

과도 안정도를 고려한 국내 송전선로 재폐로 방식 평가

An Evaluation of Reclosing Schemes in Korean Transmission Systems Considering Transient Stability

오 윤 식* · 권 기 현* · 박 지 경* · 조 규 정* · 손 승 현* · 김 철 환[†] · 김 완 종**
(Yun-Sik Oh · Gi-Hyeon Gwon · Ji-Kyung Park · Kyu-Jung Jo · Seung-Hyun Sohn · Chul-Hwan Kim · Wan-Jong Kim)

Abstract - Most of faults occurring in transmission lines are transient faults. For such faults, automatic reclosing is economic and effective method to improve the reliability and transient stability of power system. Many countries apply various reclosing schemes considering issues of their own systems such as transient stability, rate of success. Currently, different reclosing schemes are applied in Korean transmission systems according to a rated voltage. In this paper, we conduct an evaluation of reclosing schemes in Korean transmission systems considering transient stability. Computer simulations are performed by using ElectroMagnetic Transient Program (EMTP) and transmission system is modeled based on actual data of Korea.

Key Words : Auto reclosing, Reclosing scheme, Transient stability, Transmission system

1. 서 론

송전선로에서 일어나는 90% 이상의 고장은 일시적이기 때문에 전력계통의 신뢰성과 과도 안정도를 향상시키기 위해 일정한 무전압시간 이후에 재폐로를 수행하여 시스템을 안전하게 복구하는 것이 중요하다[1-3]. 재폐로 방식은 회로 차단기의 트립핑 및 재폐로 동작이 어떻게 수행되는지에 따라 구분되며, 재폐로를 적용하는 대부분의 국가들은 계통의 정격 전압에 따라 다른 재폐로 방식을 사용하고 있다.

현재 국내 송전계통의 경우, 정격 전압에 따라 서로 다른 재폐로 방식이 적용되고 있다. 765kV와 345kV의 경우 각각 다상 재폐로와 1+3상 재폐로가 사용되며, 154kV의 경우는 3상 재폐로 방식이 적용되고 있다. 하지만, 현대 사회에서의 급증하는 전력 수요로 인해 송전계통의 구조 및 발전량이 급변하는 상황이며 이러한 상황에서 송전계통의 과도 안정도는 매우 중요한 요소가 되고 있다. 그러므로, 과도 안정도 측면을 고려하여 국내 송전계통의 재폐로 방식을 검토해 볼 필요가 있다.

과도 안정도는 전력계통의 외란에 대해 계통의 구성요소들이 서로 평형을 유지하는 능력을 의미하며, 송전선로의 고장 및 스위칭 등의 큰 외란에 대한 안정도를 다룬다. 과도 안정도를 평가하기 위한 대표적인 해석법으로는 등면적법이

있으며, 다른 여러 가지 기법들도 사용될 수 있다[4].

본 논문에서는 다양한 과도 안정도 평가 기법들을 이용하여 국내 송전계통의 재폐로 방식을 평가하였다. 모의를 위해 ElectroMagnetic Transient Program (EMTP)를 이용하여 다양한 조건에서의 컴퓨터 시뮬레이션을 수행하였다. 또한, 실제적인 모의를 위해 국내 실제 데이터들을 이용한 송전계통 모델을 대상으로 시뮬레이션을 수행하였다.

2. 재폐로 방식

2.1 재폐로 방식의 종류

재폐로 방식은 송전선로 고장으로 인한 회로 차단기의 트립핑 및 재폐로 동작 원리에 따라 크게 4가지로 나눌 수 있다. 4가지 방식들은 각각의 장단점을 가지며 송전계통의 정격 전압에 따라 다양하게 적용된다.

2.1.1 단상 재폐로 방식

단상 재폐로 방식은 1선 지락고장이 발생할 경우에 고장상만을 차단하며 일정한 무전압 시간 이후 재폐로 하는 방식이다. 1선 지락고장 이외의 다상고장이 발생할 경우는 3상 모두 트립하며 재폐로 동작은 수행되지 않는다. 이 방식은 고장상만을 정확하게 검출할 수 있는 장치가 요구되며, 차단기는 각 상에 독립적으로 동작할 수 있어야 한다.

