

변전실용 몰드변압기의 난연성과 NAF S-III 소화에 관한 연구 A Study on the Fireproof Characteristic and the Extinguishment by NAF S-III on a Molded Transformer in Substation

이수경[†] · 신호섭^{*}

Su-Kyung Lee[†] · Hyo-Seop Shin^{*}

서울산업대학교

*한양전설주식회사

(2001. 11. 07. 접수/2001. 12. 18. 채택)

요 약

본 논문에서는 몰드변압기의 난연성 및 NAF S-III에 의한 소화특성에 관해 연구하였다. 연구방법으로써 몰드변압기의 주재인 에폭시수지의 연소과정과 최근 청정소화약제로 사용되고 있는 NAF S-III의 소화과정을 이론적으로 고찰하였다. 또한 이의 증명을 위해 몰드변압기에 대한 연소·소화실험을 실시하였다. 실변압기를 전기실과 유사한 조건의 수평가열로에 장치하여 발화시킨 후, 이의 소화과정을 자연소화와 인위적 소화로 구분하여 관찰하였다. 발화된 변압기의 소화에는 NAF S-III계 소화약제가 분사되었다. 분사된 약제량은 연소중인 몰드변압기에 대한 소화능력을 갖춘 경제량이며, 이는 행정자치부 고시를 근거로 산출되었다. 이렇게 계산된 소화약제의 분사에 의해, 발화된 변압기는 1분만에 완전히 소화되었다. 연구 결과, 몰드변압기가 설치된 전기실의 경제적 소화약제량을 산출할 수 있었으며, 실험을 통해 몰드변압기의 난연성과 청정소화약제인 NAF S-III의 소화능력을 확인하였다. 이를 토대로 국내 전기실에 채용된 소화설비를 경제적이며, 환경보전의 목적으로 적용할 수 있는 규모를 예측할 수 있었다.

ABSTRACT

This dissertation is research on the fireproof characteristic of molded transformer and the extinguishable characteristics of the NAF S-III. As the research method, a theoretical examination has been made for the combustion process of epoxy resin, which was the main material of molded transformer, and extinguishing process of NAF S-III, which has recently been used in the clean extinguishable chemicals. Furthermore, for its proof, the experiments on combustion and extinguishment on molded transformer has been performed. By installing the actual molded transformer in and artificial the horizontal heating furnace which has similar conditions with the electrical substation, and after subsequently ignited, the extinguishing process has been observed by classifying it into the natural extinguishment of the ignited transformer, and extinguishable chemical in NAF S-III has been injected. The volume of injected extinguishable chemical was the economical amount which was equipped with the extinguishable capability on the molded transformer under combustion, and it was calculated with the Announcement of the Ministry of Government Administration and Home Affairs as the basis. With the injection of the calculated extinguishable chemicals, the ignited transformer has completely extinguished within one minute. As the result, the amount of economical extinguishable chemicals of the substation which has equipped with the molded transformer was calculated, and it confirmed the fireproof characteristic of molded transformer and extinguishing capability of the NAF S-III which was the clean extinguishable chemicals. With it as the foundation, it was possible to predict the size of applied extinguisher in domestic substation for the purpose of economical application as well as the environmental protection.

Keywords : NAF S-III, Molded transformer, Extinguishable chemicals, Environmental protection

