

## A Protection Algorithm Discriminating Between Internal and External Faults for Wind Farms

權 寧 珍\* · 姜 相 熙\*  
(Young-Jin Kwon · Sang-Hee Kang)

**Abstract** - A wind farm consists of many wind generator(WG)s therefore, it is generally a complex power system. A wind farm as a distributed generation(DG) affects utility power system. If a conventional protection schemes are applied, it is difficult to detect faults correctly and the schemes can't provide proper coordination in some cases. This paper presents a protection algorithm for a wind farm which consists of a looped collection circuit. Because the proposed algorithm can distinguish between an internal fault and an external fault in a wind farm, The proposed algorithm can disconnect the faulted section in a wind farm. This algorithm is based on an overcurrent protection technique with the change of the ratio of the output current of a generator to the current of the looped line connected to each generator to collect the each generator's power. In addition, operating time of the algorithm is shortened by using the voltage drop at a generator collection point. The performance of the proposed algorithm was verified under various fault conditions using PSCAD/EMTDC simulations.

**Key Words** : Wind farm, Distributed generation, Protection

### 1. 서 론

환경문제와 에너지 자원의 고갈에 따라 친환경 청정 에너지원인 신재생 에너지에 대한 관심이 국내외적으로 높아졌으며 기술개발 또한 활발하게 이루어지고 있다. 이 중 국내에서는 풍력발전에 대한 연구와 발전단지의 건설이 크게 증가하고 있다. 과거에는 풍력발전기의 제조 기술과 시스템 구성 및 입지조건의 제약 때문에 단위 풍력발전기 및 중소형 풍력발전단지가 주류를 이루었으나, 최근 풍력발전기 제조 기술 및 전력전송을 위한 기술이 발전함에 따라 풍력발전기가 대용량화 되고, 풍력발전단지를 대단위로 구성하는 사례가 늘고 있다. 이렇게 풍력발전단지가 대단위화 됨에 따라 발전단지내의 발전기의 개수가 증가하고 전력시스템 구성이 점차 복잡해지고 있다. 풍력발전단지의 보호 측면에서 발전기가 여러대인 풍력발전단지가 유틸리티와 연계되면 전력 조류와 고장전류에 영향을 미침으로 종래의 보호계전 방법으로는 적절한 보호를 하지 못하는 경우가 발생한다.[1]-[3] 풍력발전 계통보호에 관한 연구로써는 첫째, 풍력발전기에 설치된 보호계전기가 동작하기 전에 발전기가 먼저 탈조할 수 있음을 보이고, 고장시 발전기가 탈조하지 않을 범위 내의 차단 시간인 CCT(Critical Clearing Time)를 고려하여 계전기 동작시간을 정정해야 한다는 연구[4]가 있었고, 더 나아가 풍력발전단지를 포함한 분산전원 계통에 설치한 과

전류 보호 계전기의 동작 시간곡선에 CCT를 고려하여 탈조 가능 범위의 곡선을 변경하여 발전기가 탈조하지 않도록 하는 적용형 계전방법[5]이 연구된 바 있다. [1],[2]에서는 제시한 모델계통의 고장 모의 결과에 근거한 방안을 제시 하였다. 다른 연구로 풍력발전단지에 사용된 유도 발전기의 회로 특성에 근거하여 풍력발전 모선단에 설치한 계전기에서 측정된 정상분 전압, 전류의 계적을 이용하여 발전단지의 정상 상태, 기동, 내부 및 외부 고장을 구별하는 방법[6]이 제시되었으나, 이 방법은 유도전동기의 계통 직입 연계시에만 사용할 수 있고 내부고장시 풍력발전단지 전체를 차단해야 하는 단점이 있다. [4]-[6]의 연구는 발전단지 전체 용량이 10[MW]를 넘지 않고 모두 배전계통에 연계하였다. 그러나 풍력발전단지가 점차 대용량화 되어 가고 있으며, 해외에서는 100[MW] 이상급 풍력발전단지가 이미 건설되어 운전 중에 있고[7] 국내에서도 강원도 평창군에 총 발전용량 98[MW]인 풍력발전단지가 건설되었다. 이렇게 대용량의 풍력발전단지가 배전계통에 연계면 계통의 안정도와 전력 품질을 저하시킬 수 있으므로 송전계통에 연계하여야 할 필요성이 있다.

따라서 본 논문에서는 풍력발전단지를 송전계통에 연계시 풍력발전단지의 구성에 따른 특징을 분석했고, 아울러 루프 접속 구조의 풍력발전단지에 대해 발전기 접속 루프전류와 발전기 출력전류 비의 변화량을 이용하여 단지 내부와 외부 고장을 판별 할 수 있는 알고리즘을 제안하고, 전압 요소를 추가로 사용하여 고장 판단시간을 단축 시켰으며, 사례연구를 통해 제안된 알고리즘의 타당성을 검증하였다.

