

소취된 차단기 상태 식별에 관한 변형가능성에 대한 연구

..... 연구자 경기지방경찰청 문용수·서문수철·명정호

목 차

1. 연구과제의 필요성
2. 실험에 쓰인 재료
3. 배선용차단기 분해
4. 차단기 작동원리와 변형 예상부 추정
5. 실험내용
6. 실험결과
7. 실험결과에 대한 고찰
8. 결론

1. 연구과제의 필요성

현 화재조사 과정에서 소훼된 차단기내 U-Pin 위치로 켜짐/꺼짐 상태를 식별하여 왔으나 소훼 중 충격 소락 등에 의한 핀의 변형 가능성이 있어 실험을 통하여 변형의 원인 등을 제시코자한다.

2. 실험에 쓰인 재료

(1) 배선용차단기

- 제조사 : 상도전기, 품명 SDB-3021, 2P 30A
22EA 50,600원(개당 2,500원)

(2) 배선용차단기

- 제조사 : LG산전, 품명 BS 31a, 2P 30A
22EA 50,600원(개당 2,500원)

(3) 주택용분전반

- 제조사 : 상도전기, 품명 SRD-A 5회로용
8EA 120,000원(개당 15,000원)

(4) 토치(휴대용버너)

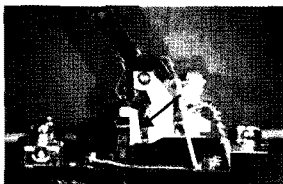
3EA 9,000원(개당 3,000원)

(5) 부탄가스연료

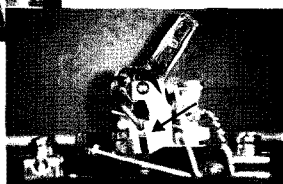
4EA 2,800원(개당 700원)

3. 배선용차단기 분해

배선용차단기를 연소 실험 전에 분해하여 작동원리와 구성소자를 파악하여 소훼시 변형 가능성이 있는 부분을 추정코자함.



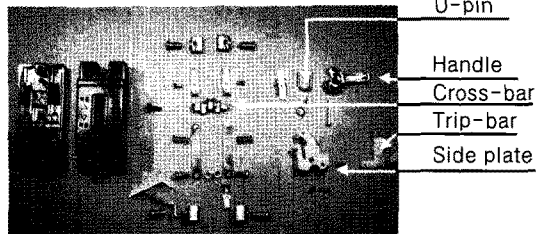
켜짐상태



꺼짐상태

(1) 상도 배선용차

▼ 전면 외함을 제거 후 촬영한 것으로 표시 부분의 U-pin 위치로 동작 상태 식별이 가능함.



단기

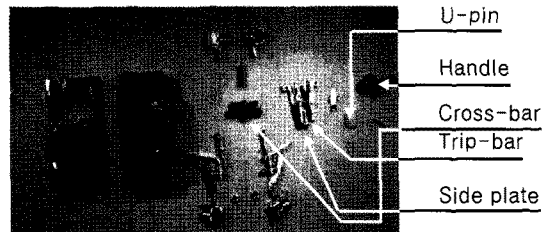


켜짐상태



꺼짐상태

▼ 전면 외함을 제거 후 촬영한 것으로 표시 부분의 U-pin 위치로 동작 상태 식별이 가능함.



(2) LG 배선용차단기

이상의 상도·LG 차단기의 소자 중에서 작은 외열에 응용될 수 있는 Handle, Cross-bar, Trip-bar의 소자가 고분자물질로 되어 있음.

4. 차단기 작동원리와 변형 예상부 추정

상도, LG사의 배선용차단기를 분해한바, 일정량 이상의 과전류가 흐르면 접지됨 전선의 발열로 바이메탈이 안쪽으로 굽어지고, 그 끝단이 Trip-bar를 밀어 기계적으로 스위치를 켜짐에서 꺼짐으로 전환 시켜 주는

열동식으로, 스위치의 기계적인 켜짐/꺼짐 작동 부품 중에 소켓시 형상이 변형 또는 소실될 수 있는 고분자 물질 소자인 Handle, Cross-bar, Trip-bar가 조합되어 있어 소켓시 변형될 것으로 추정됨.

5. 실험내용

다음과 같이 상도, LG 배선용차단기를 각각의 주어진 조건과 방법으로 실험을 하여 변형 특징점을 식별한다.

※ 40개의 차단기를 상도 배선용차단기 1~20, LG 배선용차단기 A~T로 표시함.