[†] E-mail: lsk@duck.ac.kr

1. 서 론

배전계통의 중추적 역할을 담당하며, 용량과 전압 등의 변압기 시방과 옥내외의 설치장소에 구애되지 않고 광범위하게 사용되던 유입변압기는 화재에 대한 자구 능력이 떨어졌다. 이의 해결을 위해 불연성 기름인 아스카렐계 PCB를 사용한 변압기가 사용되었다. 그러나 이는 고온 시에 발생하는 염소가스에 의한 건물 철골의 부식과 환경오염의 문제 때문에 사용이 금지되었다. 이들 변압기는 최근 사회전반에 걸쳐 대두되는 안전에 대한 요구와 청정환경에 대한 요구를 충족시켜 주지 못하고 있었으므로, 고체절연방식을 도입한 건식 변압기를 사용하게 되었다.¹⁻⁵⁾ 건식변압기의 출현 초기에는 H중 건식변압기가 사용되었으나, 이는 운전시에 발생하는 소음과 보수유지의 번잡성, 내습성의 저하 등으로 인해 사용이 제한되었다. 그러나 최근에는 권선의 주요부를 에폭시수지로 주형한 몰드변압기가 도입되었다. 몰드변압기는 특유한 절연방식이 지닌 장점들로 인해 수요자들에게 사고에 대한 안전성을 보장함으로써, 기설 유입변압기에 대체되어 그 사용범위가 날로 확장되고 있다. 그러나 이러한 장점과 추세에도 불구하고 몰드변압기의 사고가 보고되고 있지만, 사고에 대한 법정규정은 아직 미흡하며, 외국의 소방기준을 그대로 적용하고 있는 실정이다. 몰드변압기의 장점중 난연성은 가장 큰 장점이고, 이로 인해 전기설의 소화설비를 유입변압기에 비해 크게 줄일 수 있으며, 몰드변압기의 소화설비 기준을 제정함으로써 얻게 되는 경비 절감액도 상당할 것으로 추정된다.⁶⁻¹⁰⁾ 또한 소화설비에 있어 필수적인 소화기에 사용되는 소화약제가 최근 일고 있는 환경보존이라는 측면과 맞물려 기존의 하론 소화약제가 오존층을 파괴하므로, 이의 대체로써 NAF S-III를 비롯한 청정소화약제가 사용되고 있다.

본 논문은 몰드변압기 화재시 소화능력을 갖춘 최소한의 약제량을 산출하고, 이를 연소시험에 사용하였다. 그 결과 규정되어 있는 시간 내에 몰드변압기가 소화됨을 확인하였다.

2. 이 론

2.1 에폭시의 열 반응

몰드변압기의 절연재료인 순수에폭시수지는 유기고분자이므로, 외부에서 열을 가하면 연소하며, 이때 제반 생성물이 발생한다. 이와 같은 고분자의 열열화는 그 절연재료가 사용되는 조건, 환경 등에 따라서 달라지기 때문에, 일률적으로 정의할 수는 없다. 그렇지만

일반적으로 산소의 개재에 의한 자동 산화반응이 열에 의해서 촉진되는 열산화반응을 열열화라 하고 있다.

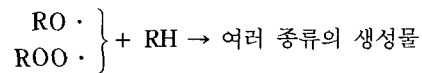
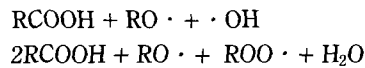
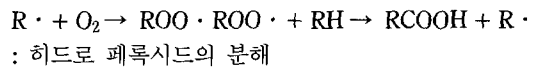
2.1.1 열열화반응

열열화반응은 다음과 같은 일반식으로 표현되고 있다(여기에서 R- : 알킬기).

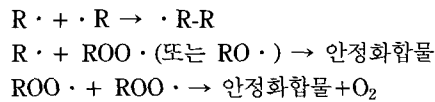
① 개시반응 : 빛·열 등의 작용으로써 프리 라디칼 생성



② 생장반응 : 히드로 페록시드의 생성



③ 정지반응



설명한 바와 같이 절연재료로서 흔히 사용되고 있는 에폭시수지 경화물은 용도에 따라 매우 다른 조성을 갖추고 있다. 이것은 여기에서 나타낸 반응식 가운데 알킬기 R-가 각각 달라지고 있다는 것을 의미한다. 때문에 일반식 ①~③에서 표현하는 열열화반응의 반응속도도 절연재료의 종류에 따라 크게 달라지고 있다. 어느 경우에도 열열화에 관한 화학변화의 속도는 아레니우스의 반응속도론에 따른다.

