

화염노출에 의한 송전선로 인바 강심의 온도 및 인장하중 분석에 관한 연구

논 문
58-10-9

A Study on Temperature and Tensile Load Analysis of Invar by Flame Exposure on Overhead Transmission Lines

신 구 용* · 정 채 균* · 이 상 윤** · 강 지 원*** · 이 동 일§
(Koo-Yong Shin · Chae-Kyun Jung · Sang-Yun Lee · Ji-Won Kang · Dong-Il Lee)

Abstract - This paper describes the conductor temperature and tensile load analysis of invar by flame exposure on STACIR(Super Thermal-resistance Aluminium-alloy Conductors Reinforced) overhead transmission line based on real fault phenomena. Firstly, short-circuit fault by flame exposure is analysed by EMTP/ATP simulation, then the cutting causes of Al layer are also discussed. And then, the conductor temperature is calculated based on IEC 60949 according to 3 kinds of materials including invar, Al conductor and ACSR when same load current respectively flows in 3 kinds of material, they are compared each other. Finally, the tensile load tests are performed with various samples including new invar, used invar for a long time and invar exposed flame.

Key Words : STACIR, Flame exposure, Overhead transmission line, Tensile load, Invar

1. 서 론

초내열 인바심 알루미늄 합금연선(STACIR)은 Zn층이 도포된 인바 강심과 알루미늄 연선으로 구성된 가공송전선으로 인바 강심은 주로 선로에 영향을 미치는 다양한 하중을 견딜 수 있도록 설계되어 있고 도체전류는 알루미늄 연선을 통해 흐르게 된다. 그러나 STACIR 가공송전선이 화염에 직접 노출되어 알루미늄 연선이 소손된 경우에는 국부적으로 인바 강심이 전류를 통전시키는 전류 역할을 하게 되며, 이 경우 상대적으로 알루미늄 연선에 비해 저항률이 높은 인바 강심에서는 고온이 발생할 가능성이 높아진다. 실제로 최근 국내에서는 STACIR 가공송전선로 주변에서 화재 발생시 화염에 의해 하단상 및 중간상 사이에 선간단락이 발생하고 하단상의 알루미늄 연선 부가 용융된 상태에서 강송을 실시하여 송전선로가 단선되는 사례가 발생하였다[1].

따라서 본 논문에서는 최근에 발생되었던 화염 노출에 의한 STACIR 전선의 단선 고장을 바탕으로 STACIR 전선 인바 강심의 온도특성을 다양하게 분석하였으며, 실제 화염에 노출된 인바 강심 시료의 기계적 인장하중 시험을 통해

고온 노출시 인장하중의 변화를 분석하였다. 이를 위해 EMTP/ATP 시뮬레이션을 통해 화염노출에 의한 선간단락 고장을 분석하였으며 STACIR 330 mm² 알루미늄 연선 부의 파단 현상, 알루미늄 도체와 인바 강심에 각각 동일한 부하 전류가 흐를 때 시간 변화에 따른 도체 온도 상승정도를 상호 비교 하였다. 여기서, 도체 온도 상승 계산은 IEC 60949[2]의 계산식 및 계산 조건을 적용하였으며, 다양한 도체 특성에서의 상호비교를 위해 일반 ACSR 전선 강심의 온도 특성에도 상호 비교 하였다. 마지막으로 신전선 인바 강심과 자연경련 전선, 화염노출 인바 강심의 기계적 인장하중 비교를 통해 자연경련과 화염노출에 의한 인바 강심의 인장력 감소 정도를 분석하였다.

2. 화염노출 송전선로 고장분석

최근 국내에서는 154 kV STACIR 송전선로 주변에 발생한 화재로 인해 하단상(C상)과 중간상(A상)이 화염에 직접 노출되면서 선간단락 고장이 발생하여 차단기가 트립 되었고, 화재 진압 후 강송과 동시에 송전선이 단선되는 사례가 발생하였다. 따라서 본 논문에서는 먼저 EMTP/ATP 시뮬레이션을 통해 화염노출에 의한 선간단락 고장시 발생하는 고장 특성에 대해 분석하였다. 그림 1은 화염노출에 의한 선간단락 고장시 고장전류의 파형이다. 그림에서처럼 고장전류의 크기는 6.7 kA로 이는 실제 고장시 Fault Recorder의 기록과 일치한다. 이를 바탕으로 화염 노출이 아닌 완전 선간단락 고장시 고장전류를 계산하면 24.2 kA로 화염 노출시 고장전류는 완전 선간단락시 고장전류의 27 %에 해당하는 것을 알 수 있으며, 화염에 의해 73 %의 공기절연이 파괴된 것으로 예측할 수 있다.

