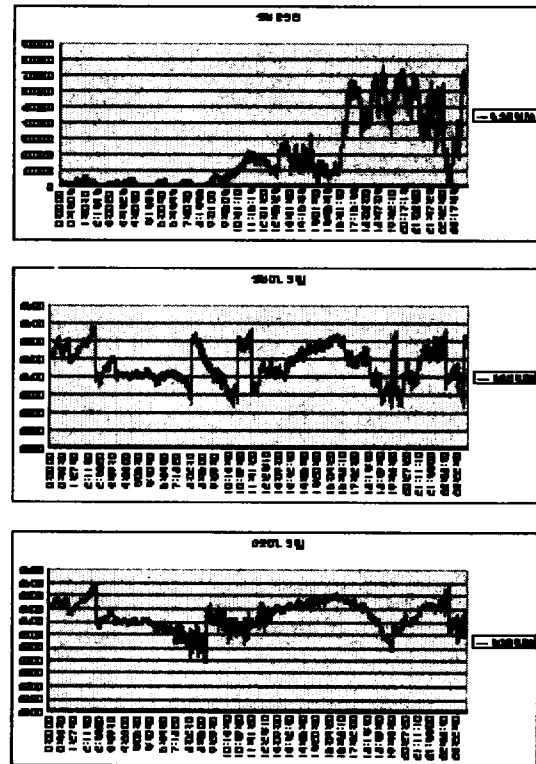


Fig. 2. Wind generation power and bus voltage (May 8th)

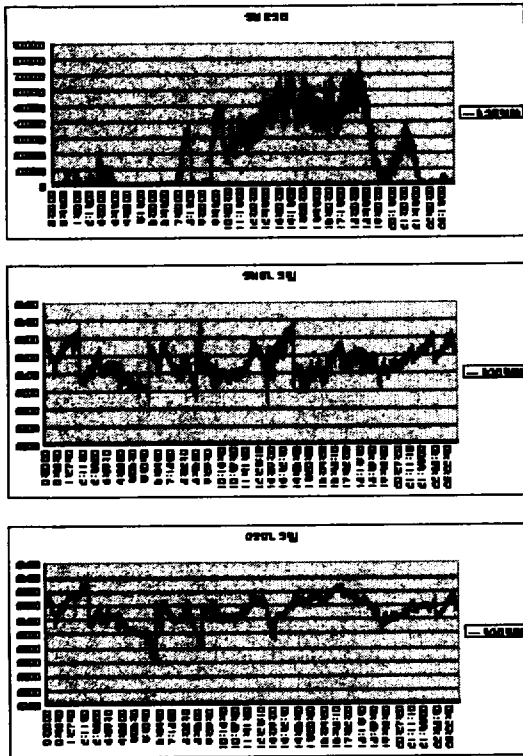


Fig. 3. Wind generation power and bus voltage (May 19th)

Table 5. ULTC operation time

date	operation D/L
May 8th	02:33:05 Pungryok D/L
	02:41:29 Sinpung D/L
	08:05:14 Pungryok D/L
	09:00:30 Sinpung D/L
	10:48:23 Pungryok D/L
	11:33:36 Pungryok D/L
	19:36:20 Pungryok D/L
	19:51:25 Pungryok D/L
	22:39:13 Pungryok D/L
	23:00:09 Sinpung D/L
23:44:39 Pungryok D/L	
May 19th	02:05:11 Pungryok D/L
	02:27:25 Sinpung D/L
	06:01:30 Pungryok D/L
	06:24:42 Sinpung D/L
	08:46:59 Pungryok D/L
	09:02:28 Sinpung D/L
	13:01:01 Pungryok D/L
	14:25:04 Pungryok D/L

Table 6. Voltage per time in Pungryok D/L (May 8th) (Unit : V)

