

재생e 수용확대를 위한 주파수 유지기준 정상화 추진

한국전력공사

송변전운영처 계통운영부

차장 이경상 *Ph.D., PE, MBA, PMP*



목차

1. 배경
2. 주파수 유지기준의 정상화 필요성
3. 주파수 유지기준 개정(안)
4. 결론

1. 배경

배경

- ☑ 전력계통 신뢰도 및 전기품질 유지기준 제4조 (계통주파수 조정 및 유지범위)
 - ('19.11 개정 전) 평상시와 비상상황으로 주파수 유지범위를 설정
 - “계통주파수를 평상시 $60 \pm 0.2\text{Hz}$ 의 범위 이내로 유지하여야 한다. 다만 비상상황의 경우에는 $62\text{Hz} \sim 57.5\text{Hz}$ 범위 내에서 유지할 수 있다”
 - 기존의 주파수 유지기준은 예비력 요구량을 산정하는 원칙이나 운영상 요구되는 예비력을 반영하지 못함 (당시 주파수 조정예비력, 대기대체 예비력으로 최소 4GW 확보)
 - 운영예비력 분류 및 산정 원칙을 설정하기 위하여 연구과제 시행(“운영예비력 기준 설정 및 적용방안에 관한 연구[전력거래소&한전 송변전운영처 공동, 한국전기연구원 수행('16.5~17.7)”)

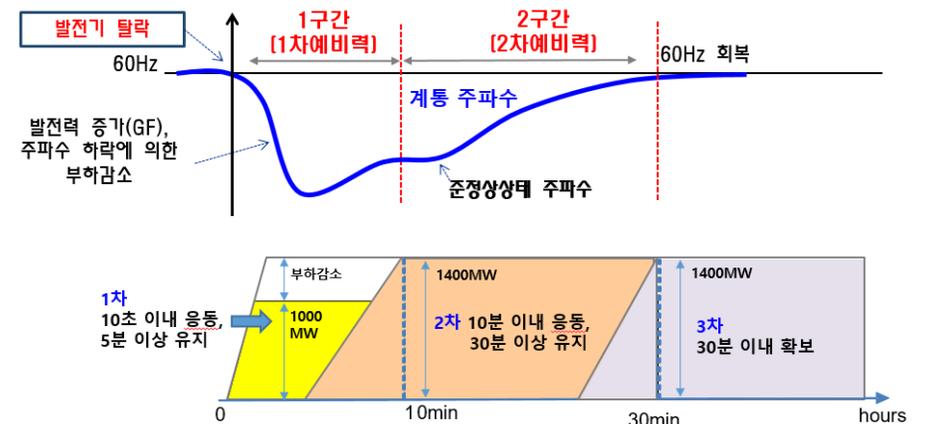
배경

- 연구결과 : 주파수조정 예비력과 대기대체 예비력을 주파수제어, 주파수 회복 예비력으로 변경
 - (주파수제어 예비력) 평상시 부하변동에 대비하기 위한 예비력 (5분 부하 변동량의 99% 변위값)
 - (1차 예비력) 상정고장(N-1, 1,400MW)시 대응할 수 있는 GF 요구량 (회복주파수 도달에 필요한 GF)
 - (2차 예비력) 회복 주파수를 정상 주파수로 회복을 위한 요구량 (탈락 발전력 만큼의 필요량)
 - (3차 예비력) 추가 상정고장에 대비한 소모된 예비력 회복 요구량 (2차 예비력 회복을 위한 필요량)
 - 운영예비력 확보량 4,000MW → 4,500MW 증가, 주파수 유지기준(최저주파수) 59.7Hz, 59.2Hz 신설

현 행 [4,000MW]		
항 목	확보수단	확보량(MW)
주파수조정 예비력	AGC + G/F + ESS	1,500
대기·대체 예비력	운 전	운전중 발전기 1,000 (1,500)
	정 지	정지중 발전기 1,500 (1,000)

개 정[4,500MW]		
항 목	확보수단	확보량(MW)
(상시) 주파수 제어 예비력	AGC+ESS	700
(고장시) 주파수 회복 예비력	1차	G/F+ESS 1,000
	2차	AGC 1,400
	3차	운전, 정지 구분없음 1,400

< 운영 예비력의 변화 >



< 상정고장에 따른 주파수 회복 >

배경

☑ 現신뢰도 고시의 제4조 (계통주파수 조정 및 유지범위)

- 1. 정상 시 계통주파수를 $(60 \pm 0.2)\text{Hz}$ 의 범위 이내로 유지하여야 한다.
- 2. 최대 용량의 발전기 1기 고장 시 계통주파수를 최저 59.7Hz 이상으로 유지하여야 하고, 1분 이내에 59.8Hz로 회복하여야 한다.
- 3. 발전기 2기 고장이 발생하거나 고장파급방지장치에 의하여 발전기가 탈락 시 계통주파수를 최저 59.2Hz 이상 유지하여야 하고, 1분 이내에 59.5Hz로, 10분 이내에 59.8Hz로 회복시켜야 한다.

☑ 현재 전력계통은 주파수 유지기준 설정 당시('17년)에 비해

- 최대용량의 발전기 변화 : 원전 최대용량 '17년 1GW → '24년 1.4GW
- 재생e 증가 : 설비용량 '17년 11GW (전체의 9.4%) → '24년 32GW (22%) → '36년 108GW (45%)

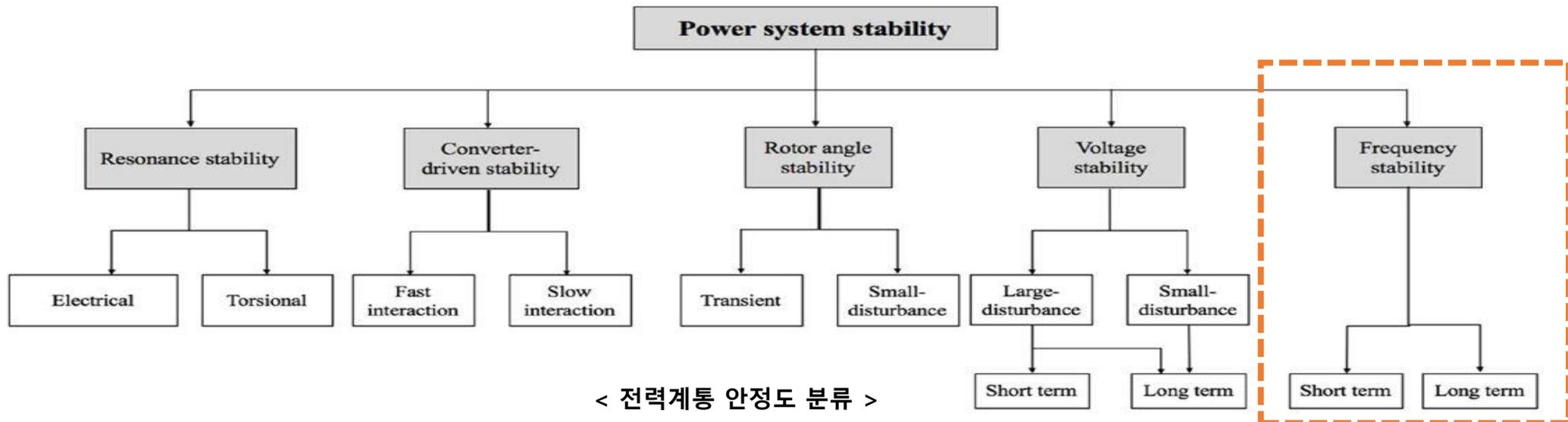
☞ 現신뢰도 고시 주파수 유지기준은 **현재/미래의 전력계통 환경에 적합하지 않음**

