

電氣設備의 故障診斷

17. 에레스터의 故障診斷要領

1. 머리말

최근에는 電力需要의 증대에 따라 系通運用의 경제성 및 電力의 質的인 향상이 더욱 촉구되고 있다. 특히 雷雨 서지 및 개폐장치 등 계통회로에서 발생하는 개폐 서지에 의한 異常電壓에 대하여 피뢰기를 설치하여 보호하고 있다. 이와 같이 이미 설치되어 있는 피뢰기 故障診斷의 테크닉에 대하여 해설하기로 한다.

2. 避雷器의 規格

避雷器의 규격을 표 1에 표시하였다.

일반적으로 피뢰기의 公稱放電電流의 크기에 따라 사용장소가 구별되고 있다. 가령 공칭방전 전류가 10,000A인 피뢰기는 가장 필요한 發變電所에, 공칭방전전류가 5,000A인 피뢰기는 주요 변전소에, 2,500A인 피뢰기는 配電線路用에 사용되고 있다. 또한 옥내용의 고압피뢰기는 표 2와 같이 KS C4610에 정하고 있다. 이 규격은 KS C4507(큐비클식 고압수전 설비)에 규정하는 周波數 60Hz, 공칭전압 6.6kV의 큐비클식 고압수전설비에 사용되는 피뢰기로, 공칭방전전류 2,500A, 5,000A의 고압피뢰기에 대하여 정한 것이다.

3. 避雷器의 구조

현재 사용되고 있는 피뢰기를 구조별로 분류

하면 다음과 같다.

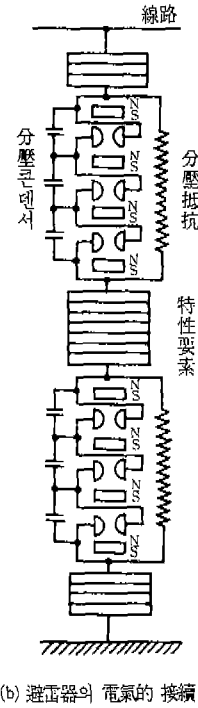
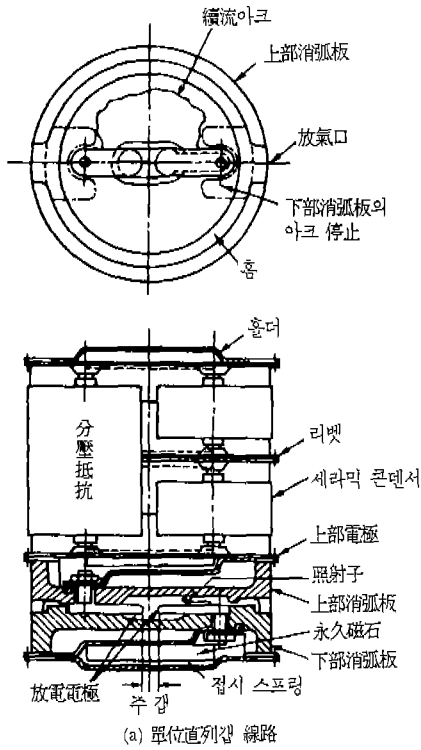
(1) 非抵抗形 避雷器

피뢰기의 구성은 直列 갭과 특성요소로 되어 있다.

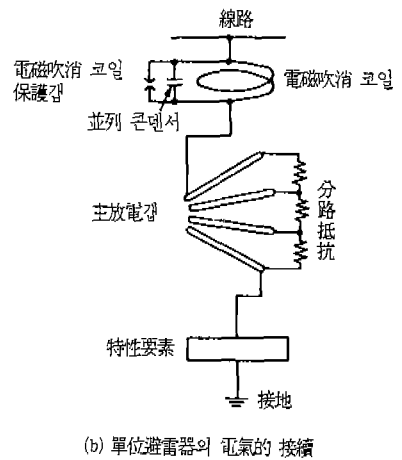
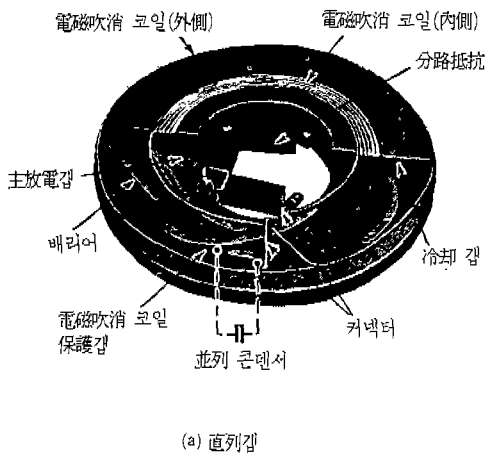
(a) 直列 갭 소정 이상의 서지 전압이 가해졌을 때 직렬 갭을 방전시켜 여기에 접속되어 있는 특성요소를 통하여 大地에 서지 전류를 흐르게 하는 것이다.

서지 전류가 사라진 후 계속 흐르는 系統電壓에 의한 續性을 특성요소의 非直線性能을 이용하여 직렬 갭에 의하여 차단함으로써 定常狀態를 유지하는 것이다. 이상과 같이 直列 갭은 차단능성이 필요하며 차단성능을 부여하기 위해 磁氣 驅動方式이 채용되고 있다.