Time	Average	Max.	Min.
0~1	23258.65	23320	23210
1~2	23247.76	23310	23180
2~3	23216.08	23380	23050
3~4	23154.35	23220	23080
4~5	23105.17	23140	23080
5~6	23115.63	23150	23080
6~7	23100.21	23140	23050
7~8	23091.67	23140	23010
8~9	23246.15	23350	22950
9~10	23128.89	23190	23040
10~11	23069.19	23330	22940
11~12	23190.85	23370	23010
12~13	23143.49	23200	23060
13~14	23151.99	23220	23080
14~15	23235.93	23290	23180
15~16	23276.35	23310	23240
16~17	23304.92	23340	23200
17~18	23204.92	23250	23160
18~19	23143.67	23270	23000
19~20	23076.42	23360	22930
20~21	23080.61	23190	22950
21~22	23213.88	23310	23060
22~23	23216.22	23370	23040
23~24	23153.26	23370	22930

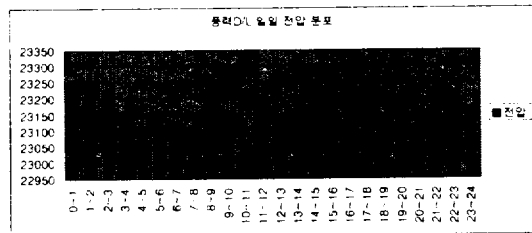


Fig. 4. Bus voltage per time in Pungryok D/L (May 8th)

Table 7. Voltage per time in Pungryok D/L
(May 19th) (Unit : V)

Time	Average	Max.	Min.
0~1	23212.69	23320	23080
1~2	23276.93	23340	23200
2~3	23131.68	23370	23040
3~4	23154.04	23250	23090
4~5	23094.53	23170	23020
5~6	23027.58	23090	22970
6~7	23197.61	23280	22950
7~8	23151.04	23270	23070
8~9	23139.71	23290	22960
9~10	23126.32	23390	23020
10~11	23086.89	23130	23050
11~12	23122.75	23220	23060
12~13	23193.10	23280	23000
13~14	23198.25	23300	22940
14~15	23198.04	23380	23030
15~16	23098.85	23180	23010
16~17	23148.28	23260	23040
17~18	23187.56	23270	23110
18~19	23182.34	23250	23090
19~20	23129.38	23220	23020
20~21	23157.53	23210	23070
21~22	23207.96	23260	23160
22~23	23239.51	23330	23160
23~24	23261.08	23340	23190

Table 8. Harmonic per time in Pungryok D/L
(May 8th) (Unit : %)

Time	Average	Max.	Min.
0~1	1.543125	1.82	1.34
1~2	1.486319	1.71	1.33
2~3	1.523250	1.75	1.36
3~4	1.467806	1.69	1.25
4~5	1.540958	1.77	1.32
5~6	1.542514	1.73	1.36
6~7	1.611306	1.82	1.41
7~8	1.563208	1.76	1.36
8~9	1.562556	1.78	1.41
9~10	1.622403	1.81	1.44
10~11	1.586500	1.80	1.38
11~12	1.464236	1.63	1.33
12~13	1.514069	1.72	1.37
13~14	1.570861	1.75	1.42
14~15	1.501514	1.76	1.29
15~16	1.469111	1.80	1.28
16~17	1.643500	1.88	1.44
17~18	1.478750	1.76	1.24
18~19	1.487844	1.74	1.31
19~20	1.466028	1.73	1.27
20~21	1.462556	2.19	1.25
21~22	1.506667	1.81	1.31
22~23	1.477194	1.74	1.28
23~24	1.441969	1.70	1.1

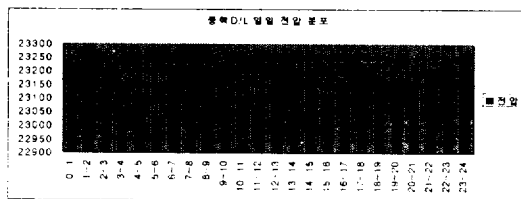


Fig. 5. Bus voltage per time in Pungryok D/L
(May 19th)

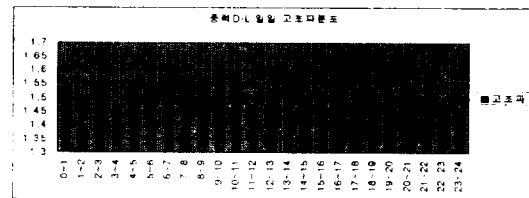


Fig. 6. Harmonic graph per time in Pungryok D/L
(May 8th)

고조파 전압의 왜곡정도를 분석하여 시간별 평균, 최대, 최소 왜형율과 왜형율을 구간으로 나눈 구간별 고조파에 데이터를 수치로 Table 8-15에, 막대그래프로 Fig. 6-13에 표시하였다.