단상 재폐로 방식의 장점은 고장상만을 차단 및 투입하기 때문에 나머지 건전상을 통해 동기 전력을 계속해서 전송할 수 있다는 것이다. 그러므로 계통의 안정도를 유지하는 데 큰 도움을 줄 수 있다. 하지만 고장상의 차단 시 건전상과 고장상간의 유도성, 용량성 결합으로 인해 2차 아크의 소호 시간이 길어지게 되므로 2차 아크의 완전한 소호를 보장하기 위해 긴 무전압 시간이 필요하다.

* Dept. of Information and Communication Engineering, Sungkyunkwan University, Korea

** Korea Power eXchange

[†] Corresponding Author : Dept. of Information and Communication Engineering, Sungkyunkwan University, Korea

E-mail : hmwkim@hanmail.net

Received : March 20, 2013; Accepted : May 3, 2013

2.1.2 3상 재폐로 방식

3상 재폐로 방식은 고장의 종류에 관계없이 3상을 모두 트립하고, 일정한 무전압 시간 이후에 3상 모두 동시에 투입되는 방식이다.

단상 재폐로와는 달리 고장상만을 정확하게 검출할 수 있는 장치가 요구되지 않기 때문에, 비용 측면에서 장점을 보인다. 하지만 3상을 모두 트립하기 때문에 무전압시간 동안에 동기 전력의 교환은 불가능하며 재폐로 시 모선과 선로 사이의 동기 검정이 필요하다. 3상 재폐로 방식의 동기검정을 포함한 후행단 재폐로 조건은 다음과 같다.

- Live Line, Dead Bus(LLDB) : 선로 전압이 존재하고 모선 전압이 존재하지 않는 경우
- Live Bus, Live Line(LBLL), Sync ok : 모선 전압과 선로 전압이 존재하고 모선과 선로의 동기 조건을 만족하는 경우

선행단의 차단기 투입으로 선로에 전압이 인가되고 후행단이 부하라면 LLDB 조건 만족 시 동기검정없이 재폐로한다. 하지만 송전선로의 경우는 대부분 후행단이 전원이 연결된 모선이기 때문에 LBLL 조건이 적용되며, 이 때 재폐로 시 계통에 가해지는 충격을 줄이기 위해 동기검정이 적용된다.

2.1.3 1+3상 재폐로 방식

1+3상 재폐로 방식은 단상 재폐로 방식과 3상 재폐로 방식의 혼합형이다. 만일 단상 고장이 발생하면 단상 재폐로 방식이 적용되며, 그 이외의 고장에 대해서는 3상 재폐로 방식이 적용된다. 그러므로 각각의 방식이 가지는 단점을 보완할 수 있다는 점과 동시에 단상과 3상 재폐로 방식의 장점을 모두 가지는 재폐로 방식이라고 볼 수 있다. 그림 1은 1+3상 재폐로 방식의 동작원리를 나타낸다.

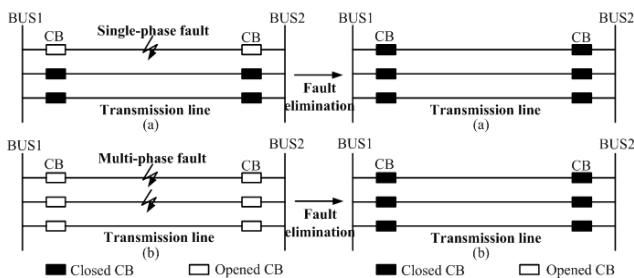


그림 1 1+3상 재폐로 방식의 동작원리
(a) 단상 고장 시, (b) 다상 고장 시

Fig. 1 Operation principle of 1+3 phase reclosing scheme
(a) Single-phase fault, (b) Multi-phase fault

2.1.4 다상 재폐로 방식

다상 재폐로 방식은 고장이 발생하더라도 서로 다른 2상 또는 3상이 건전하면 고장상만을 트립하고 재폐로하는 방식으로 가장 선진화된 재폐로 방식이다.

