

인버터&송배전 그리드코드 워킹그룹 전문워크샵

신재생발전기 송전계통 연계기술 기준 개정 현황

2024. 4. 25

한국전력공사
계통계획처 복합망기술부



1. 추진 배경

인버터 기반 재생e 확대로 인해 계통 영향성 증가 → 신재생발전기 성능검증 중요

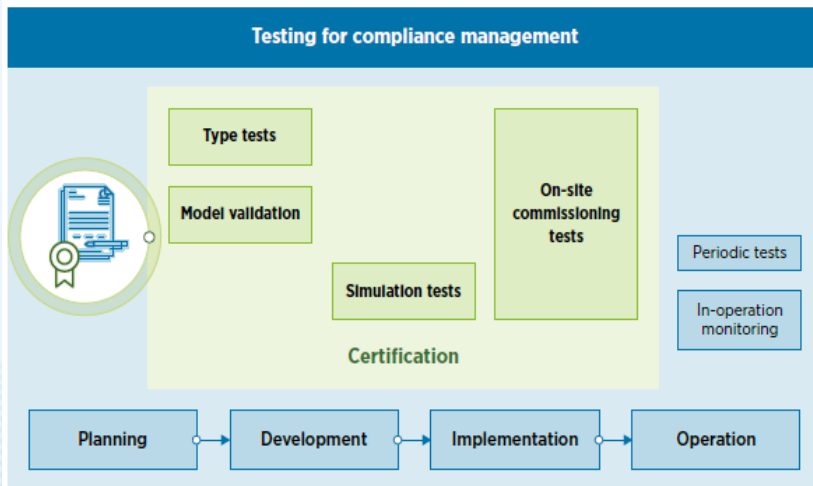
- 현 기술기준내 신재생발전기 성능검증방안의 체계성 부족으로 인해 기술기준 이행성이 미흡함에 따라 **성능검증 및 관리체계 개선 필요**



* 전체 발전설비 대비 발전량 기준 약 30.6%, 설비용량 기준 약 45% (36년)

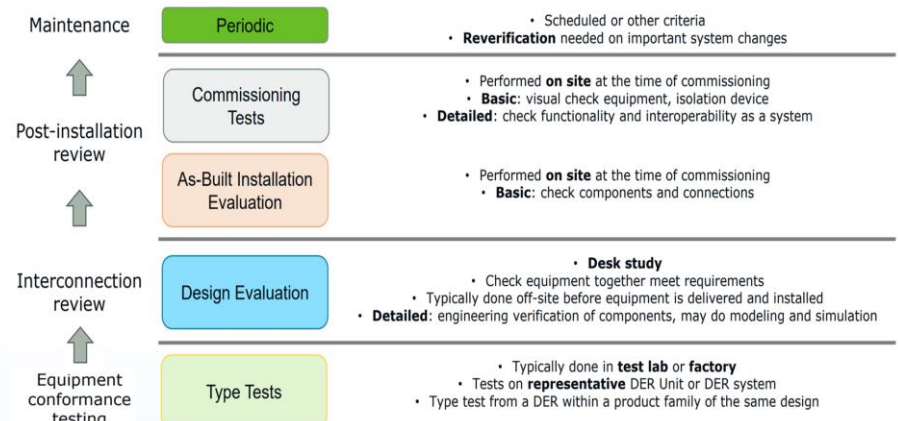
해외 신재생발전기 성능검증 체계 구성

[(유럽)EU NC RfG 그리드코드 준수 검증체계]



[(북미)IEEE P2800 그리드코드 준수 검증체계]

High-Level Test and Verification Process



2. 신재생발전기 기술기준 추진 경과

'20.4월

- 송배전용 전기설비 이용규정 개정(태양광/풍력)

