

## 고장전류 저감을 위한 345kV 직렬리액터 설치 검토(하)

김 영 선  
한국전력공사 계통기술팀장  
이 강 완  
대화기술단 대표/기술사

## 6. 직렬리액터 설치에 따른 기술분석

### 나. 임계고장 제거 시간

전력계통에서 안정도 강인성을 평가하는 지표로 임계고장 제거시간이 널리 이용되고 있다.

일반적으로 고장의 70% 이상이 지락고장이며 지락고장의 대부분은 재폐로에 의해 고장구간 제거 없이 지속적인 전력공급이 가능한 실정이다. 따라서 임계고장 제거시간이 보호계전기 순시 요소에 의해 고장이 제거되는 시간보다 길게 되면 고장 발생시 고장 제거로 안정도가 유지되어 전력공급의 신뢰성이 상대적으로 높아질 것이다.

임계고장 제거시간 계산 대상은 직렬리액터 설치가 권장되는 서인천복합, 보령화력, 화성 및 북부산 345kV 모선으로 하였다. 계통 조건은 해당 345kV 모선분리 전, 모선분리 직렬리액터 설치 및 모선분리 후의 세 경우를 검토하였으며, 이 중에서 모선분리 직렬리액터 설치 경우는 44Ω 임피던스 값을 기준하여 20%에서 180%까지 20% 간격으로 변화시켜 검토하는데 상정사고로 해당모선 3상 단락고장을 모의하였다. 표 6은 직렬리액터 임피던스 대 임계고장 제거시간을 나타낸 것이다.

임계고장 제거시간 조사 결과 서인천복합, 보령화력 및 화성변전소 세 곳은 모선이 분리된 경우 임계고장 제거시간이 5사이클 이하가 되어 가장 안정도가 나쁘고, 모선분리 이전 상태가 안정도 면에서는 가장 유리하고, 직렬리액터가 설치된 경우는 직렬리액터 임피던스 값이 작을수록 즉, 분리모선간의 결속력이 강할수록 안정도 측면에서 유리한 것으로 나타났다. 이에 반하여 북부산 345kV 모선의 고장임계 제거시간은 큰 차이가 없는데, 이는 위 3곳과 달리 전원과 비교적 원거리에 위치하기 때문으로 판단된다.

〈표 6〉 직렬리액터 임피던스 대 임계고장 제거시간

단위 : 사이클

모선명	서인천복합	보령화력	화성	북부산
모선분리 전	20	13	16	10
모선분리 44Ω 직렬리액터 기준 설치	20%	19	13	15
	40%	18	12	14
	60%	16	11	14
	80%	15	10	13
	100%	10	9	13
	120%	8	8	13
	140%	6	7	13
	160%	4	6	12
180%	2	2	12	9
모선분리 후	2	2	5	9

서인천복합, 보령화력, 화성 및 북부산에 44Ω 직렬리액터를 설치한 경우 각각의 임계고장 제거시간은 10, 9, 13 및 9 사이클로서 이는 해당 345kV 모선에 심각한 고장이 발생하더라도 보호계전기 순시요소에 의해 고장이 제거되면 안정된 상태를 유지하며 운전될 수 있음을 보여준

다. 이는 345kV 차단기 차단시간을 3사이클로 보고 보조 접점 및 여유시간을 감안하여도 6사이클이면 고장이 제거될 수 있기 때문이다.

### 다. 과도회복전압

#### (1) 과도회복전압 영향

현재 한전의 차단기 관련규격인 ESB-150 규격은 IEC를 모델로 제정되어 있다. 검토 대상에 관련된 362kV급 차단기의 과도회복전압 규격치 중 과도회복전압 상승률과 파고치에 대해서 IEC규격에 따르면 표 7과 같다.

고장전류 저감대책으로 345kV 모선을 분리하고, 모선 분리로 인한 전력공급 유연성 및 안정도가 손상되는 것을 보완하도록 고장전류억제리액터(Current Limiting Reactor : CLR)를 설치하게 된다. 345kV 모선에 직렬리액터를 설치하게 되면 고장전류 차단시 인접 차단기에 영향을 미치게 되는 과도회복전압 특성이 변하게 된다.