2. 주파수 유지기준 정상화 필요성

신뢰도 고시 주파수 유지기준 정상화 필요성

☑ 주파수 안정도 유지가 아닌 다른 목적의 기준이 주파수 유지기준으로 존재

- 주파수 안정도(Frequency stability)는 발전기 탈락 혹은 부하의 변동과 같은 중대한 사고 이후에도 전력계통의 주파수를 적정 범위(주파수 유지 기준) 내에 유지시킬 수 있는 능력*
- 국외 주요 국가에서는 주파수 유지기준을 “계통에서 외란 발생시 허용할 수 있는 최대 순간 주파수의 편차 또는 최소 주파수의 한계” 로 정의**



* Kunder, P. (1994). Power System Stability and Control, McGraw-Hill Inc.: New York, NY, USA, 1994

** Frequency Response and Frequency Bias Setting, Standard BAL-003-2. NERC. 2015.

Commission Regulation (EU) 2017/1485 of 2 August 2017 establishing a guideline on electricity transmission system operation. ENTSO-E. 2017

신뢰도 고시 주파수 유지기준 정상화 필요성

- 국내와 해외 주요국가의 주파수 유지기준 비교시 국외와 달리 2개의 기준으로 설정되어 있음을 확인
- 국내의 발전기 1기 탈락 기준 **59.7Hz는 주파수 안정도가 아닌 GF 확보를 위한 기준** (연구과제)
 - 주파수 유지기준을 두 가지로 설정하였으나 운영예비력 체계(4.5GW)는 1기 탈락 만 반영
 - 발전기 2기 탈락은 양수 등 **속응성자원 2GW 이상을 추가로 확보하여 대응** (전력시장운영규칙 별표3)

구분	단위	한국	미국			EU			
			동부	서부	텍사스	유럽	영국	아일랜드	
정상	기준 주파수	Hz	60	60	60	60	50	50	50
	최대 유지범위	Hz	±0.2	±0.2	±0.2	±0.2	±0.2	±0.5	±0.5
고장	최대 주파수 편차	Hz	0.3 (1기) 0.8 (2기)	0.5	0.5	0.7	0.2	0.5	1
	최저 주파수 기준	Hz	59.7 (1기) 59.2 (2기)	59.5	59.5	59.3	49.2	49.2	49
	상정고장의 크기	GW	1.4 (1기) 2.8 (2기)	4.5	2.74	2.75	3	1.8	최대 불균형
	계통규모	GW	144	700	286	145	950	101	7

Case A에서는 기존 1,100MW 발전 탈락의 경우 최저 주파수를 59.5Hz로 가정한 경우를 계산한 값이고, Case B는 1,400MW(N-1) 발전 탈락의 경우 최저 주파수를 59.7Hz로 하였고, Case C는 2,800MW(N-2) 발전 탈락의 경우 최저 주파수를 59.2Hz로 한 결과이다. Case C의 경우는 약 2,000MW의 G/F량이 요구되며 현재 우리나라의 계통 상황에서는 수용하기 어려운 값으로 판단된다. 우리나라 신뢰도 기준에서는 N-2에 대해서도 대책을 세우도록 되어 있기 때문에 N-2에 대해서는 별도의 대책을 수립하도록 하며, 여기에서는 N-1 사례에 대해서만 진행하도록 한다. 결론적으로, N-1 고장에 해당하는 1,400MW 발전력 탈락에 대해 최저 주파수 59.7Hz를 적용하면 1차 응답(G/F) 요구량은 1,000MW로 결정된다.

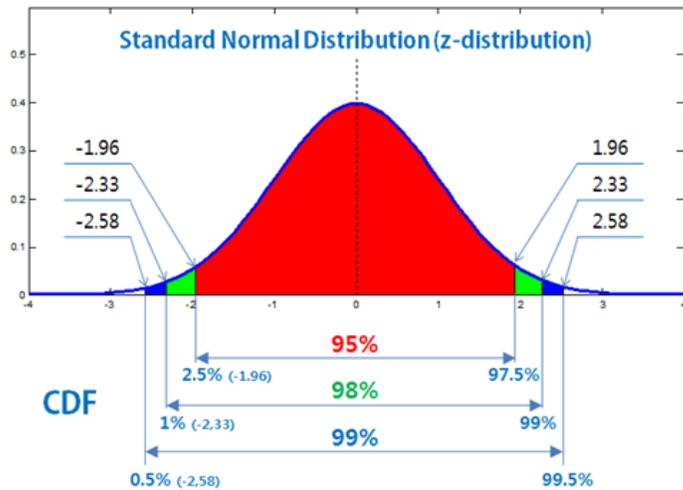
< 운영예비력 기준설정 및 적용방안에 관한 연구 p.79 >

신뢰도 고시 주파수 유지기준 정상화 필요성

☑ 주파수 유지기준의 기술적 근거 부족

- 발전기 1기 탈락 기준은 2013년~2016년 설비용량 1GW 발전기의 탈락에 따른 주파수 변동사례를 조사하여 평균(59.82Hz)와 표준편차에 따른 99% 변위값을 적용하여 산술적으로 설정

- 99% 변위값 = 평균 - 2.33×σ = 59.82 - 2.33×0.0465 = 59.71Hz
- 최대출력 발전기 용량 1,400MW 고장사례 반영하지 못함
- 발전기 탈락용량에 대한 주파수 안정도 검토도 시행되지 않음