Table 9. Harmonic per section in Pungryok D/L
(May 8th)

Bound	measurement No.	% measurement rate (measurement No. / Sample No.)
1.5% below	6913	40.03823
1.5~2.0%	10352	59.95598
2.0~2.5%	1	0.005792
2.5~3.0%	0	0
3.0% over	0	0

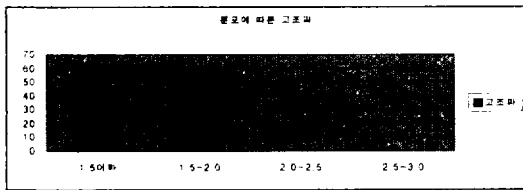


Fig. 7. Harmonic graph per section in Pungryok D/L(May 8th)

Table 10. Harmonic per time in Pungryok D/L (May 19th) (Unit : %)

Time	Average	Max.	Min.
0~1	1.298833	1.50	1.17
1~2	1.298236	1.46	1.17
2~3	1.290583	1.45	1.14
3~4	1.254486	1.49	1.09
4~5	1.402306	1.63	1.07
5~6	1.414681	1.65	1.12
6~7	1.334569	1.54	1.08
7~8	1.411819	1.70	1.18
8~9	1.317736	1.80	1.07
9~10	1.376319	1.62	1.16
10~11	1.380847	1.69	1.12
11~12	1.347542	1.61	1.13
12~13	1.251444	1.68	1.09
13~14	1.340222	1.73	1.10
14~15	1.330778	1.54	1.10
15~16	1.234861	1.49	1.10
16~17	1.226569	1.41	1.12
17~18	1.316222	1.59	1.09
18~19	1.372559	1.65	1.13
19~20	1.351986	1.57	1.18
20~21	1.582361	1.89	1.20
21~22	1.637819	1.85	1.39
22~23	1.583250	1.87	1.34
23~24	1.594125	1.80	1.36

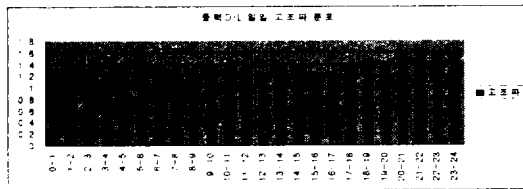


Fig. 8. Harmonic graph per time in Pungryok D/L(May 19th)

Table 11. Harmonic per section in Pungryok D/L (May 19th)

Bound	measurement No.	% measurement rate (measurement No. / Sample No.)
1.5% below	13682	79.17824
1.5~2.0%	3598	20.82176
2.0~2.5%	0	0
2.5~3.0%	0	0
3.0% over	0	0

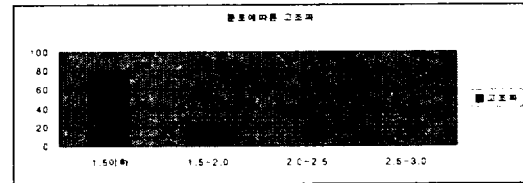


Fig. 9. Harmonic graph per section in Pungryok D/L(May 19th)

Table 12. Harmonic per time in Sinpung D/L (May 8th) (Unit : %)

Time	Average	Max.	Min.
0~1	1.439278	1.89	1.16
1~2	1.440000	1.84	1.18
2~3	1.564944	2.01	1.25
3~4	1.445917	1.85	1.22
4~5	1.480681	2.04	1.29
5~6	1.538875	1.99	1.31
6~7	1.641472	1.99	1.35
7~8	1.559486	1.80	1.35
8~9	1.514333	1.69	1.35
9~10	1.488639	1.68	1.25
10~11	1.450958	1.59	1.27
11~12	1.404847	1.56	1.28
12~13	1.422000	1.83	1.24
13~14	1.429431	1.87	1.22
14~15	1.481861	1.93	1.27
15~16	1.655833	2.05	1.42
16~17	1.569889	2.04	1.35
17~18	1.614139	2.01	1.42
18~19	1.583421	1.97	1.36
19~20	1.621708	2.03	1.38
20~21	1.567931	1.99	1.36
21~22	1.629431	2.01	1.40
22~23	1.631931	2.05	1.30
23~24	1.453833	1.67	1.25