고장으로 인해 선로가 차단되었을 때 잔상 조건이 만족 시에는 단상 재폐로와 같은 방법으로 재폐로를 수행하고, 잔

상 조건이 만족하지 않을 시에는 3상 재폐로와 같은 방법으로 재폐로를 수행한다. 잔상 조건은 2잔상 조건과 3잔상 조건으로 나눌 수 있으며, 선로 차단 시 모든 상에서 A, B, C 상 중 2상이 차단되지 않고 있으면 2잔상 조건을, 3상이 차단되지 않고 있으면 3잔상 조건을 만족한다고 한다. 다음 표 1은 2잔상 조건과 3잔상 조건에 대한 몇 가지 예를 보여 준다[5].

표 1 다상 재폐로의 잔상 조건

Table 1 Remaining phase conditions of multi-phase reclosing

Case		잔 상			잔상 조건 설정	
		A	B	C	2 잔상	3 잔상
1	1 Line	○	○	×	조건만족	조건만족
	2 Line	×	×	○		
2	1 Line	○	×	×	조건만족	조건 불만족
	2 Line	×	○	×		
3	1 Line	×	○	×	조건 불만족	조건 불만족
	2 Line	×	○	×		

○ : 차단되지 않은 상 , × : 차단된 상

2.2 국내 현행 재폐로 방식

현재, 국내 재폐로 계전기는 계통의 정격전압에 따라 다르게 적용되고 있다. 정격전압에 따른 국내 재폐로 계전기의 재폐로 방식과 무전압시간은 표 2에 나타나 있다[6].

표 2 정격전압에 따른 국내 재폐로 방식과 무전압시간

Table 2 Reclosing schemes and deadtimes in Korea according to rated voltages

정격전압[kV]	재폐로 방식	무전압시간[s]
154	3상 재폐로	0.3
345	1+3상 재폐로	0.6 (발전기 연계선로 시)
765	다상 재폐로	1

3. 과도 안정도 평가

과도 안정도는 전력계통에 외란이 발생했을 경우, 계통의 구성요소들이 서로 평형을 유지하는 능력을 의미한다. 송전선로의 고장 및 스위칭 등은 전력계통에서 발생하는 큰 외란으로 볼 수 있으며, 이에 대해 전력계통이 얼마만큼의 과도 안정도를 갖는지 평가하는 것은 매우 중요하다.

일반적으로 과도 안정도를 평가하기 위한 대표적인 기법은 등면적법이다. 하지만, 등면적법 뿐만 아니라 다양한 평가 기법이 존재하며 본 논문에서는 Rotor Speed Deviation (RSD) 기법과 Integral Square Error (ISE) 기법을 사용하여 과도 안정도를 평가하였다.

3.1 RSD 기법

계통이 평형인 상태일 때 발전기 고정자(stator)측에서 출력되는 전류는 일정하다고 할 수 있다. 이 때 발전기에서는 전기자 반작용이 발생하게 되지만 계통이 안정한 상태에서는 고정자에서 출력되는 전류가 일정하므로 전기자 반작용의 크기가 일정하여 회전자(rotor)의 회전속도는 변화가 없다. 하지만 계통에서 사고가 발생하거나 부하량이 급변하게 되면 고정자에서 출력되는 전류가 급변하게 되고 자속도 급변하게 된다. 이로 인하여 전기자 반작용이 더욱 크게 작용하여 회전자의 회전 속도는 변화하게 된다. 따라서 계통의 상태 변화에 따른 회전자 속도 편이를 이용하여 과도 안정도를 평가할 수 있다.

