

발전기 탈락에 따른 주파수의 전파속도 해석에 관한 연구

A Study on Analysis of Propagation Speed of Power Frequency by Generation Drop

김 학 만* · 박 철 원†
(Hak-Man Kim · Chul-Won Park)

Abstract - The frequency is an important operating parameter of a power system. There is an increasing importance of constant monitoring of frequency to achieve stable power supply by WAMS(wide area monitoring system) and FNET(Frequency Monitoring Network). This paper is part of development of a network-based frequency monitoring and failure prediction system for wide-area intelligent protection relaying. In this paper, analysis of propagation speed of power frequency by generation drop using the PSS/E was carried out. For dynamic analysis, the 11 metropolitan areas offices of KEPCO divided into five groups of Seoul, Gangwon, Chungcheong, Honam, and Yeongnam group, study was performed.

Key Words : Dynamic analysis, FNET, Intelligent protection relaying, Propagation speed, Stable power supply, WAMS

1. 서 론

최근 전력계통에서 위상동기신호를 측정하는 동기페이저(synchro-phasor) 기술이 많은 관심을 받고 있다. 이는 실시간 동기페이저 표준규격인 IEEE C37.118-2005에 입각하여 GPS의 시각정보를 이용하여 측정데이터의 시간을 정밀하게 일치함으로써 위상을 동기시킴으로써 광역계통의 정보들을 보다 정밀하게 취득할 수 있고 상호비교를 통하여 새로운 계통해석 정보를 얻을 수 있다[1]. 근래 동기페이저를 적용한 WAMS(Wide Area Measurement System)를 활발하게 개발하고 있다. 최근에는 동기페이저 기술을 계통제어와 보호에 적용하기 위한 시도들이 계속되고 있다[2].

2009년 한국형 광역 전력계통감시시스템인 K-WAMS가 개발되었다. 이는 시각동기페이저를 이용한 계통 불안정 조기검출/경보 시스템으로 서로 다른 지역의 데이터를 30cycle/sec의 실시간으로 감시 할 수 있다. 이는 육상 계통뿐만 아니라, 제주계통의 주요 154[kV]급 변전소와 HVDC 변환소에 I-PIU(Intelligent Power System Information Unit), PMU(Phasor Measurement Unit)를 설치하고 시험·운영한 결과를 통해 스마트파워그리드 구축을 위한 전략이 제시되었다[3,4]. 2012년 9월15일 한전계통에 총 500[MW] 부하를 차단하는 순환정전이 발생하였을 때, 당일 K-WAMS에서 계측한 위상동기신호에 대한 스펙트럼해석과 모드 해석 결과는, 향후 유사한 광역순환정전시 안정적

인 계통운용에 좋은 참고자료가 될 것으로 여겨진다[5]. 최근 K-WAMS의 상위운영시스템과 I-PIU로 한전계통의 저주파 진동 해석 초기 결과에 대한 논문이 발표되었다[6].

한편, 우리나라 계통에는 중장기적으로 동기페이저장치 계속확대 적용하여 2020년까지 약 200여 기가 설치될 예정이다. 이 시스템과 연계하여 광역계통 실시간 감시 및 제어 WAMAC 시스템과 함께 개선되어 최종적으로 계통의 분리 및 자동복구를 포함한 광역계통 실시간 감시 및 보호 제어기술인 WAMPAC(Wide-Area Monitoring, Protection And Control)로 확대되어 개발될 것이다[7].

근래 광역계통 주파수 과급 측정 및 해석과 관련하여 미국 버지니아 공대 Y. Liu 교수를 중심으로 동기페이저 기술에 따른 고성능 FDR(Frequency Disturbance Recorder)을 이용하여 FNET(Frequency Monitoring Network)가 연구되었다. 이 FNET는 복잡한 대형 계통의 고장 분석, 광역 계통 주파수를 이용한 적응형 저주파 부하차단, 광역계통 주파수 데이터를 이용한 DG 제어 및 협조 등 전력계통의 활용을 위하여 연구가 활발하게 진행되고 있다. 또 Statnett, 북유럽에서도 ABB 등과 함께SCADA 시스템과 통합 광역모니터링의 성과를 가져왔다[8-10]. 한편, 우리나라 계통에 대해서 주파수 과급 측정에 따른 영향을 해석한 연구가 진행되었다. 국내에서도 한국형 FNET에 관한 개발이 시도되었다. 한국 전력 시스템의 규모는 US 전력시스템보다 훨씬 작지만 주파수의 글로벌 행태는 독특한 특성을 가지고 있고, 그 결과는 국내 전력계통 특성 및 글로벌 주파수 동작 사이의 상관관계를 이해하는 데 도움이 될 것이다[7,11-13]

본 논문에서는 광역보호계전 지능화를 위한 네트워크 기반 주파수 모니터링 및 고장예측 시스템 개발과제의 일환으로 PSS/E를 이용하여 우리나라 계통에서 발전기 탈락에 따른 주파수 과급 효과에 대해서 검토하고자 한다[7,11].