Table 13. Harmonic per time in Sinpung D/L
(May 8th) (Unit : %)

Time	Average	Max.	Min.
0~1	1.272264	1.76	1.06
1~2	1.239708	1.63	1.08
2~3	1.332347	1.95	1.04
3~4	1.294306	1.49	1.09
4~5	1.415250	2.00	1.17
5~6	1.516056	2.03	1.18
6~7	1.323556	1.83	1.11
7~8	1.366528	1.73	1.14
8~9	1.483708	2.09	1.18
9~10	1.463653	1.93	1.21
10~11	1.409306	2.01	1.17
11~12	1.365028	1.81	1.16
12~13	1.348486	1.84	1.13
13~14	1.420611	1.88	1.15
14~15	1.391944	1.80	1.14
15~16	1.461361	2.03	1.13
16~17	1.467236	1.95	1.16
17~18	1.330542	1.68	1.19
18~19	1.409179	2.04	1.21
19~20	1.623458	2.07	1.37
20~21	1.419167	1.93	1.25
21~22	1.449861	1.77	1.26
22~23	1.407681	1.76	1.19
23~24	1.431478	2.02	1.12

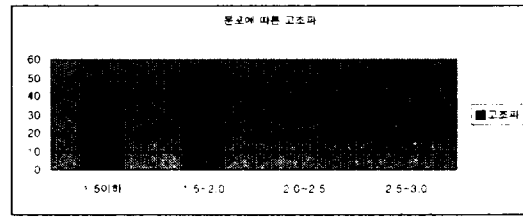


Fig. 11. Harmonic graph per section in Sinpung D/L (May 8th)

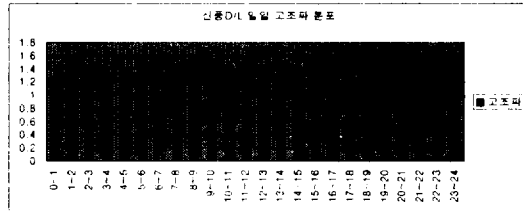


Fig. 12. Harmonic graph per time in Sinpung D/L (May 19th)

Table 15. Harmonic per section in Sinpung D/L
(May 19th)

Bound	measurement No.	% measurement rate (measurement No. / Sample No.)
1.5% below	12,524	72.46008
1.5~2.0%	4,742	27.43578
2.0~2.5%	18	0.104143
2.5~3.0%	0	0
3.0% over	0	0

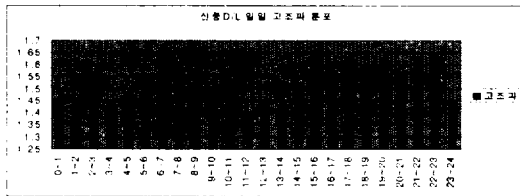


Fig. 10. Harmonic graph per time in Sinpung D/L (May 8th)

Table 14. Harmonic per section in Sinpung D/L
(May 8th)

Bound	measurement No.	% measurement rate (measurement No. / Sample No.)
1.5% below	7450	43.14589
1.5~2.0%	9795	56.7267
2.0~2.5%	22	0.127411
2.5~3.0%	0	0
3.0% over	0	0

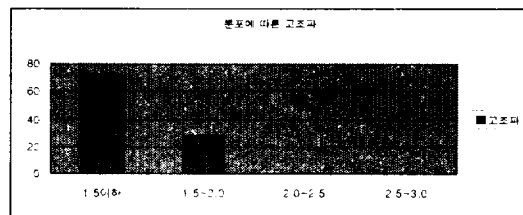


Fig. 13. Harmonic graph per section in Sinpung D/L (May 19th)