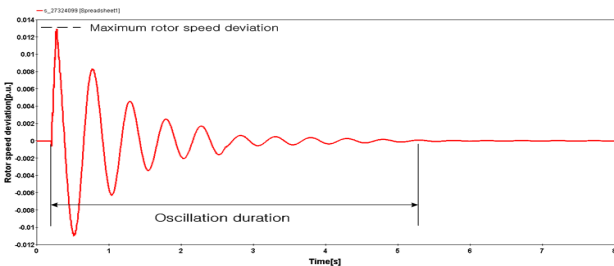


그림 2 과도 안정도 평가 방법 : 회전자 속도 편이
 Fig. 2 Assessment method for transient stability : Rotor Speed Deviation

회전자 속도 편이를 이용한 과도 안정도 평가는 계통이 안정화 되는 지점을 수치적으로 표현할 수 있다는 장점을 가지고 있다. 회전자 속도 편이를 이용한 과도 안정도 평가에는 회전자 속도 편이의 최대값(Maximum Rotor Speed Deviation)과 진동 지속시간(Oscillation Duration)의 두 가지 지표가 필요하다. 그림 2에 나타난 회전자 속도 편이의 최대값은 고장이 발생한 이후 또는 고장 동안 측정된 회전자 속도 편이가 가장 큰 값을 의미한다. 진동 지속시간은 고장 발생이후 회전자 속도 편이의 진동이 ± 0.0001 [p.u.] 범위내로 내려 수렴하는 시간으로써, 외란 이후 새로운 평형점에 도달하는 시간을 의미한다. 즉, 계통의 외란 발생 이후 새로운 계통의 평형상태에 도달하는데 걸리는 시간을 의미한다. 이 두 지표의 크기가 작을수록 전력계통의 과도 안정도는 우수하다고 볼 수 있다[7].

3.2 ISE 기법

ISE란 기준값과 대상이 되는 파형 사이의 오차의 제곱에 대한 적분을 통해 산출되는 성능 지수이다. 계통의 고장 이후 비정상적으로 변화하는 양단간 전압 위상차는 재폐로 이후 재폐로가 성공적일 경우, 고장 이전의 정상상태로 복구된다. 이 때, 정상상태 전압의 위상차와의 차이를 오차로 간주하며 이를 계산함으로써 과도 안정도를 평가할 수 있다. 계산된 ISE가 클수록 계통의 과도 안정도는 좋지 않다고 평가할 수 있다.

일반적으로 ISE는 식 (1)과 같이 나타낼 수 있다[8].

$$ISE = \int_0^T e^2(t)dt \quad (1)$$

여기서, $e(t)$: 기준값과 대상이 되는 파형 간의 오차
 T : 임의로 선택된 무한한 시간

본 연구에서는 위의 식 (1)을 아래의 식 (2)와 같이 적용하여 과도 안정도를 평가하였다.

$$ISE = \int_0^T e^2(t)dt = \int_0^T |r(t) - y(t)|^2 dt \quad (2)$$

여기서, $y(t)$: 재폐로 후 양단간 전압 위상차
 $r(t)$: 정상상태에서의 전압 위상차

식 (2)와 같이 정상상태에서의 전압 위상차와 재폐로 후 양단간 전압 위상차 간의 오차를 제곱한 후 적분을 하여 ISE를 계산한다. 따라서 ISE는 오차가 나타내는 파형의 면적이 되며, ISE가 커질수록 계통의 과도 안정도는 나빠진다고 할 수 있다. 아래의 그림 3과 4는 ISE를 계산하는 과정을 나타낸다.