† 교신저자 : 강릉원주대학교 전기공학과 교수 · 공박

E-mail : cwpark1@gwnu.ac.kr

* 인천대학교 전기공학과 교수 · 공박

접수일자 : 2014년 11월 11일

수정일자 : 2014년 11월 25일

최종완료 : 2014년 11월 26일

2. 발전기 탈락에 따른 주파수의 영향 해석

발전기나 부하가 갑자기 탈락되면 터빈-발전기의 속도가 상승하게 된다. 이에 과속발생시 즉시 원동기의 입력을 제어하거나 또는 과속을 예측하여 미리 원동기의 입력을 차단하는 제어를 통해 전력계통의 안정도 향상 방안이 요구된다.

본 연구에서는 우리나라 계통에서 발전기 탈락에 따른 주파수의 영향이 파급되는 현상에 대한 계통 해석을 수행하였다. 동특성 해석을 위해서 행정적인 측면에서 구분된 KEPCO의 11개 지역관리처를 표 1과 같이 수도권, 강원권, 충청권, 호남권, 영남권의 5개 영역권 그룹으로 구분하여 검토를 수행하였다. 그림 1은 345[kV] 이상 선로를 표시한 지도에 5개 영역권을 나타낸다. 여기서 HVDC로 연계된 제주 계통은 제외시켰다[7].

표 1 검토 영역

Table 1 Study region

관리처	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	서울	남서울	인천	수원	제천	대전	전주	광주	대구	부산	창원
영역	수도권(I)				강원권(II)		충청권(III)	호남권(IV)		영남권(V)	



그림 1 주파수 특성 검토를 위한 영역

Fig. 1 Grouping region for frequency study

본 연구에서는 단일 발전기 또는 동일 지역의 발전기군의 약 1,000[MW] 탈락을 검토하였다. 표 2는 해당 발전기 군의 영역권, 시설용량과 검토 대상계통에서 발전량을 나타낸다.

주요 발전기 군이 발전한 조류의 공급지를 추적하였다. 이를 위해, 154[kV] 변전소로 유입하는 전력은 해당 지역에서 전력이 사용되고 모선을 기준으로 유입 전력은 비례하여 유출된다는 가정을 수립하였다. 따라서 그림 2와 같이 기준 모선에 대한 유입, 유출되는 전력을 다음과 같이 정의할 수 있다.

그림 2에서 모선 B0을 기준으로 발전기 G1과 G2를 통째로 유입되는 전력을 각각 P_{G1}, P_{G2} 라고 하고 이 전력은 연계 모선인 B1과 B2로 나누어 유출된다. 이 관계는 식(1)과 같이 나타낼 수 있다.

$$P_{G1} + P_{G2} = P_{B1} + P_{B2} \tag{1}$$

표 2 검토 대상 발전기군

Table 2 Study generation group

발전기군	영역권	시설용량 [MW]	발전량 [MW]
인천	I	5,380.3	5,040
울진	II	6,402.2	6,154
보령	III	6,031.7	5,784
영광	IV	6,946.6	6,176
하동	V	3,661	3,479
고리	V	3,258	3,238

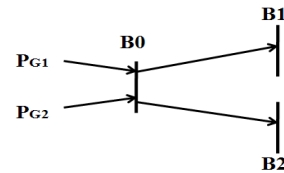


그림 2 유입 및 유출 전력

Fig. 2 Power inflow and outflow

이때 각 발전기의 참여율은 식(2)와 같이 정의할 수 있다.

$$PP_{G1} = \frac{P_{G1}}{P_{G1} + P_{G2}}, PP_{G2} = \frac{P_{G2}}{P_{G1} + P_{G2}} \tag{2}$$

따라서 모선 B0에서 모선 B1으로 흐르는 전류량에서 발전기 G1, G2에서 발전된 양은 식(3)과 같이 계산될 수 있다.

