

분산형전원 계통연계 기술기준(안)

■ 윤 기 갑 / 전력연구원 전력계통연구실 선임연구원

제 1 장 총 칙

1. 목적

이 기술기준은 분산형 전원 발전설비를 한국전력공사 전력계통(이하「계통」이라고 한다.)에 연계 가능하도록 하는데 필요한 기술조건을 나타내는 것이다.

2. 적용범위

이 기술기준은 분산형 전원 발전설비를 설치한 자가 한국전력공사 계통에 연계하고자 하는 경우에 적용한다.

3. 연계의 구분

분산형 전원 발전설비를 전력계통에 연계하고자 할 경우, 공공 인축과 설비의 안전, 전력공급 신뢰도 및 전력품질을 확보하기 위한 기술적인 제반 조건이 우선 충족되어야 하며, 계통에 연계할 수 있는 발전설비 용량은 다음과 같이 권장한다.

가. 분산형 전원 발전설비의 사업장마다 전력용량(수전전력의 용량 또는 계통연계에 관련된 분산형 전원 발전설비의 출력용량 중 어느 큰 쪽을 말한다. 이하 같다.)이 원칙적으로 20kW까지는 공통사항과 저압 배전선로 연계에 정해진 기술조건을 만족시키는 경우 저압배전선로에 연계할 수 있다. 또 이 경우, 전용선로로 연계할 수 있는 분산형 전원 발전설비 출력용량은 원칙적으로 풍력발전 사업장마다 100kW 미만으로 한다.

나. 공통사항과 특고압 배전선로 연계에 정해진 기

술조건을 만족시키는 경우, 3,000kW까지는 분산형 전원 발전설비를 특고압배전선로에 연계할 수 있다. 또 이 경우, 전용선로로 연계할 수 있는 분산형 전원 발전설비 출력용량은 원칙적으로 풍력발전 사업장마다 10,000kW 미만으로 한다.

다. 원칙적으로 154kV 이상의 송전선로와 연계하는 경우, [송전용 전기설비 이용규정]에 따른다.

4. 협의 및 기술기준 해석

이 기술기준은 계통연계에 필요한 기술조건의 표준적인 지표이며, 실제 연계시 분산형 전원 발전설비의 설치자와 한국전력공사는 성의 있게 협의하여야 한다.

본 기술기준을 적용하면서 불분명한 사항이 발생할 경우, IEEE Standard 1547 등을 참고로 하여 한국전력공사의 판단에 따른다.

5. 문서 보관

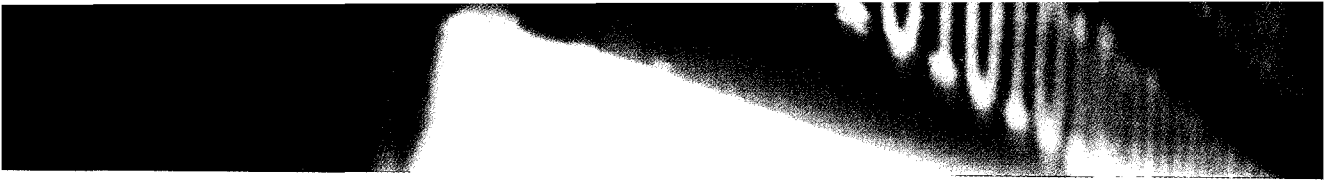
이 기술기준에 의하여 실시하는 모든 예측 계산, 성능검증 시험기록, 현장 확인 측정기록 및 정기 시험성적 기록은 문서화 하여 영구 보관한다.

2 장 연계 기술기준

1. 공통사항

가. 전기방식

분산형 전원 발전설비의 전기방식은 연계하고자 하는 계통의 전기방식과 동일하게 한다.



나. 공급전압 안정성 유지

분산형 전원 발전설비는 연계하고자 하는 지점의 계통전압을 능동적으로 조정하여서는 안 된다. 분산형 전원 발전설비가 계통에 영향을 미쳐 한국전력공사에서 유지하고자 하는 공급전압 범위를 벗어나게 해서는 안 된다.

다. 계통접지

분산형 전원 발전설비의 계통 접지는 전력계통에 연결되어 있는 설비의 정격을 초과하는 과전압을 발생시켜서는 안 되며, 또한 전력계통의 접지고장 보호협조를 방해해서는 안 된다.

라. 동기화

분산형 전원 발전설비는 연계하고자 하는 지점의 계통전압이 $\pm 4\%$ 이상 변동되지 않도록 계통에 병렬로 연계하여야 한다.