† 교신저자, 正會員 : 明知大學 電氣工學科 博士課程

E-mail : yjkwon@mju.ac.kr

\* 正 會 員 : 明知大學 電氣工學科 教授·工博

接受日字 : 2007年 2月 7日

最終完了 : 2007年 3月 21日

## 2. 본 론

### 2.1. 풍력발전단지의 연계 및 구성방식

한국전력공사의 “분산형 전원 배전계통 연계 기술기준”에 따르면 특고압 배전선로를 기준으로 용량이 3[MW]를 초과 할때 전용선로로 연계해야 하고, 이 경우 발전설비의 용량은 10[MW]이하로 규정하고 있다.[8] 따라서 10[MW]이상의 분산전원을 계통에 연계하려면 여러 회선으로 배전계통에 연계하거나 154[kV]이상 급의 송전계통에 연계하여야 한다. 본 논문은 발전용량이 50[MW]인 풍력발전단지가 154[kV] 송전계통에 연계되는 시스템을 대상으로 하였다. 풍력발전단지를 송전계통에 연계할 때 풍력발전단지 내의 개별 발전기 연결은 그림 1의 병렬접속 구조와 그림 2의 루프접속 구조를 고려할 수 있다.

#### 2.1.1. 풍력발전단지의 병렬접속 구성방식

풍력발전단지를 그림 1과 같이 병렬접속 구조로 구성하면 구성이 용이하고 차단기 설치 개수가 적다는 장점이 있다. 그러나 보호 측면에서 풍력발전단지 내부에서 발생한 고장 F3에 대하여 차단기 CB3을 개방되면, 하위 발전기 3기를 정지해야 한다. 보다 상위 지점 고장 F1에 대해 차단기 CB1이 개방되면 발전기 그룹 1을 모두 정지해야 하므로 고장을 차단 복구 할 때 까지 발전전력을 전송하지 못하는 단점이 있다. 또한 발전기 그룹 1 내부의 고장에 대하여 발전기 그룹 2,3에서 고장전류를 공급할 수 있으므로 발전기 그룹 2,3에 설치된 보호계전기들이 동작할 소지가 있다.

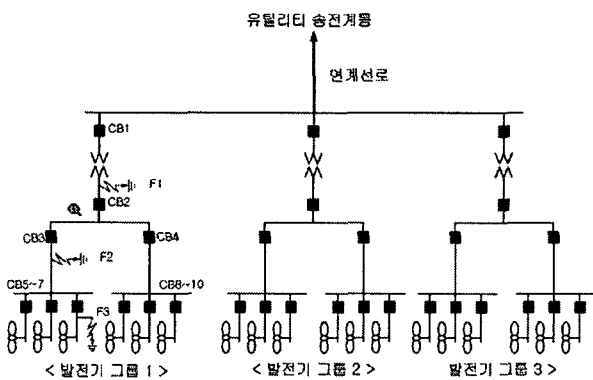


그림 1 풍력발전단지의 병렬접속 구성  
Fig. 1 Parallel system configuration of a wind farm

#### 2.1.2. 풍력발전단지의 루프접속 구성방식

풍력발전단지를 그림 2와 같이 루프접속 구조로 구성하려면 발전기용 차단기와 루프선로 차단용 차단기를 각 발전기의 위치에 설치해야 한다. 이렇게 구성하면 구성이 복잡해지고 차단기 개수가 증가하지만, 발전단지 내부에서 발생하는 고장 F1, F3, F4에 대해 고장 구간 좌우의 차단기만 개방하면 고장 구간을 차단할 수 있고, 나머지 발전기들은 발전전력을 계속 전송할 수 있으며, 병렬접속 구조와 비교할 때 불필요한 발전기를 차단하지 않아도 되는 장점이 있다. 예로 내부고장 F1이 발생하게 되면, 차단기 CB2-1과 CB3-1만

개방하여 고장이 발생한 연결선로 구간을 차단할 수 있다. 이때 차단기 CB2-2는 발전기 보호계전기의 동작으로 개방된다.

풍력발전단지를 송전계통에 연계할 때 단일 회선으로 연계하면 연계선로 상의 고장으로 선로가 차단될 경우 단지 전체가 전력을 전송할 수 없게 된다. 따라서 한 회선의 차단 시에도 다른 회선으로 전력전송이 가능한 2회선 이상으로 연계하는 것이 바람직하다. 따라서, 본 논문에서는 고장구간을 최소화하고 지속적인 발전전력 전송이 가능한 그림 2와 같은 루프접속 구조이고 유틸리티 계통에 2회선으로 연계되는 풍력발전단지를 대상으로 내부 및 외부 고장을 구분할 수 있는 알고리즘을 제안하였다.