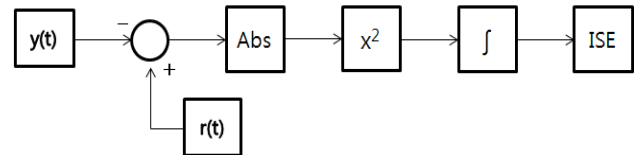


그림 3 ISE 기법을 구현한 블록 다이어그램
 Fig. 3 Block diagram implementing ISE method

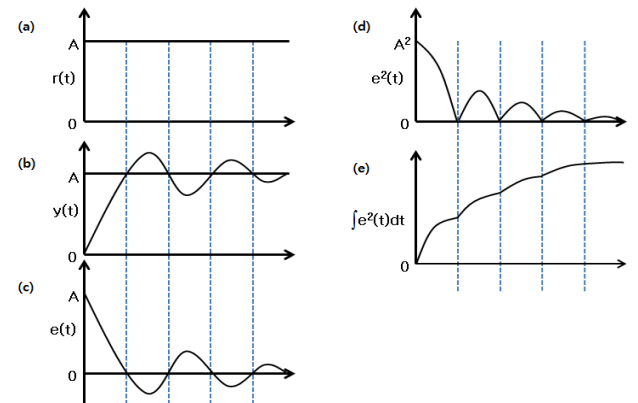


그림 4 ISE 기법의 계산 과정
 Fig. 4 Calculation process of ISE method

정상상태의 전압 위상차(그림 4(a))와 재폐로 후 양단간 전압 위상차(그림 4(b))를 입력으로 받아 오차(그림 4(c))를 계산한다. 계산된 오차를 제곱하여(그림 4(d)) 적분함으로써(그림 4(e)) 주어진 계통에서 ISE를 계산할 수 있다.

4. 시뮬레이션

4.1 시뮬레이션 계통

그림 5는 재폐로 방식에 따른 과도 안정도를 평가하기 위해 선정된 모델 계통이다. 각각의 모델 계통은 실제 국내

송전계통의 데이터를 기반으로 EMTTP를 사용하여 모델링되었으며, 안정도 문제가 주요 관심사인 대형 발전단을 모델 계통으로 선정하였다. 765kV 송전계통의 경우 612[MVA] 용량을 갖는 6기의 발전기로 운영되며, 345kV의 경우는 612[MVA] 용량의 8기의 발전기로 운영된다. 또한, 154kV의 경우는 246[MVA] 용량의 발전기 2기로 운영된다.

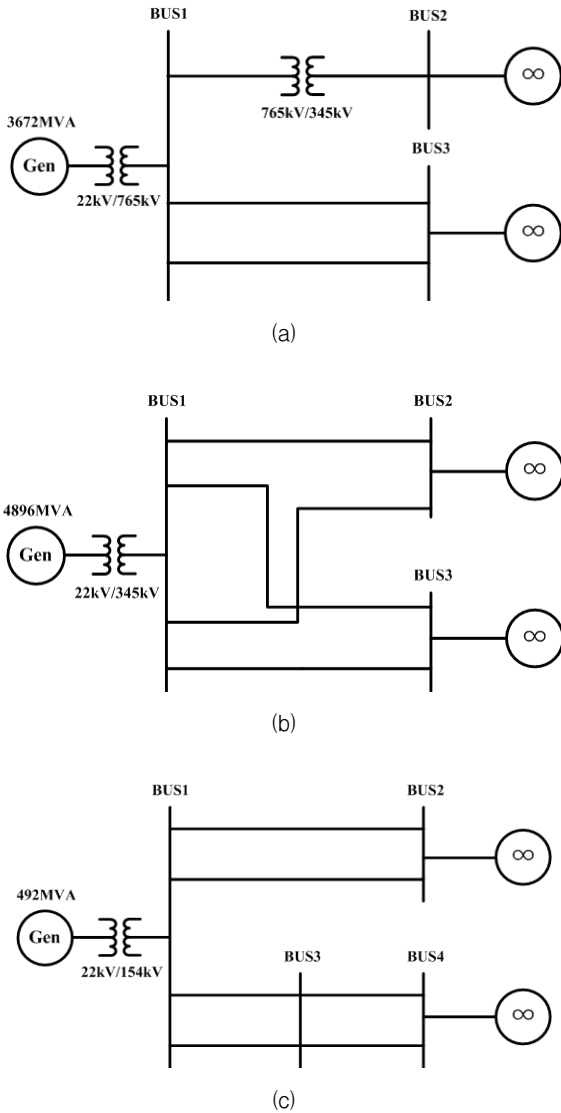


그림 5 시뮬레이션을 위한 송전계통 모델
(a) 765kV, (b) 345kV, (c) 154kV

Fig. 5 Transmission system models for simulations
(a) 765kV, (b) 345kV, (c) 154kV

4.2 시뮬레이션 조건

재폐로 방식에 따른 송전계통의 과도 안정도 평가를 위해 다양한 모의조건이 고려되었다. 다양한 계통 운영 상태를 고려하기 위해 계통의 조류를 변경시키며 시뮬레이션을 수행하였으며, 계통의 조류 상태는 고장 선로 양단의 전압 위상차를 조절하기 위해 발전기 초기각을 변경시키며 모의하였다. 표 3은 다양한 발전기 초기각에 따른 case를 나타낸다.