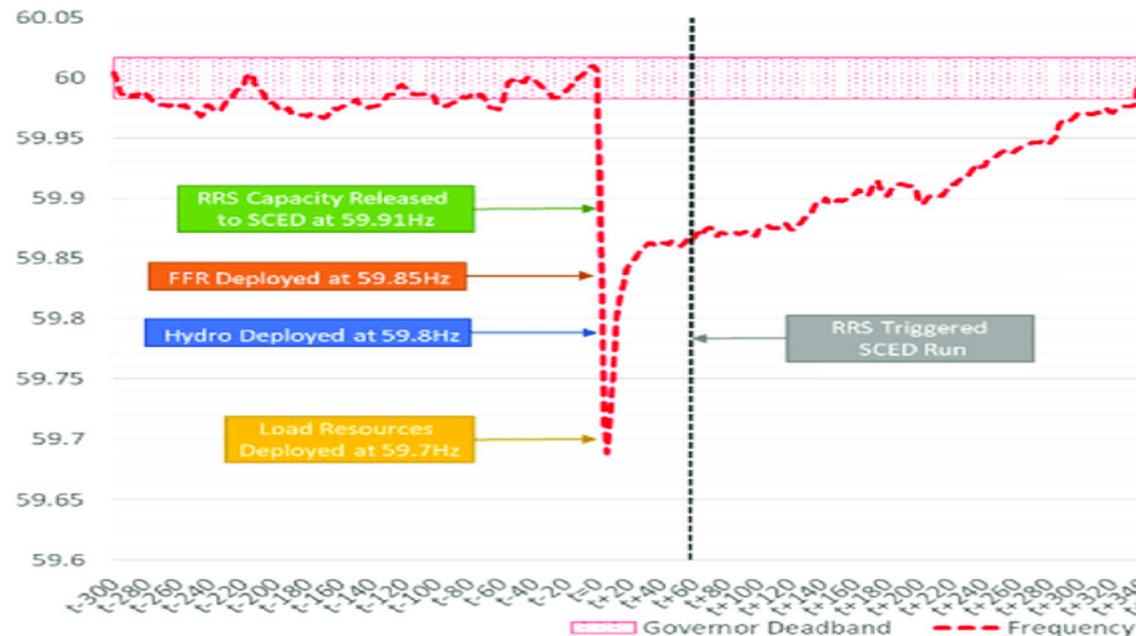
< 표준정규분포 함수 >

실제 사례에서는 최저주파수 기록이 59.75Hz 정도이지만 99%누적 확률분포로 산정한 결과 59.71Hz를 최저주파수로 정할 수 있다. 즉, 실제 사례보다 통계적으로 유의미한 구간으로는 더 넓은 영역이 제시된 결과이다. 최근 단위기 용량이 1400MW로 커졌지만 아직 실제 1400MW 탈락 사례가 없었고 계통 규모도 계속 커지고 있기 때문에 최저주파수 기준을 정하기 애매하지만, 기존 사례에서 99% 누적 구간으로 비교적 여유있게 산정하여 얻은 최저주파수 기준을(59.7Hz) 사용하는 것이 합리적이라고 판단된다.

< 운영예비력 기준설정 및 적용방안에 관한 연구 p.45-46 >

신뢰도 고시 주파수 유지기준 정상화 필요성

- 발전기 2기 탈락 기준은 저주파수시 부하탈락 계전기(UFR) 동작 (59Hz) 방지를 위해 여유도(0.2Hz)를 반영하여 설정. 이는 주파수 안정도 확보를 위한 최저주파수 기준이 아닌 계통검토를 위한 기준
 - 여유도에 대한 기술적 근거는 없으며, 이는 계통 검토결과에 대한 불확실성에 대한 여유
 - 해외에서는 검토기준이 아닌 UFR 동작 주파수 도달 방지를 목표로 PFR, FFR, DR 용량을 산정
- ex) ERCOT : 저주파수 부하차단(59.3Hz) 방지를 위해 GF(59.91Hz), FFR(59.85Hz), Fast DR(59.7Hz) 적용

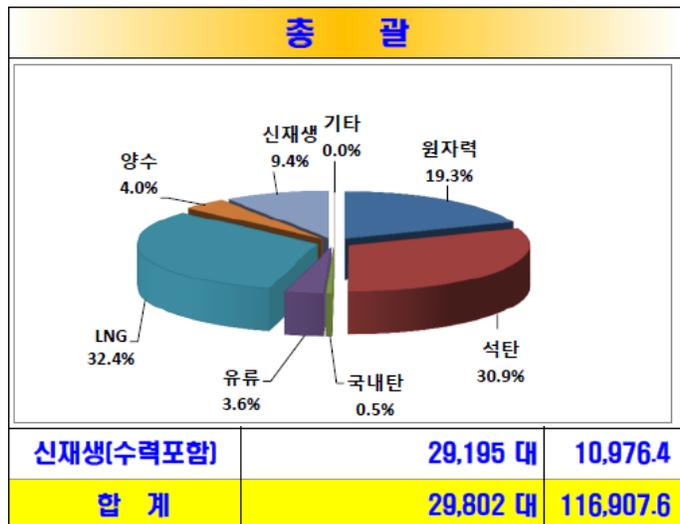


< ERCOT의 1차 주파수 제어 협조 >

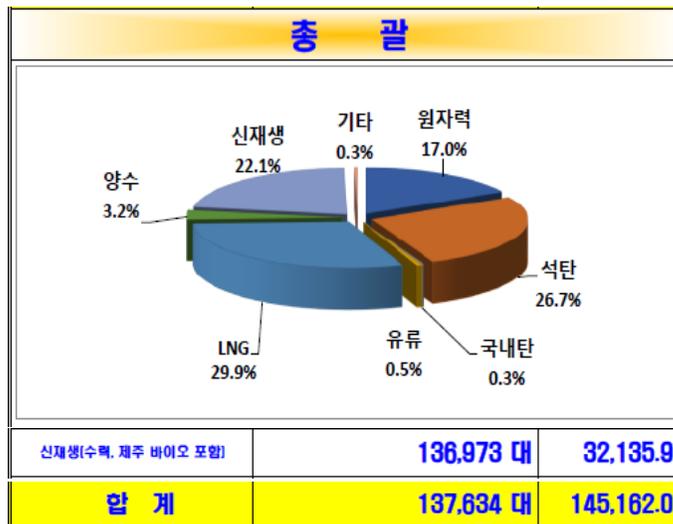
신뢰도 고시 주파수 유지기준 정상화 필요성

☑ 재생에너지의 영향 미 반영

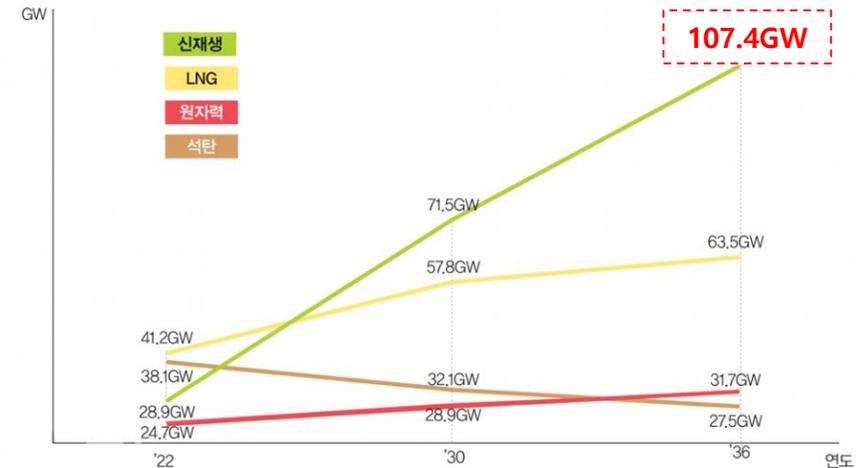
- 주파수 유지기준 설정당시('17) 국내의 전력계통은 동기발전기 중심으로 이루어져 주파수 안정도가 크게 문제되지 않았으며, 당시 재생에너지 설비용량은 약 11GW로 이에 대한 영향 미미
- 현재('24) 재생에너지 설비용량은 약 32GW로 전체 용량의 22%를 차지하고 있어 전력계통에 다양하게 영향(관성, 예비력, 주파수 등)을 끼치고 있으므로 재생에너지에 대한 영향을 반영해야 함