'20.9월

- 『신재생발전기 송전 계통연계 기술기준(안)』 제작사 및 시험기관 사전협의

'20.10월

- 송배전용 전기설비 이용규정 개정 (연료전지)
- 사내 관련부서 및 유관기관(전력거래소) 공청회 시행

'20.11월

- 『신재생발전기 송전 계통연계 기술기준(안)』 제작사 및 시험기관 공청회

'21.3월

- 신재생발전기 송전계통 연계 기술기준 제정

'23.5월

- 신재생발전기 송전계통 연계 기술기준 1차 개정

'23.11월

- 신재생발전기 송전계통 연계 기술기준 성능검증 가이드(안) 설명회

'24.2월

- 신재생발전기 송전계통 연계 기술기준 2차 개정

3. 연계 기술기준 개정 현황

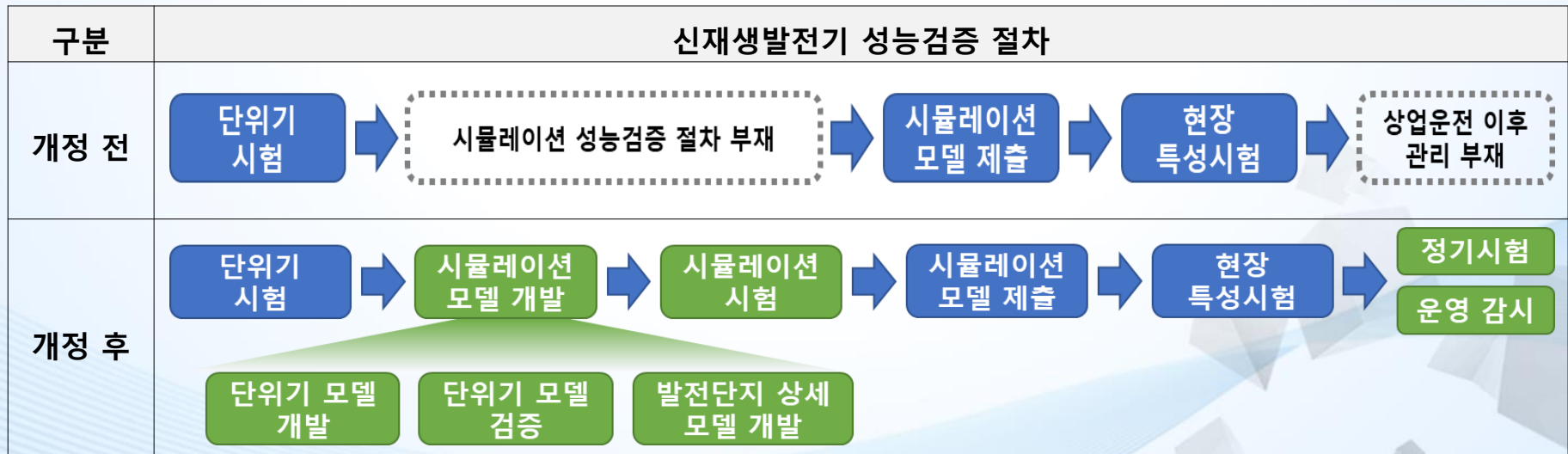
설비특성자료

단위기 모델 개발 및 적합성 검증 절차 신설

필요성

- 단위기 모델은 발전단지 모델 개발 및 시뮬레이션 시험에 활용되나 단위기 모델 개발 및 검증하는 절차가 없음
- 발전단지 모델의 신뢰성 및 정확성 확보를 위해 단위기 모델의 검증 필요

시뮬레이션 모델 제출시 단위기 모델 및 모델 검증 보고서 제출



3. 연계 기술기준 개정 현황

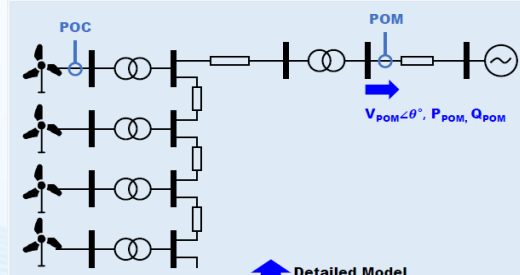
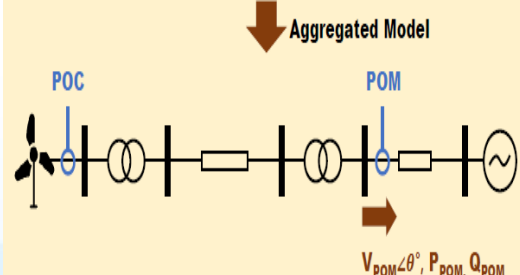
설비특성자료

