

# 비접지 배전 계통에서 지락사고 시 고장구간 분리 및 복구를 위한 새로운 알고리즘

論 文  
53A-10-4

## A New Algorithm of The Line to Ground Fault Section Isolation & Restoration in Ungrounded Distribution Power System

崔仁善<sup>†</sup> · 崔勉松<sup>\*</sup> · 林星日<sup>\*\*</sup> · 李承宰<sup>\*</sup>  
(In. S. Choi · Myeon. S. Choi · Seong. I. Lim · Seung. J. Lee)

**Abstract** - Fault section isolation and service restoration are very important for function of DAS. In Japan, a progressive protection method is used for the line to ground fault section isolation and service restoration. But the progressive protection method has a drawback that the customer will experience outage time and that the rate in use of the feeder is not over 50%. This paper presents a new Service Restoration Algorithm which is for the line to ground fault section isolation and service restoration method for a ungrounded distribution system. If the proposed algorithm is used, the rate in use of the feeder can improve than before because a distribution system can change multi connection of feeder and the customer's outage time can be reduced. The proposed algorithm has been successfully tested in a distribution system.

**Key Words** : Feeder Agent, Fault Restoration, Fault Section Isolation, Ungrounded System

### 1. 서 론

현재 산업발달로 인한 전력수요의 증가와 IT 산업의 혁신적인 발달로 고장으로 인한 정전 발생 시 사회생활에 미치는 영향이 커지게 되었으며 고장 발생 내용에 대한 관심도 증대되었다. 또한 운용환경이 급격히 변화하고 있는 시점에서 배전계통에 발생하는 문제점을 해결하고 전력 공급의 신뢰도를 높이기 위하여 배전자동화 시스템(DAS: Distribution Automation System)이 도입되었다. 배전 계통의 경우 방사상으로 운전되고 있으므로 고장으로 인한 정전구간 발생 시 인근 연계선로로 정전영역을 절체하여 전력 공급을 지속 할 수 있다. 이렇게 고장 발생 시 수용가의 정전의 최소화를 위하여 빠른 정전 복구가 배전자동화 시스템에서 아주 중요한 기능이다. 이와 같은 기능이 배전자동화 시스템에 없다면 계통 운용자는 고장점을 찾아내기 위하여 광범위한 송배전 선로 구간을 육안으로 확인하여야 한다. 이러한 작업은 많은 인력과 정전에 따른 추가 비용이 요구된다.

비접지 계통의 보호방식으로는 1회선인 경우 지락과전압계전방식(OVGR)이 사용되고 있으며, 다회선인 경우 고장회선의 판별을 위해 모선의 영상전압과 각 회선의 영상전류를 이용한 방향지락계전방식(DGR)[1,2]이 사용되고 있다. 최근 비접지 계통 보호방법으로 네트워크 계통의 보호를 위해 방향지락계전 방식을 응용하고 전압, 전류 측정점으로부터 고장거

리를 계산하는 알고리즘[3], 기본과 전압, 전류를 이용하여 고장의 방향을 진단하는 알고리즘[4], 고저항 접지계통의 고장거리계산을 위한 고장 신호 해석[5], pulse 고장감지기를 이용하여 실제 산업계통 보호에 적용 및 고장감지에 영향을 끼치는 다양한 요소에 대한 영향을 분석[6,7] 등의 논문이 소개되고 있으며, 선택지락과전류 계전기(SGR)에 의해 모선의 영상전압과 각 회선의 영상전류를 이용하여 고장회선이 결정되면, 모선의 선간 전압과 고장회선의 영상전류를 이용하여 고장 상을 판별하는 알고리즘이 있다[8]. 일본의 배전자동화 시스템에서는 선택지락과전류 계전기를 이용하여 고장회선을 판단한 후에 자동화개폐기의 순차투입을 통하여 고장구간을 탐색하는 순송 방식[9]이 사용되고 있다.

순송 방식은 시스템과 통신망 의존도가 낮고 실패 가능성 낮아 신뢰도가 높은 장점이 있으나, 개폐기의 동작회수가 많아 실패할 가능성도 높고 수용가에 정전 경험 횟수가 많다는 단점이 있다. 일본의 배전자동화 시스템은 매우 이른 시기부터 연구되어 통신의 신뢰도가 매우 떨어질 때 발달하였기 때문에 통신의 의존도를 낮추기 위하여 순송 방식을 사용하였으나, 현재 통신 시스템은 아주 높은 신뢰도를 유지하고 있으므로 수용가의 정전을 최소화하고 개폐기의 동작횟수를 줄이기 위한 노력이 필요하다. 이에 본 논문에서는 비접지 계통에서의 1선지락 사고 시 새로운 지능적인 고장구간 검출 및 복구 알고리즘을 제안하였으며, 이를 수행하는 Feeder Agent를 제안하였다.