< 2017년 12월 기준 발전설비용량 >



< 2024년 3월 기준 발전설비용량 >

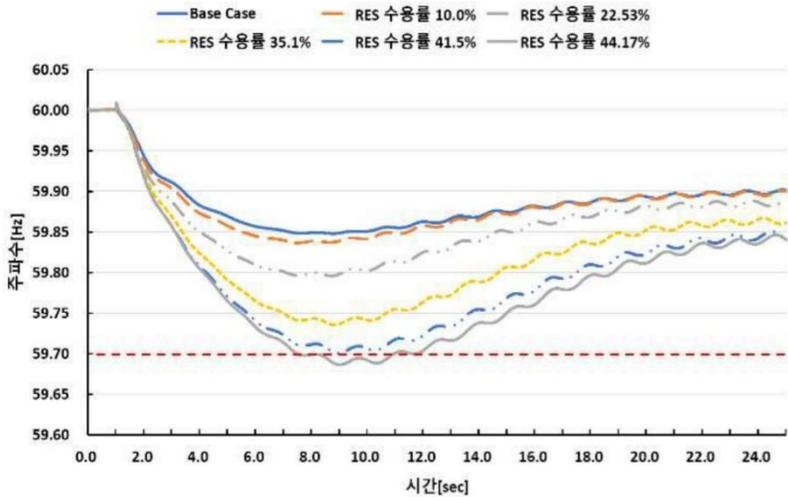


< 제10차 전력수급기본계획 설비용량 전망 >

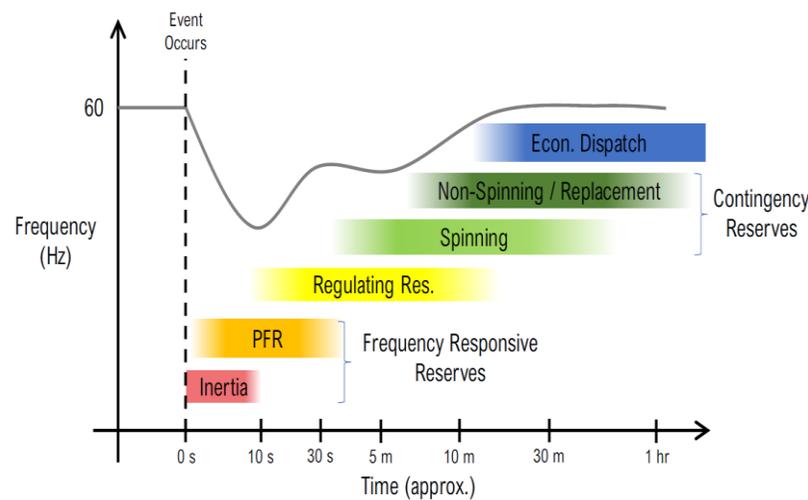
신뢰도 고시 주파수 유지기준 정상화 필요성

☑ 주파수 유지기준간 정합성 미확인

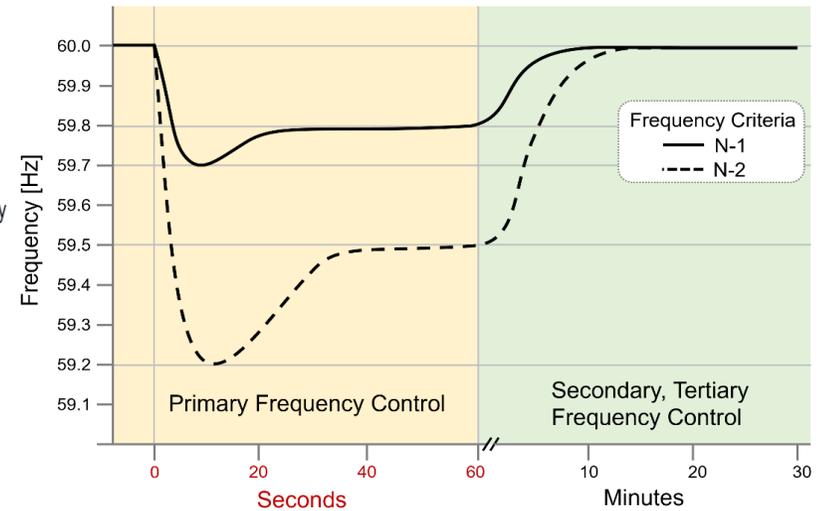
- 전력계통의 주파수 응답자원(관성, 예비력)은 한정되어 있으므로 경제적이고 합리적인 계통운영을 위해 기준간 최저 주파수 유지를 위한 **주파수 응답자원의 사용이 일치(정합성)되어야 함.**
 - 주파수 유지기준 설정당시 기준간 별개로 간주하고 기준간 정합성 검토는 시행되지 않음
 - 발전기 탈락에 따른 최저 주파수 59.2Hz 기준과 59.7Hz 기준에 대한 **가혹함에 대한 오해** 존재



< 재생e 수용률에 따른 주파수 응답의 변화 >



< 주파수 응답자원의 구분 >



< 주파수 유지기준에 따른 응답곡선 >

신뢰도 고시 주파수 유지기준 정상화 필요성

☑ 주파수 유지기준 변경의 유연성 부족

- 주파수 유지기준은 안정적 계통운동을 위해 일정한 값으로 기준을 만족시키도록 하는 것이 옳으나,
- 계통운영자인 전력거래소는 이미 현재의 계통이 신뢰도 기준의 주파수 유지기준 만족이 어려움을 인지하여 계통운동을 위해 **주파수 유지기준의 최소값을 계통운영 상황에 맞게 변화시켜 적용 중**
 - **(육지)** 봄·가을철 경부하시가 주파수 안정도 확보를 위해 주파수 59.3Hz에서 재생에너지의 추가탈락 방지 및 여유도 0.1Hz를 반영하여 **최저주파수 기준을 59.4Hz 적용**
 - **(제주)** 신뢰도 고시에 따라 최저 주파수를 59.2Hz로 적용해야 하나, UFR 동작 기준을 59 → 58.8Hz로 변경하고, 주파수 여유도 0.3Hz를 적용하여 **최저주파수 기준을 59.1Hz 적용**

[붙임1] 전력계통 운영현황 상세

□ 주간시간 양수 기본 펌핑량 운영현황

○ 양수 펌핑 제약 운영현황(FR-ESS 150MW 이상 운전 시)

- (목적) 대규모 발전단지 정지 시 재생E 추가 정지 방지를 위해 최소 대수 확보
59.3Hz에서 재생E 추가정지 방지 차 0.1Hz 마진 적용 **최저 주파수 59.4Hz 이상 유지**