이 자기 구동방식에는 永久磁石을 사용한 것, 코일을 사용한 것, 그 兩者를 병용한 것, 또는 電極形狀이나 중첩구조에 의해 전류가 흐르면 磁界가 차단에 적합하도록 발생하는 것 등의 종류가 있다. 그중 몇 가지 예를 들면 그림 1은 永久磁石을 사용하는 것으로 서지 전류에 이어 흐르는 續流는 영구자석이 형성하는 강력한 磁力를 받아 續流의 극성에 따라 상, 하의 어느 消弧室을 향하여 구동, 伸張 및 냉각된다. 소호실은 특수 내아크성 磁器의 프레스 成形品이기



<그림 1 >



<그림 2 >

때문에 아크柱의 냉각효과가 좋고 강력한 소호력을 발휘하게 된다. 그림 2는 코일을 사용한 직렬 갭인데 1平面上에 복수개의 갭을 배치하여 직렬의 소호 코일에서 생기는 磁界를 아크에 작

용시켜서 아크를 伸張시켜 소호하는 방식이다. 코일을 사용할 경우 통상 雨雷 서지에 대해서는 코일에 코일 보호용 갭을 병렬로 설치하여 이 보호 갭을 방전시켜 코일의 절연을 보호하고 續

流만이 코일에 흐르도록 하고 있다.

또한 코일 보호용 갭 대신 非直線抵抗의 바이패스 저항을 병렬로 접속한 것도 있다. 이상의 구조는 공칭방전전류 5,000A 및 10,000A 피뢰기에 사용되고 있는데 2,500A 피뢰기에는 그림 3과 같이 電極 내에 구성된 공간의 外周에 磁

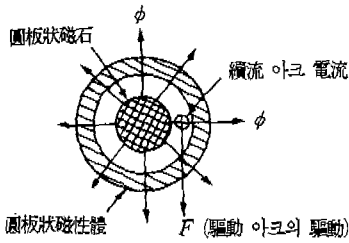
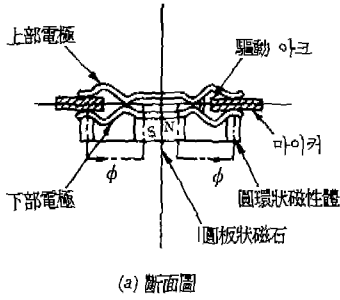
性體를, 內周에 페라이트계 영구자석을 수납하여 이 자석이 발생하는 放射狀磁界의 힘을 받아 방전전극면상에 발생한 續流 아크는 무한케도를 그리며 電極面을 회전 구동시켜 냉각 소호된다. 한편 직렬 갭은 서지 전압의 지연을 적게 하기 위해 照射子 또는 이온화 버튼 등을 放電

<표 1> 避雷器 保護, 耐電壓 性能

번	정격전압 (kV)	상용주파 방전개시압 [허한치] (kV)	耐電壓(kV)		兩雷 인펄스 放電 開始電壓(kV)						制限電壓(kV)(上限值)						開閉 인펄스 放電開始電壓 (上限值) (kV)	兩雷인펄스 및 開閉인펄스 放電開始電壓 (허한치) (kV)	
			사용주파 전 [실효치]	우뢰인펄스 전압 [파고치]	10,000A피뢰기		5,000A피뢰기		2,500A피뢰기		10,000A피뢰기		5,000A피뢰기		2,500A 피뢰기	10,000A피뢰기			10,000A피뢰기
					표 준	0.5μs	표 준	0.5μs	표 준	0.5μs	20kA	10kA	5kA	5kV	2.5kA	2.5kA			250μs
호	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	
1	4.2	6.9	16	45	17	19	17	19	17	20			14	13	15	13	17	17	
2	8.4	13.9	22	60	33	38	33	38	33	38			28	25	30	25	33	33	
3	14	21	28	90	50	57	50	57	54	62			47	43	50	43	54	50	
4	28	42	50	150	90	103	90	103	105	126			94	85	100	85	105	90	
5	42	63	70	200	135	155	135	155	160	184			140	128	145	128	160	120	
6	70	105	120	300	213	245							224	203				200	
7	84	126	140	350	256	294							269	244				240	
8	98	147	160	400	298	343							314	284				281	
9	112	168	185	450	340	391							358	325				320	
10	126	189	230	550	383	440							403	365				361	
11	140	210	230	550	426	490							448	406				401	
12	182	273	325	750	553	636							582	528				522	
13	196	294	325	750	596	685							627	568				561	
14	210	315	395	900	638	734							672	609				601	
15	224	336	395	900	681	783							717	650				642	
16	266	399	460	1,050	808	929							-	851	771			762	
17	280	420	460	1,050	851	979							-	896	812			802	
18	420	630	750	1,550	1,220	1,340							1,350	1,220	-			1,090	
비 고		(1)×1.5 (번호1~2는 (1)×1.65)		(4)=BIL 번호18의 개폐 인질스내 전압은 1,175kV (파고치)	(5)×0.95 (번호1~5 및 18을 제외)	(7)=(5) (8)=(6) (9)=(8) (9)×1.15				(1)×3.21(참고치)	(1)×3.35 (번호1~5) (1)×3.2 (번호6~17) (참고치)	(1)×3.05(번호1~5) (1)×2.9(번호6~17) (참고치)	(13)=(18) (참고치)					계당의 최고 전압레지 파고치의 약 2배	

<표 2> KS C 4610의 避雷器 保護 性能

분 류	耐電壓		商用周波放電 開始電壓 (kV)(실효치)	衝擊放電 開始電壓 (kV)(파고치)		制限電壓 (kV)(파고치)	
	商用周波電壓 (kV)(실효치)	衝擊電壓 (kV)(파고치)		100%		5kA	
				0.5μs	2.5kA	5kA	5kA
공칭방전전류 2,500A 피뢰기	22	60	12.6	33	38	33	-
공칭방전전류 5,000A 피뢰기	22	60	12.6	33	38	-	30



(b) 續流 아크의 驅動說明圖

<그림 3 >

面에 절한 장소에 설치하여 그 끝에서 코로나 放電을 발생시키고 이것이 放電場所의 공간을 조사하여 電離를 촉진시킴으로써 급격한 雨雷 서지에 대해서도 방전지역이 적어져 소정의 방전개시전압에 도달하면 즉시 放電을 개시하게 된다.