분산형 전원 발전설비의 계통연계 병렬장치를 투입하는 순간, 분산형 전원 발전설비와 연계하고자 하는 전력계통 사이의 주요 제한 변수가 다음 표 값 이하이어야 한다.

만일 주요 3개의 제한 변수 중 어느 하나라도 다음 표 값을 초과하면, 분산형 전원 발전설비의 계통 병렬장치를 투입하여서는 안 된다.

발전용량 합계 (kVA)	주파수 차 (Δf , Hz)	전압 차 (ΔV , %)	위상각 차 ($\Delta \phi$, °)
0 - 500	0.3	10	20
> 500 - 1500	0.2	5	15
> 1500 - 10000	0.1	3	10

마. 가압되어 있지 않은 전력계통에의 연계 금지

전력계통이 가압되어 있지 않을 때에는 분산형 전원 발전설비를 계통에 연계시켜서는 안 된다.

바. 측정 감시

한 사업장의 분산형 전원 발전설비 용량 합계가 250

kVA 이상일 경우, 연계지점의 연결 상태, 유효전력, 무효전력과 전압을 측정하고 감시할 수 있어야 한다.

사. 분리 장치

계통 운영 상 필요할 경우, 쉽게 접근하고, 잠금장치가 가능하며, 육안 식별이 가능한 분리장치를 분산형 전원 발전설비와 계통연계 지점 사이에 설치하여야 한다.

아. 계통연계 시스템의 건전성

(1) 전자장 장애로부터 보호

계통연계 시스템은 계통운영 상 전력계통에 나타나는 EMI 전자장장애 환경에 견딜 수 있어야 하며, EMI 영향으로 인하여 계통연계 시스템이 오동작해서는 안 된다.

(2) 서지 보호 성능

계통연계 시스템은 계통운영 상 전력계통에 나타나는 서지 환경에 견딜 수 있어야 한다.

(3) 계통 연계 장치

계통에 병렬로 연계시키는 장치는 연계계통 정격전압의 220% 내전압에 견딜 수 있어야 한다.

자. 전력계통 이상 시 분산형 전원 발전설비 분리

(1) 전력계통 고장 또는 작업 시 역충전 방지

고장이나 작업 등으로 인하여 전력계통이 가압되어 있지 않을 경우, 즉시 계통에서 분산형 전원 발전설비를 분리시켜야 한다.

(2) 전력계통 재폐로 협조

전력계통에서 고장이 발생할 경우, 전력계통이 재폐로 하기 전에 분산형 전원 발전설비는 즉시 계통에서 분리되어 있어야 한다.

(3) 전압

전력계통에서 비정상 전압 상태가 발생할 경우, 다음 표의 시간 이내에 분산형 전원 발전설비를 전력계통으로부터 분리시켜야 한다.

전압 범위 (기준 전압에 대한 비율 %)	고장 제거 시간 (초)
$V < 50$	0.16
$50 \leq V < 88$	2.00
$110 < V < 120$	1.00
$V \geq 120$	0.16

* 고장제거 시간 : 고장제거 시간은 전력계통에서 비정상 전압 상태가 발생한 때로부터 분산형 전원 발전설비가 전력계통으로부터 완전히 분리 될 때까지의 시간을 말한다. 분산형 전원 발전설비의 용량이 30 kW 이하일 경우에는 최대 고장제거 시간을 말하며, 분산형 전원 발전설비의 용량이 30 kW를 초과할 경우에는 전압 정정치를 현장에서 조정할 수 있다.

(4) 주파수

전력계통에서 비정상 주파수 상태가 발생할 경우, 다음 표의 시간 이내에 분산형 전원 발전설비를 전력계통으로부터 분리시켜야 한다.

저주파수 트립 설정치는 현장의 전력계통 운전과 협조하도록 조정될 수 있다.

동력발전 발전 용량	주파수 범위 (Hz)	고장제거 시간 (초)
30 kW	> 60.5	0.16
	< 59.3	0.16
> 30 kW	> 60.5	0.16
	$< (59.3 - 57.0)$	0.16 - 300
	정정치 조정 가능	조정 가능
	< 57.0	0.16

* 고장제거 시간 : 고장제거 시간은 전력계통에서 비정상 주파수 상태가 발생한 때로부터 분산형 전원 발전설비가 전력계통으로부터 완전히 분리 될 때까지의 시간을 말한다. 분산형 전원 발전설비의 용량이 30 kW 이하일 경우에는 최대 고장제거 시간을 말하며, 분산형 전원 발전설비의 용량이 30 kW를 초과할 경우에는 주파수 정정치를 현장에서 조정할 수 있다.