발전단지 상세모델 개발 의무 신설

필요성

- 발전단지 내부망이 표현되지 않은 등가모델을 사용한 시뮬레이션 수행시 실제 동특성의 차이 존재 → 발전단지 상세모델 활용 필요

검증된 단위기 모델을 활용, 발전기 및 내부망이 구현된 상세모델 제출

구분	발전단지 상세모델	발전단지 등가모델
특징	- 단위기 모델과 내부망을 실제와 같이 반영하여 정확성 높고 단위 기간 상호영향 등 확인 가능 - 시뮬레이션 시험에 활용	- 단위기 모델과 내부망 구성을 1개의 발전기, 변압기, 등가선로 등으로 구현 - 전국 전력계통 모의시 적용 가능
구성 예시	 POC POM $V_{POM} < \theta^*$, P_{POM}, Q_{POM} Detailed Model	 Aggregated Model POC POM $V_{POM} < \theta^*$, P_{POM}, Q_{POM}

3. 연계 기술기준 개정 현황

설비특성자료

발전기 특성자료 제출시기 개선

필요성

- 모의시험 결과의 검토 및 수정기간 확보를 통해 발전기 설계 및 건설에 반영 필요
- 신재생발전기 특성자료 실질적인 수행시점을 고려한 제출시기 개선 필요

구분	개정 전	개정 후
발전기 성능 모의시험 보고서(잠정) (무효전력 공급능력 검토 포함)	(최초제출) 이용계약 체결시	이용신청 후 3개월 이내
발전설비 인증서 (시험성적서)	시운전 12개월 전	주기기 계약 후 1개월 이내
단위기 모델 개발	-	시험성적서 제출 후 6개월 이내
단위기 모델 검증 보고서	-	
발전단지 상세모델 개발	-	단위기 모델 개발 후 6개월 이내
발전기 성능 모의시험 보고서(확정) (무효전력 공급능력 검토 포함)	시운전 12개월 전	
발전단지 등가모델 개발 및 검증	시운전 12개월 전	시운전 12개월 전
발전기 성능시험 보고서	시운전 후 6개월 이내	시운전 후 6개월 이내

3. 연계 기술기준 개정 현황

성능관리

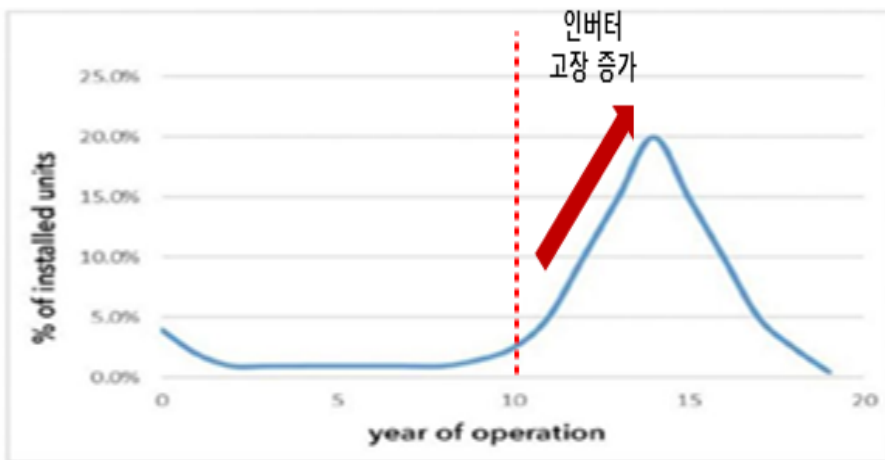
신재생발전기 정기시험 제도 신설

◆ 필요성

- 신재생발전기의 성능변동 발생대비 상업운전 중인 발전기의 주기적인 점검 필요
- (IEEE P2800) IBR 설비의 시험 및 성능검증 강화를 위해 일정 주기 또는 주요설비 변경시 시험 도입 추진 중

일정기간(10년) 도래시 또는 주요설비 변경시 정기시험 시행 및 결과 제출

[태양광 인버터의 예상 수명 분포]



*Ref: "PV Inverter Useful Life Considerations", DNV-GL

개정안

17.1 신재생발전사업자는 시운전 개시 후 10년을 주기 또는 인버터 등 주요설비 변경시 발전기 정기시험을 시행하고 정기시험 시행 후 6개월 이내에 발전기 정기시험 보고서를 한전에 제출하여 제2장 1절의 기술요건 준수여부를 확인받아야 한다.