2.1.2 절연재료의 내열성 평가

열열화는 비교적 낮은 온도일지라도 장기간에 걸쳐 조금씩 진행되는 것이고 온도가 높아지면 보다 촉진된다. 몰드기기에 수 십년의 수명이 요구되는 것을 생각한다면 절연재료는 이 장기간동안에 실제로 운전되는 온도영역에서의 열열화에 의해서 필요한 특성이 상실되어서는 안된다. 이를 위해 몰드기기에 사용하는 절연재료의 선택 시 그 내열성의 평가가 불가피하다.

절연재료의 내열성 평가를 위한 실험을 실제 사용 온도 영역에서 실시하는 것은 장시간을 필요로 하기 때문에 불가능하다. 그러므로 고온에서의 촉진열화 실험을 하여 그 실험결과로써 저온에서의 내열수명을 추정한다. 촉진열화의 실험방법은 ISO 2578, IEC Pub. 216, ASTM D 2304 또는 DIN 16946 등에 규격화되

어 있다.

절연재료를 온도 T에서 열열화시키면 휨강도 또는 중량 등의 물리량이 변화한다. 이 물리량이 어느 일정한 값까지 저하되는데 소요되는 시간을 수명 t_e 라 정의하면 아레니우스의 반응속도론에 의해 다음의 식 (1)이 성립된다.

$$\ln t_e = a + \frac{E}{RT} \quad (1)$$

여기서,

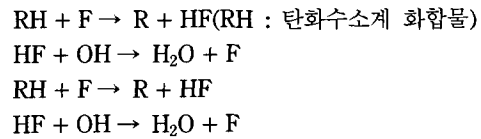
- t_e : 수명
- a : 상수
- E : 열열화의 활성화에너지
- R : 기체상수
- T : 절대온도

절연재료로서 에폭시수지 경화물을 예로 들어 열열화에 의한 중량감소에서 내열성의 평가를 한 예에 관하여 설명한다. 시험편을 120, 150, 180 및 200°C의 각 온도에서 가열하면 시간과 함께 중량이 감소된다. DIN 16946에 의하면 무기질 충전재를 포함한 경우에는 1.2%를 규정 경계값으로 하고 있다. 그리고 각 온도에서 중량감소 1.2%에 필요한 시간 t_e 를 판독하여, 식 (1)에 의해 $\ln t_e$ 의 값을 1/T에 대해 나타낸다. DIN에서는 내열성의 평가, 즉, 최고 허용온도의 기준을 25,000 시간을 클리어하는 열열화온도로 정하고 있다. 이에 의해 이 재료의 최고허용온도는 132°C이며, Table 1에 의해 이 재료의 내열성 평가는 B종이라는 것을 알 수 있다.

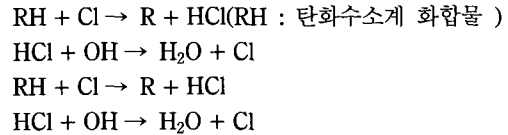
2.2 NAF S-III 소화이론

전술한 2-1절에서는 에폭시수지의 열열화반응을 고

찰하였다. 본 절에서는 이 반응을 억제하는 NAF S-III (HCFC Blend A)의 소화이론을 고찰한다. NAF S-III는 전술한 바와 같이 그 성분이 F나 Cl과 같은 최외각 전자수가 7개인 할로젠족 원소로 구성되어 있다. 이 원소들은 용기의 외부로 분사되었을 때, 기중에서 분해되며, 이 때 열분해에 의한 냉각작용이 발생한다. 이 작용은 연소에 의한 화학적 연쇄반응을 차단하며, 이것이 NAF S-III에 의한 소화메카니즘의 근간을 이루게 된다. 이 메카니즘을 화학식으로 표현하면 다음과 같다. 우선 불소에 대해서는,



마찬가지로 염소 (I)에 대해서는,



3. NAF S-III 억제량 산출

3.1 산출근거

연소·소화실험에 사용한 NAF S-III 억제량은 NFPA2001 「청정소화약제의 종류 및 소화설비의 기술 기준(행정자치부 고시 1995-28)」에 근거하여 계산되었다.¹¹⁾ 계산에 사용된 공식은

$$\frac{W}{V} = \frac{1}{S} \cdot \frac{C}{100 - C} \quad (2)$$

여기서, W : 필요소화약제 무게[kg]

V : 방호구역의 체적[m³]

S : 소화약제별 선형상수(K₁ + K₂ × T)

C : 체적에 따른 소화약제 설계농도[%]

T : 방호구역의 온도[°C]이다.

