

이종접합 금속재료를 이용한 퓨즈 용단부의 설계

김동구¹, 윤영주², 박양범³, 이세현⁴, 한상록⁵
 충남대학교¹ 청주기술대학² 홍성기술대학^{3~5}

A Design of Line-fuse Melting Zone Using by Different Union Metal

D.K. Kim¹ Y.J. Youn² Y.B. Park³ S.H. Lee⁴ S.O. Han⁵
 Chungnam National University¹ Chungju Polytechnic College² Hongsung Polytechnic College^{3~5}

Abstract - The line-fuse which one of device most widely used in distributed line system has a ability to cut off the fault current flow into the house. But this device can be used only one time. So there are many waste of human power and money to exchange acted line-fuse. In this paper, we designed new type of line-fuse melting zone using by different union metal, so line-fuse can be reused after once operated.

1. 서 론

주상변압기의 2차측과 수용가의 인입구 사이에 장착되는 전선퓨즈는 과전류 및 단락전류를 차단하여 주상변압기 및 수용가의 안전을 위해 중요한 역할을 담당한다.

전선퓨즈는 보통 과전류를 차단하는 용단부와 단락전류를 차단하는 차단부로 나뉘어 구성이 되는데, 실제 계통에서 퓨즈가 동작하는 대부분의 경우는 과전류에 의해 퓨즈의 용단부가 동작하는 경우이다. 그러나 이 전선퓨즈는 다른 퓨즈들과 마찬가지로 재사용을 할 수가 없어 동작 발생빈도가 적은 차단부에 비해 잦은 용단부의 동작으로 차원의 낭비와 빈번한 퓨즈교체작업으로 인한 작업량의 증가를 가져오고 있다.

본 연구에서는 이러한 동작발생빈도가 큰 용단부를 퓨즈가 동작한 이후에도 재사용이 가능하도록 새롭게 설계하고자 하였다. 일단 큰 단락교장전류를 담당하는 전선퓨즈의 차단부는 그대로 유지하였으며, 재사용이 가능한 용단부를 설계하기 위해서 이종 접합 금속재료의 편향을 이용하여 용단부의 접점부분을 구성하였다. 시료 제작시 이종접합재료 가로 세로 크기의 설계변수를 고려하여 제작하였으며 이 시료를 이용하여 I-t 특성을 분석하였고, 설계변수에 따른 특성변화를 조사하였다. 또한 실험결과를 현재의 한전 자재 구매 시방서의 규격과 비교 분석하여 실제로 제품 제작시 어떤 설계변수의 영향을 고려하여야 원하는 특성을 얻을수 있는지를 파악하였다.

2. 실험장치 및 시료의 제작

실험에 사용한 실험장치는 그림1의 회로도와 같이 구성하였고, 시료는 그림2와 같이 제작하였다.

2.1 실험장치

최대전류 AC 300[A]까지를 발생시킬 수 있는 전원장치를 전류원으로 사용하였으며 전류의 통로는 부스바를 이용하였다. 또한 부스바에 흐르는 전류값을 측정하기 위해 부스바 사이에 분류기를 연결하여 스코프로 측정하였다. 제작한 시료의 한쪽 끝을 부스바에 연결하고 다른쪽을 반대편 부스바에 대어놓은 후 전류를 흘리면 전류는 시료의 윗부분의 구리판을 통해서 흐르게 된다. 일정치 이상의 전류가 흐르면 이종금속재료로 전류가 분할됨으로 인해 열발생이 증가하여 이종 접합금속재료가

구부러지게 되고 이때 같이 연결된 시료의 한쪽 종단의 접점부분이 편향되어 전류를 차단하게 된다.