〈표 7〉 345kV 차단기 과도회복전압 규격치

Duty No.		RRRV kV/μs	t1 μs	u1 kV	t2 μs	t3 μs	uc kV	t' μs	u' kV	td μs
4&5 100%	구	1.0	445	445	1.34		620	230	222	8.9
	신	2.0	192	384	576		538	98	192	2
3 60%	구	2.0	222	445	1.34		670	120 (166)	222	8.9 (55)
	신	3.0	128	384	576		576	66 (96)	192	2 (32)
2 30%	구	5.0				134	670	71	222	26.5
	신	5.0	77	384	578		576	5 (19)	192	43 (58)
1 10%	구	Duty 2 적용								
	신	8.3				82	678	37	226	10

\*1) Duty 4&5는 100% 정격차단전류로서 동일하나 직류분 존재(Duty5), 대칭전류차단(Duty 4)으로 구분된다.

\*2) t1(초기파고시간), u1(초기파고치), t2(파고시간), uc(파고치)

\*3) Duty 1만 2-parameter 파형, 나머지는 4-parameter 적용

일반적으로 전력계통에 직렬리액터가 설치되면 과도회복 전압 파고치(Peak Value of the TRV)는 낮아지는 이 점이 있으나 과도회복전압 초기상승률(Rate of Rise of the TRV : RRTRV)은 상승하게 되며, 경우에 따라서는 기존 차단기 정격을 벗어나게 되어 안정되게 고장전류를 차단할 수 없는 상태가 일어날 수 있다. 따라서 직렬리액터 설치시 과도회복전압을 모의하고, 필요한 경우는 과도회복전압 상승률을 저감할 수 있는 적정 대책을 수립해야 한다.

(2) 345kV 모선 차단기 TRV 해석 결과

표 8은 서인천복합, 화성, 보령화력 및 북부산 345kV 모선에 고장전류 억제 대책으로 44Ω CLR을 설치한 경우 인접 345kV 차단기 TRV를 해석한 결과를 수치로 종합한 것이다.

〈표 8〉 345kV 차단기 과도회복전압 해석 결과

발·변전소		T <sub>0</sub> (μs)	T <sub>1</sub> (μs)	V <sub>c</sub> (kV)	RRRV (kV/μs)
이름	번호				
서인천 복합	3150	250000	250110	457.3	4.16
	3151	250000	250110	475.0	4.32
화성	4400	250000	250110	562.5	5.11
	4401	250000	250110	486.5	4.42
보령 화력	6150	250000	250110	466.4	4.24
	6151	250000	250110	471.2	4.28
북부산	9500	250000	250110	559.4	5.09
	9501	250000	250110	558.4	5.08

주) T<sub>0</sub> : 과도회복전압 발생시작점 시간  
 T<sub>1</sub> : 최대 과도회복전압시의 시간  
 V<sub>c</sub> : 과도회복전압 파고치  
 RRRV : 과도회복전압 초기상승률

해석 결과 과도회복전압 최대파고치는 화성 345kV 모선(모선번호 4400)에서 562.5kV이다. 이는 IEC 규정에서 제시한 과도회복전압 Duty #2 파고치 670(구)/

576(신)kV 이하로 문제가 없는 상태인 반면에 초기 과도회복전압 상승률은 화성 4400번 모선에서 5.11(kV/μ sec), 북부산 9500번 모선에서 5.09(kV/μ sec) 그리고 북부산 9501번 모선에 5.08(kV/μ sec)로서 IEC 규정에서 제시한 5.0(kV/μ sec) 이상이 되어 안전하게 고장전류를 차단할 수 없음을 나타내고 있다. 따라서 초기 과도회복전압 상승률을 낮출 수 있는 보완 대책이 요구된다. 이는 직렬리액터 설치로 인하여 나타내게 되는 과도회복전압의 주파수 증가로 인하여 초기상승률이 커지기 때문이다. 따라서 이를 해결하기 위해 직렬리액터 단자간에 캐패시터를 추가하여 즉, 직렬리액터와 병렬 상태로 적정 캐패시턴스를 추가하여 과도회복전압 고유주파수를 낮추는 것이다. 고유주파수가 줄어들게 되면 초기 과도회복전압의 파고치까지 도달시간이 길어지게 되므로 결과적으로 과도회복전압 초기상승률이 작아지게 될 것이다.