3. 연계 기술기준 개정 현황

성능관리

신재생발전기 고장기록장치 설치 의무 시설

필요성

- 계통 또는 신재생발전기 고장시 정확한 원인 파악 및 기준준수 유무 확인 필요
- (EU NC RfG) 송전계통 연계 신재생발전기는 고장기록장치 탑재를 의무화

발전소내 고장기록장치를 설치, 계통운영자의 요청시 데이터 제출

[EU NC RfG 기술적 요구사항]

	Type A	Type B	Type C	Type D	
Frequency range	X	X	X	X	
LFSM-O	X	X	X	X	
LFSM-U			X	X	
LVRT		X	X	X	
Dynamic fault current		X	X	X	
LVRT to 0 voltage				X	
Protection co-ordination		X	X	X	
FSM			X	X	
Black start			(X)	(X)	Non-mandatory
Island operation			(X)	(X)	Non-mandatory
Fault recorder			X	X	
Simulation models			X	X	
Voltage ranges				X	
Reactive power		(X)	X	X	Type B: synchronous only

*Ref: "Grid Codes for Renewable Powered Systems", IRENA

개정안

10.4 신재생발전사업자는 계통 또는 설비의 고장시 고장원인 분석, 신재생발전기 연계 기술기준 준수 유무 확인을 위한 **발전기 연계상태, 발전소 제어상태, 유·무효전력 출력, 운전역률, 전압 등을 기록하기 위한 장치를 설치**하고 계통운영자의 요청시 관련 데이터를 제공해야 한다.

3. 연계 기술기준 개정 현황

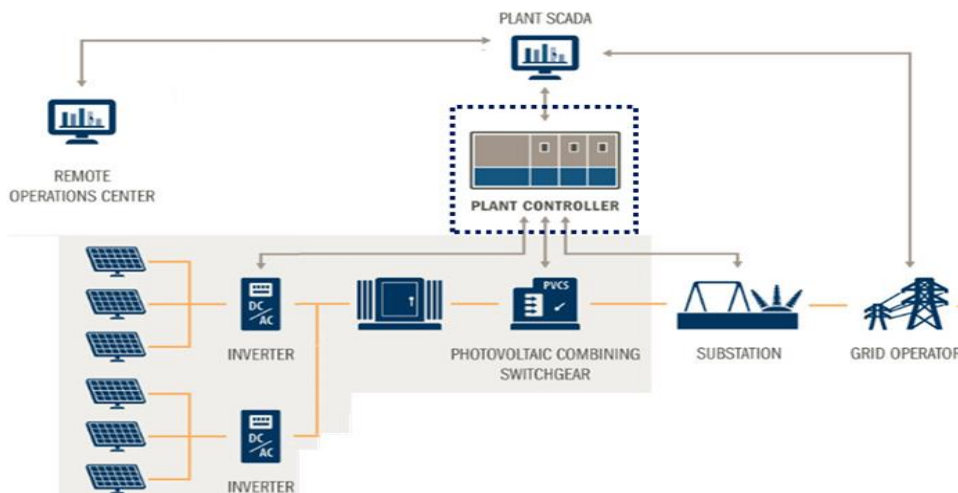
성능검증 체계

신재생발전기의 단지제어기 적용 의무 신설

필요성

- 계통연계기준의 기술적 요구사항 충족을 위해 대규모 발전단지내 인버터를 일괄 제어할 수 있는 상위시스템(단지제어기) 적용 필요

2기 이상의 인버터로 구성된 신재생발전기는 단지제어기 설치 필요



개정안

10 발전단지 제어능력

10.1 2기 이상의 인버터로 구성된 신재생발전기 (태양광, 풍력, 연료전지)는 인버터를 일괄 제어할 수 있는 상위제어(단지제어)가 구비되어야 한다.
10.2 단지제어 기능은 계통운영자로부터 급전지시 발생시 출력제어 및 무효전력 제어에 대한 이행이 가능하도록 로컬 EMS와 인버터간 통신 인터페이스 및 프로토콜 매핑을 갖추어야 한다.