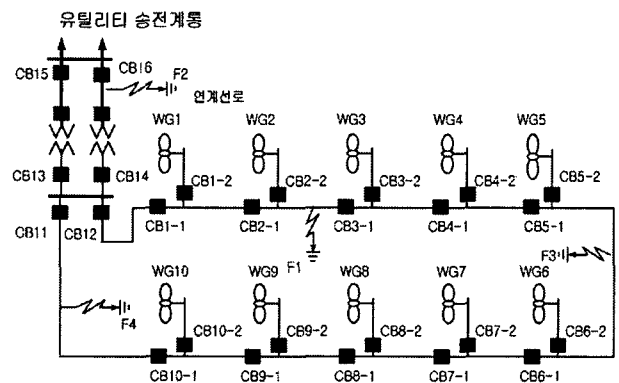


그림 2 풍력발전단지의 루프접속 구성  
Fig. 2 Loop system configuration of a wind farm

그림 2와 같은 루프접속 시스템에서 각 풍력발전기 출력단에 과전류 계전기를 설치한 경우 이 계전기는 풍력발전단지 내부 계통의 고장에만 동작해야 하나 F2와 같은 연계선로상의 고장에 대해서도 동작할 소지가 있다. 연계선로 상의 고장 F2에 대해서는 연계선로 보호용 계전기 동작으로 차단기 CB14와 CB16을 개방 연계선로를 차단하고, 이 때 풍력발전단지 내부의 보호계전기들은 동작하지 않아야 한다.

## 2.2. 제안하는 알고리즘

### 2.2.1. 내부고장과 외부고장시 루프선로 전류의 특징

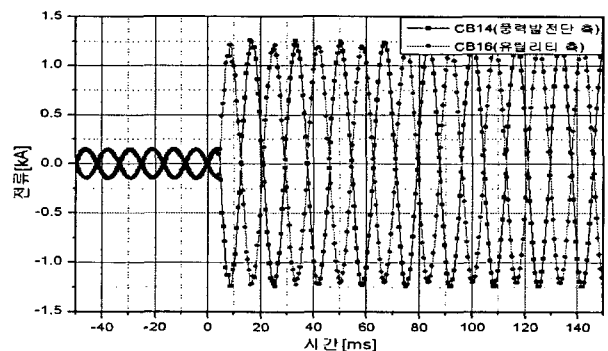


그림 3 외부고장에 대한 연계선로 고장 전류  
Fig. 3 The fault current of interconnection line in case of external fault of the wind farm

그림 3은 그림 2에서 내부고장 F1이 발생했을 때 풍력발전단지 모선측 차단기 CB14와 유틸리티 모선측 차단기 CB16 위치에서 측정된 고장 전류이며, 그림 4는 외부고장인 연계선로 고장 F2에 대해 같은 위치에서 측정된 고장 전류이다. 연계선로의 풍력발전단지 모선측에 변압기가 있으나 그림 3과 그림 4의 파형은 편의상 전압차가 없는 것으로 나타내었고, 시간 0[ms]를 기준으로 이전은 정상상태이며 이후는 고장상태이다. 전류 측정은 CB14와 CB16에서 각각 선로쪽을 정방향으로 하여 측정하였다. 외부고장 F2에 대해서는 그림 3과 같이 상대적으로 용량이 큰 유틸리티 쪽으로부터 대부분의 고장전류가 공급되며, 풍력발전단지 쪽에서는 외부고장에 대하여 고장전류를 거의 공급하지 않는 것을 볼 수 있다.

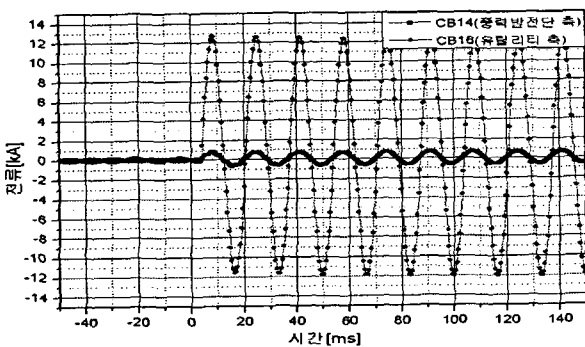


그림 4 내부고장에 대한 연계선로 고장전류  
Fig. 4 The fault current of interconnection line in case of internal fault of the wind farm

내부고장 F1 발생시 그림 4와 같이 CB14와 CB16의 두 전류가 고장전과 비교하여 반대가 되는데, 이것은 더 이상 유틸리티 쪽으로 전력을 공급하지 않고, 유틸리티 측으로부터 큰 고장전류가 풍력발전단지 측으로 유입되는 것을 보여준다.

