

태양광발전설비 안전관리 기법

윤형익, 정연해, 정형용
한국전력기술인협회

A Safety Techniques for Photovoltaic Power Generating System

Hyoung-Ig Youn, Yeon-Hae Jung, Hyung-Yong Jung
Korea Electric Engineers Association

Abstract - 태양광발전산업은 21세기의 청정에너지 및 대체에너지로 주목받으면서 그 관련 산업이 매년 큰 성장세에 있다. 그러나 태양광발전시스템의 DC계통 사고 보호에 대한 안정성이 확보되지 않고 보급, 설치되므로 이에 대한 대책이 필요한 것이 현실이다. 본 논문은 DC계통 사고 등의 문제점을 지적하고 그 대책을 연구하여 계통의 안전성 확보와 인체 감전보호를 목적으로 연구하였다.

1. 서 론

우리나라 등 전 세계적으로 AC전압을 사용함이 일반화 되어 있어 가전제품 등은 AC를 DC로 정류하여 직전압으로 변환하여 사용되고 있다. 미래에는 DC만을 사용하는 DC하우스가 등장하리라 예상되어 DC 보호는 더욱 절실히 필요하며, 해결해야 할 과제이다. 그러므로 신·재생에너지의 사용의 증가로 분산전원 보호장치의 문제점이 대두되고 있어 본고에서는 태양광발전의 DC계통 보호 및 안전관리 기법에 대하여 논하고자 한다.

2. DC의 보호

2.1 사고의 종류

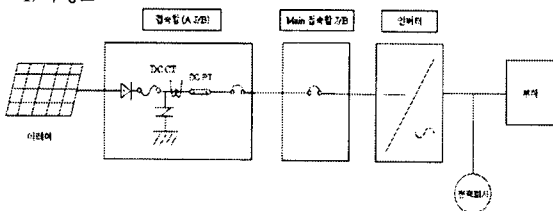
- 1) 지락: 전선 피복의 절연내려지화, 접속점의 헐거움 등으로 인한 누전 사고시, 내부의 충전 부분에서 외부의 노출 비충전 부분(지면)으로 전기가 누설되는 전력계통사고의 70~80%는 지락고장이며 계통구성의 종류에 따라 정도의 차이는 있으나, 초기에 지락 고장을 차단하지 못하면 단락고장으로 확산되게 되므로 확실한 지락보호 대책이 요구된다.
- 2) 단락: 전력계통에서 발생할 수 있는 가장 큰 고장전류이며, 고장 파급이 크므로 계통의 보호협조 등 대책이 필요하다.
- 3) 과부하: 단락사고시에 과전류가 흐르게 되므로 과전류 보호장치가 필요하며 MCCB와 OCR 등을 통한 과전류 차단 및 검출이 요구된다.
- 4) 낙뢰 등의 이상전압: 태양전지 어레이는 넓은 면적에 설치되므로 낙뢰에 항상 노출되어 있다 따라서 유도뢰와 직격뢰 등의 이상전압으로부터 보호대책이 필요하다.

2.2 사고의 보호

- 1) 지락: 1선 지락사고가 대부분을 차지하고 있는 만큼 지락시 건전상의 대지전위 상승을 억제하고 사고구간을 신속하게 차단할 수 있도록 하며, 누전시의 인체감전 보호도 요구된다.
- 2) 단락: 단락전류를 정확히 계산하여 FUSE, 차단기 등을 선정하되 차단기의 차단용량은 단락전류보다 커야 한다. 또한, 적절한 보호협조를 위해 보호계전기(UVR, OCR)의 적정하게 선택이 요구된다.
- 3) 과부하: 태양전지 어레이의 최대통과전류를 개폐할 수 있는 차단기(MCCB)를 선정하여 설치한다.
- 4) 낙뢰 등의 이상전압: 직격뢰는 피뢰침 설비를 별도로 하여야 하며 분전반에 SPD 등을 설치하여 보호한다.

2.3 태양광 발전의 DC계통 구성도(계통연계형)

1) 구성도



2) Main 접속반

- ① 메인 접속반의 구성은 메인 차단기와 보조 분전반의 회로 차단기 구성된다.
- ② 인버터 DC 입력회로 수는 각 인버터 메이커마다 다르지만 보통 2~8회로를 직접 연결할 수 있다.
- ③ 보조 분전반과 메인 접속반의 사이에 있는 선로사고에 대해 보호기를 갖추며 전선의 전압강하를 줄일 수 있다

3) 보조 접속반

- ① 구성
 - 가. Main 차단기
 - 나. FUSE
 - 다. 블로킹다이오드
 - 라. SPD
 - 마. DCCT
 - 바. DCPT
 - 사. 감시용 T/D
 - 아. 환기팬