소화약제량 계산시 실의 조건은 소규모 밀폐조건이므로, 가능한 한 최소약제량에 근접하도록 선정하였다. 소화약제가 설치되는 주위조건은 우리나라 고정식인 경우는 평균기온(20°C)을 기준하여 설계하지만, 본 실험에서는 사고발생시 최악의 조건을 가정하여 하절기 대기온도(약 30°C)에 실내조건온도(±5°C)를 기준으로 계산하였다. 또한 실내의 보통조건은 가열로가 다수 설치된 조건으로 가정하였다.

Table 1. Heatproof evaluation to the insulating material

JIS C-4003		MIL E-917D	
최고 허용온도 [°C]	절연의 종류	최고 허용온도 [°C]	절연의 종류
90	Y종	90	-
105	A	105	A
120	E	130	B
130	B	155	F
155	F	180	H
180	H	200	N
180 초과	C	220	R
		220 초과	S
		240 초과	C

3.2 약제량 산출

NAF S-III 약제량의 산출에 우선하여, 이에 필요한 요소들을 계산하였다. 수평가열로의 내부 순체적(V)은 전체공간(V₁)에서 수평가열로의 내부검사통로가 차지하는 체적(V₂)을 감하였다. 이를 계산하면,

$$V_1 = 2.8[m](가로) \times 3.6[m](세로) \times 1.9[m](높이) = 19.15[m^3]$$

$$V_2 = \frac{0.6[m] \times 0.6[m]}{4} \times \pi \times 8.6[m](길이) = 2.43[m^3]$$

$$V = V_1 - V_2 = 16.72[m^3] \tag{3}$$

NAF S-III 약제량 선정에는 온도에 따라 변화하는 액상 NAF S-III의 팽창을 보정을 위해 선형상수 K₁과 K₂가 사용되며, S = K₁ + K₂ × T로 나타낼 수 있다. 여기서 K₁은 0°C 1기압에서 액상기체가 기화될 때 팽창되는 비율을 나타내는 고유팽창계수이며, 물질마다 다르다. K₂는 주위온도 보정계수이며, 주위온도에 따라 다르다. 본 실험에 사용한 NAF S-III의 경우 K₁은 0.2413이며, K₂는 0.00088로 규정되어 있다. 이를 계산하면, S = 0.2413 + 0.00088 × 35[°C] = 0.2721이다. 설계농도란 액상기체가 기중으로 분사되어 기화되었을 때 기중에서 차지하는 양을 의미하며, 최대허용설계농도는 10% 이하를 사용하도록 규정되어 있다. 본 실험에는 제조업체에서 설계한 농도인 8.6%를 사용하였다. 방호구역의 온도는 3.1절에서 전술한 바와 같이 사고발생 시 최악의 조건을 가정하여, 35°C를 적용하였다. 이상의 산출요소들을 식 (2)에 대입하여 계산하면,

$$\frac{W}{V} = \frac{1}{S} \cdot \frac{C}{100 - C} [(kg)/m^3] \tag{4}$$

이므로,

$$W = \frac{C \cdot V}{S(100 - C)} [kg] \tag{5}$$

이다. 여기서,

$$W = \frac{8.6 \times 16.72}{0.2721(100 - 8.6)} = 5.78[kg] \tag{6}$$

가 된다.

