

알루미나 조성에 따른 송전용 자기애자의 특성 분석

조한구, 이유정, 윤한수, 한세원, 최인혁*, 최연규**

한국전기연구원, 한전전력연구원*, 고려애자공업(주)**

Analysis on Properties of Porcelain Insulators with Alumina Composition

H-G Cho, Y-J Lee, H-S Yoon, S-W Han, I-H Choi* and Y-K Choi**

KERI, KEPRI, and Korea Insulator Ltd.

abstract : This paper presents the analysis on the properties of porcelain insulators with the manufactured year. The domestic porcelain insulators manufactured in 1995, 1997, and 2002 and the imported one are prepared. The content of alumina was increased with the manufactured year, and the hardness of ceramic parts showed the same trend. Moreover, the distribution and the size of pore were more decreased and reduced on the junction parts between the glaze and the ceramic. Therefore, we concluded that the domestic porcelain insulators have been improved with the lapse of time.

Key Words : Porcelain insulator, HRB test, SEM, XRD

1. 서 론

산업의 발전과 문화생활의 발달에 따라 전기에너지의 수요가 지속적으로 증가하고 있으므로, 원격지에 위치한 발전소로부터 도시 및 산업현장까지 대용량 에너지의 장거리 송전이 필요하게 되었다. 송전선로는 철탑, 철탑주 등의 지지물과 전선, 그리고 전선을 지지물에 부착하기 위한 애자 및 부속 금구류 등으로 구성되어 있다.[1]

송전용 애자의 불량유형은 대표적으로 절연불량, 자기부 균열, 시멘트부의 균열 및 애자면 탈락 등 대부분 외국의 사고사례와 유사하며 이러한 사고의 원인을 분석하고 대체방안을 모색하는 것이 필요하다.[2]

따라서 본 연구에서는 알루미나 함유량에 따른 연도별 국산 자기애자와 외산 애자에 대한 분석을 통하여 자기부, 시멘트부 및 유약층의 각각의 부위별 성분과 그 성분에 따른 자기애자의 성능과 불량원인이 미치는 영향에 대해 검토하였다.

2. 실험

2.1 실험방법

알루미나 조성에 따른 국산 자기애자의 1995, 1997, 2002년도와 외산 자기애자를 채취하여 자기부분을 XRD(X-ray Diffraction)분석을 통해 성분을 알아보았으며, 로크웰경도계를 이용하여 자기애자의 경도를 측정하였다. 또한, 유약도포에 의한 유약층의 기공분포와 크기변화도 관찰하였다. 표 1에 시료의 구성을 나타내었다.

표 1. 송전용 애자의 종류

시료	A	B	C	D
종류	국산			외산
	1995	1997	2002	

3. 결과 및 고찰

3.1 XRD측정

각각 제조년도에 따라 애자의 알루미나의 함유량과 여러가지 결정 성분을 알아보기 위하여 XRD를 분석하였다. 그림 1은 XRD 측정 결과를 비교한 것이다. 그림 1에서 알 수 있듯이 시료 A~D의 피크를 관찰하여 보면 크리스토팔라이트(Cristobalite)는 시료 A와 B에서 조금 늘어나다가 시료 C는 다시 줄었음을 볼 수가 있으며 시료 D는 현저하게 줄었음을 알 수가 있다. 크리스토팔라이트는 열충격에 약하여 열팽창계수가 커지기 때문에 응력을 집중시켜 균열을 발생시키는 원인을 제공하기 때문에 애자 제조시에 그 양이 점차 줄어든 것으로 사료된다. 그에 비해 알루미나(Alumina)의 피크는 시료 A~C의 경우 점차 커진 것을 볼 수가 있는데 이것은 알루미나가 기계적, 전기적 성질을 향상시킴으로 인해 물리적 성질을 우수하게 만들며, 응력을 강화시키고 내아크와 내충격을 향상시키기 때문에 제조시 양을 많이 늘린 것으로 사료된다.[3]

3.2 경도측정

각각의 시료를 로크웰 경도계로 B스케일 입자를 사용하여 HRB(Hardness Rockwell B Scale Method) 측정을 하였다. B 스케일 압자는 1/16" 강구로 1000kg의 하중을 가하게 된다.

표 2는 HRB 측정 결과를 나타내었다. 1997년도에 제조한 시료 B보다 시료 A의 경도가 더 낮은 것을 볼 수 있다. 이것은 앞의 XRD 분석에서 볼 수 있었던 것처럼 충격에 약한 크리스토팔라이트의 양이 시료 A보다 많았기 때문으로 사료된다. 또한 크리스토팔라이트 양이 줄어들고 물리적 성질을 강화시키는 알루미나의 양이 늘어났기 때문에 시료 C와 D는 경도가 커졌을 것이라고 판단된다.