② 보조 접속반은 각 스트링을 여러개 집합한 접속함으로 박막형 등은 스트링 수가 많아지고 일반 일리콘 모듈의 경우는 스트링 수가 박막형의 절반 정도이다

4) 인버터의 입력전압

제조사	인버터 용량	MPPT(입력전압범위)
한양전공(주)	1 ~ 5[kW]	140 ~ 430[VDC]
	10[kW]	250 ~ 750[VDC]
OMRON	3.82[kW]	225 ~ 600[VDC]
	10[kW]	300 ~ 800[VDC]
KACO	1.5 ~ 4.5[kW]	125 ~ 400[VDC]
	5 ~ 30[kW]	350 ~ 600[VDC]
윌링스(주)	3[kW]	150 ~ 440[VDC]
	5 ~ 50[kW]	200 ~ 440[VDC]
솔라테크(주)	3[kW]	140 ~ 440[VDC]

3. 태양광발전설비 DC 계통보호의 문제점

3.1 지락

태양전지에서 지락이 발생할 경우 지락전류에 직류성분이 중첩됨으로써 일반적으로 누전차단기가 작동하지 않음으로 인해 인체 감전사고의 위험이 항상 존재한다.

3.2 과부하 및 단락

차단용량의 잘못된 선정할 경우 과도한 단락전류가 흘렀을때 차단기가 소손될 수 있으며, 고장전류가 파급되어 2차 피해를 불러올 수 있다.

3.3 낙뢰 등의 이상전압

뇌서지에 의한 가장 큰 피해는 PV 시스템의 파괴를 들 수 있다. 한번의 뇌서지에 의해 고가의 PV가 소손됐을 경우 발전사업자의 경제적 부담이 상당히 크므로 이를 최소화 할 수 있는 보호대책이 필요하다.

4. 대 책

4.1 지락 및 인체감전보호

- 1) DC전용 차단기를 설치하거나, 각종 선로정수, 연결부하의 종류, 계통의 운전조건 등을 고려하여 GPT의 용량을 선정하여 설치한다.
- 2) 태양전지 모듈은 1개의 출력전압은 DC 35V 정도이지만 스트링의 개수가 많을 경우 개방전압은 인버터의 입력전압에서 알 수 있듯이 125V~800V 이므로 발전 상태에서 작업이 요구될 경우 반드시 절연장갑 착용, 절연공구 사용하도록 하며, 가능하다면 태양전지 모듈을 햇빛이 차단되는 시트를 씌워 개방전압을 최소화 한다.

4.2 과부하 및 단락보호

- 1) 태양전지의 단락전류는 정격전류 보다 5~15% 높으므로 이 단락전류를 차단할 수 있는 차단기를 선정하여야 하며 FUSE 선정시에도 이를 고려하여 적절한 용량을 선택하도록 한다.
- 2) 계통에 있어서 단락사고시의 보호를 위하여 UVR, OCR 등을 설치한다. 단 계통의 전압저하가 지속될 경우 UVR의 정정시간을 고려하여 분리여부를 결정한다.

4.3 낙뢰 등의 이상전압

낙뢰는 직접 태양전지 어레이에서 침입할 수도 있으나 주변의 낙뢰로 인한 대지전위가 상승하면서 접지선을 타고 역으로 들어오는 경우도 있다. 따라서 SPD를 어레이 주회로 내에 분산설치, 접속함, 분전반에도 각각 설치하여 피해를 예방한다.

5. 결 론

태양광발전산업은 정부의 적극적인 발전 비전 제시와 정책육성으로 급속한 성장을 하고 있다. 그러나 설치·공급에 앞서 DC 계통안전에 대한 기술적인 기준이 뒷받침 되지 못하여 예기치 못한 사고시 소중한 재산과 인명의 피해가 생길 수 있다.

본 논문은 향후 태양광 발전설비 DC계통의 안전을 위해 지락, 단락, 과부하, 낙뢰의 피해로부터 최소한의 보호대책 및 관리기법을 연구 하였으며, 향후 이외에도 고조파, 전압변동, 계통 연계시 고장 및 보호 대책 및 설치 기준 등이 다양하게 연구되어야 할 것이며, 관련 분야의 발전과 기술기준 수립에 많은 참여가 요구되고 있다.

[참 고 문 헌]

- [1] 이현화, "태양광발전 시스템", 2008
- [2] 이현화, "태양전지어레이의 음영 영향과 역저지 다이오드의 구성에 관한 연구", 2007
- [3] 김용상, "태양광발전시스템의 배전제통 적용기술", 2008
- [4] 이순형, "태양광발전시스템의 계획과 설계", 2008