표 9는 초기 과도회복전압 상승률을 낮추기 위해 직렬리액터에 병렬로 3200(PF) 캐패시터를 추가하여 해당 차단기 과도회복전압을 해석한 결과이다. 이 결과 과도회복전압 파고치는 모두 IEC 규정에서 제시한 과도회복전압 Duty #2 파고치 670(구)/576(신)kV 이하로 안전하게

〈표 9〉 345kV 차단기 과도회복전압 해석 결과  
(리액터에 병렬캐패시터 추가)

발·변전소		T <sub>0</sub> (μs)	T <sub>1</sub> (μs)	V <sub>c</sub> (kV)	RRRV (kV/μs)
이름	번호				
서인천 복합	3150	250000	250140	431.9	3.09
	3151	250000	250120	458.2	3.82
화성	4400	250000	250120	564.2	4.70
	4401	250000	250120	541.4	4.51
보령 화력	6150	250000	250130	562.3	4.33
	6151	250000	250120	452.5	3.77
북부산	9500	250000	250120	543.0	4.53
	9501	250000	250130	566.0	4.35

고장전류를 차단할 수 있게 되고, 초기치 상승률도 모두 IEC 규정에서 제시한  $5.0(kV/\mu sec)$  이하가 되어 안전하게 고장전류를 차단할 수 있음을 나타내고 있다.

## 7. By-pass 차단기 운영

모선분리 345kV 직렬리액터는 고장전류를 저감하고 안정도 저하를 보완하기 위하여 모선을 분리하고 분리된 모선간에 설치하는 것이다. 차단내력을 초과하는 고장전류도 전력계통 구성 또는 운용 상태에 따라서는 대상 345kV 모선을 직결하여도 차단내력 이하가 될 수도 있다. 이와 같이 해당 345kV 모선을 직결하여도 고장전류가 차단기 차단내력 이하가 될 경우는 직렬리액터 바이패스 차단기를 투입하여 운용함으로써 보다 원활한 유효 및 무효전력 유통이 달성되고, 직렬리액터에 의해 발생하는 기기손실이 배제되어 효율이 증대되고 모선간의 임피던스 제거로 전력계통 안정도가 향상되는 장점 등을 취할 수 있게 된다.

345kV 직렬리액터에 인접하여 사고가 발생되거나 또는 계획정전에 의하여 직렬리액터에 흐르는 전력조류가 직렬리액터의 연속정격전류를 초과할 수도 있을 것이다. 이와 같이 직렬리액터에 흐르는 전력조류가 직렬리액터의 연속정격전류를 초과할 경우는 바이패스 차단기를 투입하여 과부하 상태가 되는 직렬리액터를 보호해야 된다. 이와 같이 직렬리액터의 과부하를 피하기 위해 바이패스 차단기를 투입하는 경우는 인접 송전선로를 개방하거나 또는 발전기를 정지하여 해당 모선이 바이패스 차단기에 의해 직결된 경우에도 고장전류가 차단기 차단내력 이내가 되도록 고장전류를 억제해야 한다.

직렬리액터 과부하 상태는 직렬리액터에 과전류보호계전기를 설치하여 검출하도록 하며 초기에는 경보를 내도록 하고 다음 단계에서 모선분리 직렬리액터를 개방하거

나 또는 바이패스 차단기를 투입하여 직렬리액터를 보호하도록 한다.

일반적으로 직렬리액터를 과부하 상태로 운전하게 되면 리액터 표면이 스트레스를 받게 된다. 따라서 직렬리액터 과부하 운전이 예상될 경우는 스트레스에 견딜 수 있도록 리액터 표면을 특수(RTV Coating) 처리하고 리액터 상부에 모자(Cap)를 설치하면 된다. 여기에 따른 추가 비용은 변전소 1개소당 대략 1억 2000만원 정도로 예상되므로 총 소요예산에 미치는 부담은 1.5%로 볼 수 있다.