4. 개선 방향

재생e 변동성 대응 유효전력 출력 증감율 관리

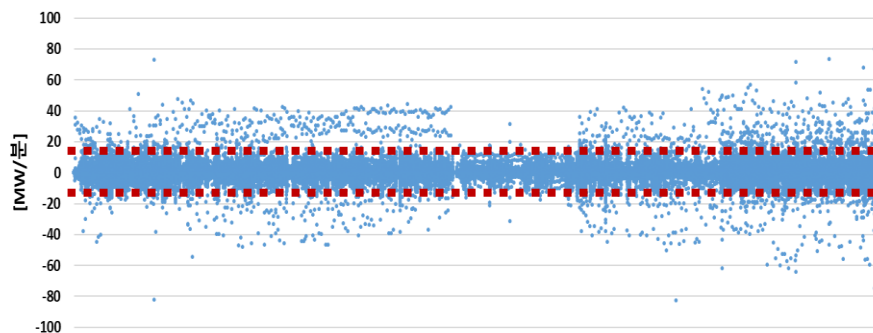
필요성

- 기술기준내 증감율 속도 제한기준(정격의 10%/분) 존재하지만, 기설 재생e 증감율 초과 사례가 빈번히 발생함에 따라 관리 필요

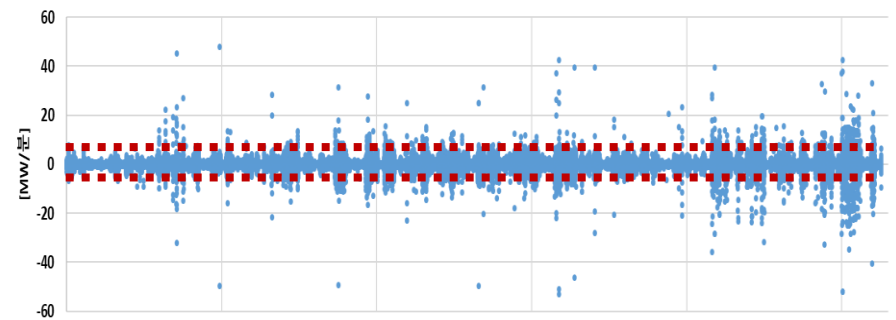
【기설 재생E 유효전력 출력 증감율 분석 사례】

구 분	00 태양광발전소	00 해상풍력 발전소
설비용량	151MW	60MW
증감율 제한 기준	15.1MW/분	6.0MW/분
제한기준 초과 건수(비율)	1,542건(0.29%)	1,613건(0.31%)
최대 증감량(1분 기준)	82.7MW/분	53.1MW/분