< '23년 가을철 계통운영방안 중 >

Ⅲ 검토 기준

□ 제주지역 수요수준*

기준	최대부하	최소부하
'23년	1,200MW	500MW

* '23.4월 제주본부 제공, 본문에 작성된 제주부하량은 모두 총부하 기준

□ 신뢰도 유지 기준

- 근거 : 전력계통 신뢰도 및 전기품질 유지기준, 전력시장운영규칙
- 최저주파수 유지 기준 : 59.1Hz

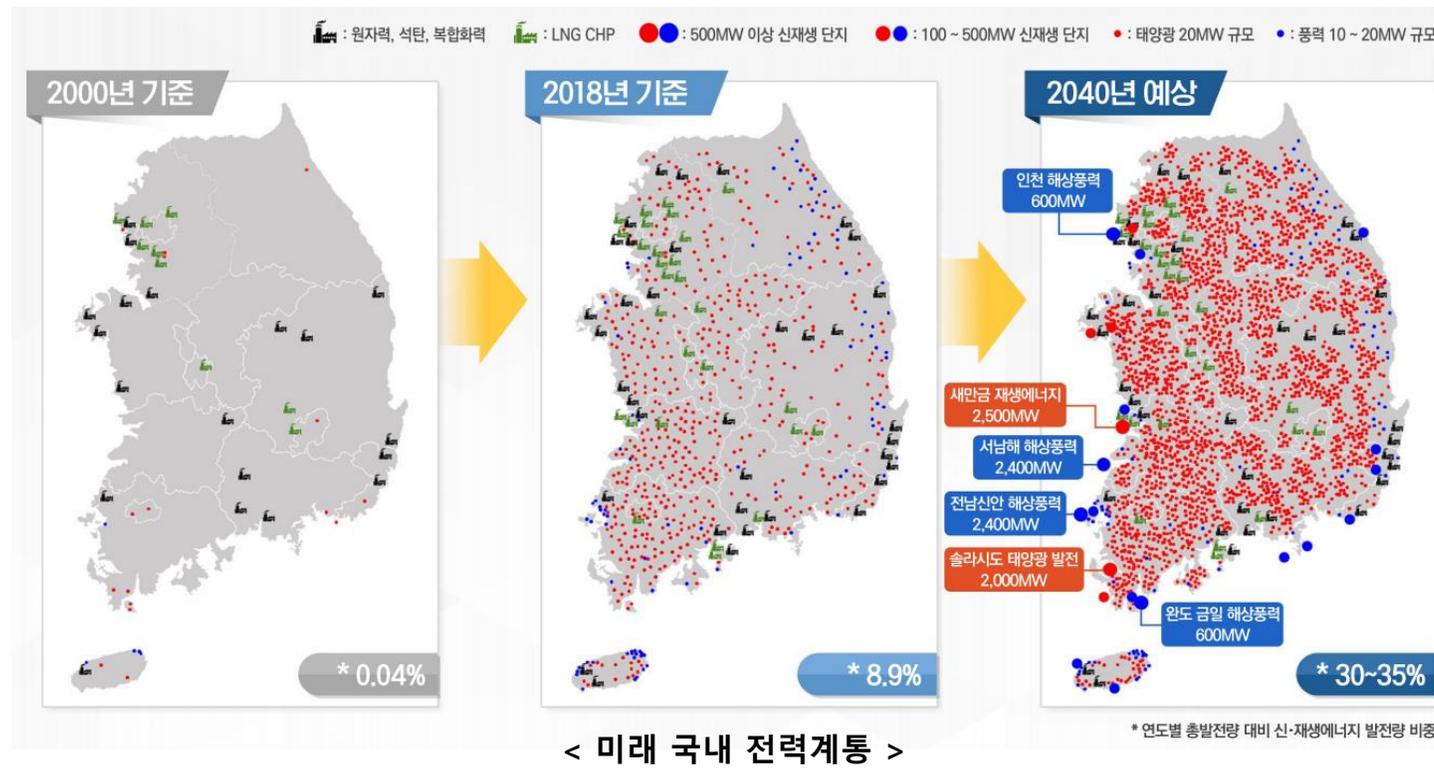
최저주파수 유지 기준(59.1Hz) 설정 사유 :

'전력계통 신뢰도 및 전기품질 유지기준'에 따라 최저주파수 검토 기준은 59.2Hz 이나, UFR 1단계(58.8Hz)와 주파수 여유도(0.3Hz)를 고려하여 검토 기준 설정)

< '23년 제주계통 운영방안 개선안 중 >

신뢰도 고시 주파수 유지기준 정상화 필요성

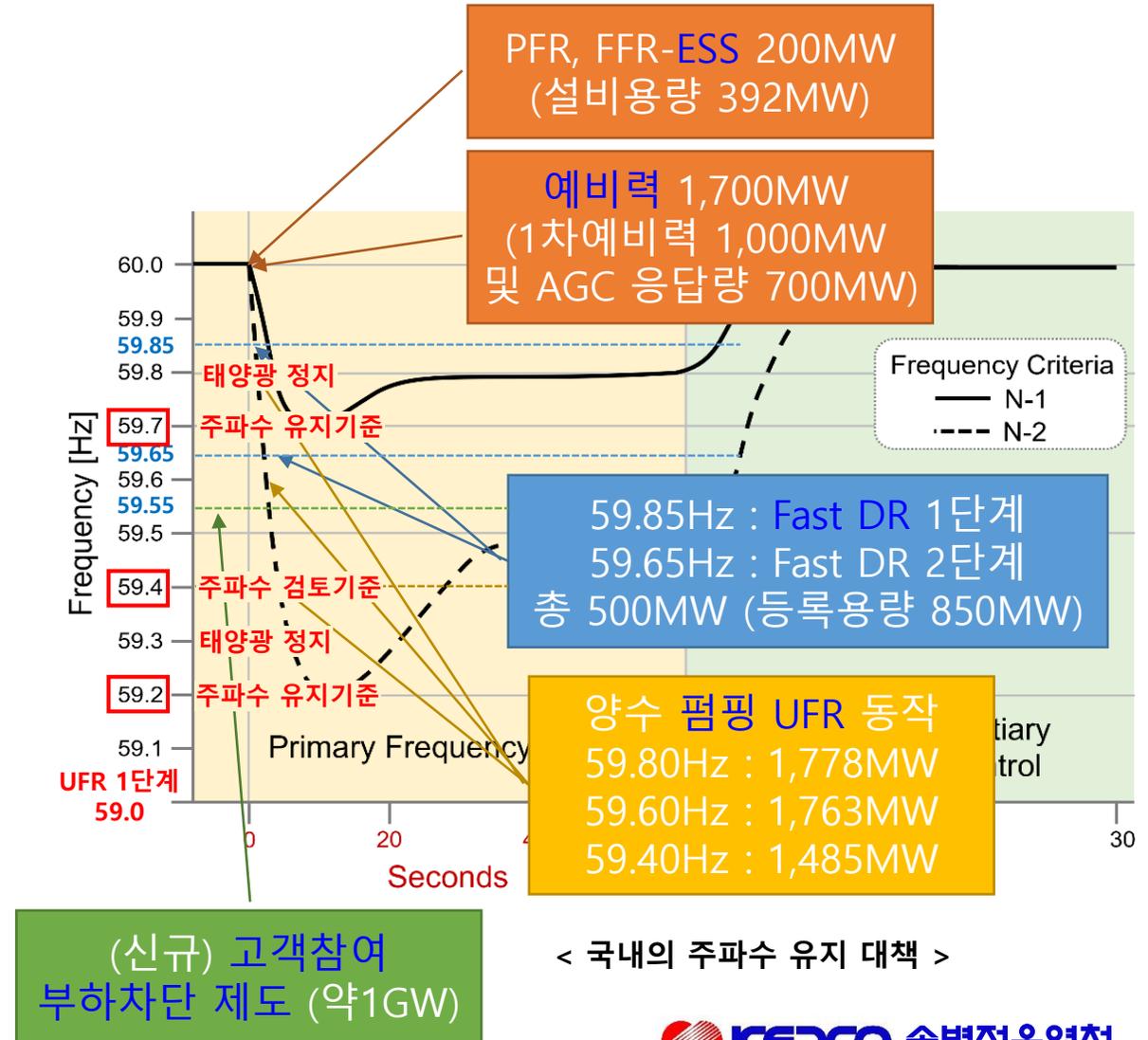
- 이와 같이 최저 주파수 기준을 계통상황에 맞게 변화시키는 것에 대한 근거 부족
 - 계통 최저 주파수 기준이 신뢰도 고시에 기재되어 있어 변경이 용이하지 않고, 하나로 적용되어야 할 기준이 지역별 특성에 따라 달리 적용되고 있음.
- ☞ 전력계통의 환경적 요인을 반영하여 **최저 주파수 유지 기준을 조정(유연성)해야 할 필요성 대두**