Feeder Agent란 하나의 Feeder를 담당하고 있는 Agent로서 여기서 에이전트란 소프트웨어 기술에 의한 지능과 통신기능을 가지고 있어 필요한 작업을 필요한 시기에 자동적으로 행할 수 있는 기능을 가지고 있는 디지털 기기이다. 지능형 에이전트는 사실 인공지능 분야에서 오래 전부터 연구되어 온 개념으로, 사람과 유사하게 생각하고 행동하는 것을 목표로

<sup>†</sup> 교신저자, 正會員: 明知大學 電氣工學科 碩士課程  
E-mail: cis226@mju.ac.kr

<sup>\*</sup> 正會員: 明知大學 電氣工學科 教授 · 工博

<sup>\*\*</sup> 正會員: 明知大學 電氣工學科 研究教授 · 工博  
接受日字: 2004年 7月 1日  
最終完了: 2004年 8月 11日

한다. 하지만 에이전트라는 분야가 인공지능과 분리되어 독립적인 연구 주제로 대두되기 시작한 것은 분산 협동 처리 (distributed cooperative processing)와 에이전트간 통신(inter-agent communication)의 개념이 대두되면서부터 이다[10].

본 논문에서는 순송 방식의 고장 구간 검출 및 분리 알고리즘인 순송 방식에 대하여 알아보았으며, Feeder Agent 간 통신을 이용하여 수용가의 정전 경험 없이 말단에서부터 정전 복구하는 방법을 연구하였다. 또한 이러한 Feeder Agent를 이용하였을 경우 단일 연계 배전 계통을 다중연계 선로로 변경 운용할 수 있어 설비 이용률을 높일 수 있으므로 배전계통 설비비를 줄일 수 있다는 것을 보였다. 또한 간단한 비접지 다중연계 배전계통에서 고장 모의를 통하여 사례연구를 수행하였다.

## 2. 순송 방식에서 지락 고장 구간 검출 및 복구 알고리즘의 문제점

현재 우리나라의 배전계통은 다중접지방식이다. 그러나 일본 및 중국과 같은 배전계통은 비접지 계통이다. 이러한 비접지 방식은 다중접지방식과 달리 선로의 공장이 짧고 전압이 낮은 계통에 사용된다. 이러한 선로에서는 대지 정전용량이 작기 때문에 충전 전류도 크지 않다. 비접지 계통의 선로에 1선 지락 고장이 발생하면 건전상의 대지 정전 용량에 의한 고장 전류가 고장점으로 유입되지만 그 크기가 매우 작아서 전력공급을 계속할 수 있다.

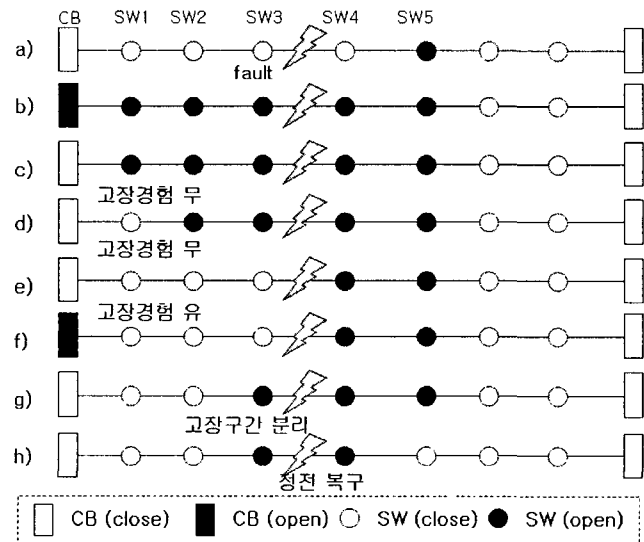


그림 1 배전 계통에서의 순송 방식 순서  
 Fig. 1 Sequence of progressive protection method of distribution system

또한 주요 변압기가  $\Delta$ - $\Delta$ 로 결선되어 있으므로 변압기의 고장 또는 점검 수리 작업 시 V결선으로 전환해서 송전을 계속할 수 있다는 장점이 있다. 그러나 비접지 계통이 확대되면 정전용량이 증가하게 되고 1선 지락 고장 시 충전전류에 의한 간헐 아크 지락을 일으켜서 이상전압이 발생하게 된다. 또한 1선 지락 고장 시 고장전류가 수 암페어 이하이므로 고장감지의 어려움이 있어 지락보호계전기의 확실한 동작을 기대하기

어렵다. 그리고 보호 실패 시 고장 범위의 확대와 단락고장으로 발전될 가능성이 있다. 일본 계통에서는 선택지락과전류계전기를 이용하여 고장회선을 판단한 후에 자동화개폐기의 순차투입을 통하여 고장구간을 탐색하는 순송 방식이 사용되고 있다.