(5) 전력계통에 다시 연결하기

전력계통에서 이상이 발생하여 전력계통을 정상으로 복구한 이후, 전력계통의 전압과 주파수가 정상상태로 5분 동안 유지 되지 않는 한 분산형 전원 발전설

비를 다시 전력계통에 연결하여서는 안 된다.

전력계통의 정상상태 판정은 기준전압이 220 V인 경우에는 211 ~ 233 V, 380 V인 경우에는 348 ~ 400 V, 22900 V인 경우에는 21800 ~ 24200 V 범위로, 또한 주파수는

59.3 ~ 60.5 Hz 범위로 하되, 현장 전력계통의 여건에 따라 조정할 수 있다.

차. 전력 품질

(1) 직류 주입 한계

분산형 전원 발전설비는 전력계통 연계 지점에서, 정격 최대 전류의 0.5% 이상인 직류 전류를 전력계통으로 주입하여서는 안 된다.

(2) 역률

분산형 전원 발전설비의 역률은 전력계통 연계지점에서 원칙적으로 90% 이상으로 유지한다.

(3) 플리커

분산형 전원 발전설비의 빈번한 출력변동과 빈번한 병렬 분리에 의한 플리커 가속도 지수는, 전력계통 연계지점에서, 단시간 (10분) $Epsti$ 는 0.35 이하로, 장시간 (2시간) $Eplti$ 는 0.25 이하로 제한시켜야 한다.

$$Epsti \leq 0.35$$

$$Eplti \leq 0.25$$

(4) 고조파 전류

고조파 차수	$h < 11$	$11 \leq h < 17$	$17 \leq h < 23$	$23 \leq h < 35$	$35 \leq h$	TDD
비율 (%)	4.0	2.0	1.5	0.6	0.3	5.0

분산형 전원 발전설비로부터 전력계통에 유입되는 고조파 전류는, 10분 평균한 40차까지의 종합 전류왜형률이 5%를 초과하지 않도록 각 차수별로 제어하여야 한다.

(가) 발전설비를 제외한 국부 연계 계통의 1년 중 15분 최대 부하전류, 또는 (발전설비와 계통 연계점 사이에 변압기가 있을 경우 이 변압기를 통과하는) 발전설비 정격 전류용량 중 큰

값에 대한 고조파 전류의 비율이 위 표의 값 이하이어야 한다.

(나) 짝수 고조파는 위의 각 구간별로 홀수 고조파의 25% 이하로 한다.

카. 단독운전 방지(Anti-islanding)

연계된 전력계통의 고장이나 작업 등으로 인하여, 분산형 전원 발전설비가 주 간선 전력계통으로부터 분리되어 일부 구간의 부하에만 전력을 공급하는 단독운전(islanding) 상태가 불가피하게 발생할 경우, 분산형 전원 발전설비는 이러한 단독운전 상태를 가능한 한 빨리 검출하여 전력계통으로부터 분산형 전원 발전설비를 분리시켜야 하며(최대 0.5초 이내), 0.5초 이내의 순간일지라도 단독운전으로 인하여 전력계통의 정상 운용, 설비 운전, 공공 인축 안전 등에 나쁜 영향을 미치지 않도록 하는 안전장치를 구비하여야 한다.

타. 보호협조의 원칙

분산형 전원 발전설비의 고장 또는 전력계통 사고 시에 신속하게 사고를 제거하고 사고범위를 국한시키기 위하여 다음 사항을 고려한 보호협조를 실시한다.

- (1) 분산형 전원 발전설비의 이상 및 고장으로 인한 영향이 연계된 전력계통으로 파급되지 않도록 분산형 전원 발전설비를 해당 계통과 조속히 분리한다.
- (2) 분산형 전원 발전설비의 보호도면과 제어도면은 사전에 반드시 한국전력공사와 협의하여야 한다.

2. 저압배전선로 연계

가. 변압기

역변환장치로부터 직류가 계통으로 유출하는 것을 방지하기 위하여 변압기를 설치한다. 단, 다음 조건을 모두 만족시킬 경우에는 변압기의 설치를 생략할 수 있다.