2.2.2. 발전기간 연결 루프선로 전류를 이용한 내부와 외부 고장 판별

본 논문에서는 과전류 계전 알고리즘을 기본으로 하여 발전단지 내부고장과 외부고장을 구별할 수 있는 알고리즘을 제안한다. 제안한 알고리즘은 외부고장에는 동작하지 않고 내부고장에 대해서만 동작해 고장 발생 구간을 차단할 수 있다. 알고리즘의 구현을 위해서는 그림 2와 같이 각 풍력발전기에서 발전기 출력 전류와 발전기에 연결된 루프선로 전류를 측정해야 한다. 풍력발전기 WG1의 경우 발전기용 차단기 CB1-2와 발전기와 접속된 루프선로용 차단기 CB1-1 위치의 전류를 각각 측정해야 한다. 측정된 두 전류의 비율 식(1)과 같이 ROC(Ratio Of Current)라 정의한다. ROC는 풍력발전단지의 중단인 WG5로부터 인출 모선단 WG1 쪽으로 갈수록 발전기의 출력전류가 루프 선로에 계속 더해짐으로 식(2)와 같은 특성을 보인다.

$$ROC = \frac{\text{발전기 출력전류}}{\text{발전기 접속 루프선로 전류}} \quad (1)$$

$$ROC_{WG1} < ROC_{WG2} < ROC_{WG3} < ROC_{WG4} < ROC_{WG5} \quad (2)$$

그림 2 계통의 풍력발전기는 모두 동일한 용량이므로 발전량에 따라 출력전류의 증감만큼 루프선로 전류도 증감함으로 ROC 값은 정상시 부하상태에서는 일정한 값을 유지한다. 발전단지 외부 고장이 발생하면 모든 발전기 출력전류가 증가하여 ROC 값은 커지게 된다. 반대로, 내부 고장이 발생하면 루프선로에는 발전기에서 출력되는 고장전류와 더불어 외부 유틸리티 계통으로부터 유입되는 고장전류가 더해짐으로 ROC 값의 분모가 커져 값이 작아진다. 따라서 본 논문에서는 외부고장과 내부고장 판별을 위해 발전기에 설치된 과전류 계전기 픽업 이후 ROC 값이 픽업 이전값과 비교하여 10% 이상 감소하면 내부고장으로 판별하고, 픽업 이후 값이 픽업이전 값과 비교하여 10% 감소하지 않았으면 외부고장으로 판별하였다.

내부고장시 각 발전기 위치에서의 ROC 값의 변화량은 발전단지 중단인 WG5 쪽으로 갈수록 유틸리티에서 공급된 고장전류에 각 발전기들에서 출력된 고장전류가 더해짐으로 값의 변화가 크다. 반면 발전단지 인출 모선측인 WG1의 위치에서는 유틸리티에서 공급된 고장전류만 식(1)의 분모에 들어가므로 값의 변화가 가장 작다. 따라서 내부고장 판별을 위한 ROC 설정값은 내부고장시 변화량이 가장 작은 지점 WG1의 변화량을 기준으로 하였다. 모든 내부고장에 대하여 ROC 값은 고장전과 비교하여 10% 이상 작아졌으므로, 내부고장 검출을 위한 ROC의 변화량은 자기 위치에서 고장전 정상상태 값의 -10%로 설정하였다. ROC 변화량 설정값은 향후 계통 데이터에 근거한 정확한 방법으로 연구 되어야 할 부분이다.

2.2.3. 전압요소를 사용한 알고리즘 동작시간 단축

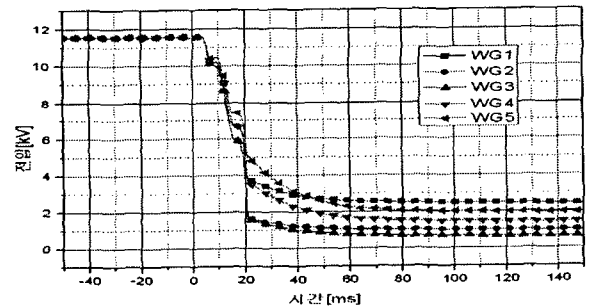


그림 5 내부고장시 각 풍력발전기의 고장상 전압강하  
Fig. 5 Each voltage drop of wind generators in case of internal fault of the wind farm

그림 5는 그림 2 계통에서 내부고장 F1이 발생했을 때 발전기 WG1~WG5의 고장상 전압강하를 나타낸다. 개별 발전기가 연결 선로없이 모선에 접속된 경우 모든 발전기 전압강하는 동일하지만 접속 루프선로가 있는 경우 그림 5와 같이 고장 위치에 가까운 발전기 WG3의 전압 강하량이 가장 큰 것을 볼 수 있다. 따라서 발전기 출력전압을 사용하여 다음 식(3)과 같이 수정된 과전류 계전기의 동작시간 식을 사용하여 동작시간을 단축시키는 방법을 제안한다.