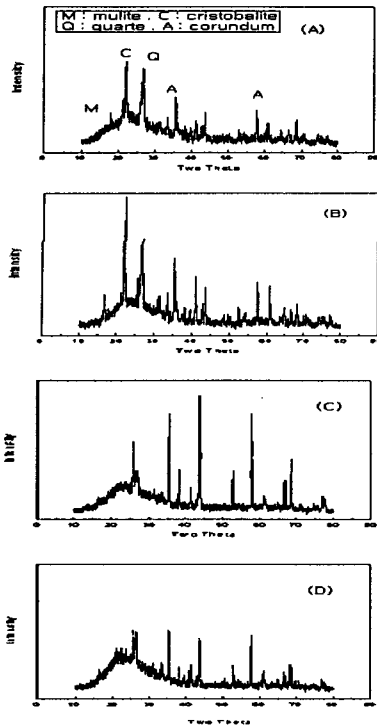


그림 1. X 선 회절 패턴.

표 2. HRB 시험

측정번호		A	B	C	D
핀측	1	119.5	120.0	119.6	123.0
	2	119.5	120.0	121.8	123.0
	3	118.6	119.8	122.3	123.0
중앙측	1	119.5	119.4	121.5	122.8
	2	119.0	119.2	122.1	123.2
	3	119.0	118.5	122.1	123.4
캡측	1	121.0	120.2	122.0	123.1
	2	120.5	119.5	122.1	123.0
	3	121.5	118.8	122.8	123.3
평균	119.8	119.5	121.8	123.1	

3.3 SEM

그림 2는 유약층을 기공의 크기와 분포를 알아보기 위하여 SEM을 통한 사진을 나타내었다. 시료 A와 B의 유약층을 보면 그리 큰 변화를 보이지 않았으며, 기공의 수나 크기가 비슷하였다. 하지만 시료 C를 보면 유약층의 기공의 크기가 작아졌음을 볼 수가 있으며, 시료 D와 비슷한 기공의 크기를 볼 수가 있으며, 분포도도 시료 D보다도 작은 것을 볼 수가 있다. 유약층의 기공은 작을수록 좋는데, 이는 기공이 클 수록 열팽창의 차이로 인해 경계면에 균열이 발생할 가능성이 커지기 때문이다. 따라서 유약층의 기공의 크기와 수는 표면강도에 영향을 미칠 것으로 사료된다.

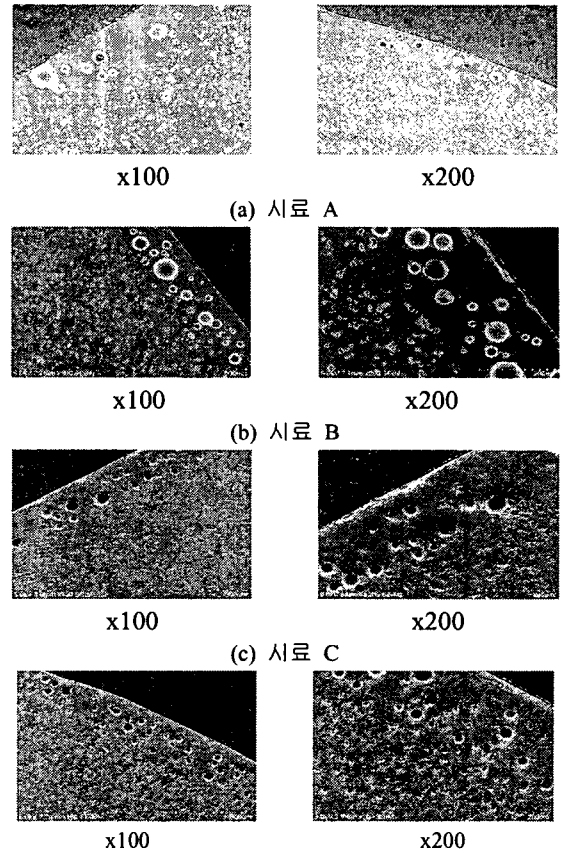


그림 2. 유약층의 SEM 사진

4. 결론

송전용으로 사용되는 고강도 자기애자의 4종류 시료에 대하여 알루미늄계 고강도 특성과 분석을 통하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

- [1] 제조년도에 따라 알루미늄의 함량이 점점 커지고, 그에 비해 크리스토파라이트의 양은 줄어드는 것을 볼 수가 있었다.
- [2] 자기의 경도는 제조년도가 변화됨에 따라 강해지는 것을 볼 수가 있다. 시료 B에서 약간 감소하는 듯 했으나 C에서 보면 다시 증가하는 것을 볼 수가 있었다. 하지만 아직 시료 D의 수치에는 못 미치는 것을 알 수가 있었다.
- [3] 유약층은 그 기공의 크기와 분포가 점점 작아지는 것을 볼 수가 있는데, 시료 C는 시료 D보다 기공의 분포가 작은 것을 볼 수가 있었다.

참고 문헌

- [1] "송전용 애자기술", KEPRI journal, 2003 겨울호, p. 36, 2003.
- [2] "송전용 현수애자의 성능확인 및 특성시험 분석", 연구기획조사사업, 한국전력공사, 전력연구원, 1999.
- [3] E. A. Cherney, "Cement growth failure of porcelain suspension insulators". IEEE PAS, Vol. PAS-102, No. 8, p. 2765, 1983.