$$SP_{G1B1} = PP_{G1} \times P_{B1} \\ SP_{G2B1} = PP_{G2} \times P_{B1} \tag{3}$$

또한 모선 B0에서 모선 B2로 흐르는 전류량에서 발전기 G1, G2에서 발전된 양은 식(4)와 같이 계산될 수 있다.

$$SP_{G1B2} = PP_{G1} \times P_{B2} \\ SP_{G2B2} = PP_{G2} \times P_{B2} \tag{4}$$

앞서 정의한 모델을 이용하면 검토대상 발전기 군에서 발전한 발전기의 영역권별 공급 관계를 검토할 수 있다. 검토한 결과는 그림 3~그림 8에 나타낸다. 표 3은 대상 발전기 군의 영역권별 전력 공급 특성을 나타낸다.

그림 3~그림 8의 대상 발전기군의 공급 특성을 정리하면 표 3과 같이 표시할 수 있다. 표 3에서 확인할 수 있듯이 인천발전기군은 전체 발전량을 동일영역권에 공급하며, 울진발전기군은 수도권에 62.3[%]를 공급하고 강원권 및 영남권에 일부를 공급한다. 보령발전기군은 강원권을 제외한 전 영역권에 공급하는데 수도권에 58.4[%]를 공급하며, 영광발전기군은 충청권, 호남권, 영남권에 공급하지만 77.8[%]는 동일영역권인 호남권에 공급한다. 하동발전기군은 충청권, 호남권, 영남권에 공급하지만 77[%]를 동일영역권이 영남권에 공급하며, 고리발전기군은 발전량 전체를 동일영역권인 영남권에 공급함을 보인다.

표 3에 나타난 대상 발전기군의 영역권별 공급 특성을 다음

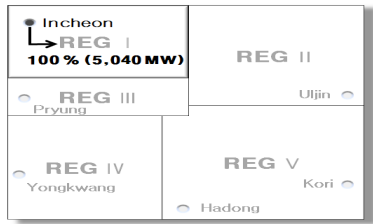


그림 3 인천 발전기군의 전력 공급
Fig. 3 Power supply of Incheon generation group

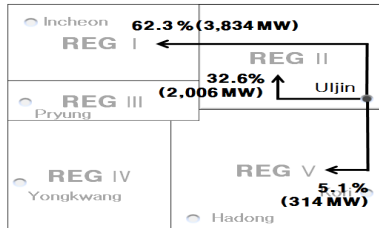


그림 4 울진 발전기군의 전력 공급
Fig. 4 Power supply of Uljin generation group

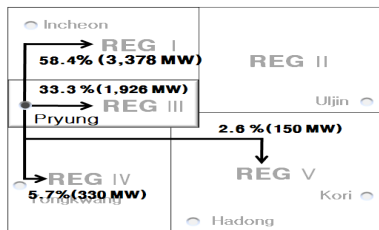


그림 5 보령 발전기군의 전력 공급
Fig. 5 Power supply of Poryong generation group

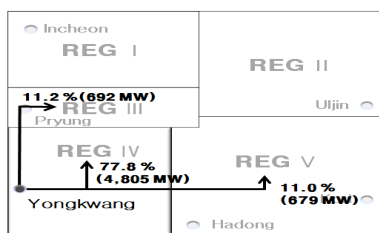


그림 6 영광 발전기군의 전력 공급
Fig. 6 Power supply of Yongkwang generation group

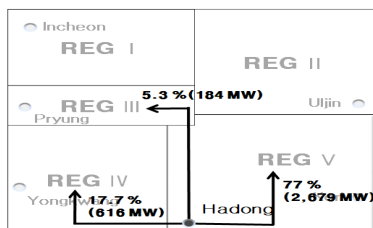


그림 7 하동 발전기군의 전력 공급
Fig. 7 Power supply of Hadong generation group

과 같이 타입별로 세분하면 표 4와 같다. 여기서 타입 1은 동일 영역권만 공급, 타입 2는 타 영역권에도 공급한 경우이다.

대상 발전기군의 발전기(군) 탈락에 대한 주파수를 측정 한 관측지점은 서울, 광주, 대구, 부산으로 하였다.