표 3 발전기 초기각에 따른 다양한 case

Table 3 Various cases according to initial angles of generator

정격전압[kV]	Case No.	발전기 초기각[°]
765	1-1	4
	1-2	6
	1-3	8
	1-4	10
	1-5	12
345	2-1	4
	2-2	6
	2-3	8
	2-4	10
	2-5	12
154	3-1	4
	3-2	6
	3-3	8
	3-4	10
	3-5	12

표 4는 시뮬레이션을 위한 전제 조건들을 나타낸다. 무전압시간은 표 2에 나타난 것과 같이 현행 기준들을 사용하였으며, 다양한 재폐로 방식의 비교 분석을 위해 고장 종류는 하나의 회선에는 A, B상 지락고장이 발생하고, 다른 회선에는 C상 지락고장이 발생하는 2회선 다중 고장으로 선정하였다.

표 4 시뮬레이션을 위한 전제 조건

Table 4 Pre-conditions for simulations

조건	정격전압[kV]	내용
고장 발생 시간	All	0.2[s]
차단기 트립 시간	765	5[cycle]
	345	6[cycle]
	154	6[cycle]
고장 종류	All	2회선 다중 고장

표 5는 고장이 발생한 선로의 위치를 나타내며, 고장은 선로 중앙에서 발생한다고 가정하였다.

표 5 고장 선로 위치

Table 5 Locations of faulted line

정격전압[kV]	고장 선로 위치	
	From	To
765	BUS1	BUS3
345	BUS1	BUS2
154	BUS1	BUS3

송전선로 재폐로 동작을 모의하기 위해서 2차 아크의 특성을 반영하는 것이 필수적이다. 본 논문에서는 Saul-Goldberg의 2차 아크 모델을 사용하였다[9]. ISE의 계산을 위한 T값은 충분히 긴 시간인 5초로 선정하였다.

4.3 시뮬레이션 결과 및 분석

4.3.1 765kV 송전계통

표 6은 765kV 송전계통을 대상으로 다양한 모의 조건에 따른 재폐로 방식 별 과도 안정도 평가 결과를 나타낸다. 시뮬레이션 결과로부터 알 수 있듯이, 제일 가혹한 case인 1-5의 경우 다상 재폐로의 적용으로 계통을 안정화 시킬 수 있지만, 다른 방식들을 적용했을 경우에는 계통이 불안정한 결과를 보인다. 그러므로 현행 방식인 다상 재폐로의 적합성을 확인할 수 있다.

표 6 765kV 송전계통에서의 시뮬레이션 결과

Table 6 Simulation results in 765kV transmission system

Case No.	다상 재폐로		1+3상 재폐로		3상 재폐로	
	OD [s]	ISE	OD [s]	ISE	OD [s]	ISE
1-1	5.328	0.112	6.076	0.185	x	x
1-2	6.057	0.166	6.436	0.24	x	x
1-3	6.144	0.239	6.767	0.289	x	x
1-4	6.144	0.314	7.476	0.581	x	x
1-5	6.233	0.621	x	x	x	x

OD : Oscillation Duration, x : 계통 불안정

재폐로 방식을 고정시켰을 경우, 발전기 초기각이 증가할수록, 즉 계통이 불안정한 상황에서 운영될수록 안정도는 더욱 악화됨을 알 수 있다.

4.3.2 345kV 송전계통

표 7은 345kV 송전계통에서 다양한 모의 조건에 따른 재폐로 방식 별 과도 안정도 평가 결과를 나타낸다. 765kV 송전계통의 결과와 유사하게 제일 가혹한 case인 2-5의 경우 다상 재폐로를 적용했을 때만 계통이 안정한 상태로 복구되는 것을 확인할 수 있다.