$$T = \left[ \left( \frac{k}{\left| \frac{G}{G_s} \right|^a - 1} + C \right) - H \right] \times \frac{TD}{10} \quad (3)$$

여기서,  $T$ :과전류 계전기 동작시간,  $G$ :현재 입력 전류,  $G_s$ :전류 정정치,  $TD$ :타임 다이얼,  $\alpha, k, C$ : 시간특성 계수

$$H = \frac{\Delta V(\text{고장시 발전기 전압 강하량})}{V_{rated}(\text{정격전압})} \cdot C \quad (4)$$

식(3)은 일반적인 과전류계전기 동작시간 식(3)에 H 요소를 추가한 것이다. H의 값은 식(4)와 같이 고장시 전압 강하량을 정격 전압으로 나눈 값을 계수 C에 곱한 값으로 정의한다. 따라서 고장으로 인해 발생한 전압 강하량이 클수록 동작 식(3)의 계수 C 값이 줄어들어 동작 시간이 단축된다.

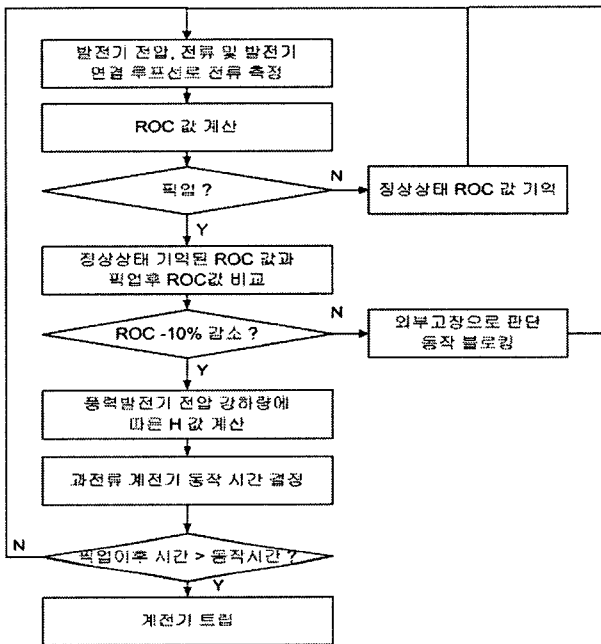


그림 6 제안하는 알고리즘의 흐름도  
Fig. 6 The flow chart of proposed algorithm

2.3. 사례연구

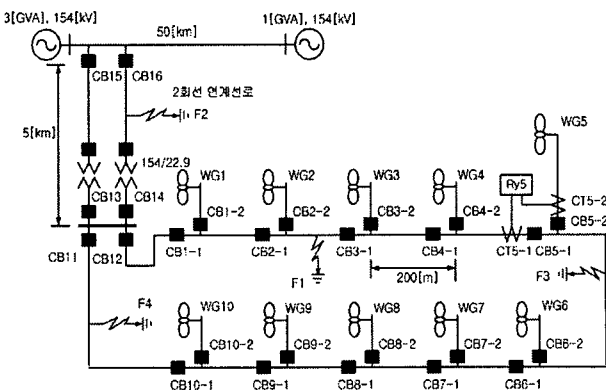


그림 7 풍력발전단지 모델  
Fig. 7 A wind farm model

제안하는 알고리즘의 검증을 위하여 PSCAD/EMTDC를 사용하여 그림 7과 같은 풍력발전단지를 모델링하였다. 발전

시간 연결선로는 200[m]이며 2회선 연계 전용선로의 길이는 5[km]이다. 모델 계통에서 내부 고장 F1, 중단부분 고장 F3, 인출단 고장 F4, 연계선로 상의 외부고장 F2를 1선지락으로 모의하였다. 풍력 발전기는 유도발전기 계통 직입연계 방식을 사용했으며 커패시터 뱅크를 사용하여 무효전력을 보상하였다. 발전기의 용량은 5[MW]로 전체 발전용량은 50[MW]이고, 발전기의 정격전압은 380[V]이며 0.38/22.9[kV]( $\Delta$ -Y) 변압기를 통해 승압하여 풍력발전단 내부 루프선로에 연결하고 풍력발전단지 인출 모선에서 다시 154/22.9/6.6[kV](Y-Y- $\Delta$ ) 변압기를 통해 연계선로에 연계하였다. 발전기가 정격 출력으로 운전되고 있는 상황에서 고장을 모의 하였으며, 결과는 고장 발생시간을 0[ms]로 표시하였다.