(b) 特性要素 특성요소는 침입한 서지 電壓의 放電後 大地에 방전하는 서지 전류에 대한 피뢰기 단자전압, 즉 制限電壓을 낮게 억제하여 이 방전전류에 이어 흐르는 계통전압에 대한 續流를 직렬 깊으로 차단이 용이하도록 제한하는 것을 목적으로 하여 사용되는 것이다.

따라서 回路의으로 보면 저항으로서 작용하는 것인데 피뢰기에 사용하는 특성요소는 非直線抵抗體가 사용되고 있다.

이 특성요소는 炭化矽素를 주성분으로 여기에 결합체를 혼합하여 프레스 成形하고 圓板狀, 圓柱狀 등의 형상으로 한 것을 燒成爐에서 소성

한 소성저항체이다. 소성된 특성요소를 중첩시켰을 때의 접촉저항이 감소되도록, 또한 特性要素 내부의 전류가 균일하게 분포되도록 放電面에 아연, 錫, 알루미늄 또는 동 등의 금속을 溶射하여 전극으로 한다. 이른바 메탈리콘 스프레이를 하고 있다. 또한 특성요소의 측면에서 플래시오버가 발생하는 것을 방지하기 위해 측면에 절연도로 동으로 피복하는 등의 처리가 되어 있다.

(c) 構造 피뢰기의 내부구조로서는 앞에서 설명한 直列 갭과 특성요소가 주체로 되어 있는데 그밖에 이것을 접속하는 道體나 또는 지지하는 절연물 등이 있다. 이와 같은 것을 수용하는 용기로는 磁器 磚管이 사용되고 있다.

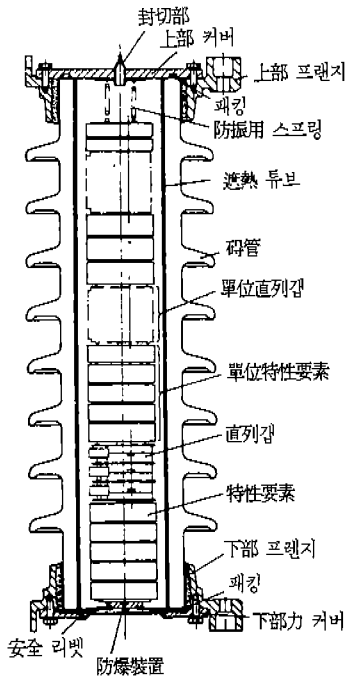
(i) 氣密構造 : 직렬 갭의 방전에 의한 보호능력의 확실성, 續流 차단능력의 확보 및 특성요소의 특성유지에 필요불가결의 구조로 온도, 습도 및 大氣壓 등 기후조건의 변화에도 불구하고 일정한 방전특성을 확보하고 또한 습기에 따른 갭 간의 상용주파 分擔電壓의 언밸러스를 저지해야 된다.

따라서 피뢰기의 성능을 유지하기 위해서는 주요한 요소가 된다.

密封構造는 일반적으로 磁器磚管에 플랜지를 시멘트로 부착하여 밀봉고무(가스켓)를 통하여 금속뚜껑을 볼트로 죄이는 방식이 많이 사용되고 있다. 그 일례를 그림 4에 표시하였다.

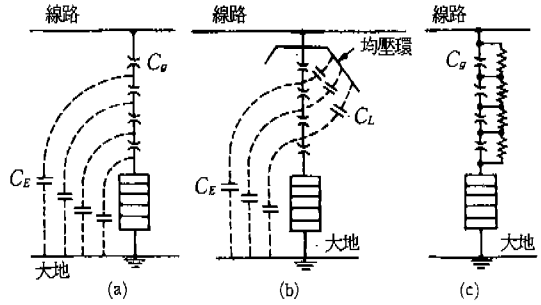
또한 磚管에 밀봉고무를 통하여 금속뚜껑을 직접 압착하는 방식 등 각각의 피뢰기에 적합한 방식이 채용되고 있다. 한편 氣密構造로 함으로써 내부 봉입 가스, 가령 高純度이고 건조한 가스를 봉입하여 안정된 방전특성을 장기간에 걸쳐 확보할 수 있다.