### ※참고

- 특수(RTV Coating) 처리비용 : US \$11,000/코일

- 상부 모자(Top Cap) : US \$6,300/코일

표면 특수처리와 상부 모자를 설치할 경우 연속정격전류 1,000A의 직렬리액터 과부하 운전시간이 다음과 같이 확보된다.

- 1,000A : 연속 운전
- 1,500A : 21분
- 2,000A : 8분
- 4,000A : 1.5분

위와 같은 분단위 이상 시간은 앞에서 검토한 바와 같은 계획 또는 사고로 인한 345kV T/L 정지시의 345kV 직렬리액터 과부하 상태를 해소시키기 위하여 바이패스 차단기를 투입하는 일련의 조치 즉 판단과 조작에 필요한 시간보다 훨씬 길어 비교적 안정되게 필요한 조치를 취할 수 있게 될 것이다.

## 8. 보호계전 방식

전력 수송의 중심이 되는 345kV 전력계통을 높은 신뢰도와 안정도를 유지하며 건강하게 운전하기 위해 전력계통 보호 방식은 고장 검출에서 고장 제거에까지 신속

〈표 10〉 345kV 전력계통 보호계전 방식

보호설비	계열	주보호	후비보호	전송방식	재폐로	비고	
송전선로	1차 보호	방향비교방식(Blocking)	거리계전방식(3단계)	· Fiber-Optics · Microwave · PLC	1 $\phi$ , 3 $\phi$ 1 $\phi$ +3 $\phi$	가공선로	
	2차 보호	제어 Under reach 전송차단방식(PUTT) 전류차동방식(PCM)					—
	1차 보호	전류차동방식(PCM)	거리계전방식(3단계)			—	지중선로
	2차 보호		—				
변압기	345kV 측	전류비율차동방식	· 거리계전방식(2단계) · 방향과전류 계전방식				
	154kV 측						
모선	1차 보호	전압차동방식				1/2 모선	
	2차 보호						

성, 신뢰성 및 최적의 선택성이 충분히 보장될 수 있도록 선정 운용되어야 한다. 345kV 송전선로 및 모선 보호는 신속성, 신뢰성 및 선택성이 보장될 수 있도록 1차 및 2차로 2계열화 방식을 적용하고 있다. 표 10은 345kV 전력계통 보호 방식을 나타낸 것이다.

일반적으로 리액터 보호계전 방식은 모선 또는 변압기 보호계전 방식과 유사하다. 특히, 345kV 전력계통 고장 전류를 억제하기 위하여 345kV 모선을 분리하는 건식 공심리액터 보호는 모선 보호계전 방식과 유사해야 한다. 건식 공심리액터는 자화철심이 없는 단상 형태의 리액터이므로 전원 투입시 변압기에서와 같은 돌입전류가 발생하지 않는다. 건식 공심리액터에서 발생 가능한 고장은 상간단락고장(Phase-phase Fault), 지락고장(Phase-to-ground Fault) 및 권선간 단락고장(Turn-to-turn Fault) 3가지이다.

상간단락고장은 고장전류가 매우 크다. 그러나 리액터 구조상 상간거리가 많이 떨어져 있기 때문에 상간단락고장 발생 확률이 매우 낮다. 지락고장은 현재와 같이 직접 접지를 적용하고 있는 345kV 전력계통에서는 상간단락과 같이 매우 큰 고장전류가 흐르게 된다. 이 경우에도 리액터가 절연지지대 위에 충분한 이격(Clearance) 거리

를 유지하여 견고하게 설치되므로 발생 가능성이 매우 희박하다. 권선간 단락고장은 매우 작은 전류 변화만 일어나기 때문에 운전 상태에서 권선간 단락고장을 검출하기는 용이하지가 않다. 이 고장은 선간 절연 손상에 의하여 발생된다. 건식 공심리액터의 권선간 단락고장은 정지시 권선간 과전압시험(Turn-to-turn Overvoltage Test)으로 찾아낼 수 있다.