본 실험에 사용되는 NAF S-III 약제량은 상기산출량 이상이어야 하므로, 6 kg으로 선정하였다. 이와 같이 계산된 NAF S-III의 충진을 위한 용기용량은 최대충진비로 본 최소용기로 선정되었으며, HCFC Blend A의 최소충진비는 857.3 kg/m³, HCFC Blend A의 충진량은 6 kg이라는 조건이 적용되었다. 상기조건에서 최소용기를 선정하면,

$$\text{충진비} = \frac{\text{약제충진량[kg]}}{\text{용기용량[m}^3\text{]}} \tag{7}$$

이므로, 이 식으로부터 용기용량을 계산할 수 있다. 이를 계산하면,

$$\begin{aligned} \text{용기용량[m}^3\text{]} &= \frac{\text{약제충진량[kg]}}{\text{충진비[kg/m}^3\text{]}} \\ &= \frac{6[kg]}{857.3[kg/m^3]} \\ &\approx 0.007[m^3] \end{aligned} \tag{8}$$

이 된다. 따라서 7l 이상의 용기를 사용하여야 하며, 본 실험에는 10l의 용기를 사용하였다.

4. 실험 및 결과분석

4.1 실험개관

이 실험은 전기설비에 사용되는 특고압 몰드변압기 시험체 2종에 대하여 KSF2257(건축구조부분의 내화시험방법 : 1993)의 가열시험방법에 따라 30분 가열시험을 실시하고, 소화약제로 소화시험을 실시하여 소화약제에 의한 시료의 소화여부를 파악하기 위한 것이다.

4.2 실험설계

시료는 정격용량 30 kVA와 100 kVA인 배전용 특고압 단상 몰드변압기의 고·저압 권선부로 실험하였으며, Table 2에 시료시방을 나타내었다.

연소중인 시료의 소화를 위한 설비는 약제 및 용기, 연결호스와 분사노즐 등으로 구성되었으며, 이중 소화약제는 NAF S-III(HCFC Blend A) 1통을 사용하였다. 그 구성성분 및 물질특성을 Table 3과 Table 4에 각각 나타내었으며, 이는 행정자치부고시 제1994-9호에 근

Table 2. Specification of specimen

구분	규격		시료성분				
	30[kVA]	100[kVA]	수지	경화제	유연제	촉매제	색소
시방	Φ450[mm]×H350[mm]	Φ550[mm]×H750[mm]	CY205 (Araldite F)	HY905	DY040	DY062	DW0133 (red)

Table 3. Component of NAF S-III

성분	HCFC-123	HCFC-22	HCFC-124	
화학식	CHCl_2CF_3	CHClF_2	CHClFCF_3	$\text{C}_{10}\text{H}_{16}$
명칭	디클로로트리-플로로에탄	클로르디-플로로메탄	클로르테트라-플로로에탄	이소프로페닐-1-메틸사이클로hex산
구성비[%]	4.75	82	9.5	3.75

Table 4. Material characteristic of NAF S-III

구분	분자량	비점 [°C]	빙점 [°C]	임계온도 [°C]	임계압력 [kPa]	임계부피 [cm ³ /mole]	임계밀도 [kg/m ³]	액체비열 [kJ/kg · °C]	증기비열 [kJ/kg · °C]
특성	92.90	-38.3	-107.2	124.4	6.647	162	577	1.047	0.084
비고								-25[°C]	-760[mm · Hg]

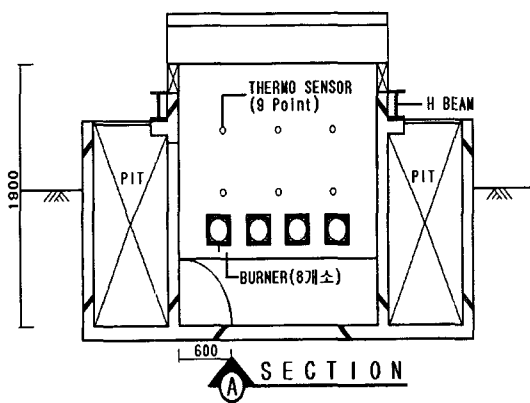


Fig. 1. Horizontal heating furnace.

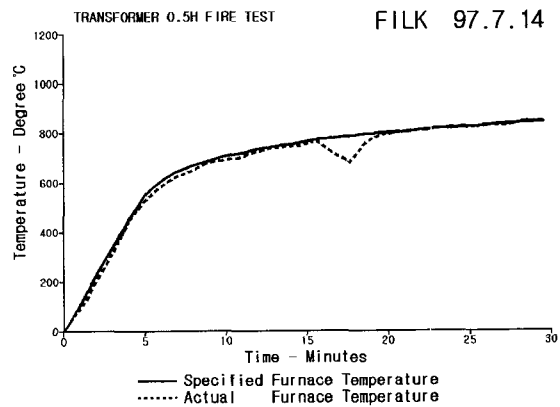


Fig. 2. Heating temperature curve.