(1) 배선용차단기(상도)

- ① 분전반용 연결 철판에 차단기 5개씩 부착한 1부터 20까지의 배선용차단기를 4개의 조로 구성함.
1조(1,2,3,4,5), 2조(6,7,8,9,10),
3조(11,12,13,14,15), 4조(16,17,18,19,20)
- ② 1조 켜짐 상태로 약 20분간 가스토치를 이용하여 화염을 가한다.
2조 켜짐 상태로 약 20분간 가스토치를 이용하여 화염을 가한 직후 약 50cm 높이에서 낙하 시킨다.
3조 꺼짐 상태로 약 20분간 가스토치를 이용하여 화염을 가한 직후 약 50cm 높이에서 낙하 시킨다.
4조 꺼짐 상태로 약 20분간 가스토치를 이용하여 화염을 가한다.

※ 1,4조는 가열 후, 2,3조는 낙하 후 분무기로 물을 분사하여 냉각시킴.

(2) 배선용차단기(LG)

- ① 분전반용 연결 철판에 차단기 5개씩 부착한 1부터 20까지의 배선용차단기를 4개의 조로 구성함.
5조(A,B,C,D,E), 6조(F,G,H,I,J),
7조(K,L,M,N,O), 8조(P,Q,R,S,T)
- ② 5조 켜짐 상태로 약 20분간 가스토치를 이용하여 화염을 가한다.
6조 꺼짐 상태로 약 20분간 가스토치를 이용하여 화염을 가한다.
7조 켜짐 상태로 약 20분간 가스토치를 이용하여 화염을 가한 직후 약 50cm 높이에서 낙하 시킨다.
8조 꺼짐 상태로 약 20분간 가스토치를 이용하여 화염을 가한 직후 약 50cm 높이에서 낙하 시킨다.

※ 1,4조는 가열 후, 2,3조는 낙하 후 분무기로 물을 분사하여 냉각시킴.

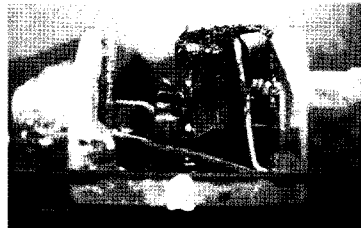
♣. 1조 (1~5번 배선용차단기)

켜짐 상태로 약 20분간 가스토치를 이용하여 화염을 가한 후 냉각된 차단기 내부 상태임.

▼ 1조의 배선용차단기는 모두 변형이 없이 켜짐 상태를 유지하고 있음.



(1) 켜짐



(2) 켜짐



(3) 켜짐



(4) 켜짐

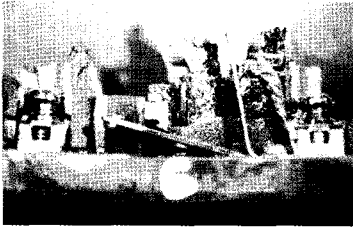


(5) 켜짐

♣. 2조 (6~10번 배선용차단기)

켜짐 상태로 약 20분간 가스토치를 이용하여 화염을 가한 직후 50cm 높이에서 낙하한 배선용차단기 내부 상태임.

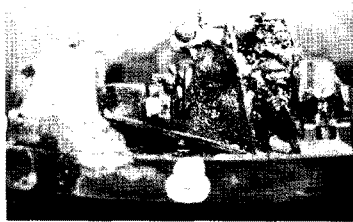
▼ 2조의 배선용차단기는 모두 변형이 없이 켜짐 상태를 유지하고 있음.



(6) 켜짐



(7) 켜짐



(8) 켜짐



(9) 켜짐



(10) 켜짐

♣. 3조 (11~15번 배선용차단기)

꺼짐 상태로 약 20분간 가스토치를 이용하여 화염을 가한 직후 50cm 높이에서 낙하한 배선용차단기 내부 상태임.

▼ 3조의 배선용차단기는 2개의 차단기 상태가 변형되어 있음.



(11) 변형



(12) 꺼짐



(13) 변형



(14) 꺼짐



(15) 꺼짐

♣. 4조 (16~20번 배선용차단기)

켜짐 상태로 약 20분간 가스토치를 이용하여 화염을 가한 후 냉각된 차단기 내부 상태임.

▼ 4조의 배선용차단기는 모두 변형이 없이 꺼짐 상태를 유지하고 있음.