건식 공심리액터 보호에는 과전류계전 방식과 차동계전방식의 2가지가 있다. 과전류계전기의 정정은 리액터의 정격전류(Rated Current) 또는 연속정격전류(Continues Current) 이상의 전류가 흐를 때 이를 검출하도록 한다. 과전류계전기와 차동계전기 보호 방식은 현재의 345kV 계통과 같이 직접접지 방식이거나 또는 접지임피던스가 충분히 낮을 경우 상간단락과 같이 지락고장도 검출할 수 있다.

고장전류를 억제하기 위한 345kV 모선분리 직렬리액터의 차동계전기에 의한 보호는 분리모선 단위로 전압차동방식을 적용하고, 별도로 신설될 리액터는 개별 전압차동방식을 적용하는 방식과 기존의 모선보호방식인 2계열화된 전압차동방식의 보호범위가 신설될 리액터까지 포함하도록 하는 방식 2가지가 있다.

첫째로 분리된 모선 단위로 기존과 같이 전압차동방식을 적용하고, 신설될 리액터는 별도의 전압차동방식을 적용하는 방식은 설비 단위별로 보호를 적용하여 전력계통 보호의 최적 선택성 및 신뢰성을 확보하기 위한 것이다. 이 방식은 모선보호 범위에 리액터를 포함시키는 방식에 비해 차단기, CT 및 전압차동계전기 수량이 증가되어 비용이 상대적으로 고가이다.

둘째로 기존 모선보호 범위에 신설될 리액터를 포함시키는 방식은 건식공심리액터의 구조적 특성상 모선과 같이 상간단락 및 지락고장 가능성이 매우 희박하고, 전기적, 물리적으로 분리 모선에 인접해 있음을 고려한 것이다. 그러나 GIS 형태의 변전소(서인천복합, 보령화력 및 화성 345kV 변전소)인 경우 리액터 및 이의 인입과 인출 부위가 외부에 노출되어 가스절연 상태로 밀폐되어 있는 기존의 모선과는 완전히 다른 환경에 놓이게 되는 별개의 전기 설비라는 것을 고려할 때 모선과 리액터가 포함된 일괄 보호는 보호의 선택성 및 신뢰성 측면에서 바람직하지 않을 수 있다.

리액터 보호를 모선보호 범위에 포함시키는 방식은 리액터에 별도 전압차동방식을 적용하는 것에 비해 차단기, CT 및 전압차동계전기 수량이 적어 경제적이지만 345kV 전력계통의 중요성을 고려하여 첫번째와 같이 리액터에 별도의 전압차동방식을 적용하는 것이 바람직하다고 사료된다.

모선분리 리액터에 흐르는 전력조류는 계통운용 형태에 따라 변하게 된다. 특히 발전소 모선분리 리액터의 경우는 송전선로 운전 형태에 따라 많은 전력이 리액터를 통하여 반대편 모선으로 흐를 수 있다. 345kV 모선의 연속허용전류가 4,000A이지만 모선분리 리액터의 정격전류는 1,000A로 제한되므로 여기에 맞춰 최적으로 보호가 이루어져야 한다. 물론 전력계통이 정상 운용 상태에서는 모선분리 리액터의 전력조류는 1,000A 이하가 된다. 그

리나 전력계통 사고 또는 송전선 계획 정지 형태에 따라서는 과도한 전력조류가 모선분리 리액터를 통하여 흐를 수 있다. 따라서 모선분리 리액터에 정격전류 이상의 과도한 전력조류가 흐를 때에는 이를 검출하여 경보를 발하고, 경우에 따라서는 리액터 바이패스(Bypass) 차단기를 투입하거나 또는 모선을 분리하여 리액터를 보호해야 한다. 모선분리 리액터의 과전류 보호를 위해 3개의 과전류계전기를 각상에 설치하여 운영하게 되면 리액터의 과전류보호는 물론 리액터 상간단락 및 지락고장도 검출할 수 있다. 이로서 전압차동계전 방식이 적용된 리액터의 후비보호 기능을 수행하게 된다. 지락고장 검출은 345kV 전력계통이 직접접지 형태이므로 지락고장전류가 비교적 크기 때문에 가능하다.