표 1 일본의 DAS 고장처리 타임 차트  
 Table 1 Fault management time chart in japan's DAS

상 황	시 간	개폐기의 동작상황					
		CB	SW1	SW2	SW3	SW4	SW5
- 고장 발생	고장감시 CB 트립	■					
- 재폐로	무전압 개방시간(0.7초)	■					
- SW1 순송투입	투입시한 T1(7초)		●				
- SW2 순송투입	투입시한 T1(7초)			●			
- SW3 순송투입	투입시한 T1(7초)				●		
- 사고 재검출	영구고장감지 CB 재트립	■					
- 재재폐로	무전압개방시간(0.7초)	■					
- SW1 순송투입	재재폐로 시한(3분)		●				
- SW2 순송투입	투입시한 T1(7초)			●			
- 역송 원격제어 명령	투입시한 T1(7초)				●		
	원격제어명령에의한투입					●	

배전 선로에 고장이 발생하면 CB가 동작하여 고장난 회선이 정전된다. 일본과 같은 비접지 계통에서는 우리나라와 같은 다중접지방식과 달리 고장전류가 작기 때문에 리클로저를 사용할 수 없기 때문에 회선 전구간의 정전이 필수적이다. CB가 동작하여 무전압이 되면 해당 배전선로의 모든 그림 1의 b와 같이 순송식 자동화 개폐기가 자동으로 개방된다. 일정시간 후에 CB가 재폐로하여 배전 선로를 가압시키고 그림 1의 c, d와 같이 순차적으로 자동화 개폐기가 투입된다. 이렇게 투입되면서 고장 전류를 경험하는가를 체크한다. 그림 1의 e와 같이 고장 구간의 바로 직전의 자동화 개폐기가 투입되면 영구고장 상태가 지속되고 있다면 그림 1의 f와 같이 변전소의 CB가 다시 동작하며, 이때 고장지점 바로 앞에서 최종적으로 투입됐던 개폐기는 투입된 후 정해진 시간 이전에 다시 정전되었기 때문에 자기가 보호하는 구간에서 영구고장이 발생했음을 판단하여 그림 1의 g와 같이 Lock된다. 고장구간 직후의 개폐기는 전원이 가압 된 후 정해진 시간동안 가압 상태가 유지되지 못한 채 전원이 없어졌기 때문에 바로 자기 앞의 전원 측에서 고장이 발생하였다고 판단하여 Lock된다. 이후의 동작은 처음과 같이 차단기가 일정시간 후에 재투입되고 첫 번째, 두 번째 등 자동화 개폐기가 일정시간 간격으로 재투입되면서 전원 측의 건전구간에는 전기가 공급되게 된다. 이후 고장구간 말단 측의 건전구간에는 연계선로를 통해 전기가 공급되게 된다. 표 1은 그림 1과 같은 고장 발생 시 고장처리 과정을 설명한 것이다. 표 1에서와 같이, SW2와 SW3과 같은 고장 발생 직전의 수용가의 경우는 A와 같은 구간동안

정전을 경험할 수밖에 없다.

이러한 순순 방식은 시스템과 통신망 의존도가 낮고 실패 가능성 낮아 신뢰도가 높은 장점이 있으며, 기존의 보호 협조 원칙을 그대로 수용할 수 있다. 그러나 고장처리 속도가 느리고 개폐기의 자체의 기능에 많이 의존하고, 전체적으로 개폐기의 동작회수가 많아 실패할 가능성도 높다. 또한 수용가에 정전 경험 횟수가 많다는 단점이 있다. 또한 순순 방식은 단일 연계방식에 사용되므로 설비 이용률이 50%를 넘지 못한다. 현재는 전력 수요의 증가와 IT의 발달로 인해 고장으로 인한 정전 발생 시 산업사회에 미치는 영향이 커지게 되었으며, 또한 정전 내용에 대한 관심도 증대되었다. 그러므로 정전 시 수용가에 끼치는 영향은 아주 크다.