거하였다.¹²⁾

본 실험에는 수평가열로가 사용되었으며, 수평가열로 내에 몰드변압기의 고·저압권선부를 시료로써 설치하였다. 수평가열로 내에는 시료의 연소시키기 위한 Burner가 8개소에 설치되어 있으며, 온도측정을 위한 Thermo Sensor가 9 Point에 설치되어 있다. 이 위치를 Fig. 1에 나타내었다. 수평가열로의 내벽은 내화벽돌로 제작되어, 고온에서도 견딜 수 있는 특성을 지녔다.

또한 수평가열로 내부에 시료 설치 후, 동일 재료의 내화덮개로 상부를 덮고, 내화섬유로 수평가열로와 내화덮개의 틈새를 밀폐함으로써, 내부의 열기가 외부로 방산됨을 방지하였다. 실험방법으로써 시료를 체적이 16.72 m³인 수평가열로 내에 설치하고, 시료가 착화될 때까지 수평가열로의 내부온도가 건축구조의 내화시험 방법(이하 KSF 2257)에 규정된 Fig. 2의 가열온도곡선을 추종하도록 가열하였다. 육안에 의해, 착화가 확인되면, 가열을 중단하고, 시료의 화염이 완전 소멸할 때

까지 미리 준비된 NAF S-III를 분사하면서, 완전소화 시간을 측정하였다. Fig. 1은 본 연소실험에 사용된 수평가열로의 설계도이다.

연소시험은 KSF 2257에 규정된 연소시험의 곡선에 일치하도록, 온도가 자동적으로 조정되는 통합시스템의 제어를 받는다. 통합시스템의 인위적인 제어가 없을 경우, 이 수평가열로는 일정시간의 경과 후에 1025°C의 온도를 유지하도록 되어 있다. Fig. 2에 가열 온도 곡선을 나타내었다.

4.3 실험

제 1단계 : 몰드변압기의 연소시험을 위한 준비단계로서, 수평가열로의 내부를 청소하고 연소버너 등의 상태를 확인하였으며, 몰드변압기의 고·저압권선부(이하 시료)를 분리하여 수평가열로의 내부에 넣고 연소 위치를 결정하였다. 또한, 연소상황의 양호한 촬영을 위해 수평가열로의 양측에 보호블럭을 쌓고 내화섬유

를 삽입하여, 수평가열로 내부의 화염방사에 의한 열기가 외부로 방산됨을 방지하였다. 또한 연소중인 시료의 소화를 위해 가열로로부터 1.5 m 이격하여 소화용기를 설치하였다. 소화용기로부터 호스로 연결된 분사노즐은 가열로의 내벽에 시료로부터 1 m 이격하여 고정시켰다. 그리고 나서 상부덮개로 수평가열로 전체를 씌워 연소시험을 위한 외부장치를 구성하였으며, 연소버너의 연료로써 사용되는 경유를 연료탱크에 주입하였다. Fig. 3은 연소버너를 점화시키기 전 가열로 내의 시료 설치상태와 가열로의 내벽에 고정된 분사노즐을 나타낸다. 또한 Fig. 4는 가열로 외부의 소화용기의 설치상태를 나타낸다.

제 2단계 : 제 1단계를 완료한 후 본격적인 연소시험의 최초의 단계인 제 2단계를 실시하였다. 이 단계

는 연소탱크에 경유가 주입되었음을 확인하고 난 후 바로 실시되었으며, 수평가열로의 통합시스템에 전시되는 연소시험곡선상의 X축과 Y축의 교점에 해당한다. 연소버너를 점화시킨 후, 16분 경과시 시료의 착화를 확인하기 위해, 가열을 일시중단하였다. 이 때 시료는 착화되지 않은 상태에서 저압권선 단자부의 절연피복만이 용융된 상태임을 확인하였다.