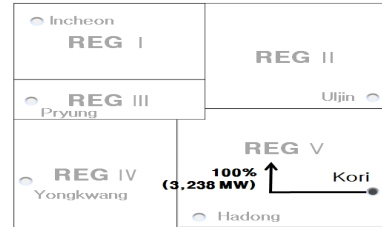


그림 8 고리 발전기군의 전력 공급
Fig. 8 Power supply of Kori generation group

표 3 대상 발전기군의 영역권별 공급 특성
Table 3 Power supply of study generation groups

대상 발전기군	설치 영역	공급 영역	공급 비
인천	I	I	100 %
울진	II	I	62.3 %
		II	32.6 %
		V	5.1 %
보령	III	I	58.4 %
		III	33.3 %
		IV	5.7 %
		V	2.6 %
		V	2.6 %
영광	IV	III	11.2 %
		IV	77.8 %
		V	11.0 %
하동	V	III	5.3%
		IV	17.7 %
		V	77 %
고리	V	V	100 %

표 4 대상 발전기군의 공급 특성 타입
Table 4 Generation types according to power supply

발전기군	영역권	타입
인천	I	타입 1
울진	II	타입 2
보령	III	타입 2
영광	IV	타입 2
하동	V	타입 2
고리	V	타입 1

그림 9는 대상발전기군과 주파수 관측지점을 나타낸다. 여기서 삼각형은 대상발전기군을 나타내며 원은 주파수 관측지점을 나타낸다. 본 연구에서 대상발전기군의 발전기 탈락 (약 1000[MW])에 대한 관측지점에서의 주파수 영향을 검토하기 위해서 타 연구와 동일하게 주파수가 정상상태에서 0.005[Hz] 차이가 날 때 주파수의 영향이 도달할 것으로

가정하였고 주파수의 측정은 PSS/E에서 제공되는 모션 주파수를 광역 계통에서 측정된 주파수라 가정하였다. 또 주파수 속도 계산은 지도상 최단거리를 이용하였다.

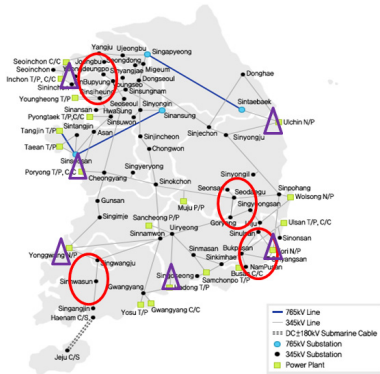


그림 9 대상 발전기군 및 주파수 관측 지점
Fig. 9 Study generation groups and sites for monitoring frequencies

그림 10은 서울에서 측정한 대상발전기군의 발전기 탈락에 대한 주파수 영향을 나타낸다. 그림 10을 이용하여 주파수 영향 파급 도달 시간과 계산된 속도는 표 5와 같다. 표 5의 서울에서 관측한 경우 울진발전기군의 탈락에 의한 주파수 영향이 서울에 도달되는 속도가 가장 빠르며, 보령 지역에는 둘째로 빠르게 도달되는 것을 알 수 있다.

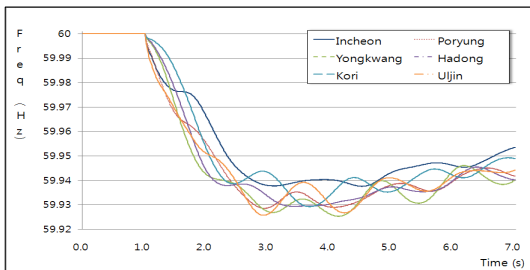


그림 10 서울에서 측정한 대상 발전기군 탈락에 따른 주파수 변동
Fig. 10 Frequencies drop measured from Seoul according to generation drop

그림 11은 광주에서 측정한 대상발전기군의 발전기 탈락에 대한 주파수 영향을 나타낸다. 그림 12는 대구에서 측정한 대상발전기군의 발전기 탈락에 대한 주파수 영향을 나타낸다. 그림 12를 이용하여 주파수 영향 파급 도달 시간과 계산된 속도는 표 7과 같다. 표 7의 대구에서 관측한 경우 영광발전기군과 하동발전기군의 탈락 시 주파수 영향의 도달속도가 가장 빠르게 도달되는 것을 알 수 있다. 그림 13은 부산에서 측정한 대상발전기군의 발전기 탈락에 대한 주파수 영향을 나타낸다. 그림 13을 이용하여 주파수 영향 파급 도달 시간과 계산된 속도는 표 8과 같다. 표 8의 부산에서 관측한 경우 영광발전기군과 하동발전기군의 탈락 시 주파수 영향의 도달속도가 가장 빠르게 도달되는