### 3. 비접지 계통의 지락 사고 시 새로운 고장 구간 검출 및 복구 알고리즘

현재 통신 시스템의 발달은 통신에 대한 신뢰도를 상승시켰으며, 이를 통한 보호 시스템의 이용은 현재의 DAS에서 필수 개념으로 이용되고 있다. 본 논문은 통신 시스템의 도입과 중앙 시스템의 과부하를 방지하기 위하여 Feeder Agent를 이용한 비접지 계통 고장 구간 검출 및 복구 알고리즘인 Feeder Agent 정전 복구 알고리즘(Feeder Agent Service Restoration Algorithm)을 제안한다. Feeder Agent 정전 복구 알고리즘은 기존의 순순 방식에서 기기의 교체없이 정전 복구 알고리즘만을 개선하여 수용가의 정전없이 고장구간을 분리 및 정전구간을 절체할 수 있으며, 배전계통의 설비비를 낮출 수 있다. 더 나아가 다중 연계 선로를 이용하여 선로 이용률을 높일 수 있다.

#### 3.1 Feeder Agent의 개념

Feeder Agent는 자신의 선로를 담당하고 있는 에이전트이며 다른 Feeder Agent 혹은 Central Agent와 같은 다른 에이전트와 통신을 통해서 협조 관계를 유지한다. 여기서 Central Agent란 전체적인 시스템을 관리하는 에이전트이다. Feeder Agent를 구성하기 위해서는 통신이 가장 중요하다.

Feeder Agent의 특징은 3가지가 있다. 첫째, 각 분산되어 있는 Feeder Agent는 자기의 책임 하에 있는 Agent's Staff만을 제어한다. 여기서 Agent's Staff란 선로에 존재하는 자동화 개폐기와 같은 Feeder Agent에게 정보를 주거나 제어를 받는 기기이다. 둘째, Feeder Agent는 통신을 통하여 상호 협조 관계를 유지한다. 셋째, Feeder Agent는 상황에 따른 능동적인 반응을 할 수 있다.

Feeder Agent의 기대효과는 정보의 분산 효과로 기기 고장 분산 및 내고장성이 향상되며, 계통의 대규모가 되더라도 개개의 계통 대상이 작기 때문에 계통의 변화에 유연한 대처를 할 수 있다. 또한 Feeder Agent는 자신의 선로만을 책임지기 때문에 자기 선로의 최적 상태를 능동적으로 유지할 수 있다. 이러한 Feeder Agent를 이용한 시스템의 장점은 내고장성이 높고 신뢰도 협조가 좋다. 또한 통신을 포함한 협조 제어에 의한 준최적화 방식이다. 또한 제어의 기능이 지역 분산되어 있으므로 지역적으로는 높은 강인성을 얻을 수 있다. 그리고

컴퓨터의 부하를 분산시킨다. 그러나 전체 측면에서 본 정보 처리량이 많아질 가능성이 높고 대량의 온라인 데이터를 처리할 가능성이 높다는 단점이 있다.

### 3.2 Feeder Agent 정전 복구 알고리즘

#### 3.2.1 고장이 발생한 Feeder Agent의 동작

Feeder Agent가 고장을 경험할 경우 연계선로 Feeder Agent로부터 고장을 경험하였다는 통신이 없다면 자기 선로에서 고장이 난 것이다. 그러므로 연계선로에게 자신의 선로에 고장이 있음을 전파하는 '고장 경험 통신'을 한다. 그 후 자신의 상시 개방점을 하나씩 전원 측으로 이동한 후 고장을 경험하였는가를 다시 확인한다. 이때 고장을 계속 경험하고 있고 고장 경험 통신을 하였는지 확인 후 통신을 하였으면 상시 개방점을 이동한다. 이렇게 계속 상시 개방점을 이동하다가 고장을 경험하지 않게 되면 그 Feeder Agent는 자신의 직무를 다하게 된다.

#### 3.2.2 고장이 발생한 선로의 연계 선로 Feeder Agent의 동작

연계선로의 Feeder Agent의 입장에서 보면 고장을 경험하게 되면 다른 Feeder Agent로부터 고장 경험 통신이 왔는가를 확인한다. 이후 통신을 보낸 Feeder Agent에게 자신이 고장을 경험하였음을 통신한 후 자신의 말단 직전 스위치를 개방한다. 이러한 일련의 과정을 거치면 고장 구간 분리 및 정전 복구가 모두 완료되게 된다.

### 3.3 단일 연계 시 Feeder Agent 정전 복구 알고리즘

단일 연계는 연계선로가 1개 존재하는 선로이다. 그림 2는 고장 발생 시 단일 연계 Feeder Agent 정전 복구 알고리즘을 순서대로 도시하고 있다.