2.3.1. 내부고장

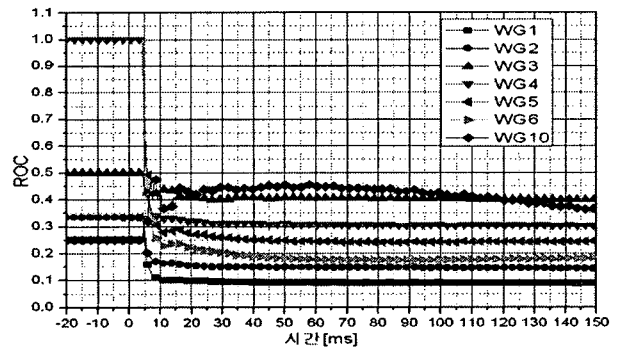


그림 8 내부고장 F1에 대한 ROC 값의 변화  
Fig. 8 Change of the ROCs in case of internal fault F1

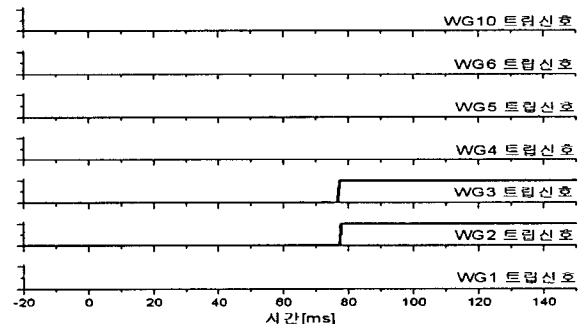


그림 9 내부고장 F1에 대한 알고리즘의 동작결과  
Fig. 9 Result of algorithm in case of internal fault F1

내부고장 F1 발생시 유틸리티 계통으로부터 고장전류가 루프선로에 유입되어 더해지므로 그림 8과 같이 ROC 값이 고장전 값과 비교하여 10% 이상 감소하였으므로 제안하는 알고리즘이 내부고장으로 판별하였다. 그림 9는 이때 WG 1~5와 WG6,10 위치에서 알고리즘의 동작결과이다. 고장이 발생한 지점에서 가까운 WG3, WG2의 계전기가 동작하여 고장 구간이 차단된 것을 볼 수 있다. 고장 발생 전에는 발전전력이 모두 유틸리티 쪽으로 흘러나감으로 발전기 WG5 과 WG6 사이 선로에는 전류가 거의 흐르지 않고 따라서 고장전 WG5와 WG6의 ROC 값은 매우 커 그림 8에는 나타나지 않는다.

2.3.2. 외부고장

외부고장 F2에 대하여 발전기 출력전류는 증가하지만 유틸리티 계통으로부터 루프선로에 유입되는 전류가 없으므로 그림 10과 같이 각 발전기 위치에서 ROC 값은 고장전과 비교하여 커지게 된다.

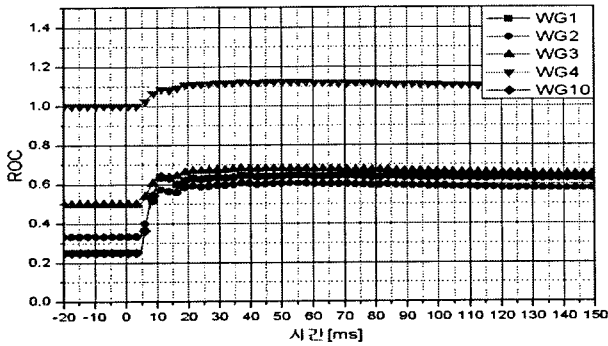


그림 10 외부고장 F2에 대한 ROC 값의 변화  
Fig. 10 Change of the ROCs in case of external fault F2

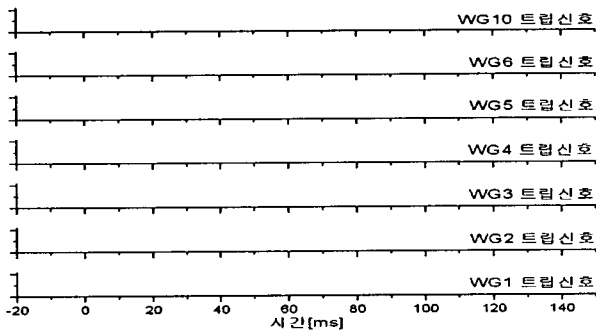


그림 11 외부고장 F2에 대한 알고리즘의 동작결과  
Fig. 11 Result of algorithm in case of external fault F2

WG5와 WG6의 ROC 값도 증가하였으나, 고장전 ROC 값이 매우 커 그림 10의 그래프 상에 나타나지 않았다. 고장전 WG5와 WG6의 ROC 값이 큰 이유는 두 발전기 사이의 루프선로에는 전류가 거의 흐르지 않음으로 ROC의 분모가 작고, 분자인 발전기 출력전류가 크므로 결과적으로 ROC가 큰 값을 가진다. 따라서 과전류 계전기가 픽업하더라도 외부고장으로 판단되어 그림 11과 같이 트립을 블로킹한다. 이때 CB14와 CB16에 설치된 연계선로 보호용 계전기가 동작하여 고장 회선을 차단하면 발전전력을 건전회선을 통해 계속 공급할 수 있다.