* 정 회 원 : 한전 전력연구원 연구원 · 공박
** 정 회 원 : 한전 전력연구원 연구원
*** 정 회 원 : 한전 전력연구원 책임연구원 · 공박
§ 정 회 원 : 한전 전력연구원 수석연구원 · 공박
† 교신저자, 정회원 : 한전 전력연구원 선임연구원
E-mail : kyshin@kepri.re.kr

접수일자 : 2009년 8월 11일

최종완료 : 2009년 9월 7일

※ 본 논문은 본 학회 2009년 하계학술대회 학술위원회에서 우수논문으로 선정되어 편집위원회 심사 후 본 논문에 게재 되었음.

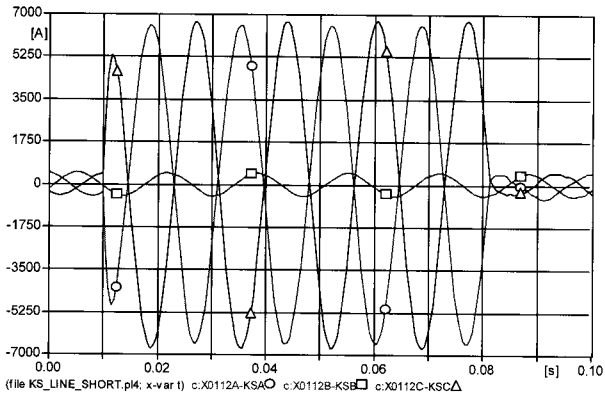


그림 1 화염노출에 의한 선간단락 고장시 도체 전류
 Fig. 1 Fault current in case of short-circuit fault by flame exposure

그림 2는 최초 화재로 인해 하단상(C상)의 알루미늄 연선 부가 용융되어 도체전류가 인바 강심으로 흐르면서 상간에 발생하는 불평형에 의해 N상 전류가 증가하는 현상을 나타내었다. 이는 타 상 부하에는 487 A의 부하전류가 정상적으로 흐르고 있을 때의 경우로 N상 전류는 321 A로 계산되었다. 이 때 C상 전류는 그림 3에서처럼 70 A이다. 즉, 최초 487 A의 부하전류는 저항률이 높은 인바 강심에 의해서만 지탱하고 있는 C상에서 70 A까지 저하되면서 각 상간에 불평형이 심화된 것으로 판단된다.

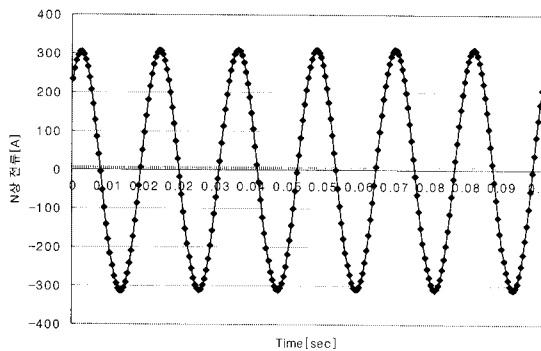


그림 2 N상 전류 크기
 Fig. 2 Magnitude of N-phase current

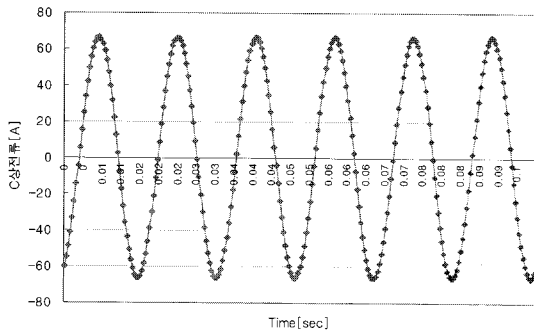
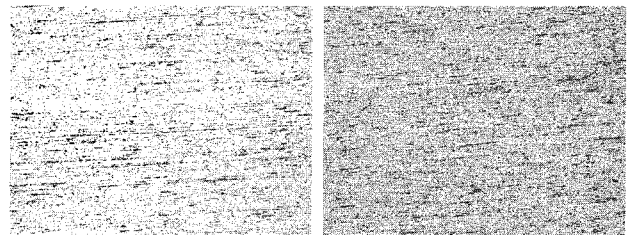