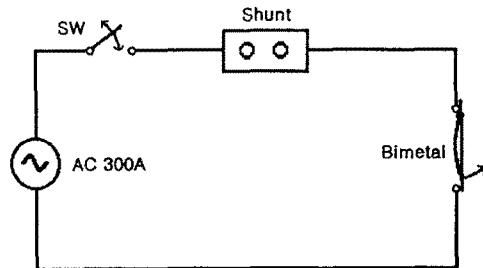


Fig.1 I-t 특성 실험장치의 회로도

2.2 시료의 제작

실험에 사용한 시료는 일본 Sumitomo사의 제품인 0.8[mm] 두께의 BR-1과 1.0[mm]의 BL-2의 두가지 재료를 이용하였으며 그 위에 0.3[mm] 두께의 구리판을 연결하였다. BR-1과 BL-2의 자세한 물성특성은 지면상 생략하였다^[2]. 이종접합재료와 구리판은 시료의 양쪽 끝부분에서 접용접으로 연결되었으며, 시료의 길이는 30, 25, 20, 폭은 10, 8, 6, 4[mm]로 각각 제작하였다. 윗부분에 부착된 구리판은 아래쪽에 이종접합재료가 열을 받아 구부러질 때 이것을 방해하지 않도록 충분한 여유를 두어 일정하게 부착되었다. 그리고 같은 모양의 여러개의 시료의 저항을 측정한 결과 약 $\pm 0.01[\text{m}\Omega]$ 정도의 오차를 유지하였다.

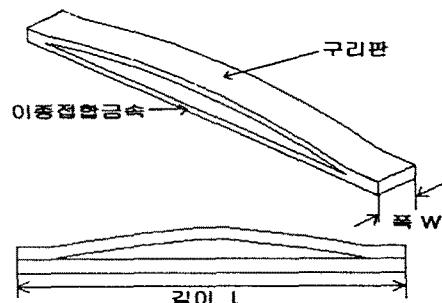


Fig.2 용단부 시료의 구조

2.3 실험방법

그림3과 같이 시료의 한쪽 끝은 부스바를 양쪽으로 하여 단단히 조여서 연결하고 시료의 다른쪽 끝은 한면의 부스바에 전류가 흐를수 있을 정도로 접촉시켰다.

이후 전원장치의 조절 스위치를 통해 공급하고자 하는 전류값을 맞춘 다음 전원을 끄고 시료가 다시 식을 때 까지 기다린 후 한전 구매 시방서 규격의 용단시험값에 해당하는 전류를 공급하였다.

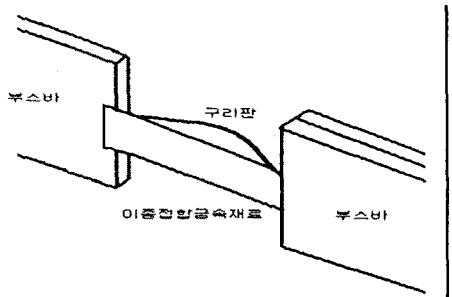


Fig.3 시료의 연결

본 연구에서는 38[A] 정격의 전선피즈를 목표로 했기 때문에 정격의 180[%], 300[%], 700[%]에 해당하는 68.4[A], 114[A], 266[A]를 각각 공급하였다. 각각의 전류를 공급했을 때의 시료의 과전류 차단시간을 측정하여 규격과 비교하여 특성을 분석하였다. 실험에 사용한 시료는 선행된 기초실험의 결과를 참고하여 다음과 같은 조건으로 제작하였다.

표 1 제작한 시료의 사이즈

시료번호	크기(길이×폭)	시료번호	크기(길이×폭)
1	30×10	7	25×6
2	30×8	8	25×4
3	30×6	9	20×10
4	30×4	10	20×8
5	25×10	11	20×6
6	25×8	12	20×4

2.3 실험결과 및 분석

본 실험에서는 온도변화에 대한 편향정도가 다른 시료, "BR"과 시료"BL"에 대해서 실험조건으로 시료의 크기 및 전류값을 변화시켜 가면서 실험을 하였다. 그리고, 실험결과의 신뢰성을 위해 같은 크기에 대하여 각각 3개씩의 시료를 제작하여 실험하였고 각각 데이터의 평균값을 이용하였다. 데이터의 분석은 시료의 길이는 일정하게 고정시킨 상태에서 폭만 변화시킨 경우, 그리고 폭은 일정하게 고정시킨 상태에서 시료의 길이만 변화시킨 경우, 두가지로 분류하여 분석하였다.

2.3.1 BR과 BL 시리즈의 특성분석

앞에서 서술한 실험방법을 통해 설계변수를 달리한 시료에 대해서 용단실험을 실시한 결과 다음과 같은 용단특성을 얻을 수 있었다.