(ii) 放壓裝置 : 피뢰기는 雨雷 서지 또는 개폐 서지에 대하여 계통에 인위적으로 弱點을 구성하여 다른 기기를 보호한다는 사명을 띠고 있기 때문에 다른 機器가 파괴되지 않



<그림 4 >

을 정도의 이상상태에서도 파괴기만이 파괴되는 경우도 있고 사용조건 이상의 가혹한 상태하에서의 동작이라면 파괴되는 것이 당연한 경우도 생길 수 있다. 또한 대부분의 파괴기는 密封構造로 되어 있으므로 내부의 要素가 파괴되어 단락 아크를 발생하면 파괴기의 내부압력은 급격히 상승하여 碍管이 폭발하고 그 파편이 광범위에 걸쳐 飛散될 위험이 있다. 따라서 규격상으로는 공칭방전전류 10,000A 파괴기에 대하여는 放電試驗을 적용하게 되어 있다. 이 경우 良否의 판정은 파편이 일정한 범위 내에 국한되어 있으면 양호한 것인데 그 범위는 파괴기를 파손시켰을 때에 파편이 비산되는 정도의 범위를 가늠으로 하고 있다. 放壓裝置를 설치했다고 해서 어떤 상태에서도 碍管의 파괴를 방지할 수 있다고 오해하기 쉬운데 가령 방압장치가 동작해도 차단기가 폐로되기까지 장시간이 소요되거나

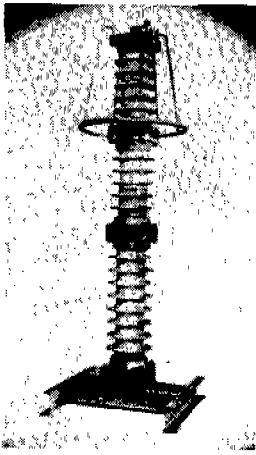


<그림 5 >

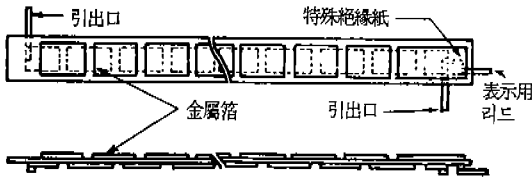
또는 再閉路 등이 되면 碍管이 파괴되는 것이 당연하다.

(iii) 均壓環: 定格電壓이 높은 파괴기는 직렬갭 및 특성요소가 다수 중첩된다. 따라서 單位갭이 있는 漂遊靜電容量이 직렬로 접속될 뿐만 아니라 그림 5(a)와 같이 對地分布 漂遊靜電容量 C_E 와 갭이 있는 정전용량 C_g 와의 구성으로 직렬갭에 가해지는 電位分布가 결정된다. 이같은 경우에 일반적으로 고압측의 갭에 큰 電界가 가해지므로 직렬갭의 개수를 증가시켜도 방전개시 전압을 所要值까지 올리기가 곤란해진다. 여기서 그림 5(b)와 같이 均壓環을 설치하여 선로측에도 분포포유 정전용량 C_L 을 인위적으로 가하여 직렬갭의 전위분포를 보정하고 있다.

高壓避雷器의 대부분은 그림 5(c)와 같이 직렬갭에 병렬저항 또는 콘덴서를 설치하여 전위분포를 補正하고 있으므로 상당히 정격전압이 높은 파괴기도 均壓環없이 사용할 수 있게 되어 있다. 그러나 저항치를 너무 낮게 하면 흐르는 전류가 증대하여 열용량이 큰 것이 필요해지므로 저항을 너무 낮게 해서는 안된다. 따라서 定格電壓이 높은 파괴기에서는 이 저항만으로는 전위분포를 충분히 보정할 수가 없기 때문에 역시 均壓環을 설치할 필요성이 생긴다. 그림 6에 그 일례를 들었다.



<그림 6> 98kV 弁抵抗形 避雷器



<그림 7> 特性要素 전개도

(2) P 밸브(紙形) 避雷器

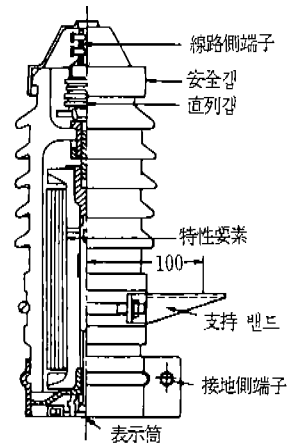
P 밸브 피뢰기도 弁抵抗形 피뢰기와 마찬가지로 직렬 갭과 특성요소로 구성되어 있다.

(a) 직렬 갭 弁抵抗形 피뢰기와는 달리 특성요소가 차단능력을 가지고 있으므로 직렬 갭의負擔은 비교적 적고 주로 放電開始電壓의 안정을 주목적으로 하고 있다. 磚管 상부에 직렬 갭을 수납할 수 있는 小氣密室이 있다. 이 기밀실은 변저항형 피뢰기와 마찬가지로 密封 고무를 통하여 금속 뚜껑 또는 볼트로 죄어 주고 있고 이 기밀실 내에는 가스가 封入되어 있다.

(b) 特性要素 특성요소의 展開圖를 그림 7 과 같이 特殊絶緣紙 兩面に 매우 얇은 金屬箔을 붙이고 있다. 이 兩面に 절연지를 겹쳐 圓筒狀

으로 감고 그 위에 투명한 시트로 씌 구조로 되어 있으며 표면의 투명 시트에는 5mm 간격의 틀과 번호가 인쇄되어 있다. 소정 이상의 서지가 가해지면 直列 갭이 방전되고 특성요소의 양면에 붙인 電極間의 飛輪部分을 방전하여 그 다음에는 마찬가지로 직렬로 된 電極數만의 분단된 방전을 하여 大地로 흐른다. 이 때 金屬箔部의 절연지 등에 의하여 발생하는 소호성 가스 및 금속박의 용해로 인한 절연거리의 증대에 의하여 강력한 遮斷이 되어 계통에서 續流가 흐르지 않도록 한다는 것과 弁抵抗形 피뢰기의 특성요소와 같이 저항체가 아니므로 제한전압은 弁抵抗形 피뢰기에 비하여 1/2 정도로 낮다는 특징이 있다.