Table 16. THD distribution per date of Pungryok D/L

May	THD Distribution(%)				
	1.5% below	1.5 ~ 2.0%	2.0 ~ 2.5%	2.5 ~ 3.0%	3.0% over
1th	18.770	79.035	2.1936	0	0
2th	10.709	82.741	6.5494	0	0
3th	26.246	72.728	1.019	0.00579	0
4th	78.599	21.400	0	0	0
5th	76.584	23.415	0	0	0
6th	71.230	28.769	0	0	0
7th	58.722	41.277	0	0	0
8th	40.038	59.955	0.005	0	0
9th	51.727	48.266	0.0057	0	0
12th	75.105	24.894	0	0	0
13th	90.481	9.5180	0	0	0
14th	77.094	22.905	0	0	0
15th	68.921	31.078	0	0	0
16th	58.614	41.385	0	0	0
17th	74.910	25.089	0	0	0
18th	83.592	16.407	0	0	0
19th	79.178	20.821	0	0	0
20th	78.194	21.805	0	0	0
21th	77.522	22.477	0	0	0
22th	64.920	35.079	0	0	0
23th	80.522	19.477	0	0	0

Table 17. THD distribution per date of Sinpung D/L

May	THD Distribution(%)				
	1.5% below	1.5 ~ 2.0%	2.0 ~ 2.5%	2.5 ~ 3.0%	3.0% over
5th	46.521	53.454	0.023	0	0
6th	63.454	36.406	0.139	0	0
7th	71.859	28.129	0.011	0	0
8th	43.145	56.726	0.127	0	0
9th	55.602	44.281	0.115	0	0
12th	67.148	32.845	0.005	0	0
13th	52.604	47.140	0.254	0	0
14th	74.520	25.468	0.011	0	0
15th	64.303	35.668	0.028	0	0
16th	36.291	63.529	0.179	0	0
17th	68.625	31.304	0.069	0	0
18th	66.496	33.462	0.040	0	0
19th	72.460	27.435	0.104	0	0
20th	69.921	30.067	0.011	0	0
21th	70.094	29.899	0.005	0	0
22th	74.379	25.609	0.011	0	0
23th	65.862	34.137	0	0	0

Table 18. Comparison with Japanese standard (Pungryok D/L)

date (May)	Sample No. over standard							
	3	5	7	11	13	17	19	23
1th	0	0	0	0	0	0	0	1035 (0.2604%)
2th	0	0	0	0	0	0	0	2337 (0.5880%)
3th	2	2	0	0	0	0	0	241 (0.0606%)
4th	0	0	0	0	0	0	0	962 (0.2420%)
5th	0	0	0	0	0	0	0	814 (0.2048%)
6th	0	0	0	0	0	0	0	281 (0.0707%)
7th	0	0	0	0	0	0	0	332 (0.0835%)
8th	0	0	0	0	0	0	0	757 (0.1904%)
9th	0	0	0	0	0	0	0	1567 (0.3942%)
12th	0	0	0	0	0	0	0	2907 (0.7314%)
13th	0	0	0	0	0	0	0	2688 (0.6763%)
14th	0	0	0	0	0	0	0	2573 (0.6473%)
15th	0	0	0	0	0	0	0	2849 (0.7168%)
16th	0	0	0	0	0	0	0	3116 (0.7840%)
17th	0	0	0	0	0	0	0	3866 (0.9727%)
18th	0	0	0	0	0	0	0	1724 (0.4337%)
19th	0	0	0	0	0	0	0	4184 (1.0527%)
20th	0	0	0	0	0	0	0	3570 (0.8982%)
21th	0	0	0	0	0	0	0	4212 (1.0597%)
22th	0	0	0	0	0	0	0	5659 (1.4238%)
23th	0	0	0	0	0	0	0	5738 (1.4437%)

Table 19. Comparison with IEEE standard (Pungryok D/L)

section	Total sample No.	Sample No. over standard	standard overrate(%)
IEEE standard	362840	2(3Harmonic) 3(5Harmonic)	0.001378

날짜별 전압왜형을 분포를 Table 16, 17에 표시하였으며, 5월 10, 11일은 계측장비의 이동으로 인하여 전압측정이 되지 않아 데이터가 생략되어 있다