2.3.3. 풍력발전단지 인출단측 고장

그림 7의 계통에서 풍력발전 인출 모선측 고장 F4의 경우 제안하는 알고리즘은 외부고장으로 인식하여 계전기의 동작을 블로킹하게 된다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 차단기 CB11과 CB12의 위치에 방향성 과전류 계전기를 설치하고 동작영역은 발전단 내부 고장에 동작하도록 정정한다. 이 방향성 계전기의 동작시간 정정은 풍력발전단지 내부 보

호계전기들보다 길어야 하는데, 이는 내부 고장에 대하여 제안하는 알고리즘보다 방향성 계전기가 더 빨리 동작하는 오동작을 방지하기 위함이다. 따라서 내부고장에 대해 제안하는 알고리즘이 단지 내부 고장을 판별할 수 있을 충분한 시지연을 두어 방향성 계전기의 동작시간을 정정한다. 고장 F4에 대해 제안하는 알고리즘을 사용한 각 계전기들이 외부고장으로 인식하여 트립을 블로킹하고 있는 동안 124[ms]에서 CB11 위치에 설치한 방향성 과전류 계전기가 동작하였고, 그 후 CB12를 통해 고장전류가 유틸리티 계통으로부터 루프선로에 유입되었다.

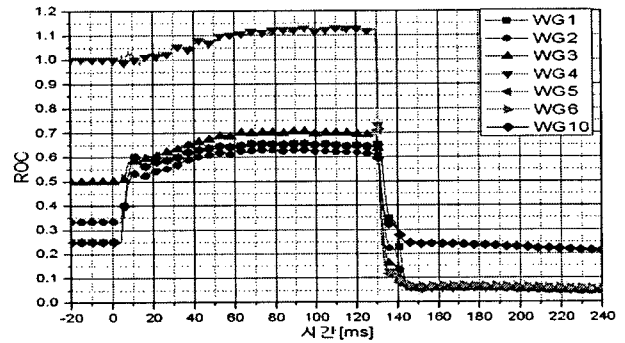


그림 12 인출단 고장시 ROC 값의 변화  
Fig. 12 Change of the ROC in case of fault near wind farm busbar

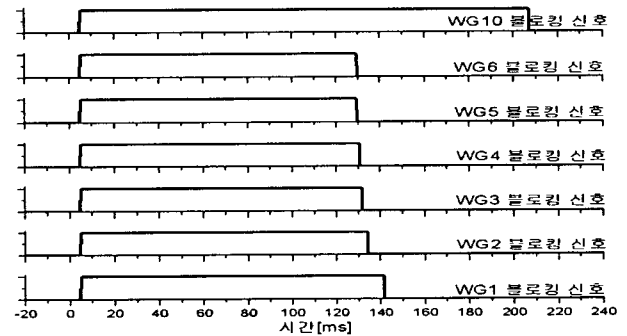


그림 13 인출단 고장시 알고리즘의 블로킹 신호  
Fig. 13 Blocking signals in case of fault near wind farm busbar

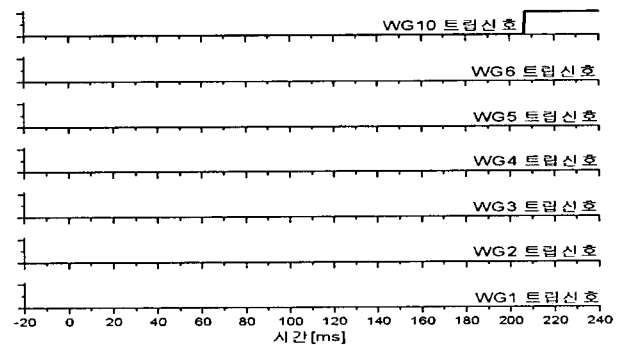


그림 14 인출단 고장시 알고리즘의 동작결과  
Fig. 14 Result of algorithm in case of fault near wind farm busbar

그림 12는 ROC의 변화로써 F4 위치에 고장이 발생하여 ROC 값이 고장전 값보다 증가하였고, 이후 방향성 과전류 계전기가 동작으로 루프선로에 고장전류가 유입됨과 동시에 ROC 값이 고장전 값보다 작아져 내부고장으로 판별하였다.. 그림 13은 이때 알고리즘의 블로킹 신호로써 과전류 계전기가 픽업되었더라도 ROC 값이 증가하였으므로 외부고장으로 판별되어 블로킹 신호를 출력했다. 이후 방향성 과전류 계전기 동작으로 다시 ROC 값이 감소하면 블로킹 신호가 리셋되고, 그림 14와 같이 고장지점에 가장 가까운 WG10의 계전기 동작으로 차단기 CB10-1이 개방되어 고장 F4를 발전단지로부터 차단할 수 있다.