그림 3 C상 전류 크기
 Fig. 3 Magnitude of C-phase current

3. STACIR 송전선의 특성

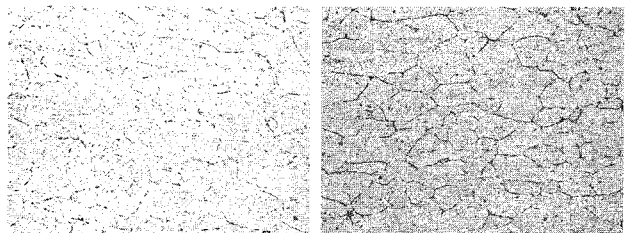
3.1 알루미늄 연선부 특성

STACIR 전선은 알루미늄과 인바 강심으로 구성된 초내열 알루미늄 합금연선으로 본 질에서는 화염에 노출되었던 알루미늄 연선부의 특성을 분석하였다. 먼저 그림 4에서는 신재 알루미늄 연선의 외층과 내층의 고배율($\times 200$) 사진 분석 결과를 나타내었으며, 그림 5는 화염에 노출된 알루미늄 연선의 외층과 내층의 고배율($\times 200$) 분석 결과이다. 그림에서 처럼 신재 알루미늄 연선은 내·외층 모두 표면이 균일한 반면 화염에 노출된 알루미늄 연선은 표면이 갈라지는 현상이 나타났다. 그림 6에서처럼 화염에 직접 노출 되지 않았던 알루미늄 층에서도 경화되어 갈라지는 현상이 발견되었으며, 그림 7에서처럼 파단된 부분의 알루미늄 층 단면의 고배율 사진 분석 결과 인장하중에 의해 단선된 현상이 발견되었다. 참고로 알루미늄의 용융점 온도는 $620^{\circ}\text{C} \sim 650^{\circ}\text{C}$ 이다.



(a) Al 내층 (b) Al 외층

그림 4 신재 Al층 고배율($\times 200$) 분석 결과
 Fig. 4 High magnification($\times 200$) analysis results of new Al layer



(a) Al 내층 (b) Al 외층

그림 5 화염에 노출된 Al층 고배율($\times 200$) 분석 결과
 Fig. 5 High magnification($\times 200$) analysis results of Al layer exposed by flame

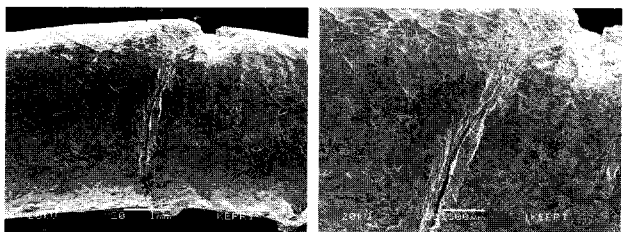


그림 6 화염에 직접 노출되지 않은 Al층 단면 고배율 사진
 Fig. 6 High magnification($\times 200$) photography of Al layer which isn't directly exposed by flame

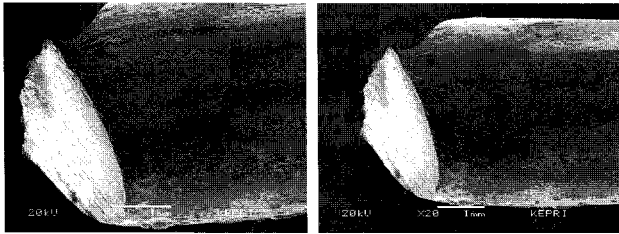


그림 7 화염에 직접 노출된 Al층 단면 고배율 사진
 Fig. 7 High magnification(x 200) photography of Al layer which is directly exposed by flame

즉, 이 결과를 바탕으로 분석해 볼 때, 화염에 노출된 알루미늄 연선부는 화염의 직접 노출에 의한 용융현상과 경화 후 층이 갈라지는 현상, 이로 인한 인장력 약화 등의 복합적인 원인들이 작용하여 파단 되었을 것으로 판단된다.