## 9. 경제성 및 공급신뢰도 평가

### 가. 경제성 평가

고장전류를 억제하기 위해 서인천복합, 보령화력, 화성 및 북부산 345kV 모선을 분리한 경우와 모선을 분리하고 분리모선간에 직렬리액터를 설치한 경우에 나타나는 송변전손실의 차이는 2000년부터 2010년까지 11개년 평균 9.8MW로 예상된다. 1998년 기준 발전원가가 39.30 원/kWh이므로 이를 연간 금액으로 환산하면 다음과 같다. 여기서 1년 8,760시간마다 송변전손실차는 같다고 전제한다.

$$\begin{aligned} \text{— 연간전력량 차이} &= 9.8 \times 10^3 \times 365 \text{일} \times 24 \text{시간} (\text{kWh}) \\ &= 85,848 \times 10^3 (\text{kWh}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{— 연간 발전비용} &= \text{연간 전력량 차이} (\text{kWh}) \times \text{발전원가} \\ & \quad (\text{원/kWh}) \\ &= 85,848 \times 10^3 \times 39.3 \\ &= 337,383 \text{만원} \end{aligned}$$

345kV 전력계통 고장전류를 억제하기 위해 345kV

GIS 2중모선 형태의 변전소 모선삽입 345kV, 60Hz, 44Ω, 1000A 단상 건식공심리액터를 구매 및 설치하는데 소요되는 예산은 79억 7천만원으로 추정된다.

345kV 고장전류 억제를 위해 단순히 345kV 모선을 분리하는 것보다는 모선분리 직렬리액터를 설치하게 되면 전력계통 송·변전손실이 평균 9.8MW 감소되어 연간 33억 7천만원이 절감된다. 이는 서인천복합, 보령화력, 화성 및 북부산 등 4개소가 반영된 것이므로 개소당 연간 절감금액은 이를 4등분하면 약 8억 4만원 정도가 된다.

투자비 이자율과 연간 유지보수비가 아래와 같다고 하고 투자비 회수년을 계산한다. 초기투자비는 2000년 초에 투입이 예상되는 보령화력을 기준한다.

- 초기 투자비 : 79억 7000만원
- 투자비 이자율 : 8%
- 연간 유지보수 비용 : 1594만원  
(초기투자비의 0.2%)

연간 발전비 절감금액 : 8억 4000만원

즉, 고장전류를 억제하기 위해서는 345kV 모선을 분리하기보다는 모선분리 직렬리액터를 설치하게 되면 상대적으로 원활한 전력유통이 이루어져 송·변전손실이 감소하게 되며, 송·변전손실 감소만으로도 약 21년이면 투자비가 회수되는 장점이 있다.

#### 나. 공급신뢰도 평가

서인천복합 1~3단계와 4단계 간 모선분리 운전의 경우와 모선분리 개소에 직렬리액터를 설치하는 경우 각각에 대한 전력공급지장비용을 공급신뢰도 평가 프로그램(MEXICO)을 이용하여 계산 비교한다.

##### (1) 계산 개요

송전계통에 의하여 수용가에게 제공되는 공급신뢰도 산정을 위해 Monte Carlo Simulation 기법을 이용하

여 발전설비 및 송전설비의 사고율과 수요의 불확실성을 고려한 연간 미공급 에너지의 수학적 기대치를 계산한다.

#### 2) 송전선로에 기인한 공급지장비용

통상적인 휴전작업 상태에서 N-1 상태의 상정사고시 공급지장 비용은 리액터 설치전 2조 7305억 4천만원, 설치후 2조 7183억 4천만원으로 설치 전후의 연간 공급지장비용의 차이는 120억원 정도이다.

## 10. 직렬리액터의 현장 설치

### 가. 현장 설치 방안

345kV 전력계통 고장전류를 억제하기 위해 사용할 수 있는 직렬리액터는 건식 공심리액터(Dry Type Air Core Reactor)이다. 직렬리액터는 건식 공심리액터와 유입 철심리액터 2가지가 있으나 평상시 전력조류에서 고장시 나타나는 매우 큰 전류에 이르기까지, 그리고 상용주파수에서 과도현상이 일어날 때 나타나는 수 kHz 주파수 범위까지 직렬리액터가 구비해야 할 임피던스 선형특성을 보장할 수 있는 것은 건식 공심리액터이다.