(16) 꺼짐



(17) 꺼짐



(18) 꺼짐



(19) 꺼짐

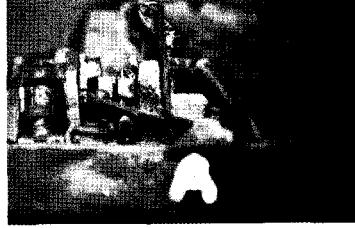


(20) 꺼짐

♣. 5조 (A~E번 배선용차단기)

켜짐 상태로 약 20분간 가스토치를 이용하여 화염을 가한 후 냉각된 차단기 내부 상태임.

▼ 5조의 배선용차단기는 모두 변형이 없이 켜짐 상태를 유지하고 있음.



(A) 켜짐



(B) 켜짐



(C) 켜짐



(D) 켜짐

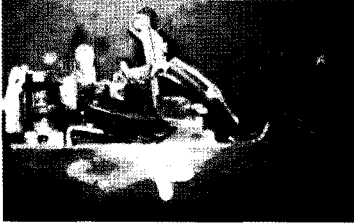


(E) 켜짐

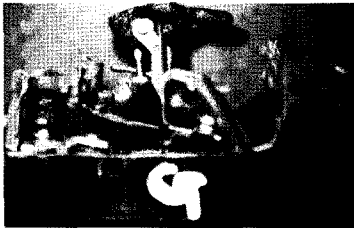
♣. 6조 (F~J번 배선용차단기)

꺼짐 상태로 약 20분간 가스토치를 이용하여 화염을 가한 후 냉각된 차단기 내부 상태임.

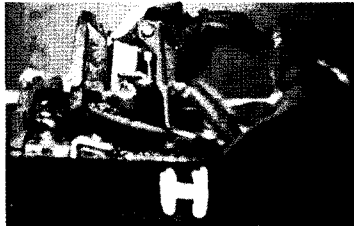
▼ 6조의 배선용차단기 중에서 2개 차단기의 상태가 변형되어 있음.



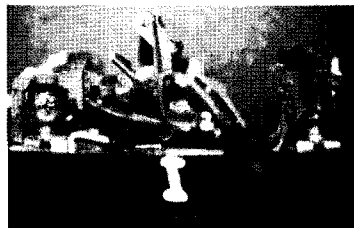
(F) 변형



(G) 꺼짐



(H) 꺼짐



(I) 변형



(J) 꺼짐

♣. 7조 (K~O번 배선용차단기)

켜짐 상태로 약 20분간 가스토치를 이용하여 화염을 가한 직후 50cm 높이에서 낙하한 배선용차단기 내부 상태임.

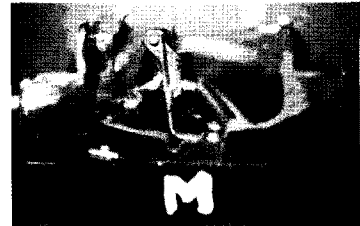
▼ 7조의 배선용차단기는 모두 변형이 없이 꺼짐 상태를 유지하고 있음.



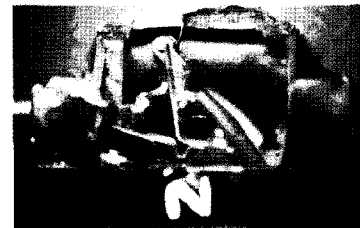
(K) 켜짐



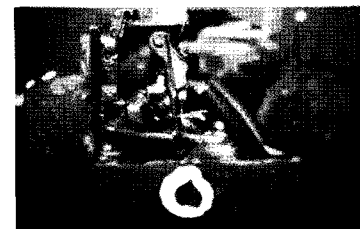
(L) 켜짐



(M) 켜짐



(N) 켜짐



(O) 켜짐

♣. 8조 (P~T번 배선용차단기)

꺼짐 상태로 약 20분간 가스토치를 이용하여 화염을 가한 직후 50cm 높이에서 낙하한 배선용차단기 내부 상태임.

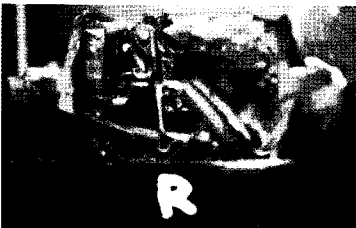
▼ 8조의 배선용차단기는 모두 변형됨.



(P) 변형



(Q) 변형



(R) 변형



(S) 변형



(T) 변형

6. 실험결과

이상의 실험결과를 총 40개의 배선용차단기 중에서 9개의 차단기가 변형되었음.