### 2.3.4. 풍력발전단지 종단 고장

풍력발전단 종단지점 고장인 F3에 대하여서도 제안하는 알고리즘을 적용한 결과 2.3.1과 동일한 형태로 ROC 값이 작아져 내부고장으로 판단하고 고장지점에 가까운 WG5와 WG6 계전기가 동작하여 고장구간을 차단하였다.

## 3. 결 론

본 논문에서는 고장 구간을 선택적으로 차단 후 지속적인 발전전력 전송이 가능한 루프계통으로 구성된 풍력발전단지를 2회선으로 송전계통에 연계하는 경우를 대상으로 단지 내 내부고장과 외부고장 판별 알고리즘을 제안하였다. 제안한 알고리즘은 발전기 접속 루프전류와 발전기 출력전류 비의 변화량을 이용하여 내부와 외부 고장을 구분하며 전압요소를 추가하여 고장 판단시간을 단축 시켰다. 내부 구간 고장중 제안한 알고리즘이 외부구간으로 판별할 수 있는 고장에 대해서는 동작 방향이 풍력발전단지 내부로 정정된 방향성 과전류 계전기와 시간협조를 통해 내부고장으로 판별할 수 있도록 했다. 풍력발전단지의 내부, 외부, 인출단, 종단 지점의 고장에 대하여 제안한 알고리즘을 적용한 결과 내부 및 외부 고장의 구분과 함께 고장구간을 선택적으로 차단 할 수 있음을 검증하였다. 본 연구는 유도 풍력발전기의 계통 직입연계 방식을 대상으로 하였으나 향후 동기기와 전력변환 장치를 사용하는 풍력발전기에 대한 연구를 지속할 예정이다.

### 감사의 글

본 연구는 산업자원부의 지원에 의하여 기초전력연구원 (R-2004-B-121) 주관 및 과학기술부/한국과학재단 우수연구센터육성사업의 지원으로 수행되었음(차세대전력기술연구센터)

### 참 고 문 헌

[1] Jenkins, N., "Embedded generation", Power Engineering Journal, Vol. 9, Issue 3, pp.145 - 150, June 1995  
 [2] Baghzouz, Y., "Some General Rules for Distributed Generation - Feeder Interaction" Power Engineering Society General Meeting, 2006. IEEE, pp.1-4, June 2006

[3] Brahma, S.M.; Girgis, A.A. "Development of adaptive protection scheme for distribution systems with high penetration of distributed generation", IEEE Transactions on Power Delivery, Vol.19, Issue 1, pp.56 - 63, Jan. 2004  
 [4] Salman K. Salman, Ibrahim M. Rida, "Investigating the Impact of Embedded Generation on Relay Setting of Utilities Electrical Feeders", IEEE Transactions on Power Delivery, Vol. 16, No. 2, 246-251, April 2001  
 [5] Jang, S. I., Choi, J. H., Kim, J. W., Choi, D. M., "An adaptive relaying for the protection of a wind farm interconnected with distribution networks", Transmission and Distribution Conference and Exposition, Volume, pp. 296-302, Sept. 2003  
 [6] Haslam, S.J., Crossley, P.A., Jenkins, N, "Design and field testing of a source based protection relay for wind farms", IEEE Transactions on Power Delivery, Volume 14, Issue 3, pp.818-823, July 1999  
 [7] Buchholz, B.M., Styczynski, Z.A., Winter, W., "Dynamic Simulation of Renewable Energy Sources and Requirements on Fault Ride Through Behavior", Power Engineering Society General Meeting 2006 IEEE, pp.1 - 7, June 2006  
 [8] 한국전력공사 배전처, "분산형 전원 배전계통 연계 기술기준", 2005

## 저 자 소 개



### 권 영 진 (權 寧 珍)

1974년 10월 16일생. 2000년 명지대 공대 전기공학과 졸업. 2002년 동대학원 전기공학과 졸업(석사). 동 대학원 전기공학과 박사과정. 차세대전력기술연구센터 연구원.

Tel : 031-336-3280

Fax : 031-330-6816

E-mail : yjkwon@mju.ac.kr



### 강 상 희 (姜 相 熙)

1962년 8월 15일생. 1985년 서울대 공대 전기공학과 졸업. 1987년 동 대학원 전기공학과 졸업(석사). 1993년 동 대학원 전기공학과 졸업(공학). 현재 명지대 공대 전기공학과 교수, 차세대전력기술연구센터 연구원.

Tel : 031-330-6364

Fax : 031-330-6816

E-mail : shkang@mju.ac.kr