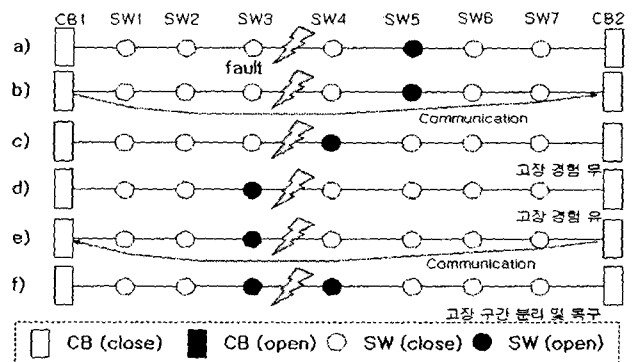


그림 2 Feeder Agent 정전 복구 알고리즘 순서

Fig. 2 Sequence of feeder agent service restoration algorithm

고장 발생 시 그림 2의 b와 같이 연계선로의 Feeder Agent에게 고장이 발생했음을 통신을 통해 알려준다. 고장이 발생한 선로의 Feeder Agent는 상시 개방점을 말단에서부터 전원

측으로 이동한다. 이때 그림 2의 c와 같이 고장을 발견하지 못하고 또한 고장 발생 Feeder Agent에서도 영구 고장을 겪고 있다면 계속 상시 개방점을 이동하게 된다. 그림 2의 d와 같이 연계선로의 Feeder Agent가 고장을 경험하게 되면 그림 2의 e와 같이 통신을 통하여 고장발생 Feeder Agent에게 알려주며 그림 2의 f와 같이 고장 구간을 분리하게 된다. 이후 각 Feeder Agent는 자신의 선로를 다시 재정정하여 최적화한다.

순송 방식은 고장 선로의 순송식 자동화 개폐기를 모두 개방한 후 순서대로 투입하면서 고장 구간을 찾기 때문에 수용가가 정전을 경험할 수밖에 없다. 그러나 Feeder Agent 정전 복구의 경우 수용가는 정전을 경험하지 않고 순송식에 비하여 계전기의 동작 횟수가 적어 신뢰성을 높일 수 있는 장점이 있다. 또한 연계선로 Feeder Agent와의 통신을 통하여 협조 동작을 하므로 일본식 배전 계통의 단일 연계 선로를 다중 연계로 변경하여 선로 이용률을 높일 수 있다. 다음 절에서는 다중 연계 시 Feeder Agent 정전 복구 알고리즘에 대하여 설명하였다.

3.4 다중 연계 시 Feeder Agent 정전 복구 알고리즘

다중 연계는 단일 연계보다 선로 이용률을 높일 수 있다. 그러나 기존의 고장 구간 분리 알고리즘인 순송 방식은 다중 연계 시 사용할 수 없다. 그러나 Feeder Agent 정전 복구 알고리즘은 다중 연계에도 적용 가능하다. 다중 연계 시 Feeder Agent간의 협조 관계는 매우 중요하다. 그림 3은 기본적인 다중 연계선로를 도시하고 있다. 또한 선로의 데이터는 표 2에 각 구간별 부하량과 표 3에 연계선로의 절체 허용 용량을 나타냈다. 선로 F1는 14개의 스위치와 하나의 CB로 구성되어 있다. 그리고 연계선로는 F2, F3, F4로 3개 존재한다. 이 선로는 고장이 발생시 고장을 최대 3개의 선로로 나누어 복구할 수 있다.

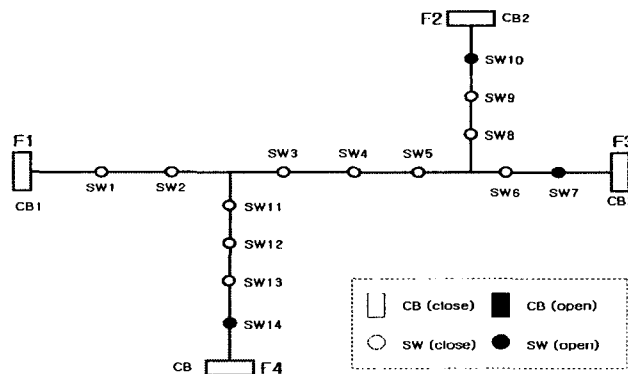


그림 3 다중 연계 배전 선로  
Fig. 3 The multi connection of feeder

단일 연계와 다른 점은 고장 경험 통신 부분이 단일 연계 시 하나의 연계선로 Feeder Agent에게 전파하면 되었던 것을 이제는 고장 발생 선로에 붙어있는 모든 연계선로 Feeder Agent에게 전파해야 한다. 또한 다중 연계 시 분기점이 존재하므로 분기점에서 상시 개방점의 이동 방법과 연계선로의 절체 허용용량을 이용하여 복구하는 방법에 대해서도 추가하였다.