표 5 서울에서 측정한 대상발전기군 탈락에 따른 주파수 파급 속도

Table 5 Propagation speed of the frequency wave measured from Seoul for the generation trip at generation groups

측정지점 (영역권)	발전기군	도달 시간 [s]	속도 [km/s]	공급 타입 (공급 영역권)
서울 (I)	인천	0.042	800	타입 1 (I)
	보령	0.050	2,583	타입 2 (I, III, IV, V)
	영광	0.133	1,581	타입 2 (III, IV, V)
	하동	0.150	1,939	타입 2 (III, IV, V)
	고리	0.250	1,259	타입 1 (V)
	울진	0.033	6,372	타입 2 (I, II, V)

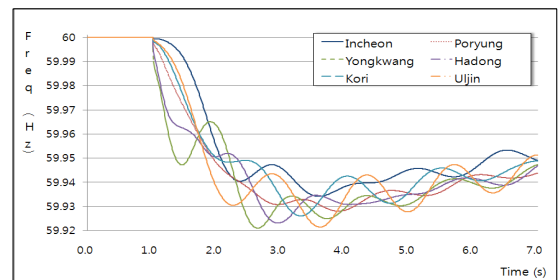


그림 11 광주에서 측정한 대상 발전기군 탈락에 따른 주파수 변동
Fig. 11 Frequencies drop measured from Kwangju according to generation drop

표 6 광주에서 측정한 대상발전기군 탈락에 따른 주파수 파급 속도

Table 6 Propagation speed of the frequency wave measured from Kwangju for the generation trip at generation groups

측정지점 (영역권)	발전기군	도달 시간 [s]	속도 [km/s]	공급 타입 (공급 영역권)
광주 (IV)	인천	0.400	656	타입 1 (I)
	보령	0.083	1,682	타입 2 (I, III, IV, V)
	영광	0.025	2,041	타입 2 (III, IV, V)
	하동	0.025	3,491	타입 2 (III, IV, V)
	고리	0.158	1,358	타입 1 (V)
	울진	0.200	1,531	타입 2 (I, II, V)

것을 알 수 있다. 표 5~표 8의 관측지점 별 대상발전기군의 탈락시 주파수 영향의 도달속도 가장 빠른 2가지 발전기군을 정리하면 표 9와 같다. 표 9에서 확인할 수 있듯이 탈락에 따른 주파수 파급의 도달속도가 빠른 발전기군은 측정지점에 전력을 공급하는 발전기군으로 공급타입을 볼 때는 2개 이상 지역에 공급하는 타입 2의 공급 특성을 가지는 발전기군인 것을 알 수 있다.

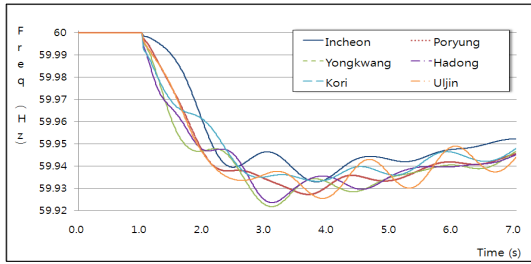


그림 12 대구에서 측정된 대상 발전기군 탈락에 따른 주파수 변동

Fig. 12 Frequencies drop measured from Daegu according to generation drop

표 7 대구에서 측정된 대상발전기군 탈락에 따른 주파수 파급 속도

Table 7 Propagation speed of the frequency wave measured from Daegu for the generation trip at generation groups

측정지점 (영역권)	발전기군	도달 시간 [s]	속도 [km/s]	공급 타입 (공급 영역권)
대구 (V)	인천	0.300	843	타입 1 (I)
	보령	0.108	1,784	타입 2 (I, III, IV, V)
	영광	0.050	4,059	타입 2 (III, IV, V)
	하동	0.033	3,712	타입 2 (III, IV, V)
	고리	0.025	3,501	타입 1 (V)
	울진	0.067	2,270	타입 2 (I, II, V)

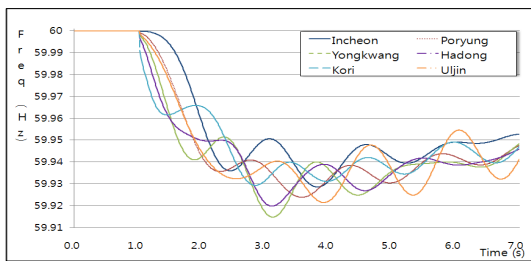


그림 13 부산에서 측정된 대상 발전기군 탈락에 따른 주파수 변동

Fig. 13 Frequencies drop measured from Pusan according to generation drop

표 5~표 8의 관측지점 별 대상발전기군의 탈락시 주파수 영향의 도달속도 가장 느린 2가지 발전기군을 정리하면 표 10과 같다.