상도	1조 (켜짐)	1	2	3	4	5
		○	○	○	○	○
	2조 (켜짐-낙하)	6	7	8	9	10
		○	○	○	○	○
	3조 (꺼짐-낙하)	11	12	13	14	15
		×	○	×	○	○
	4조 (꺼짐)	16	17	18	19	20
		○	○	○	○	○
LG	5조 (켜짐)	A	B	C	D	E
		○	○	○	○	○
	6조 (꺼짐)	F	G	H	I	J
		×	○	○	×	○
	7조 (켜짐-낙하)	K	L	M	N	O
		○	○	○	○	○
	8조 (꺼짐-낙하)	P	Q	R	S	T
		×	×	×	×	×

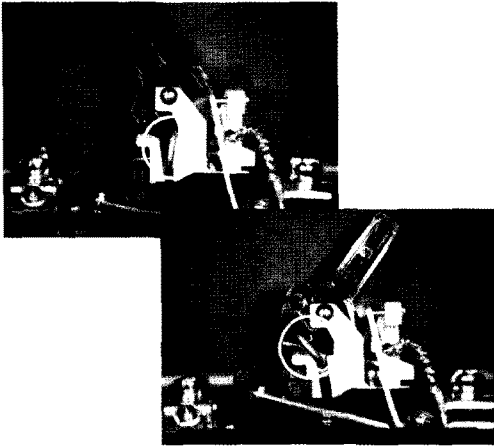
※ 위 표에서 상태유지 ○, 변형 × 로 표시함.

▼ 아래 표에 실험결과를 정리함.

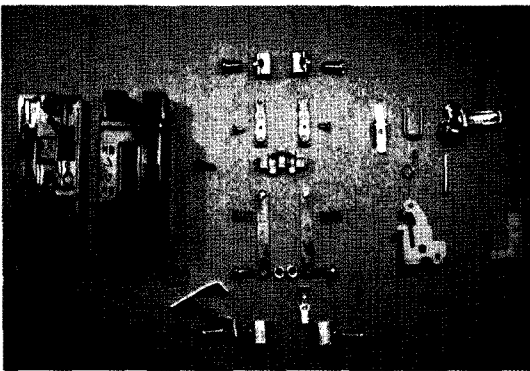
7. 실험결과에 대한 고찰

실험결과에서 변형된 차단기는 모두 꺼짐 상태에서 발견되었고, 변형된 차단기 중에서 낙하된 것에서 7개, 낙하되지 않은 것에서 2개의 변형이 발견됨.

- (1) 낙하의 충격에 의한 변형 가능성
- (2) 낙하와 관계없이 꺼짐 상태 자체가 변형될 수 있는 가능성으로 추정되나, 켜짐 상태의 차단기는



가 변형될 수 있는 주 요인으로 판단되나, 소궤된 차단기의 최초 상태를 알 수 없는 상황에서 켜짐/꺼짐에 의한 변형을 추론하는 것보다는 화열에 의해 스위치 동작부가 손상되는 정도의 소실이라면 현장 조사시 차단기의 켜짐/꺼짐을 식별하는데는 신뢰성을 잃었다고 판단되어 단정적인 추론은 위험하다는 결론임.



▼ 이상의 실험 결과와 차단기의 구조 식별 중 나타난 소궤되어 변형될 수 있는 취약 부분의 소자와 대조한 바, 켜짐/꺼짐 전환용 Handle 부분이 작은 수열에도 변형될 수 있는 소재로 되어 있어 U-pin 한쪽 끝단이 소실될 수 있는 Handle 부분에 삽입되어 있고, Side plate 홈에 U-pin이 상단으로 이탈된 꺼짐 상태에서, Handle이 소실된다면 변형 가능성이 있는 것으로 추정된다.

변형 발견이 없었고, 낙하 충격이 없는 꺼짐 상태에서 변형이 발견됨.

8. 결론

소궤된 차단기 상태 식별에 관한 변형 가능성에 대한 이상의 실험 결과에서 변형된 차단기는 모두 꺼짐 상태에서 발견되었고, 변형된 차단기 중 낙하(이하 소락 포함)된 것에서 7개, 낙하되지 않은 것에서 2개의 변형이 발견되어 낙하의 충격에 의한 변형 가능성과 낙하와 관계없이 꺼짐 상태 자체가 변형될 수 있는 가능성으로 추정되나, 켜짐 상태에서 낙하 충격을 가한 차단기에서 변형된 차단기가 발견되지 않는 것으로 보아 꺼짐 상태