표 2 BR-1의 I-t 특성값

시료 전류	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
68.4	331	95	57	46	×	×	166	69	×	×	×	197
114	46	21	16	9	×	76	28	9	×	×	84	32
266	4.5	2	1.8	1.5	7	6	3	1.9	11	7.5	6	3.8

(단위 : sec, ×는 차단되지 않음)

표 3 BL-2의 I-t 특성값

시료 전류	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
68.4	×	127	96	77	×	×	100	×	×	×	×	×
114	284	86	46	22	×	×	128	55	×	×	×	194
266	4.7	3.3	1.5	1	10	8	4.9	2	18	15	9.3	3.3

(단위 : sec, ×는 차단되지 않음)

먼저 실험결과 중 차단된 시료에 대해서 폭과 길이를 변화시켰을 때의 영향을 파악하기 위해서 특성을 분석하였다. 그림4와 그림5는 각각 폭은 4[mm]로 일정하게 한 상태에서 길이를 각각 30, 25, 20[mm]로 변화시킨 경우의 BR과 BL 시료의 I-t특성을 나타낸 것이다.

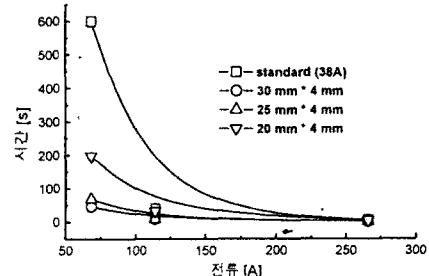


Fig.4 길이변화시의 BR시료의 I-t 특성분석

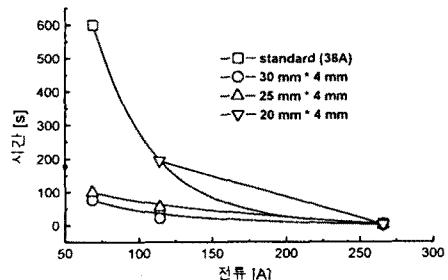


Fig.5 길이변화시의 BL시료의 I-t 특성분석

BR시료와 BL시료 모두 시료의 길이가 작아질수록 차단시간이 더 길어짐을 알 수 있는데 이는 시료의 길이가 작을수록 저항이 작아지고 이에 따라서 전류에 의한 열발생이 적어 이종접합 금속재료의 편향이 늦게 이루어진 것으로 사료된다.

BL 시료에서 20×4[mm]의 경우에 68.4[A]에서는 차단이 되지 않아 그래프에서 표시되지 않았다. BL의 경우 BR의 경우보다 같은 전류에서 더 늦게 차단이 됨을 알수가 있다.

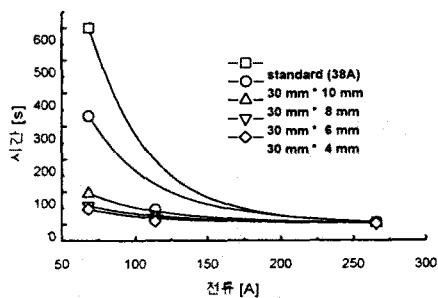


Fig.6 폭변화시의 BR시료의 I-t 특성분석

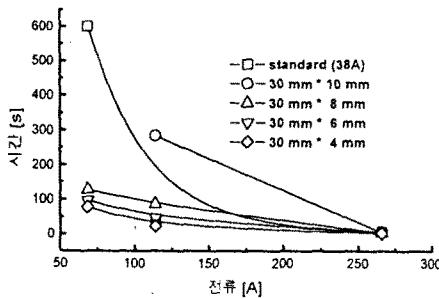


Fig. 7 폭변화시의 BL시료의 I-t 특성분석

그림6과 그림7은 반대로 길이는 30[mm]로 고정시키고 폭을 10, 8, 6, 4[mm]로 각각 변화시킨 경우의 BR과 BL 시료의 특성이다. 시료의 폭이 작아질수록 차단시간이 더 빠른 것을 알 수 있는데 이는 역시 폭이 작을수록 저항이 커져서 전류에 대한 열발생량이 많아 차단이 더 빨리된 것으로 여겨진다. BL시료에서 30×10 [mm]의 경우에는 68.4[A]에서 차단이 되지 않아서 그 래프에서는 표시가 되지 않았다.