표 10에서 확인할 수 있듯이 탈락에 따른 주파수 파급의 도달속도가 느린 발전기군은 거의 대부분 동일영역권에만 공급하는 공급 타입 1의 발전기가 대부분을 차지한다. 대구에서의 측정을 제외하고는 동일영역권에 공급하는 발전기의 경우에도 주파수 영향의 도달속도는 느린 경향을 보인다. 특히, 대구 측정 시 타입 2의 보령발전기군은 보령발전기군의 발전량의 2.6[%]만이 영남권으로 공급되어 상대적으로 미미한 공급 관계가 있었다.

표 8 부산에서 측정된 대상발전기군 탈락에 따른 주파수 파급 속도

Table 8 Propagation speed of the frequency wave measured from Pusan for the generation trip at generation groups

측정지점 (영역권)	발전기군	도달 시간 [s]	속도 [km/s]	공급 타입 (공급 영역권)
부산 (V)	인천	0.458	756	타입 1 (I)
	보령	0.208	1,315	타입 2 (I, III, IV, V)
	영광	0.108	2,317	타입 2 (III, IV, V)
	하동	0.050	2,459	타입 2 (III, IV, V)
	고리	0.025	895	타입 1 (V)
	울진	0.142	1,511	타입 2 (I, II, V)

표 9 관측지점 별 대상발전기군의 탈락시 주파수 영향의 도달속도 가장 빠른 발전기군

Table 9 Generation groups giving a significant impact of frequencies by generation drop

측정지점 (영역권)	발전기군	도달 시간 [s]	속도 [km/s]	공급 타입 (공급 영역권)
서울 (I)	보령	0.050	2,583	타입 2 (I, III, IV, V)
	울진	0.033	6,372	타입 2 (I, II, V)
광주 (IV)	영광	0.025	2,041	타입 2 (III, IV, V)
	하동	0.025	3,491	타입 2 (III, IV, V)
대구 (V)	영광	0.050	4,059	타입 2 (III, IV, V)
	하동	0.033	3,712	타입 2 (III, IV, V)
부산 (V)	영광	0.108	2,317	타입 2 (III, IV, V)
	하동	0.050	2,459	타입 2 (III, IV, V)

표 10 관측지점 별 대상발전기군의 탈락시 주파수 영향의 도달속도 가장 느린 발전기군

Table 10 Generation groups giving a relatively small impact of frequencies by generation drop

측정지점 (영역권)	발전기군	도달 시간 [s]	속도 [km/s]	공급 타입 (공급 영역권)
서울 (I)	인천	0.042	800	타입 1 (I)
	고리	0.250	1,259	타입 1 (V)
광주 (IV)	인천	0.400	656	타입 1 (I)
	고리	0.158	1,358	타입 1 (V)
대구 (V)	인천	0.300	843	타입 1 (I)
	보령	0.108	1,784	타입 2 (I, III, IV, V)
부산 (V)	인천	0.458	756	타입 1 (I)
	고리	0.025	895	타입 1 (V)

3. 결 론

본 연구에서는 우리나라 계통에서 발전기 탈락에 따른 주파수 파급의 전파 속도에 대해서 검토하였고 다음의 결론을 얻을 수 있었다.

(1) 발전기(군) 탈락에 따른 주파수 파급의 도달속도가 빠른 발전기군은 측정지점에 전력을 공급하는 발전기군으로

공급타입에서도 2개 이상 지역에 공급하는 타입 2의 공급 특성을 가지는 발전기군인 것을 확인할 수 있었다.

(2) 발전기(군) 탈락에 따른 주파수 파급의 도달속도가 느린 발전기군은 거의 대부분 동일영역권에만 공급하는 공급 타입 1의 발전기군이거나 해당영역권에 발전량 공급이 미미한 발전기군인 것을 확인할 수 있었다.