표 7 345kV 송전계통에서의 시뮬레이션 결과

Table 7 Simulation results in 345kV transmission system

Case No.	다상 재폐로		1+3상 재폐로		3상 재폐로	
	OD [s]	ISE	OD [s]	ISE	OD [s]	ISE
2-1	5.347	0.011	6.014	0.023	6.323	0.026
2-2	6.214	0.020	6.517	0.041	6.762	0.047
2-3	6.376	0.031	6.533	0.065	6.895	0.074
2-4	6.377	0.045	6.754	0.094	6.945	0.107
2-5	6.534	0.071	x	x	x	x

345kV 송전계통 전체를 대상으로 모의를 수행하기에는 무리가 있기 때문에, 본 논문에서는 앞서 언급한 것과 같이 안정도 문제가 주요 관심사이며 문제가 발생할 수 있는 가장 대표적인 대형 발전단을 시뮬레이션 모델로 선정하여 연구를 수행하였다. 그러므로, 표 7의 결과로 미루어 볼 때 현행 방식인 1+3상 재폐로보다 다상 재폐로가 과도 안정도 측면에서 더 좋은 결과를 얻을 수 있으며 다상 재폐로 적용의 가능성을 확인할 수 있다.

4.3.3 154kV 송전계통

표 8은 154kV 송전계통을 대상으로 한 과도 안정도 평가 결과를 나타낸다. 앞서 살펴본 765kV, 345kV 송전계통의 결과와는 다르게 재폐로 수행에도 불구하고 계통이 불안정한 경우에는 재폐로 방식이 크게 영향을 주지 못한다. 또한, 계통이 안정한 경우에 과도 안정도 평가 지수인 OD와 ISE 모두 재폐로 방식에 따라 큰 차이를 보이지 않는다. 그러므로 경제적인 측면을 고려할 때, 가장 동작이 간단하고 재폐로 기기의 가격이 저렴한 3상 재폐로 방식이 154kV 송전계통에서는 가장 적합한 재폐로 방식이라고 할 수 있다. 이는 현행 재폐로 방식이 적합함을 알려 준다.

표 8 154kV 송전계통에서의 시뮬레이션 결과

Table 8 Simulation results in 154kV transmission system

Case No.	다상 재폐로		1+3상 재폐로		3상 재폐로	
	OD [s]	ISE	OD [s]	ISE	OD [s]	ISE
3-1	5.532	0.044	5.607	0.048	5.622	0.049
3-2	5.541	0.045	5.611	0.049	5.641	0.051
3-3	5.599	0.047	5.644	0.051	5.678	0.052
3-4	x	x	x	x	x	x
3-5	x	x	x	x	x	x

5. 결 론

본 논문에서는 과도 안정도를 고려하여 국내 송전계통의 재폐로 방식을 평가하였다. 과도 안정도 평가를 위해 RSD, ISE와 같은 다양한 기법들이 사용되었으며, 실제 국내 데이터를 이용한 송전계통을 EMTP로 모델링하여 시뮬레이션을 수행하였다.

시뮬레이션 결과들로부터 알 수 있듯이, 765kV와 154kV 송전계통의 경우, 현재 사용 중인 재폐로 방식의 적합성을 확인할 수 있었다. 하지만, 345kV 송전계통에서는 현행 방식인 1+3상 재폐로 방식보다 다상 재폐로 방식이 과도 안정도 측면에서 큰 장점을 나타내었다. 그러므로 345kV 송전계통의 경우, 만일 안정도에 큰 문제점이 있는 지역이 있다면 다상 재폐로를 적용함으로써 과도 안정도를 향상시킬 수 있으며, 보다 안정된 계통 운영을 통해 계통의 신뢰도 향상에 큰 도움이 될 것이다.