그림8과 그림9는 현재 한전 자체 구매시방서중 38[A]용 퓨즈규격에 나와있는 기준특성과 BR과 BL의 실험결과를 비교한 것이다. 실험결과 기준특성에 적합한 특성을 가진 재용가능한 과전류 차단부의 크기 설계변수를 선정할수 있었다.

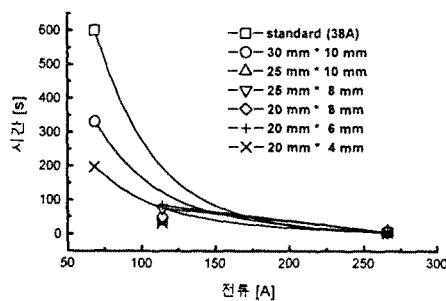


Fig. 8 기준특성과 BR시료 실험결과의 비교

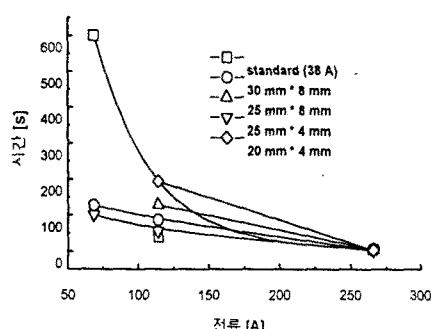


Fig. 9 기준특성과 BL시료 실험결과의 비교

2.3.2 BR-1과 BL-2의 특성비교

그림10은 같은 크기의 시료를 실험한 결과 BR과 BL의 특성을 서로 비교해본 것이다.

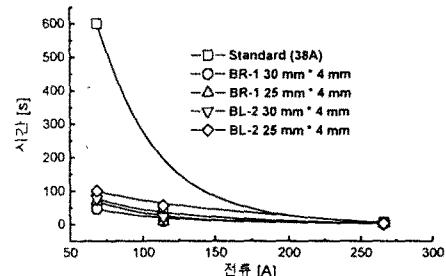


Fig. 10 BR과 BL의 I-t 특성비교

같은 크기의 시료의 경우에 BR보다는 BL의 차단시간이 좀 더 늦음을 알 수가 있다. 그리고 BL의 기울기가 BR보다 좀더 완만함을 확인할 수가 있는데 이는 BL시리즈의 시료가 열에 좀더 민감하지 않다는 것을 간접적으로 나타낸 것이다. 이러한 특성을 분석하여 볼 때, BL시리즈의 시료들은 정격전류가 좀 더 큰 제품에 사용되는 것이 적합하다는 판단을 하게 되었다.

3. 결 론

본 연구에서는 기존의 단발용으로 사용되고 있는 전선 퓨즈의 특성을 개선하고, 재사용 가능성을 평가하기 위해 새로운 구조의 차단부를 설계하고 기초 실험한 결과 다음과 같은 결론을 얻게 되었다.

1. 이종접합금속의 편향에 의해 접점이 개방될 때, 개극속도는 접점의 용식을 고려하여 적절히 조절되어야 한다.
2. 시료의 분할회로에 의한 각부분에서의 전류에 의한 발열량을 측정할 경우 정확한 물리적 해석이 선행되어야 한다.
3. BR과 BL시리즈의 특성을 분석한 결과 BR시리즈는 저전류용에 BL시리즈는 대전류용의 전선 퓨즈 차단부에 적합함을 확인하였다.

(참 고 문 헌)

- [1] 박두기, "저압 배전용 篠線FUSE의 최적설계 기법에 관한 연구", 충남대학교 대학원 석사학위 논문, 1997.
- [2] SUMITOMO SPECIAL METALS 제품 카탈로그
- [3] "Current-Limiting Fuses Fit cutouts", Electrical world (USA), Vol. 194, No.1 pp49, 1980
- [4] D.K. Park, S.H. Lee, K.W. Koo, S.O. Han "A Study of Optimal Design Method of Low Voltage Distribution Line Fuse", Proceeding of The 5th International Conference on Properties and Application of Dielectric Materials, 2, pp48-51, 1997