References

- [1] IEEE C37.118-2005 Synchro-Phasor for Power System.
- [2] Gang Zheng, Yilu Liu, Ghadir Radman, "Wide Area Frequency Based Generation Trip Event Location Estimation", IEEE General Meeting, pp. 1~6, 2012. 7.
- [3] Sang-Tae Kim, Ji-Young Kim, Wan-Seok Song, Song, Su-Hyung Jang, Young-Don Kim, "Building and Actual Proving K-WAMS in Korea Power Grid," KIEE Summer Conference, pp. 175~176, 2009. 7.
- [4] DaeYun Kwon, IlGwon Jung, DongSu Kim, HyunMo Lee, Gwang-Gyun Jung, DongHoon Jeon, "A Study on a Measurement of Synchro-phasor in Jeju-Island Power System using PMU(Phasor Measurement Unit)," KIEE Summer Conference, pp. 175~176, 2010. 7.
- [5] Kwan-Shik Shim, Sang-Tae Kim, Hae-Kon Nam, Joon-Ho Choi, Bu-Hyun Yoon, "Analysis of Low Frequency Oscillation Based on K-WAMS in 9.15 Rolling Blackout", 2012 KIEE Summer conference, pp. 15~17, 2012. 7.
- [6] Kwan-Shik Shim, Sang-Tae Kim, Hae-Kon Nam · Joon-Ho Choi, "Initial Results of Low Frequency Oscillation Analysis based on Synchrophasor in KEPCO System", The Transactions of the Korean Institute of Electrical Engineers, Vol. 63, No. 1, pp. 1~9, 2014.
- [7] Chul Won Park, "Development of Network Based Frequency Monitoring and Fault Prediction System for Wide Area Intelligent Relaying", 2008 Energy R&D projects, final report, pp. 1~311, 2011. 11.
- [8] Zhian Zhong, Chunchun Xu et al, "Power System Frequency Monitoring Network (FNET) Implementation," IEEE Trans. on Power Systems, Vol. 20, No. 4, pp. 1914~1921, 2005. 11.
- [9] Yilu Liu, "A US-wide power systems frequency monitoring network", IEEE Power Engineering Society General Meeting, pp. 18~22, 2006.
- [10] Jin Dong, Xiao Ma, Seddik M. Djouadi, Husheng Li and Teja Kuruganti, "Real-Time Prediction of Power System Frequency in FNET: A State Space Approach", IEEE SmartGridComm 2013 Symposium, Cyber-Physical WAMPAC, pp. 109~114, 2013.
- [11] K. S. Kook, Y. Liu, and M. J. Bang, "Global behaviour of power system frequency in Korean power system for the application of frequency monitoring network," IET Gener. Transm. Distrib., Vol. 2, No. 5, pp. 764~774, 2008.
- [12] Chul Won Park, Yoon Sang Kim, "A Monitoring System Development for a new-type of Korean FNET", Modern Electric Power Systems 2010, paper P44, pp. 1~4, Poland, 2010.
- [13] Jin Dong, Xiao Ma, Seddik M. Djouadi, Husheng Li and Teja Kuruganti, "Real-Time Prediction of Power System Frequency in FNET: A State Space Approach", IEEE SmartGridComm 2013 Symposium, Cyber-Physical WAMPAC, pp. 109~114, 2013.

저 자 소 개



김 학 만 (金學萬)

1966년 2월 11일생. 1991년 성균관대학교 전기공학과 졸업 1998년 성균관대학교 대학원 전기공학과 졸업(공박), 2011년 일본 Tohoku(東北)대학교 정보과학연구과 졸업(공박), 1996년~2008년 한국전기연구원 전력연구단 선임연구원, 2008년~현재 인천시립대학교 전기공학과 교수.

Tel : 032-835-8769

E-mail : hmkim@incheon.ac.kr



박 철 원 (朴哲圓)

1961년 8월 13일생. 1988년 성균관대학교 전기공학과 졸업, 1996년 성균관대학교 대학원 전기공학과 졸업(공박), 1997년~2007년 국립강릉원주대학교 전기공학과 전임강사, 조교수, 부교수, 2007년~현재 국립강릉원주대학교 전기공학과 정교수, 2011년~현재 대한전기학회 전력기술위원회 이사, 2012년~현재 대한전기학회 논문지(P권) 편집위원장.

Tel : 033-760-8786

Lab : 033-760-8796

Fax : 033-760-8781

E-mail : cwpark1@gwnu.ac.kr