3.2 인바층 특성

그림 8과 표 1에서는 인바 경계층의 성분 분석결과를 나타내었다. 표 1에서처럼 신재 인바 경계층에는 아연도금 되어있는 것을 확인할 수 있으며, 그 비율은 97.84 % 이다. 또한 그림 9와 표 2에서처럼 인바 모재에 대한 성분 분석결과 Fe(60.9 %), Ni(38 %)이 주성분인 것으로 분석되었다.

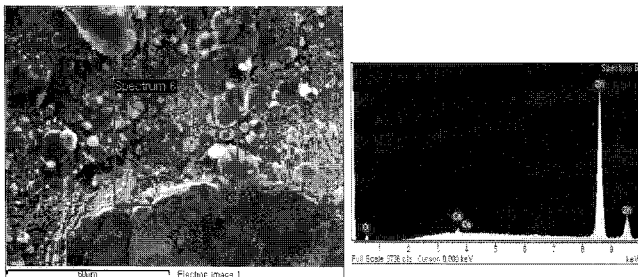


그림 8 신재 인바 경계층의 EDS 분석 결과
 Fig. 8 EDS analysis results of new invar boundary layer

표 1 신재 인바 경계층의 성분분석 결과
 Table 1 Component analysis results of new invar boundary layer

Element	O	Ca	Zn	Total
Weight %	1.61	0.55	97.84	100

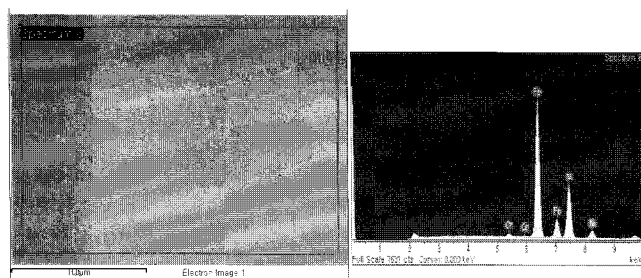


그림 9 신재 인바 모재의 EDS 분석 결과
 Fig. 9 EDS analysis results of new invar

표 2 신재 인바 모재의 성분분석 결과
 Table 2 Component analysis results of new invar

Element	Cr	Fe	Ni	Total
Weight %	0.82	60.96	38.22	100

다음으로 화염에 노출된 인바 강심에 대한 성분 분석을 실시하였다. 그림 10은 화염 노출된 인바 강심의 시료이다. 그림에서처럼 시료 외관에는 하얗게 이물질이 묻어 있는 흔적이 발견되었으며, 각각 크게 매끄러운 층(Case 1), 울퉁불퉁한 층(Case 2), 검게 그을린 층(Case 3)으로 구분된다. 따라서 본 논문에서는 3종류의 층으로 나누어 각각의 성분 분석을 하였으며, 그림 11은 매끄러운 층(Case 1)에 대한 EDS 분석 결과를 보여준다. 또한 울퉁불퉁한 층(Case 2)과 검게 그을린 층(Case 3)의 EDS 분석 결과는 각각 그림 12와 그림 13과 같다.

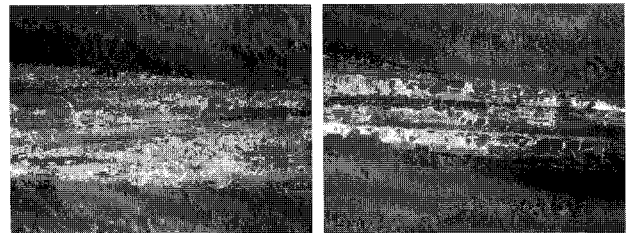


그림 10 화염에 노출된 인바 강심 시료
 Fig. 10 Sample of invar exposed by flame

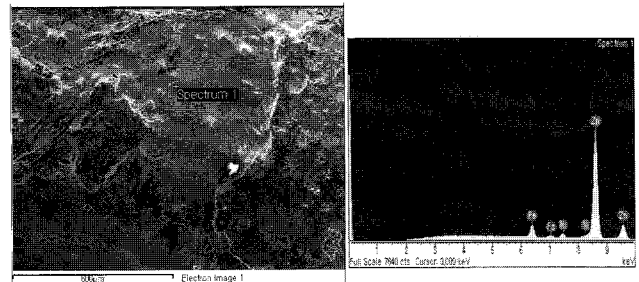


그림 11 Invar EDS 분석 결과(Case 1)
 Fig. 11 EDS analysis result of invar(Case 1)