표 2 선로 데이터 I  
Table 2 Feeder data I

Section	From	To	Load(kVA)
S01	SW1	SW2	1000
S02	SW2	SW3/SW11	600
S03	SW3	SW4	400
S04	SW4	SW5	500
S05	SW5	SW6/SW8	1000
S06	SW6	SW7	1000
S07	SW8	SW9	1000
S08	SW9	SW10	500
S09	SW11	SW12	500
S10	SW12	SW13	500
S11	SW13	SW14	1000

표 3 선로 데이터 II  
Table 3 Feeder data II

연계선로명	상시 개방점	절체 허용 용량(kVA)
F2	SW10	4000
F3	SW7	3000
F4	SW14	5000

SW1과 SW2사이에서 고장이 발생한 경우, F1의 Feeder Agent는 고장을 감지하고 연계선로 Feeder Agent인 F2, F3, F4에게 고장 경험 통신을 진행한다. 연계선로 Feeder Agent는 자신의 절체 허용용량을 고장 발생 Feeder Agent인 F1 Feeder Agent에게 돌려준다. F1 Feeder Agent는 말단에서부터 순차적으로 복구한다.

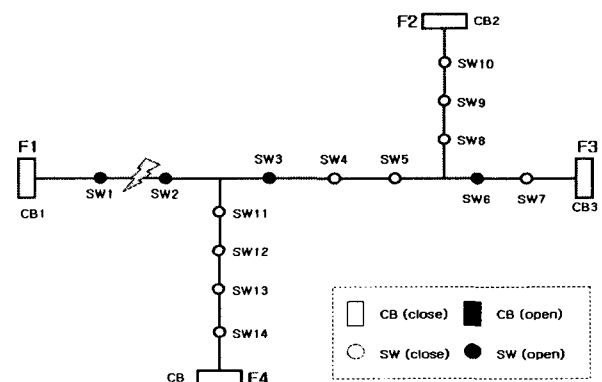


그림 4 정전 복구 후 계통  
Fig. 4 The distribution system of post restoration

그러나 F2 쪽의 분기 선로가 SW8까지 복구되고 F3 쪽의 분기 선로가 SW6까지 복구되면 분기점을 만나게 된다. 이때 F2쪽 선로의 절체 허용용량은 원래 F2의 절체 허용용량인 4000kVA에서 복구된 부하량 1500kVA를 뺀 2500kVA이다. 또한 F3쪽 선로의 절체 허용용량은 원래 F3 절체 허용용량인

3000kVA에서 복구된 부하량 1000kVA를 뺀 2000kVA이다. 그러므로 절체 허용용량이 큰 F2 선로로 복구되게 된다.

같은 방법으로 구간 S02에서도 F2와 F4의 절체 허용용량을 비교하면 F2의 절체 허용용량은 600kVA이고 F4의 절체 허용용량은 3000kVA이므로 F4 선로로 복구하게 된다. 이렇게 F1의 전원측으로 상시 개방점을 이동하다가 SW1의 스위치로 이동하게 되면 F4의 Feeder Agent는 고장을 경험하게 되고 F1의 Feeder Agent로부터 고장 경험 통신을 받았기 때문에 말단 직전의 스위치를 개방하게 되고 고장 구간은 분리되고, 모든 정전구간은 복구되게 된다. 그림 4는 정전 복구 후의 계통의 변화를 도시하고 있다.

기존의 일본 배전계통은 단일 연계를 하여 선로 사용률이 50%를 넘지 못하였으나, 다중 연계를 하여 배전 계통을 구성할 경우 다음 식(1)과 같이 선로 이용률을 높일 수 있다.

$$F_u = \frac{100n}{n+1} [\%] \tag{1}$$

$F_u$  : 선로 이용률  
 $n$  : 연계선로 개수

#### 4. 사례연구

그림5는 다중 연계 선로를 모의한 계통도이다. 모의 계통은 71개의 Node와 6개의 선로가 네트워크로 이루어져 있으며 각 Feeder에 대하여 방사상으로 구성되어 있다. 그리고 14개의 상시 개방점을 가지고 있다. 이러한 상시 개방점은 고장 발생 시 Feeder Agent의 명령을 받아 이동하여 고장 구간을 분리하게 된다.