00 태양광 출력증감발 분포



00 풍력 출력 증감발 분포



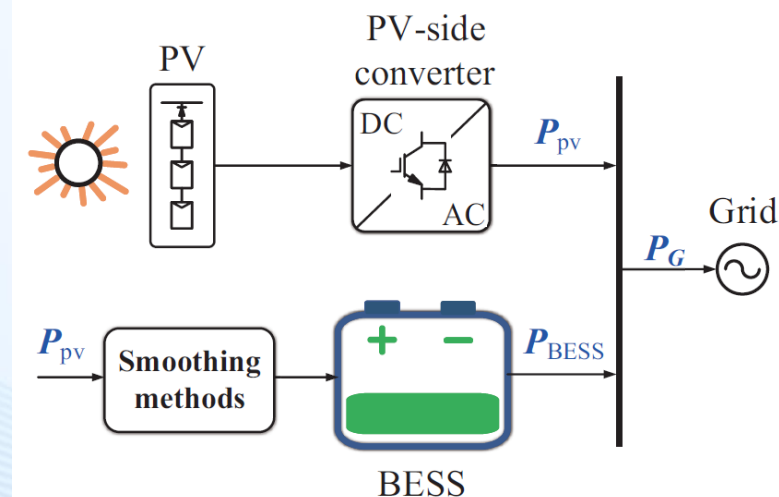
4. 개선 방향

재생e 변동성 대응 유효전력 출력 증감율 관리

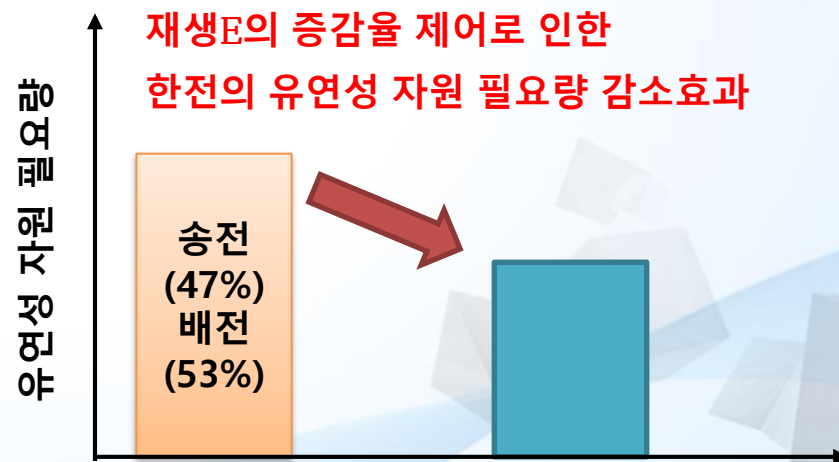
◆ 개선방향

- 재생e 증감율 관리를 위한 별도의 유효전력 조정설비 구비하도록 기술기준 강화
- 송전계통 연계 재생E 대상 증감율 관리 강화를 통해 초속응성 및 변동성 대응 자원의 확보역할 분담 유도

【ESS를 활용한 재생e 출력 조정설비 구조 예시】



【증감율 관리로 인한 유연성 자원 감소】



4. 개선 방향

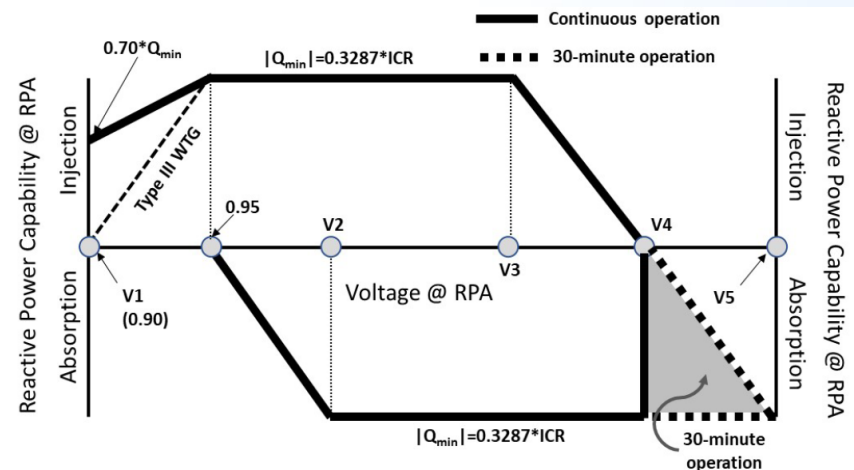
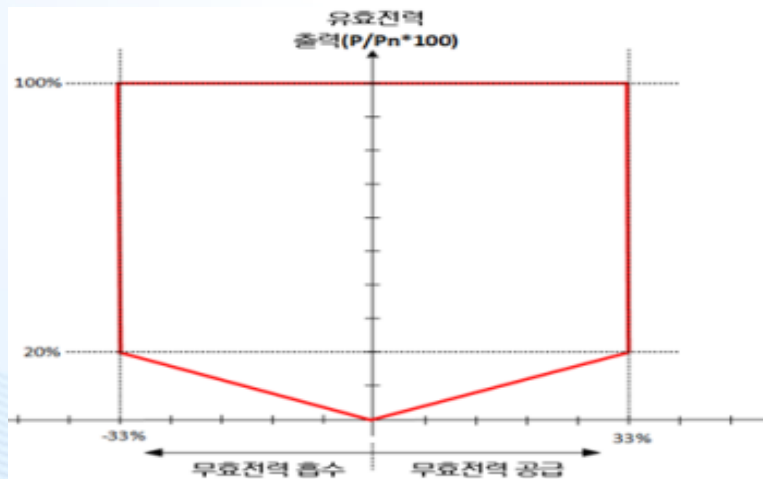
(풍력발전기) 고장 후 유효전력 회복속도 개선

◆ 필요성

- 현 연계기술기준 상 5초의 회복속도는 매우 늦어 계통안정화에 큰 기여 못함
- 해외 기준 조사 및 풍력발전기의 제어특성을 고려하여 회복속도 개선 필요

회복속도에 따른 계통 주파수 안정도의 영향 검토 후 개선안 선정

전압수준을 고려한 무효전력 공급능력 기준 개선



5. 향후 계획

- ▣ 기술기준 2차 개정사항을 송·배전용 전기설비이용규정 및 이용계약서에 반영 추진
- ▣ 개선이 필요한 기술기준에 대한 구체적 방안 마련 후 산·학·연 공청회 시행 및 개정 추진



감사합니다