(c) 構造 P 밸브 피뢰기의 내부구조는, 앞에서 해설한 직렬 갭은 磁器의 磚管 상부에 기밀구조로 된 別室에 가스가 봉입되어 있다. 특성요소는 피뢰기의 방전에 의하여 금속박에 용해되어 가는 것이므로 특성요소의 수명이 있다. 따라서 특성요소는 계통전압이 충전중에도 着脫할 수 있는 구조로 되어 있으며 특성요소의 금속박의 용해 크기, 및 금속박의 용해수에 따라 避雷器의 동작횟수가 용이하게 점검되는 동시에 특성요소를 교체할 수 있는 구조로



<그림 8> P 밸브 피뢰기의 構造圖

<표 3 >

點檢場所	處 理	故障의 원인으로 추정되는 事項
(1) 피뢰기의 부착은 충분히 고정되어 있는가	피뢰기의 부착 볼트 등 고정지지를 工具로 죄어 준다.	피뢰기의 支持가 不安定하면 피뢰기의 구조상 및 특성에도 영향을 미쳐 사고가 발생하는 경우가 있다.
(2) 피뢰기의 선로측 및 접지측의 각 단자의 부착은 되어 있는가	각 단자를 工具로 죄어 준다.	각 端子의 죄임이 불충분하면 風壓, 積雪 등으로 전선이 벗겨지거나 또는 서지가 가해졌을 때 스파크로 電線이 용단되는 경우가 있다.
(3) 磁器瓷管의 클래크는 없는가	시멘트 部分이나 기밀부분, 기타 磁器 표면에 클래크가 있으면 피뢰기를 철거한다.	기밀구조이므로 磁器瓷管에 클래크가 발생하면 애관 내부에 외부의 습기가 침입하여 절연저하가 발생하여 사고에 이른다.
(4) 磁器瓷管 표면의 汚損은 어떤가	瓷管 表面을 청소한다. 특히 鹽分 및 塵埃가 있는 장소에 설치된 피뢰기는 정기적으로 청소한다. 또한 鹽害지역에서는 磁器瓷管 表面에 실리콘을 도포하거나 洗淨 등을 실시한다. 活線洗淨을 할 경우 고전압의 피뢰기는 多段깊으로 되어 있으므로 세정함으로써 더욱 電壓分布를 나쁘게 하여 放電開始 電壓의 저하로 인한 피뢰기의 放電, 또는 外部 플래시오버 사고 등을 야기할 위험성이 있으므로 주의한다.	(1) 애관표면이 汚損되면 피뢰기의 방전특성이 저하되어 극단적인 경우에는 피뢰기가 파손된다. (2) 애관표면이 플래시오버가 되는 원인이 된다.
(5) 線路側 및 접지측단자부 및 기밀금속부에 이상한 변색, 용해공은 없는가	(1) 氣密金屬部에 용접공이 있는 경우에는 철거한다. (2) 異常하게 變色되어 있는 경우에도 철거하는 것이 적절하다.	피뢰기의 성능 이상의 서지로 동작했거나, 어떤 원인으로 피뢰기의 절연저하가 된 것이며 계통의 정전사고로 발전할 위험성이 있다.
(6) 均壓環附 피뢰기에서 均壓環이 변형되어 있지 않는가	均壓環을 조심해서 취급하여 入荷時와 같은 형상으로 복귀시킨다.	均壓環은 피뢰기의 방전특성에 영향을 미치므로 충분한 주의가 필요하다.
(7) 방압장치가 부식 및 변색이 되어 있지 않는가	放壓장치를 장기간 사용할 때 증금속 등이 劣化되어 있을 경우에는 일단 제조자에게 문의, 협의한다.	방압장치가 장기간 사용중 劣化되어 瓷管內에 外部에서의 습기가 침입되면 절연열화가 생겨 사고가 발생하는 수가 있다.
(8) 放壓裝置가 파괴되어 있을 때	피뢰기를 철거한다.	방압장치는 피뢰기 성능 이상의 서지 또는 일정한 내부절연이 저하되어 방압장치가 동작하는 것이며 피뢰기의 일종의 안전장치이다. 만일 이 상태에서 계통사고가 발생하지 않더라도 放壓裝置의 파괴장소에서 外部로부터 습기가 침입하여 사고를 발생시킨다.
(9) P밸브 피뢰기의 下部에 부착되어 있는 黃色標槓가 나왔을 경우	특성요소를 새것으로 교체한다.	1시즌 정도는 좋은데 특성요소의 수명이 있으며 放電特性이 약간 높아진다.
(10) P밸브 피뢰기의 특성요소부에 트래킹 등이 발생한 경우	피뢰기를 철거한다.	장기간 부착상태로 방치하면 사고가 발생한다.

되어 있다. 그림 8은 그 外觀圖이다.

4. 避雷器의 보수 점검 및 現場試驗

피뢰기는 앞에서 설명한 바와 같이 氣密構造로 되어 있으므로 내부를 점검할 수는 없다. 만일 부주의로 인하여 기밀부분의 볼트 등 기밀구조를 손상시키게 되면 그 避雷器는 재사용이 불가능하게 된다.

따라서 보수, 점검 및 시험을 할 때에는 충분히 주의하여 취급해야 된다. 또한 구체적인 점에 대해서는 제조자가 지정하는 취급설명서에 따라 실시하도록 한다.