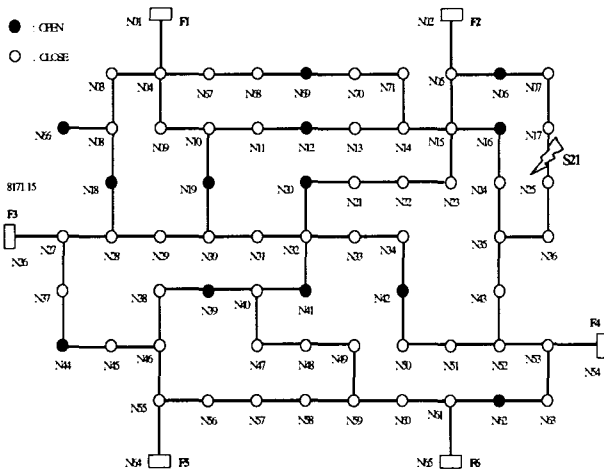


그림 5 모의 계통도  
 Fig. 5 The sampled system diagram

그림 5에서 번개 표시로 도시된 것과 같이 F4 선로의 N17과 N25사이인 S21에서 고장이 난 경우, F4의 Feeder Agent는 고장 감지하고 연계 Feeder Agent인 F2, F3, F6 선로의 Feeder Agent에게 고장 감지 통신을 하게 된다.

연계선로 Feeder Agent는 자신의 절체 허용용량을 고장 발생 Feeder Agent인 F4 Feeder Agent에게 돌려준다. 이렇게

돌려받은 절체 허용용량 데이터는 F1 선로는 6000(kVA), F2 선로는 4000(kVA), F6 선로는 5000(kVA)이다. F4 Feeder Agent는 말단부터 순차적으로 복구된다. 상시 개방점이 N06에서 이동하여 N25으로 가면 F2 Feeder Agent는 고장을 감지하게 되고, F4 Feeder Agent에게 고장 경험 통신을 하게 되고 F2 Feeder Agent는 N17 스위치를 개방하여 고장 구간을 분리한다. 그림 6은 결과 계통도를 도시하고 있으며, 표 4는 복구 전과 후의 선로 이용 용량 및 이용률 변화를 나타낸다. 고장이 난 선로 F4의 선로 이용률이 72.73%에서 18.35%로 줄어들었으나, 연계선로 F2, F3, F5의 선로 이용률은 최대 82.36%까지 증가하였으나 100%를 넘지 않는 것을 볼 수 있다.

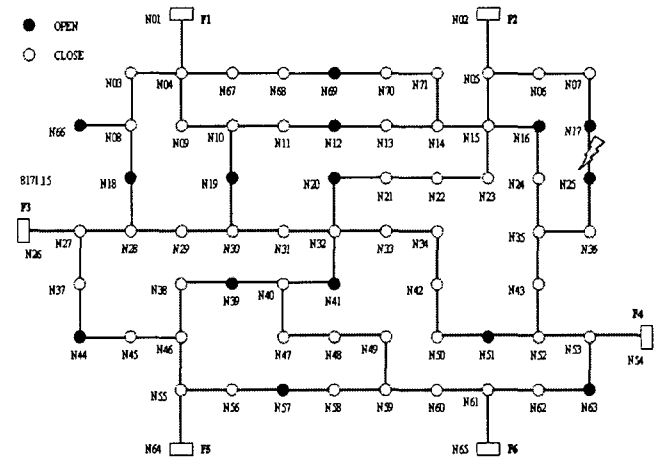


그림 6 결과 계통도  
 Fig. 6 The result system diagram

표 4 선로 이용 용량 및 이용률 변화  
 Table 4 The change of the capacity in use & the rate in use of Feeder

선로명	복구전		복구후	
	선로이용용량 / 총용량(kVA)	이용률 (%)	선로이용용량 / 총용량(kVA)	이용률 (%)
F1	8000/14000	57.14	8000/14000	57.14
F2	8000/12000	66.67	9202/12000	76.68
F3	9000/14000	64.29	11531/14000	82.36
F4	8000/11000	72.73	2018/11000	18.35
F5	10000/14000	71.43	10000/14000	71.43
F6	9000/14000	64.29	10337/14000	73.84

#### 5. 결 론

배전자동화 시스템의 기능으로서 고장구간 분리 및 정전 복구 문제는 아주 중요한 문제이다. 일본의 비접지 배전 계통은 순송 방식을 사용하고 있다. 그러나 순송 방식의 경우 수

용가에 정전을 많이 경험하게 되는 단점이 있다. 본 논문은 비접지 배전 계통에서 고장구간 분리 및 정전 복구 알고리즘인 Feeder Agent 정전 복구 알고리즘을 제안하였다. 제안한 알고리즘을 사용할 경우 장점은, 먼저 수용가 정전없이 고장구간을 분리할 수 있으며, 다음으로 현재 단일 연계로 운용되는 계통을 다중 연계로 바꿀 수 있어 선로 이용률을 높일 수 있다. 제안한 알고리즘의 검증은 위하여 간단한 비접지 다중연계 배전계통에서 고장 모의를 통하여 사례연구를 수행하였다.