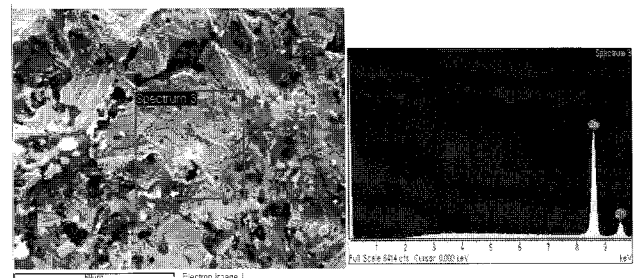


그림 12 Invar EDS 분석 결과(Case 2)
 Fig. 12 EDS analysis result of invar(Case 2)

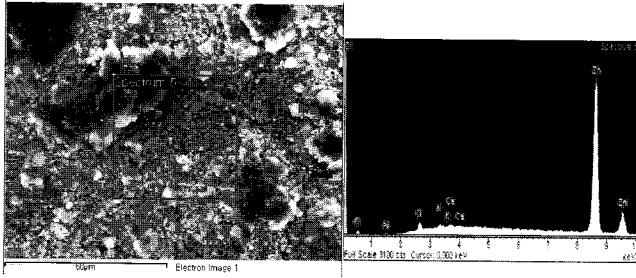


그림 13 Invar EDS 분석 결과(Case 3)
Fig. 13 EDS analysis result of invar(Case 3)

표 3 화염에 노출된 인바의 성분 분석 결과(Case 1)
Table 3 Component analysis results of invar exposed by flame(Case 1)

Element	Fe	Ni	Zn	Total
Weight %	4.08	1.56	94.35	100

표 4 화염에 노출된 인바의 성분 분석 결과(Case 3)
Table 4 Component analysis results of invar exposed by flame(Case 3)

Element	O	Al	Cl	K	Ca	Zn	Total
Weight %	1.62	0.2	1.0	0.32	0.35	96.51	100

그림 11에서처럼 매끄러운 층(Case 1)의 성분에서는 Zn 외에 Fe(4%), Ni(1.5%)가 검출되었으며 상세 항목은 표 3과 같다. 그러나 그림 12에서처럼 울퉁불퉁한 층(Case 2)에서는 Fe와 Ni가 검출되지 않았다. 또한 그림 13은 이물질 없이 단순히 검게 그을린 부분(Case 3)에서의 성분을 분석한 결과이며, 여기에서도 Fe, Ni는 검출되지 않았다. Case 3의 상세 분석결과는 표 4와 같다. 이의 결과를 종합하면, Case 2와 Case 3는 화염으로 직접적인 영향을 받은 부분은 아니나, 외관이 매끄러운 층인 Case 1에서 인바 모재 성분인 Fe와 Ni가 검출된 것으로 미루어 볼 때 화염으로 인해 인바의 아연도금층이 용융된 것으로 판단되며, 이의 결과를 통해 화염이 인바층까지 직접 영향을 미쳤다는 것을 입증할 수 있다.

4. STACIR 송전선의 온도 특성

본 논문에서는 IEC 60949(Calculation of thermally permissible short-circuit currents, taking into account non-adiabatic heating effects)[2]에 의해 STACIR 전선의 알루미늄 도체 및 Invar 강심, ACSR 전선 강심을 대상으로 부하전류 지속시간에 따른 도체 온도 상승정도를 분석하였다. 식 (1)은 도체 최종온도 계산식이며, 도체 온도 상승 계산을 위한 각 도체 재질 별 계산조건은 표 5와 같다.