건식 공심리액터는 단상으로 제작되어 부피가 작고, 무게가 가벼워 운반 및 설치가 용이하고, 공해가 없으며, 유지보수 비용도 저렴한 여러 가지 장점이 있는 반면에 단상 리액터가 자연 대류에 의해 냉각되도록 설치됨으로써 설치 면적이 넓고 높이도 오늘 날의 GIS 형태 변전소에서는 상대적으로 높은 편이어서 이의 현장 설치여건이 사전에 충분히 검토 및 조사되어야 한다.

345kV 변전소는 옥외 철구형과 옥외 GIS형의 2가지 형태가 있으며 345kV 직렬리액터 설치가 권장되는 345kV 변전소 중에서 서인천복합, 보령화력 및 화성변전소는 옥외 GIS 형태이고, 북부산변전소는 옥외 철구형으로 구성되어 있다.

〈표 11〉 345kV, 60Hz, 44Ω 단상직렬리액터 크기 및 가격

정격전류(A)	600	800	1000	1200	1400	
높이-상당(mm)	4,013	3,962	3,912	5,559	5,909	
외경(mm)	2,819	3,073	3,404	3,454	3,505	
무게-상당(kg)	6,270	9,075	11,113	19,051	23,587	
높이-지지대 포함(mm)	7,836	7,785	7,738	9,385	10,046	
무게-지지대 포함(kg)	9,004	12,700	13,835	24,494	29,030	
리액터간 최소거리(mm)	6,350	6,477	6,782	7,112	7,112	
가격 (만원)	단상	21,320	24,600	28,700	56,580	62,730
	3상	63,960	73,800	86,100	169,740	188,190

나. 제작·설치 소요기간 및 예산

(1) 345kV, 60Hz, 44Ω 단상직렬리액터 크기 및 가격(표 11 참조)

- 리액터 가격 : 1,200원/\$ 기준
- 1,200A는 2개의 코일이 수직으로 2층 구조

2) 구매 및 설치소요기간 : 17개월

- 상세 설계 : 6개월
- 제작 : 4개월
- 수송 : 1개월
- 현장 설치 : 6개월

3) 구매 및 설치소요예산 : 79억 7000만원

- 직렬리액터 : 17억 2000만원
- 상부모자 : 1억 2000만원
- GIS 자재비 : 40억원
- 차동보호계전기시스템 : 2억원
- 설치공사비 : 14억원
- 용역비 : 5억 3000만원

11. 결론

전력수송의 중추역할을 담당하는 345kV 전력계통의 고장전류 저감을 위한 단기적용방안으로 345kV 모선 분리개소에 직렬리액터를 삽입함으로써 고장전류 저감효과를 얻으면서 계통분리에 따르는 안정도 및 신뢰도 저하를 억제할 수 있다. 서인천복합, 화성변전소, 보령화력 및 북부산변전소를 선정하여 과도안정도, 임계고장시간, 과도회복전압, 보호계전방식 등 기술분석과 경제성 평가를 거쳐 계통분리개소에 대한 직렬리액터 설치타당성을 입증하였다.

2000년 5월 현재 서인천복합은 1그룹(#1~8G)과 2그룹(#9~16G)으로 모선을 분리하여 교차선로를 구성하고 있으며 인천화력, 신인천변전소, 청양변전소, 보령화력 및 북부산변전소가 단모선으로 운전중이어서 고장전류는 억제되고 있으나 안정도와 신뢰도 저하가 부득이하여 이의 종합적인 개선대책 수립이 필요하다. 이에 따라 최초의 직렬리액터 설치위치를 선정하는데 있어 앞서 검토된 기술분석 외에 리액터 설치위치, 임피던스, 정격전류, 저주파진동 및 전압안정도를 추가하여 상세 검토중이며 고장전류 초과개소의 차단기 격상교체 방안과의 장기적인 계통특성 및 경제성 비교를 거쳐 연내에 시행계획이 수립될 전망이다.