- (1) 직류회로가 비접지인 경우 또는 고주파수 변압기를 사용하는 경우
- (2) 교류출력 측에 직류검출기를 구비하고, 직류검

출 시에 교류출력을 정지하는 기능을 지닌 경우

나. 전압변동

- (1) 분산형 전원 발전설비의 연계로 인한 저압 계통의 상시 전압변동(10분 평균값)은 3% 이하, 순시 전압변동(2초 이하)은 4% 이하로 한다.
- (2) 분산형 전원 발전설비의 출력변동과 빈번한 병렬 분리에 의한 전압변동으로 인하여, 저압 계통의 상시전압이 적정치(220 ± 13 V, 380 ± 38 V)를 벗어날 우려가 있을 때는, 분산형 전원 발전설비의 설치자가 출력전압을 조정하고, 출력전압의 변동을 억제하며, 병렬 분리의 빈도를 저감하는 등 전압변동 대책을 실시한다.

또한 이로써도 대응할 수 없을 경우에는 분산형 전원 발전설비의 설치자가 한류리액터 등을 설치하거나, 배전선로를 증강하거나, 전용선로에 의한 연계로 하거나, 단락용량이 큰 상위 전압의 계통에 연결한다.

다. 단락용량

분산형 전원 발전설비의 연계에 의하여 계통의 단락용량이 다른 고객의 차단기 차단용량 등을 상회할 우려가 있을 때에는 분산형 전원 발전설비의 설치자가 단락전류를 제한하는 장치(한류리액터 등)를 설치한다.

3. 특고압 배전선로 연계

가. 보호설비의 설치

- (1) 분산형 전원 발전설비에 고장이 발생했을 경우, 계통보호를 위하여 다음과 같은 보호계전기를 설치하며, 한국전력공사의 **[발전기 병렬 운전 연계선로 보호업무 기준서]**에 따른다.
 - (가) 분산형 전원 발전설비의 발전전압이 이상 상승할 경우, 이를 검출하여 조속히 분리할 수 있는 과전압계전기를 설치한다. 단, 분산형 전원 발전설비 자체의 보호설비에 의하여 검출·보호할 수 있는 경우에는 생략할 수 있다.
 - (나) 분산형 전원 발전설비의 발전전압이 이상 저

하할 경우, 이를 검출하여 조속히 분리할 수 있는 저전압계전기를 설치한다. 단, 분산형 전원 발전설비 자체의 보호설비에 의하여 검출·보호할 수 있는 경우에는 생략할 수 있다.

(2) 연계된 계통의 단락사고시의 보호를 위하여 다음과 같은 보호계전기를 설치한다.

(가) 동기발전기를 이용하는 경우, 연계된 계통의 단락사고를 검출하여 분산형 전원 발전설비를 해당 계통으로부터 분리시킬 수 있는 과전류계전기를 설치한다. 단, 해당 계전기가 유효하게 기능하지 않는 경우에는 단락방향계전기, 단락방향거리계전기 또는 전류차동계전기를 설치한다.

(나) 유도발전기 또는 역변환장치를 이용하는 경우, 연계된 계통의 단락사고시에 발전기전압의 이상저하를 검출하여 분리시킬 수 있는 저전압계전기를 설치한다.

(3) 연계된 계통의 지락사고를 검출하여 분산형 전원 발전설비를 해당 계통으로부터 분리시킬 수 있는 지락과전류계전기를 설치한다. 단, 해당 계전기가 유효하게 기능하지 않는 경우에는 방향지락과전류계전기 또는 전류차동계전기를 설치한다.

(4) 역조류가 있는 경우, 적정한 전압과 주파수를 벗어난 단독운전을 방지하기 위하여 과전압계전기, 저전압계전기, 과주파수계전기와 저주파수계전기를 설치함과 동시에, 단독운전상태를 검출하여 1초 이내에 분리시킬 수 있는 보호장치를 설치하거나 또는 전송차단장치를 설치한다. 또한 과주파수계전기와 저주파수계전기의 특성은 전압변화로 영향을 받지 않아야 한다.

(5) 역조류가 없는 경우, 단독운전 방지를 위하여 과주파수계전기와 저주파수계전기를 설치한다. 단, 분산형 전원 발전설비의 출력용량이 계통의 부하와 평형을 이루어 과주파수계전기와 저주파수계전기로 검출·보호할 수 없게 될 우려가 있을 때는 역전력계전기를 설치한다.