표 5에서처럼 부하전류는 일정하게 470 A로 하였으며, 20℃ 도체 전기저항율은 알루미늄이 가장 낮고, Invar 강심의 저항율은 $8.2 \times 10^{-7} \Omega \cdot m$ 로 알루미늄에 비해 약 29배가 높다.

표 5에서 K는 IEC 60949[2]에 제시된 값이며, β 와 온도계수, 도체 전기저항율은 IEC 60287[3]에서 참조하였다. 한편, Invar의 비열과 밀도는 각각 $460 J/kg \cdot ^\circ C$ 와 $8.0 g/cm^3$ 이다. 표 6에서는 'Fe : Ni = 63% : 36%'인 Invar의 전기적, 재료적 일반적 특성을 나타내었으며, 표에서처럼 용융점 온도는 $1,427^\circ C$ 이며, 온도계수는 0.0011이다. 참고로 알루미늄과 ACSR 강심의 온도계수는 각각 0.00403과 0.0045이다. 표 7은 STACIR 330 mm²의 일반적인 특성이다.

$$\theta_f = (\theta_i + \beta) e^{\frac{I^2 AD \cdot t}{K^2 S^2}} - \beta \quad (1)$$

여기서,

$$k = \sqrt{\frac{\sigma_c (\beta + 20)}{\rho_{20}}} \quad (2)$$

- k : 접지선 재질의 체적비열 [$J/^\circ C \cdot mm^3$]
- σ_c : $0^\circ C$ 에서 Temperature coefficient of resistance의 역수
- ρ_{20} : 20도에서 도체의 전기저항율 [$\Omega \cdot mm$]
- θ_f : 도체의 최종온도 [$^\circ C$]
- θ_i : 도체의 초기온도 [$^\circ C$]
- I_{AD} : 도체전류 [A]
- S : 도체단면적 [mm^2]
- t : 통전시간 [sec]

표 5 도체 재질별 계산 조건
Table 5 Calculation conditions by conductor materials

Material	($J/K \cdot m^3$)	(K)	k ($As^{1/2}/m^2$)	($\Omega \cdot m$)	[$^\circ C$]	S [mm^2]	t [sec]	I_{AD} [A]
Aluminium	2.5×10^6	228	148	2.8264×10^{-8}	40	326.8	69	487
ACSR 강심	3.8×10^6	202	78	13.8×10^{-8}	40	52.84	69	487
Invar	3.68×10^6	889	63.17	8.2×10^{-7}	40	52.84	69	487

표 6 인바 강심의 전기적, 재료적 특성
Table 6 Electrical and material general properties of invar

Material	Resistivity [$\Omega \cdot cm$]	Temperature Coefficient	Melting Point [$^\circ C$]	Material Components
Invar	0.0000820	0.0011	1,427	Fe 63%, Ni 36%
Values taken from MatWeb Material Property Data (Invar 36 general properties)				

식 (1)과 표 5 ~ 표 7의 데이터를 이용해 부하전류 지속시간에 따른 재질별 도체온도 상승결과는 표 8 ~ 표 9와 같다. 부하전류 지속시간은 10 sec ~ 120 sec이며, 부하전류의 크기는 487 A이다. 또한, 표 8은 도체의 초기온도가 $40^\circ C$ 인 조건이며, 표 9는 $0^\circ C$ 의 초기온도에서 계산한 결과이다.

표 7 초내열 인바심 알루미늄 합금 연선(STACIR) 330 mm² 특성

Table 7 Properties of STACIR 330 mm²

공칭 단면적 [mm ²]	연선구성 소선수/소선경 [가닥/mm]		계산단면적 [mm ²]		최소 인장 하중 [kgf]	외경[mm]	
	ST Al	Invar	ST Al	Invar		ST Al	Invar
330	26/4.0	7/3.10	326.8	52.84	10,000	25.30	9.30
	중량 [kg/km]	직류 저항 [Ω/km]	탄성계수[kgf/mm ²]		선팽창계수[1/°C×10 ⁻⁶]		
	1,330	0.0904	첼이 온도 미만	첼이 온도 이상	첼이 온도 미만	첼이 온도 이상	
			7,720	16,500	16.99	3.6	

표 8 도체온도 계산결과(도체 초기온도 : 40 °C)