(1) 外觀點檢

弁抵抗形 피뢰기의 경우에는 표 3과 같은 점검항목별로 정기점검 또는 雷雨 시즌 전후의 임시점검을 실시하도록 한다. 弁抵抗形 피뢰기는 외관점검만으로는 그 피뢰기의 良否를 판정하는 것이 곤란한데 P 밸브 피뢰기는 특성요소가 礮管에서 着脫이 가능한 구조로 되어 있기 때문에 그 특성요소의 劣化狀態로 피뢰기의 양부를 육안으로 판단할 수 있다는 특징이 있다.

(2) 現場試驗

외관점검 외에 現場에서의 시험방법에 대하여 설명한다.

(a) 絶緣抵抗 測定 절연저항의 측정은 피뢰기의 보수, 점검에서 가장 널리 각 방면에서 실시되고 있는 방법이다.

보통은 절연저항계(메거)로 피뢰기의 線路側 단자와 接地側 단자와의 사이의 절연저항, 또는 각 유닛마다의 절연저항을 측정하는데 그 값은 피뢰기의 종류나 형식 또한 定格電壓에 따라 다르므로 제조자가 지시한 값의 범위내인지를 체크한다.

정격전압이 높은 것은 直列 갭의 單位分布를 補正하기 위해 저항을 병렬로 설치한 경우가 많고 이 병렬저항의 값에 따라 絶緣抵抗値가 좌우

되는 것이 많다. 피뢰기의 특성요소인 저항도 直列에 가해지는데 이것은 직렬 갭의 병렬저항보다 낮으므로 같은 磁器礮管내에 직렬 갭과 특성요소의 양쪽이 수용되어 있는 경우의 절연저항은 直列 갭의 並列抵抗値를 표시하는 것으로 보면 된다.

이 값은 上記의 피뢰기에 따라 다른데 일례로서 直列 갭에 병렬저항이 있는 피뢰기에서는 수 10~수 100MΩ, 정격전압이 높은 것은 100~수 10MΩ 정도이며 直列 갭에 병렬저항이 없는 피뢰기는 보통 적어도 1,000MΩ 이상이다.

直列 갭에 병렬저항이 있는 피뢰기는 절연저항의 絶對値보다 오히려 出荷時의 절연저항치에 대한 변화에 주의해야 되며 적어도 1년에 數回, 정기적으로 측정하고 이것을 기록하여 劣化의 檢知 등 보수상의 判定자료로 한다.

절연저항치가 당초보다 높아졌을 때에는 直列 갭에 병렬로 들어 있는 저항의 고장으로 판단하고 낮은 경우에는 저항의 劣化 이외에

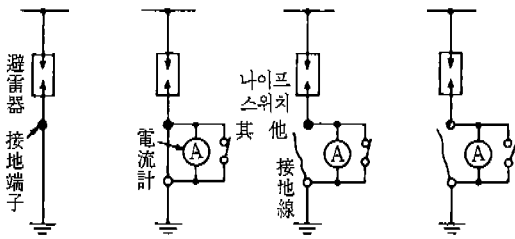
(i) 濕氣의 浸入: 기밀부의 기밀누설에 의하여 直列 갭의 電極間 스페이스, 애관 내에서의 흡습에 의한 것

(ii) 直列 갭 電極 스페이스 또는 消孤室의 汚損: 직렬 갭에서 방전했을 때 전극에서의 金屬蒸發에 의한 절연물에 부착하여 절연 열화가 되는 것

(iii) 礮管內部, 특성요소의 沿面 플래시 오버 등을 생각할 수 있다.

절연저항을 測定할 경우 피뢰기 자기외관의 外表面 청소는 날씨가 맑은 날을 택하여 실시한다.

그렇지 않으면 피뢰기 내부의 절연저항보다도 外表面의 누설저항이 측정되는 수가 있다. 또한 피뢰기측의 線路側 리드선을 접속한 상태에서 피뢰기의 절연저항을 측정할 경우에는 이와 같은 리드선이 접속되어 있는 지지애자의 누설저항이 피뢰기의 절연저항과 병렬로 接續되어 참다운 피뢰기의 절연저항치가 되지 않으므로 충분한 주의가 필요하다.



<그림 9 >

(b) 漏洩電流의 測定 피뢰기 사용에 있어서의 良否 判定에서는 앞에서 해설한 절연저항 측정에 의하여 대체적인 判定은 할 수가 있는데, 絶緣抵抗計의 전압은 보통 1,000V인데 비해 이 누설전류의 측정에는 실제로 피뢰기에 사용 전압이 加壓된 상태에서의 특성을 알 수가 있다는 利點이 있으며 JEC-203 규격에서는 直列 갭에 병렬저항이 있는 것에 대하여 形式試驗 및 受入試驗의 항목으로도 채택되고 있다. 이것은 피뢰기 정격전압의 100%, 60% 및 40%의 전압을 印加하여 그 때의 누설전류를 측정하게 되어 있는데 이 중 60%의 전압은 有效接地系의 常規對地電壓에, 또한 40%의 전압은 非有效接地系統의 상규대지전압에 거의 상당하는 전압으로 현장에서 실제로 사용중에 누설전류를 측정하여 그 데이터와 비교, 대조하여 보수상의 판단의 자료로 삼도록 되어 있다. 또한 受入試驗時의 데이터와 實系統에서는 인가전압의 波形, 측정용 전류계 및 주위상태가 약간 다르기 때문에 정확하게 일치되지 않는 수가 있다. 누설전류를 측정할 때 電流計를 접지선과 직렬로 접속하여 측정하는데 停電하고 電流計를 접속할 때에는 문제가 없는데 活線상태에서 접속할 경우에는 부주의하게 접지선을 切離시키면 직렬 갭의 電位分布 補正用 콘덴서 및 抵抗에 의하여 누설전류가 흐르고 있어 감전사고 등을 유발할 위험성이 있으므로 충분한 주의를 요한다. 따라서 누설전류를 측정할 경우에는 그림 9와 같이 接地線을 切離시키기 전에 측정회로를 병렬로 접속해 놓고 접속한 후에 접지선을 切離시