3.2.2 국내(한전)기준 분석

배전용 변전소 모선의 전압변동에 대한 국내기준은 22.9kV -1% ~ 4% 로서 풍력발전단지가 연계된 모선이나 연계되지 않은 2개의 모선전압 모두 유지범위 내에 속해 있다. 행원 풍력발전단지의 발전기는 비동기식인 유도발전기로서 기동시 돌입전류로 인한 순간적인 전압강하의 우려가 있으나 현재까지 분석된 결과로는 전압변동이 기준치 이내로 유지되고 있음을

알 수 있다. 그러나 변전소 모선의 전압변동이 품질 기준을 준수하고 있지만 풍력발전단지가 연계된 모선의 전압변동이 연계되지 않은 모선보다 전압변동이 크게 나타나고 있다. 이것은 풍속이나 풍향에 따른 풍력발전기의 출력변동이 심하기 때문이며 추후 플리커 측면에서 전압변동을 검토하여야 할 것이다.

3%이내가 기준인 고조파 전압 왜형율에 대해서는 풍력발전기의 순간 돌입전류를 억제하기 위하여 소프트 스타팅 기동방식으로 인한 고조파 발생의 우려가 있으나 기준을 만족함으로써 풍력발전시스템에 대한 고조파의 영향이 크지 않다고 분석된다.

3.2.3. 국제기준 분석

국제기준에 비교해 보면 일본 규정에서는 3, 5, 23 조파 이하(Table 18), IEEE 규정은 3, 5조파(Table 19) 등에서 일부 규정을 벗어나나 전체 측정 데이터 수에 비해 아주 적은 양이므로 일본과 IEEE의 국제 기준은 만족하는 것으로 분석하였다.

IV. 결 론

풍력발전단지와 연계된 변전소의 모선전압을 측정하여 전압품질을 분석한 결과는 다음과 같다.

- 변전소 모선의 전압변동이 품질기준을 준수하고 있지만 풍력발전단지가 연계된 모선의 전압변동이 연계되지 않은 모선보다 크게 나타나고 있다.

- 규정범위내의 전압 유지는 만족스러우나 전압변동은 심하므로 플리커 관점에서 연구가 수행되어야 한다.

- 풍력발전기의 순간 돌입전류를 억제하기 위하여 소프트 스타팅 기동방식으로 인한 고조파 발생의 우려가 있으나 기준을 만족함으로써 풍력발전시스템에 대한 고조파의 영향이 크지 않다고 분석된다.

- 일본이나 IEEE 등의 국제기준과 비교해서도 기준을 벗어나는 사례가 많이 발생되지 않아 국내의 전압품질이 국제 기준을 만족하고 있다고 분석된다.

한달 정도의 기간에 대해 전압 품질을 분석하여 풍력발전단지와 연계된 모선의 전압 변화를 분석할 수 있었으나 장기간 지속적인 데이터의 측정과 분석이

이루어져야만 보다 정확한 풍력발전기의 영향을 파악할 수 있을 것이며 향후 풍력발전기의 기동이나 정지 등 급격한 상황변화에 대하여 고정밀의 계측기를 이용한 전압품질의 측정 및 분석이 필요하다.

본 연구는 한국 전력거래소 제주지사의 지원으로 수행된 결과의 일부이며 한전 제주지사 제주전력소의 협조에 감사드립니다.

참고문헌

- 1) 한국남부발전, 2002, 제주 풍력건설 타당성 보완조사, p. 71-138
- 2) 제주도, 2003. 6 제주도내 풍력발전단지 성능 모니터링 및 평가(II), p. 17-24
- 3) P. D. Ladakakos, M.G. Ioannides, 1998, Assessment of Wind Turbines on the Power Quality of Autonomous Weak Grids, 8th International Conference on Harmonics and Quality of Power, pp. 900-905
- 4) Paul S. Wright, 2001. 4, An Overview of harmonic and flicker emission standards and their associated measurements, Power Engineering Journal, pp. 87-93
- 5) J. Arrillaga, D. A. Bradley, P.S. Bodger, 1985, Power System Harmonics, John Wiley & Sons, p. 110-130
- 6) Wilson E. Kazibwe, Musoke H. Sendaula, 1993, Electric Power Quality Control Techniques, Van Nostrand Reinhold, p. 1-31