신뢰도 고시 주파수 유지기준 정상화 필요성

☑ 주파수 안정도 대책들의 효과 왜곡

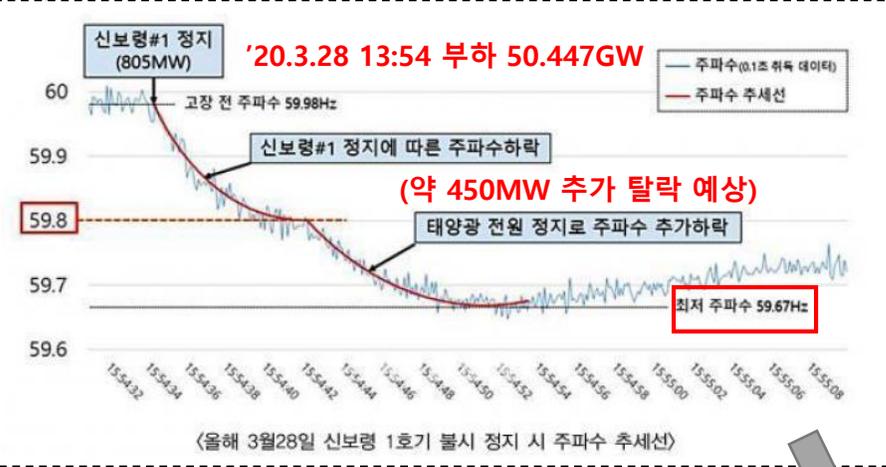
- 주파수 유지기준을 위해 다양한 대책이 적용
- 발전기 1기 탈락시 FR-ESS, Fast DR(59.85Hz) 등 59.7Hz 이내에 동작하는 주파수 응답자원에 의해 **발전기 탈락시 제대로 된 주파수 영향 파악 어려움.**
 - FR-ESS(426MW)와 Fast DR(870MW)는 지속용량 확대되어 최대용량 발전기 1.4GW를 초과예상
- 또한, **운영예비력**은 신뢰도 발전계획용으로 평상시 **7.8 ~ 9.5GW 확보**하고 있음.
- 이에 따라 **발전기 2기 탈락시 실제 주파수 변화에 대한 예측의 어려움**이 증가됨.
- 발전기 1기 탈락시 주파수 변동을 확인하고 실적을 바탕으로 발전기 2기 탈락시 주파수 변화를 예측하고, 대책을 수립하여야 함



신뢰도 고시 주파수 유지기준 정상화 필요성

주파수 하락문제 대응 '패스트 DR' 내달부터 도입

오철 기자 | 승인 2020.10.22 15:45 | 호수 3781



양수 펌핑 UFR 도입

ESS의 확대

주간 양수발전기 펌핑 운전(최소 2~5대)

⑤ 양수 펌핑 UFR 효과는?

□ 육지 ESS 설비 현황 : 392MW(16개소, '24.1월 기준)

변전소	서안성#1	서안성#2	신충주	신계룡	의령	신김제	신화순	울주
용량(MW)	16	12	16	24	24	24	24	24
총계	신용안#1	신용안#2	경산	김제	울산	논공	속초	영주
392MW	16	8	48	24	16	36	24	56

Fast DR 도입

재생e FRT 기준 개정, 인버터 성능개선 추진

1년 6개월 만의 패스트DR 발령, 주파수 불안 막았다

'24.3.24 13:54 부하 50.38GW

정재원 기자 | 승인 2024.03.26 19:38 | 호수 4251 | 1면

이날 오전 10시 50분 4초, 삼척블루파워의 1050MW 발전설비 2기가 시운전 중 불시정지(Trip)되면서 계통주파수가 순식간에 59.84Hz로 떨어졌다.

이에 패스트DR이 자동으로 작동해 2초 뒤인 오전 10시 50분 6초쯤 주파수가 다시 59.93Hz로 상승하며 발령 기준인 59.85Hz를 넘겼다.

이번에 발령된 패스트DR 1단계 동작은, 10분간 주파수 연계 수요 감축을 실시해 오전 10시 51분부터 오전 11시 01분까지 평균 감축량 971MW를 기록한 것으로 알려졌다.

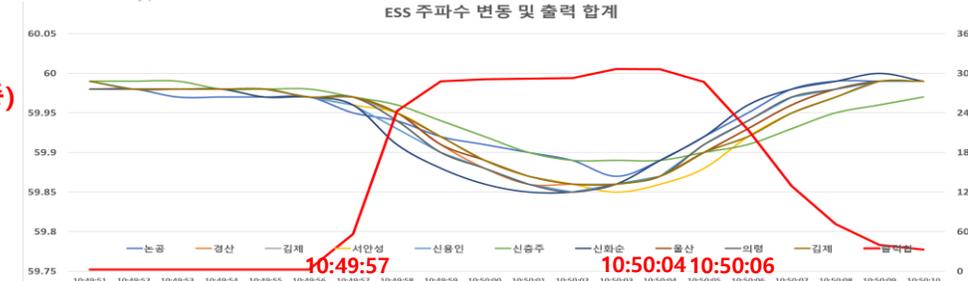
아이디알서비스와 엔라이트 등 패스트DR 사업자들이 구축해 놓은 시스템이 작동, 국내 주요 철강 회사를 비롯해 패스트DR 1단계에 참여 중인 사업장의 전기 사용량을 줄이면서 그 효과가 증명된 셈이다.