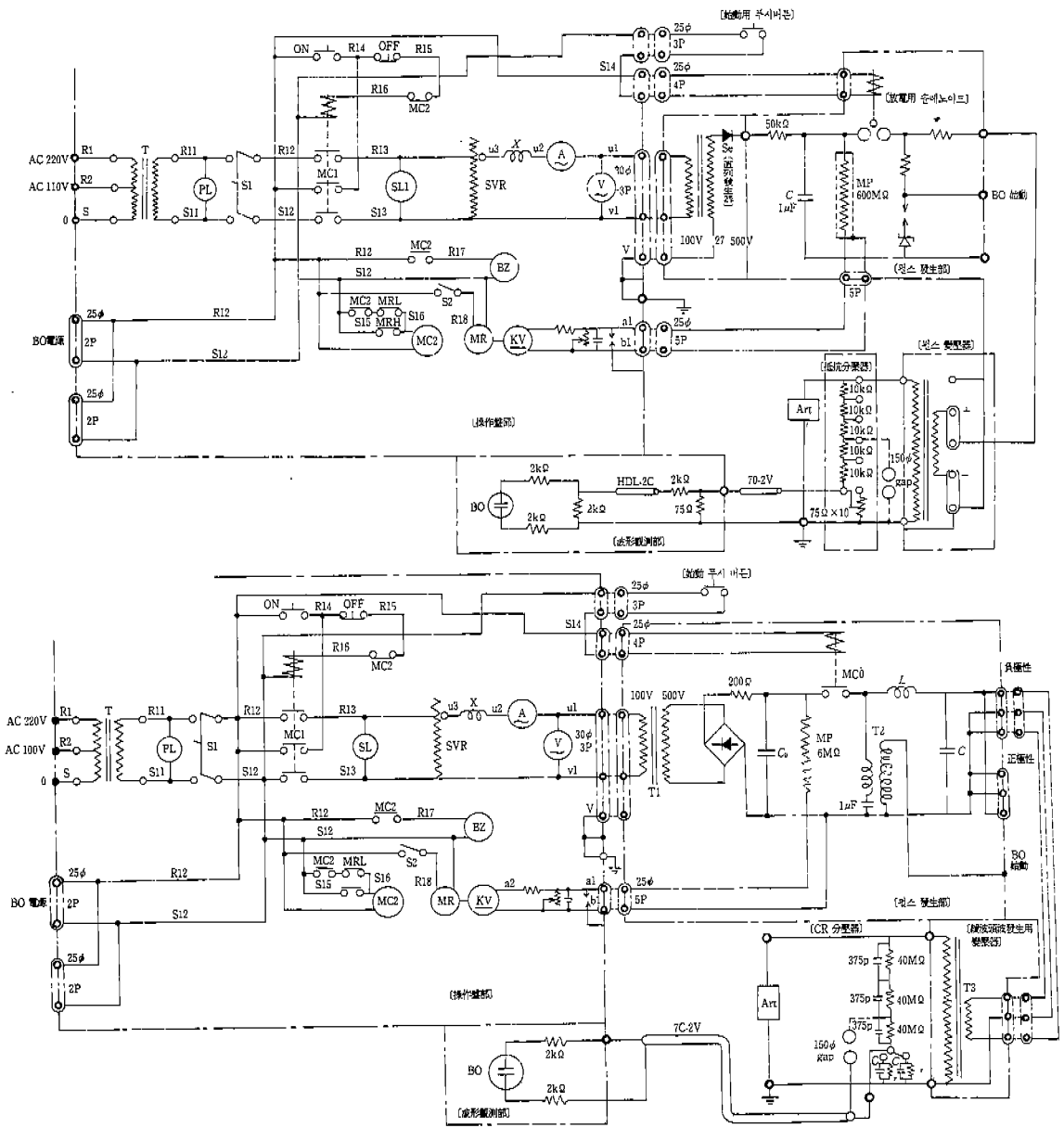
켜 측정하도록 한다.

누설전류의 크기에 대해서도 絶緣抵抗値와 마찬가지로 형식, 정격전압, 제조자에 따라 다르므로 당초의 측정 데이터와 크게 다를 경우에는 제조자에게 문의하도록 한다. 또한 누설전류의 測定時에 표면을 청소하는 등에 주의하여 피뢰기 내부의 누설자료를 측정하도록 한다.

(c) 기타의 特性試驗 현장에서 사용중인 피뢰기 성능의 良否를 파악한다는 것은 보수면에서 필요하다. 이미 설명한 절연저항 측정 및 누설전류의 측정 등도 알아야겠지만 역시 放電開始電壓 등의 特性値가 얼마로 되어 있는지 알고 싶은 경우가 많다. 현장에서 상용 주파방전 개시전압시험 또는 雨雷 인펄스 방전개시전압 시험을 실시할 경우에는 그 시험장치가 필요하며 가령 상용 주파 방전개시전압을 시험할 경우에 현장에 있는 적당한 시험용 變壓器를 사용하여 측정할 때에는 피뢰기에 흐르는 누설전류 및 放電時 과대한 전류가 흐르지 않는 것과, 放電時 신속히 전류를 차단시킬 수 있는 장치를 설비하고 시험해야 된다.