**감사의 글**

본 연구는 기초전력공학 공동연구소의 전력기술 기초연구의 지원으로 이루어졌으며 이에 감사드립니다.

**참 고 문 헌**

- [1] 박영문, 김재철, 전력계통기술계산 응용, 도서출판 의제, 1998.
- [2] 中山敬造, 보호계전시스템, 도서출판 세화, 1994
- [3] Baldwin, T.; Renovich, F., Jr.; Saunders, L.F.; Lubkeman, D., "Fault locating in ungrounded and high-resistance grounded systems", IEEE Transactions on Industry Applications, Vol. 37 No. 4, pp. 1152-1159, July-Aug. 2001.
- [4] Baldwin, T.; Renovich, F.; Saunders, L., "Directional ground fault indicator for high-resistance grounded systems", 2002 IEEE Industrial and Commercial Power Systems Technical Conference, pp. 103-109, 2002.
- [5] Baldwin, T.; Renovich, F., "Analysis of fault locating signals for high-impedance grounded systems", IEEE Transactions on Industry Applications, Vol. 38 No. 3, pp. 810-817, May/June 2002.
- [6] Lubich, D.H., "High resistance grounding and fault finding on three phase three wire (delta) power systems", IEEE 1997 Annual, Textile, Fiber, and Film Industry Technical Conference, pp. 5-10, 1997.
- [7] Love, D.J.; Hashemi, N., "Considerations for ground fault protection in medium-voltage industrial and cogeneration systems", IEEE Transactions on Industry Applications, Vol. 24 Issue. 4, pp. 548-553, July-Aug. 1988.
- [8] 이덕수, 임성일, 최면송, 이승재, "비접지 배전선로의 고장상 판별 알고리즘 개발", Trans. KIEE, Vol 52A, No.2, FEB 2003.
- [9] 하복남 외 6, The Development of the New Distribution Automation System, KEPRI '98 전력연-단633, 1998.
- [10] Bhandaru N. and Croft W., "An architecture for supporting goal-based cooperative work," in Gibbs S. and Verrijn-Stuart A., eds., Multi-User Interfaces and Applications, pp 337-354, Elsevier Science Publishers B.V., North-Holland, 1990.

**저 자 소 개**



**최 인 선(崔仁善)**

2002년 명지대학교 공과대학 전기공학과 졸업. 현재 동대학원 전기공학과 석사과정. 주 관심분야: 전력계통, 배전자동화, 변전소 자동화, 전기품질  
Tel : 031-336-3290, Fax : 031-330-6816,  
E-mail : cis226@mju.ac.kr



**최 면 송(崔勉松)**

1967년 4월생. 1989년 서울대 공대 전기공학과 졸업. 1991년 동 대학원 전기공학과 졸업(석사). 1996년 동 전기공학과 졸업(공학). 1995년 Pennsylvania State Univ. 방문 연구원. 1992년 기초전력공학 공동연구소 전임연구원. 현재 명지대 학교 공대 전기정보제어공학부 부교수.  
주 관심분야: 계통보호, 인공지능의 전력계통 응용  
Tel : 031-336-6367, Fax : 031-321-0271  
E-mail : mschoi@mju.ac.kr



**임 성 일(林星日)**

1994년 명지대학교 공과대학 전기공학과 졸업, 1996년 동 대학원 전기공학과 석사, 2004년 동 대학원 전기공학과 박사. 1996 - 2001년 한국전력공사 전력연구원 근무, 2004 - 현재 명지대학교 전기공학과 차세대 전력기술 연구센터 연구교수. 주 관심분야 : 계통보호, 배전자동화, 변전소자동화  
Tel : 031-330-6819, Fax : 031-330-0271  
E-mail : lim7610@mju.ac.kr



**이 승 재(李承宰)**

1955년 11월 30일생. 1979년 서울대 공대 전기공학과 졸업. 1981년 동 대학원 전기공학과 졸업(석사). 1988년 Univ. of Washington 전기공학과 졸업(공학). 1994년 Univ. of Washington 교환교수. 현재 명지대 공대 전기정보제어공학부 교수. 주 관심분야: 전력 계통 지능보호 및 제어, 인공지능의 전력계통 응용, 배전자동화, 변전소자동화  
Tel : 031-336-6362, Fax : 031-330-6816  
E-mail : sjlee@mju.ac.kr