업계에서는 약 32억원의 비용으로 더 큰 전력 위기를 막았다는 점을 높게 평가했다.

○ 육지 태양광 인버터 LFRT, LVRT 성능 확보량 ('23.11월 기준, 제주 제외)

구분	설비용량 (전력시장, PPA)	주파수 설정치		LVRT 성능 확보량	
		59.0Hz 미만	59.0Hz 이상	확보	미확보
태양광	23.62GW	15.3GW	8.32GW	6.05GW	17.57GW

④ FR-ESS의 효과는? ('20년 당시 ESS 미운영, 현재 315MW 입찰 적용중)



② 당시의 운영 예비력은? 4.5GW? 7.8GW? 9.5GW?

계통 주파수가 59.69Hz에 도달하면 무슨 일이?

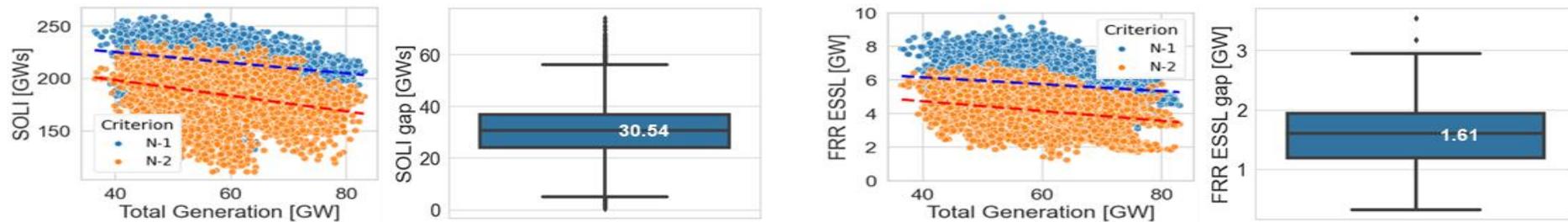
③ 인버터 개선사업의 효과는? ('20년 당시 11% 탈락추정, 지금은?)

3. 주파수 유지기준 개정[안]

주파수 유지기준 개정(안)

☑ 주파수 유지기준 검토 및 개정(안) 설정

- 연구과제를 통해 계통운영 실적 DB를 이용한 **주파수 안정도 모의**를 통해 **기준간 정합성 확인 및 영향 파악**
 - 신재생에너지 수용성 증대를 위한 주파수 유지체계 개선 정책수립 연구, 송변전운영처, 고려대학교 수행('21.7~'22.6)
 - 2019년 ~ 2021년 시간별 계통운영 DB(EMS 추출)을 이용, **재생e**를 추가하여 **임계관성 판정**으로 주파수 유지 기준간 정합성 확인. 해당 방법론은 국제 학술지* 및 학회**를 통해 타당성과 객관성 검증
- 연구결과 : **발전기 1기 탈락 기준이 2기 탈락 기준보다 가혹한 기준**임을 확인(더 많은 주파수 응답자원 필요)
 - 발전기 1기 탈락 기준 유지를 위해 계통운영시 관성 약 30GWs, 주파수 예비력 1.6GW 가 더 필요
 - 발전기 2기 탈락 기준만 유지하여도 주파수 안정도 확보 가능** (2기 기준의 임계 관성이 1기 기준보다 상시 낮음)



< 국내 주파수 유지기준에 따른 SOLI(임계관성), FRR ESSL(필수 주파수 예비력) 결과 비교 >

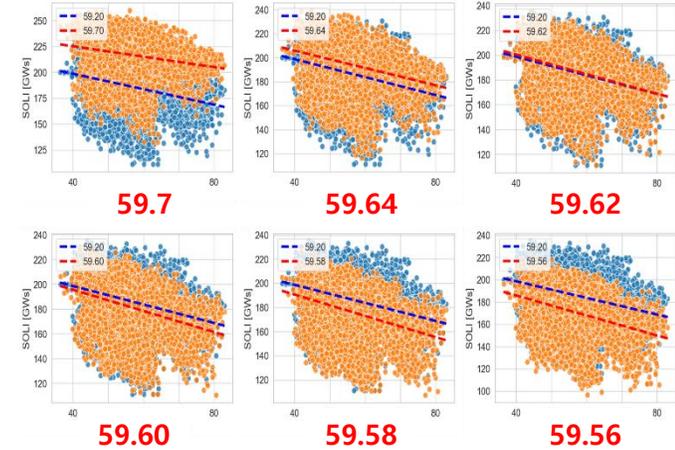
* K. Lee, S. Im, B. Lee. (2023, September). Consistency Verification of Frequency Maintenance Criteria Based on Minimum Level of Inertia in South Korea. *in IEEE Transactions on Power Systems*

** K. Lee, S. Im, and B. Lee, (2023, September). Evaluation of Frequency Reliability Standards by Determining Minimal Level of Inertia. *2023 IEEE Power & Energy Society General Meeting (PESGM), Orlando, FL, USA, 2023,*

주파수 유지기준 개정(안)

☑ 제4조 계통주파수 조정 및 유지범위 개정(1안)

- 발전기 1기 고장시 유지해야 하는 최저 주파수 기준(59.7Hz)를 59.6Hz로 변경
 - 59.62Hz 에서 59.2Hz(N-2) 기준과 주파수 응답자원 사용의 일치성이 가장 높음
 - FR-ESS와 신뢰도 발전계획용으로 확보 중인 운영예비력을 반영하여 59.6Hz 적용
- 발전기 2기 고장시 최저 주파수 기준(59.2Hz) 유지
- (장점) 발전기 1기와 2기 고장의 주파수 응답자원의 사용을 일치시킬 수 있어 합리적인 계통운영 가능
- (단점) 신뢰도 고시에 최저 주파수 기준(검토기준)이 기재되어 추후 변경에 어려움 지속 존재



< N-1 기준변화에 따른 임계관성 비교 >

현행	개정(1안)
2. 최대 용량의 발전기 1기 고장 시 계통주파수를 최저 59.7Hz 이상 으로 유지하여야 하고, 1분 이내에 59.8 Hz로 회복하여야 한다.	2. 최대 용량의 발전기 1기 고장 시 계통주파수를 최저 59.6Hz 이상 으로 유지하여야 하고, 1분 이내에 59.8 Hz로 회복하여야 한다
3. 발전기 2기 고장이 발생하거나 고장파급 방지 장치에 의하여 발전기가 탈락 시 계통주파수를 최저 59.2Hz이상 유지하여야 하고, 1분 이내에 59.5Hz로, 10분 이내에 59.8Hz로 회복시켜야 한다.	3. 발전기 2기 고장이 발생하거나 고장파급 방지 장치에 의하여 발전기가 탈락 시 계통주파수를 최저 59.2Hz이상 유지하여야 하고, 1분 이내에 59.5Hz로, 10분 이내에 59.8Hz로 회복시켜야 한다.