References

- [1] IEEE Power System Relaying Committee Working Group, "Single phase tripping and auto reclosing of transmission lines IEEE committee report", "IEEE Trans. Power Del., vol. 7, no. 1, pp. 182-192, Jan. 1992.
- [2] S.P. Ahn, C.H. Kim, R. K. Aggarwal. and A. T. Johns, "An alternative approach to adaptive single pole auto-reclosing in high voltage transmission systems based on variable dead time control," IEEE Trans. Power Del., vol. 16, no. 4, pp. 676-686, Oct. 2001

- [3] Wang. Z.J., Yin. Z.D., Wang. M.M., "Influence of Coordinate Controllable Neutral Reactors on UHV Secondary Arc Current", International Conference on Energy and Environment Technology, Vol. 2, pp. 156-159, Oct. 2009.
- [4] A. M. El-Serafi, S. O. Faried, "Effect of Sequential Reclosure of Multi-phase System Faults on Turbine-Generator Shaft Torsional Torques", IEEE Trans. on Power Systems, vol. 6, no. 4, pp. 1380-1388, Nov. 1991.
- [5] J. Y. Heo, "A Study on the Algorithm of Auto-reclosing with Reference to Power System Stability", Sungkyunkwan University master's thesis, 2003
- [6] Korea Power eXchange, "A Study on Settings of Protective Relay", 2003
- [7] J.G. Slootweg, W.L. Kling, "Impacts of distributed generation on power system transient stability", IEEE Power Engineering Society Summer Meeting, Vol 2, pp. 862-867, 2002
- [8] R. C. Dorf and R. H. Bishop, Modern Control Systems, 9th edition, PrenticeHall, Upper Saddle River, 2001
- [9] S. Goldberg, William F. Horton, D. Tziouvaras, "A Computer Model of the Secondary Arc in single phase operation of Transmission Lines", IEEE Transaction on Power Delivery, Vol. 4, No. 1, pp. 586-594, Jan. 1989.

저 자 소 개



오 윤 식 (吳潤植)

1987년 7월 10일생. 2011년 성균관대학교 정보통신공학부 졸업. 2013년 동 대학원 정보통신공학부 졸업(석사). 2013년~현재 동 대학원 정보통신공학부 박사과정
 Tel : 031-290-7166
 Fax : 031-299-4137
 E-mail : fivebal2@naver.com



권 기 현 (權起賢)

1985년 9월 3일생. 2012년 성균관대 정보통신공학부 졸업. 2012년~현재 성균관대 정보통신공학부 석사과정.
 Tel : 031-299-4630
 Fax : 031-299-4137
 E-mail : elysium03@hotmail.com



박 지 경 (朴志景)

1985년 5월 16일생. 2012년 성균관대 정보통신공학부 졸업. 2012년~현재 성균관대 정보통신대학 석사과정
 Tel : 031-290-7166
 Fax : 031-299-4137
 E-mail : jikyungpark@gmail.com



조 규 정 (曹圭程)

1986년 12월 20일생. 2012년 성균관대 정보통신공학부 졸업. 2012년~현재 성균관대 정보통신공학부 석사과정
 Tel : 031-290-7166
 Fax : 031-299-4137
 E-mail : thug1220@naver.com



손 승 현 (孫承賢)

1986년 11월 04일생. 2012년 성균관대 정보통신공학부 졸업. 2012년~현재 성균관대 정보통신공학부 석사과정
 Tel : 031-299-4630
 Fax : 031-299-4137
 E-mail : sons88@hanmail.net



김 철 환 (金喆換)

1961년 1월 10일생. 1982년 성균관대 전기공학과 졸업. 1990년 동 대학원 전기공학과 졸업(공학박). 현재 성균관대 정보통신공학부 교수, 전력IT인력양성센터 센터장
 Tel : 031-290-7124
 Fax : 031-299-4137
 E-mail : hmwkim@hanmail.net



김 완 종 (金完種)

1972년 1월 6일생. 1998년 원광대학교 전기공학과 졸업. 1998~2001년 한국전력공사. 2001년~현재 한국전력거래소
 Tel : 02-3456-6753
 Fax : 02-3456-6759
 E-mail : happyyouth@kpx.or.kr