나. 보호계전기의 설치장소

보호계전기는 분산형 전원 발전설비 구내의 수전점 또는 고장검출이 가능한 장소에 설치한다.

다. 분리개소

분리개소는 계통으로부터 분산형 전원 발전설비를 분리할 수 있는 다음 어느 하나의 개소로 한다.

- (1) 수전용 차단기
- (2) 분산형 전원 발전설비 출력단 차단기
- (3) 분산형 전원 발전설비 연락용 차단기
- (4) 모선 연락용 차단기

라. 보호계전기의 설치상수

보호계전기의 설치상수는 다음과 같다.

- (1) 저주파수 계전기, 과주파수 계전기 및 역전력 계전기는 1상에 설치한다.
- (2) 부족전력계전기, 과전압계전기, 저전압계전기, 과전류계전기, 지락과전류계전기, 전류차동계전기는 3상에 설치한다.

마. 선로 무전압 확인장치의 설치

계통 변전소의 전선로 인출에 선로 무전압 확인장치가 설치되어 있지 않을 경우에는, 분산형 전원 발전설비의 설치자가 재폐로시의 사고방지를 위하여 해당 인출에 선로 무전압 확인장치를 설치한다.

바. 역조류의 제한

역조류가 있는 분산형 전원 발전설비를 설치할 때에는, 해당 분산형 전원 발전설비를 연계하는 배전용 변전소의 뱅크에서 언제나 역조류가 발생하지 않아야 한다.

사. 전압변동

- (1) 분산형 전원 발전설비의 연계로 인한 특고압 계통의 상시 전압변동(10분 평균값)은 2%이하, 순시 전압변동(2초 이하)은 2%이하로 한다.
- (2) 분산형 전원 발전설비의 빈번한 출력변동과 빈번한 병렬 분리에 의한 전압변동으로 인하여, 특고압 계통의 상시전압이 한국전력공사의 [변

전소 송출전압 유지기준에 의한 선로별 공급전압 변동범위인 (23.5 kV ~ 22.4 kV)와 (23.8 kV ~ 22.7 kV)를 벗어날 우려가 있을 때는, 분산형 전원 발전설비의 설치자가 출력전압을 조정하고, 출력전압의 변동을 억제하며, 병렬 분리의 빈도를 저감하는 대책을 실시한다.

또한 이로써도 대응할 수 없을 경우에는 분산형 전원 발전설비의 설치자가 한류리액터 등을 설치하거나, 배전선로를 증강하거나, 전용선로로 연계하거나, 단락용량이 큰 상위 전압의 계통에 연계한다.

- (3) 동기발전기를 이용하는 경우 제동권선을 설치 (제동권선과 동등 이상의 난조방지효과를 갖춘 동기발전기를 포함한다.)함과 동시에 자동동기 점정장치를 설치한다.

아. 단락용량

분산형 전원 발전설비의 연계로 계통 단락용량이 다른 고객의 차단기 차단용량 등을 상회할 우려가 있을 때는 분산형 전원 발전설비의 설치자가 단락전류를 제한하는 장치(한류리액터 등)를 설치한다. 이로써 대응할 수 없을 경우에는 다른 변전소 뱅크의 계통에 연계

하거나, 상위 전압의 송전선로에 연계하거나, 기타 단락용량대책을 강구한다. 또한 단락용량은, 원칙적으로 연계되어 있는 배전선로(필요에 따라 1단 상위의 송전선을 포함한다.) 내의 분산형 전원 발전설비(기설, 공급계획상의 것 등), 전선로, 변압기 등의 임피던스를 조건으로 하여 산출한다.

자. 연락체계

한국전력공사의 지점 배전사령실 등과 분산형 전원 발전설비의 설치자 사이에는 보안통신용 전화설비(전용 보안통신용 전화설비 또는 전기통신사업자의 전용 회선 전화)를 설치한다. 단, 다음 조건을 모두 만족시킬 경우에는 일반가입 전화를 이용할 수 있다.

- (1) 분산형 전원 발전설비 설치자 측의 교환기를 이용하지 않고 직접 기술원과 통화가 가능한 방식(교환기를 이용하는 대표번호방식이 아니고 직접 기술원과 연결되는 단번방식)으로 한다.
- (2) 재해시 등에 해당 한국전력공사 직원과 연락이 불가능할 경우, 해당 직원과 연락을 취할 때까지 분산형 전원 발전설비의 분리 또는 운전을 정지할 수 있도록 협정서에 명기한다.