주파수 유지기준 개정(안)

☑ 제4조 계통주파수 조정 및 유지범위 개정(2안)

- 발전기 1기 고장시 유지해야 하는 최저 주파수 기준(59.7Hz)를 삭제
- 발전기 2기 고장시 최저 주파수 기준(59.2Hz)만 유지하여 계통 주파수 관리
- (장점) 불필요한 발전기 1기 탈락 기준 삭제로 발전기 1기 탈락 시 계통영향 파악 용이
- (단점) 신뢰도 고시에 최저 주파수 기준(검토기준)이 기재되어 추후 변경에 어려움 지속 존재

현 행	개 정(2안)
2. 최대 용량의 발전기 1기 고장 시 계통주파수를 최저 59.7Hz 이상으로 유지하여야 하고, 1분 이내에 59.8 Hz로 회복하여야 한다.	<u>(삭제)</u>
3. 발전기 2기 고장이 발생하거나 고장파급 방지 장치에 의하여 발전기가 탈락 시 계통주파수를 최저 59.2Hz이상 유지하여야 하고, 1분 이내에 59.5Hz로, 10분 이내에 59.8Hz로 회복시켜야 한다.	3. 발전기 2기 고장이 발생하거나 고장파급 방지 장치에 의하여 발전기가 탈락 시 계통주파수를 최저 59.2Hz이상 유지하여야 하고, 1분 이내에 59.5Hz로, 10분 이내에 59.8Hz로 회복시켜야 한다.

주파수 유지기준 개정(안)

☑ 제4조 계통주파수 조정 및 유지범위 개정(3안)

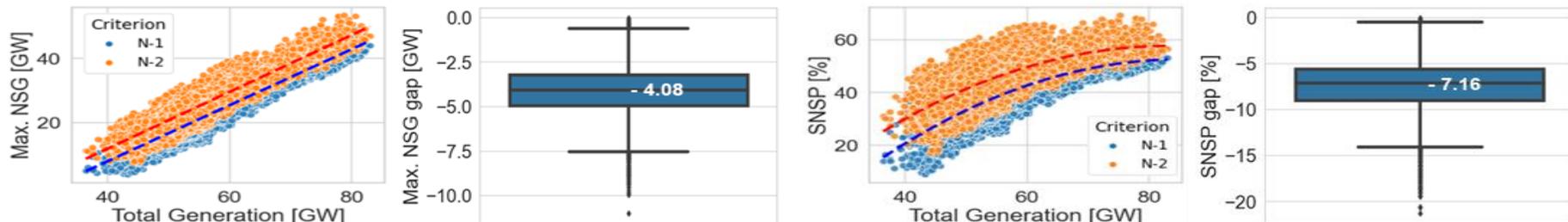
- 발전기 1기 고장시 유지해야 하는 최저 주파수 기준(59.7Hz)를 삭제
- 발전기 2기 고장시 최저 주파수 기준(59.2Hz)을 저주파수계전기(UFR) 동작 여부로 변경
- (장점) **육지-제주의 주파수 최저 주파수 기준을 통일**할 수 있으며, **상황에 따라 유연성 부과 가능**
불필요한 발전기 1기 탈락 기준 삭제로 발전기 1기 탈락 시 계통영향 파악 용이
- (단점) 저주파수계전기(UFR) 기준을 별도로 관리해야 함 (현재 미 공표 中)

현 행	개 정(3안)
2. 최대 용량의 발전기 1기 고장 시 계통주파수를 최저 59.7Hz 이상으로 유지하여야 하고, 1분 이내에 59.8 Hz로 회복하여야 한다.	(삭제)
3. 발전기 2기 고장이 발생하거나 고장파급 방지 장치에 의하여 발전기가 탈락 시 계통주파수를 최저 59.2Hz이상 유지하여야 하고, 1분 이내에 59.5Hz로, 10분 이내에 59.8Hz로 회복시켜야 한다.	3. 발전기 2기 고장이 발생하거나 고장파급 방지 장치에 의하여 발전기가 탈락 시 계통주파수를 저주파수계전기(UFR)가 동작하지 않도록 유지하여야 하고, 1분 이내에 59.5Hz로, 10분 이내에 59.8Hz로 회복시켜야 한다.

주파수 유지기준 개정(안)

☑ 주파수 유지기준 개정 효과

- 재생e 수용성 확대** : 주파수 기준에 의해 재생e 수용이 제한된다면, 발전기 2기 탈락 기준이 1기 탈락 기준 적용시 보다 재생에너지 발전량을 약 4GW 를 추가적으로 수용*
 - 계통 내 비동기 발전력 비중인 SNSP는 약 7% 증가
- 원전 감발 감소** : 주파수 유지기준 59.7Hz에 의해 출력 제어되는 저가의 원자력 발전기 가동 증가 기대
 - N-1 기준에 의해 원전 출력 감발(1.5GW→1.2GW) : '20년 124시간, '21년 179시간, '22년 58시간, '23년 210시간
- 합리적 계통운영** : 단일화된 계통의 주파수 응답자원의 사용으로 합리적이고 경제적인 계통운영 가능
- 계통운영 안정성 확대** : 발전기 1기 고장시 계통 주파수 실적분석(계통정수)을 통해 2기 고장시의 정밀한 주파수 변화 예측 가능해지고, 주파수 안정화 대책의 합리적인 운영 및 협조체계 구성 가능



< 국내 주파수 유지기준에 따른 최대 재생e발전량(Max. NSG) 및 SNSP 결과 비교 >

* K. Lee, S. Im, B. Lee. (2023, September). Consistency Verification of Frequency Maintenance Criteria Based on Minimum Level of Inertia in South Korea. *in IEEE Transactions on Power Systems*

4. 결론

결론

- ☑ 국내 전력계통의 변화로 기존의 주파수 유지 기준에 대한 **개정(안)의 필요성 대두**
- ☑ 합리적이고 안정적인 계통운영을 위해 **주파수 유지기준 개정(안) 제안**
 - **발전기 1기 고장기준 59.7 Hz → 59.6Hz, 또는 삭제**
 - 발전기 2기 고장이 발생하거나 고장파급방지장치에 의하여 발전기가 탈락 시 계통주파수를 **59.2Hz(유지) 또는 저주파수계전기(UFR)가 동작하지 않도록** 유지하여야 하고, 1분 이내에 59.5Hz로, 10분 이내에 59.8Hz로 회복시켜야 한다.
- ☑ 주파수 유지기준의 개정은 국내 전력계통의 **재생에너지 수용량 증대, 계통운영 합리성 제고 및 유연성 제공**으로 보다 **더 안정적인 계통운영을 가능할 것**으로 기대

감사합니다!