즉, 直列 갭에 병렬저항이 있는 경우에는 소정 이상의 전류가 흘러 저항을 劣化, 損傷시키거나 直列 갭이 없는 것에 대해서도 特性要素를 열화시키는 수가 있다. 따라서 그 시험을 했기 때문에 오히려 피뢰기가 不良하게 된 예가 많이 있다. 이런 관점에서 현장에서 그 피뢰기 특성의 近似 값을 측정할 수 있는 현장시험장치가 제작되어 있는데 그 몇 가지 예를 그림 10에 표시하였다. 그림 10은 최고 275kV 시스템까지 사용하는 피뢰기를 대상으로 한 피뢰기 간이시험기의 回路圖이다. 이 시험기는 충격파(雨雷 인펄스) 및 緩波頭波(개폐 인펄스)의 각 전압발생장치와 波形 측정장치로 구성되어 있으며 電源은 100V 전압에서 전압조정기로 高電壓까지 발생시켜 피뢰기의 공장개시전압을 측정하는 것이다.

出力電壓에서 衝擊波인 경우에는 波頭 길이



(b) 緩波頭波用 회로결선도

<그림 10>

9 μ s, 波高值 ± 850 kV, 緩波頭波의 경우에는 波頭길이 1.7ms, 波高值 ± 35 kV이다.

放電電壓值의 측정은 서지싱크로스코프로 측정한다.

현장에서 측정하기 위해 가급적 小形, 輕量화를 기하여 아래와 같은 구조로 되어 있다.

- (i) 조작반
- (ii) 衝擊波 전용 充電電源部
- (iii) 충격파 펄스 발생부
- (iv) 충격파 펄스 變壓器
- (v) 緩波頭波 펄스 발생부
- (vi) 緩波頭波 펄스 변압기
- (vii) 電壓校正開球 갭
- (viii) 單掃 브라운관 오실로그래프
- (ix) 폴라로이드 카메라
- (x) 接續 코드

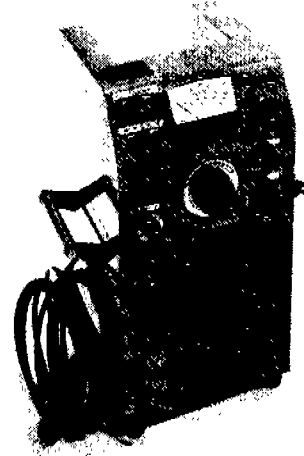
그림 11은 6kV 계통에서의 피뢰기를 대상으로 매우 콤팩트하게 된 피뢰기 간이시험기이며 상용주파 방전개시전압 및 충격방전 개시전압을 용이하게 측정할 수 있는 것으로 放電時에는 表示燈으로 표시하며 放電值는 지시계기에 의하여 알 수 있게 되어 있다.

이 피뢰기 간이시험기의 電源은 교류 100V로 최대발생전압은 商用周波의 경우 25kV, 인펄스가 60kV까지로 되어 있다.

현장에서 시험할 경우에는 上記의 시험장치를 사용하여 실시하는데 시험에 있어서는 제조자에게 문의하여 충분히 주의하여 실시하지 않으면 모처럼 좋은 피뢰기도 試驗으로 인하여 사용할 수 없게 되는 경우가 있다.

일반적으로 상용 주파 방전개시 電壓值는 규격치 이상이 정상인데 絶緣劣化가 된 경우에는 낮은 전압치를 나타내는 경향이 있다. 雨雷 인펄스 放電開始 電壓의 경우에는 규격치 이하에서 방전하는 것이 정상인데 너무 낮은 放電電壓值인 경우에는 주의를 요한다.

절연열화에 의한 雨雷 인펄스 放電開始 電壓值는 높은 방전치를 나타내는 경우와 낮은 放電值를 나타내는 경우가 있으므로 일률적으로 그



<그림 11> 避雷器 간이시험기

값을 판별하는 것은 곤란하며 이같은 상용 주파 및 雨雷 인펄스의 시험에 대해서는 제조자에게 문의하여 실시하여 적절한 처치를 강구해야 된다. 일반적으로는 피뢰기 特性의 良否를 완전히 판정하기 위해서는 形式試驗에 상당하는 시험을 해야 되는 경우가 있는데 이것은 오히려 시험으로 인하여 피뢰기를 손상시킬 염려가 있으므로 시험하는 목적에 부합되지 않으며 비용도 소요되므로 좋지 않다. 既設品の 特性을 공장시험에서 체크할 때에도 JEC-203의 受入試驗(점검, 상용 주파 방전개시전압시험, 雨雷 서지 방전개시전압시험, 절연저항 및 누설전류시험) 정도라든지 또한 제한전압시험을 실시하면 충분할 것으로 본다.

5. 맺음말

현재 주로 사용되고 있는 피뢰기에 대하여 현장에서의 보수, 점검 및 특성시험에 대한 개요를 설명했다. 그밖에도 피뢰기의 부속품으로서의 動作回數 기록기 등의 있는데 여기서는 생략하였다.

전기설비의 耐雷施設에서 피뢰기에의 의존성은 매우 높으며 그 피뢰기의 보수, 점검도 매우 중요하다.