18분 경과시 재가열을 위해 연소버너를 점화하였다.

이로부터 7분 경과시 육안으로 시료의 착화를 확인하였으며, 이 때 연소버너를 소화하고 시료전면으로 화염이 확산될 때까지 대기하였다. 이 때 가열로의 내부 온도는 825°C였으며 더욱 상승하고 있는 상태였다. 1

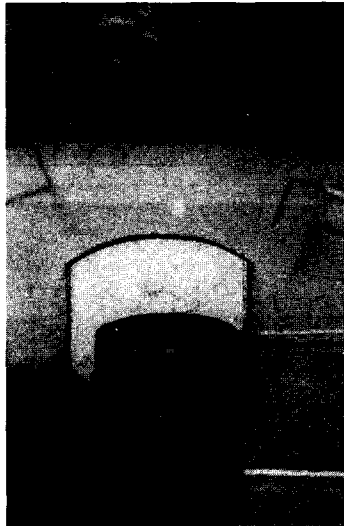


Fig. 3. Installation state of specimen before ignition and injection nozzle fixed at internal wall of heating furnace.



Fig. 4. State of external extinguisher of heating furnace.



Fig. 5. Combustion state of specimen expanded over all surface.

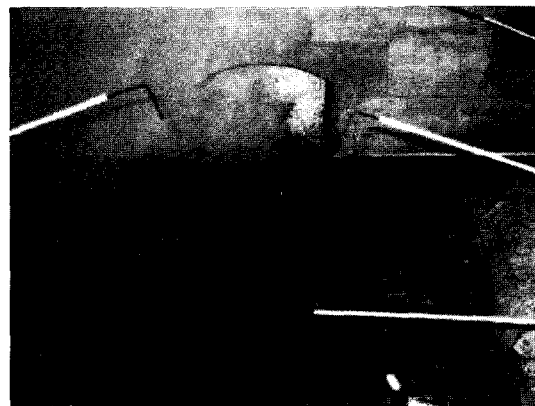


Fig. 6. State of specimen extinguishing after injection of NAF S-III.

분 경과 시 화염은 시료의 전면으로 확산되었으며, 이로써 착화된 시료에 지속적으로 열기가 공급될 경우 시료는 단시간에 화염이 확산됨을 알 수 있었다. Fig. 5에 전면으로 화염이 확산된 시료의 연소상태를 나타내었다.

제 3단계 : 시료의 전면으로 화염이 진행되었음을 확인하고나서 미리 준비한 NAF S-III를 연소중인 시료를 향해 분사하였으며, 분사를 시작한 후 1분 경과시 시료는 완전소화되었다. 이 때 소화된 시료의 상태는 완전히 연소해버린 탄화체임을 확인하였으며, 이로써 단시간에 화염을 억제하는 NAF S-III의 소화능력을 확인할 수 있었다. Fig. 6에 NAF S-III 분사 후 시료 소화상태를 나타내었다.

4.4 실험결과

특고압 볼드변압기에 대해, KSF 2257의 시험방법을 응용한 30분 가열실험을 실시하여, 시료의 연소·소화 특성을 관찰하였다. 연소버너에 점화한 후, 16분 경과 시 시료의 착화여부를 확인하기 위해 가열을 잠시 중단하였으며, 이때까지는 착화되지 않았음을 확인하였다. 가열을 일시 중지한 후 2분만에 재가열을 실시하였으며, 이로부터 7분 경과 시 시료의 착화를 육안에 의해 확인할 수 있었다. 이 때 가열을 중지하고 화염이 시료표면의 전면으로 확산될 때까지 1분간 대기하다가 화염의 전면확산을 확인한 후 NAF S-III 1통을 분사하였다. 시료의 화염은 1분후 완전소멸되었으며, 이로써 연소·소화실험은 종료되었다.

Table 5. Measurement of heating temperature and time · temperature area

Time [Mins]	KSF 2257 Furnace temperature [Deg °C]	Actual furnace temperature [Deg °C]	Area under standard curve [Deg °C. Min]	Area under actual curve [Deg °C. Min]	Difference [%]	Tolerance (+or-)[%]
0	20	31				
1	100	85				
2	220	196				
3	330	306				
4	440	428				
5	540	519				
6	600	579				
7	640	623				
8	665	646				
9	685	678				
10	705	690				
11	715	700				
12	730	720				
13	740	733				
14	750	743				
15	760	750				
16	770	762				
17	775	715				
18	785	680				
19	790	758				
20	795	789				
21	800	799				
22	805	809				
23	810	817				
24	815	821				
25	820	825	15685	15274	-2.62	10.00

몰드변압기의 연소 및 NAF S-III를 이용한 소화시험에대한 측정결과를 Table 5에 정리하였다.

5. 결 론

청정소화약제의 하나인 NAF S-III를 이용한 몰드변압기의 소화에 대한 연구에서 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 동일한 변전실 화재모델에서 NAF S-III에 의한 소화시간은 몰드변압기의 자기소화시간보다 상당히 짧은 1분이었다.

2. NAF S-III는 몰드변압기 화재, 나아가 변전실 화재에 적응성이 높은 것으로 판단된다.

3. 청정소화약제량의 상정식은 다음과 같이 확인되었다.

가. 상기식을 기준하여 최소기준으로 상정한 약제량으로 한 시험에서 소화기준시간인 15분보다 현저하게 빨리 소화되었으며, 이를 근거할 때 “청정소화약제량 상정식”은 여유율이 있는 것으로 판단된다.

나. 청정소화약제량 상정식은 이를 몰드변압기나 이것을 설치한 변전실에서 적용할 경우에는 하향조정할 필요가 있는 것으로 판단되며, 실제 적용시에도 이식에 의한 상정식 이상으로 여유율을 가질 필요는 없는 것으로 판단된다.

후 기

본 연구는 서울산업대학교 학술연구비 지원에 의하여 연구되었습니다.

참고문헌

1. 장성규, 몰드변압기의 방재 및 소방기준에 관한 연구, 승

실대학교 석사학위 논문(1997. 6).
 2. 특수건물 화재보상 보고서, 한국화재보험협회(1979~1987).
 3. 곽희로, 김재철, 정찬수, 정용기, 정종욱, 장성규, 몰드변압기의 방재 및 진단용 Monitoring System 개발에 관한 연구(연구보고서), 한국소방협회(1997. 1).
 4. 정종욱, 정용기, 김영춘, 김재철, 곽희로, “몰드변압기의 진동신호 분석에 관한 연구”, 방전 및 고전압연구회 학술대회 논문집, pp.192-194(1997. 5).
 5. 정종욱, 정용기, 이재걸, 김재철, 곽희로, 박중신, “몰드변압기 이상관선의 진동신호 분석에 관한 연구”, 대한전기학회 하계학술대회 논문집, pp.1847-1849(1997. 7).
 6. Y.K. Chung, J.W. Jung, J.C. Kim, H.R. Kwak, S.K. Lee, “A Study on the Risk Protection of the Mold Transformer;” KIFSE(Nov. 1997).
 7. Y.K. Chung, J.W. Jung, M.J. Choi, J.C. Kim, I.H. Park, H.R. Kwak, “A Study on Preventive Diagnosis of Mold Transformer using Vibration Signal Analysis Method and FEM,” Proceedings of ED & HVE, Spring Symposium, pp.192-194, (May 1997).
 8. Isamu Okada *et al.*, “Largest Capacity in the World, 30 kV, 7.5 MVA Fuji Molded Transformer for Sendai Station, Japanese National Railways”, UDC(1992).
 9. S. Isobe *et al.*, Large Capacity Class-H Resin Molded Transformer(1990. 6).
 10. 前田昌彦, モールド變壓器の今後の課題(1993. 4).
 11. 청정소화약제의 종류 및 소화설비의 기술기준(내무부 고시 1995-28).
 12. 최성호 외, 소방법령집, 현능사(1996. 2).