Table 8 Calculation results of conductor temperature(Initial temperature : 40 °C)

Material	부하전류 지속시간[sec]에 따른 온도[°C]							
	10	20	30	40	50	60	100	120
Aluminium	40.27	40.54	40.82	41.09	41.36	41.63	42.72	43.3
ACSR 강심	76.08	117.53	165.16	219.89	282.79	355	769.16	1,080
Invar	255.05	519.89	846.04	1247.7	1742.3	2,351	6,563.9	10,413

표 9 도체온도 계산결과(도체 초기온도 : 0 °C)

Table 9 Calculation results of conductor temperature(Initial temperature : 0 °C)

Material	부하전류 지속시간[sec]에 따른 온도[°C]							
	10	20	30	40	50	60	100	120
Aluminium	0.23	0.46	0.69	0.92	1.15	1.38	2.32	2.78
ACSR 강심	30.11	64.71	104.4	150.1	202.6	262.9	608.6	868.3
Invar	205.79	459.23	771.3	1,155	1,629	2,211	6,243	9,927

표 7에서처럼 초기온도 40 °C 조건에서, 알루미늄은 120 sec 지속 후 3.03 °C 상승하는 반면, ACSR 강심은 약 14배 인 1,080 °C, Invar 강심은 10,000 °C를 초과하게 된다. 초기 온도 0 °C 조건에서도 알루미늄은 2.78 °C 상승하는 반면, ACSR 강심과 Invar는 120 sec 경과 후 868 °C와 9,927 °C로 급격한 온도 상승을 보였다.

그림 14 ~ 그림 16은 재질별 부하전류 지속시간에 따른 도체온도 변화 곡선이며, 그림 17에서는 각 재질별로 비교하여 나타내었다. 그림에서처럼 알루미늄은 온도상승의 변화가 거의 없는 반면, 인바에서는 온도가 급격하게 상승하여, 45 sec ~ 47 sec가 경과하면 표 6에 제시한 용융점 온도인 1,427 °C를 초과하게 된다. 이는 인바의 작은 도체 단면적과 높은 저항률 때문에 나타나는 현상으로 사료된다. 또한 그림 18에서처럼 온도가 상승과 비례하여 인바의 저항률도 지속적으로 상승한다.

Aluminium

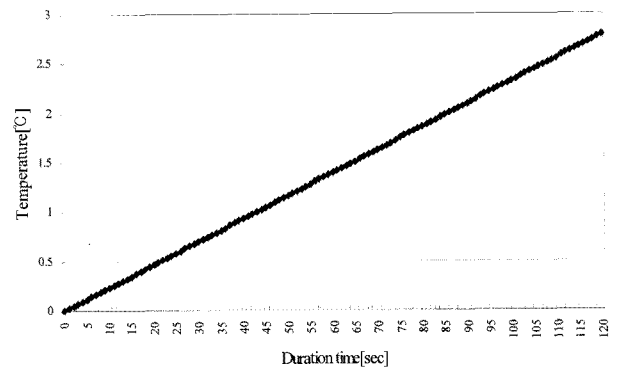


그림 14 부하전류 지속시간에 따른 도체 온도 변화(Al)

Fig. 14 Change of conductor temperature according to duration time of load current(Al)

Steel

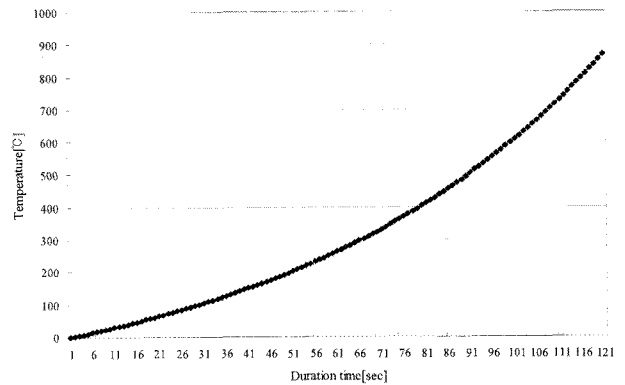


그림 15 부하전류 지속시간에 따른 도체 온도 변화(ACSR)

Fig. 15 Change of conductor temperature according to duration time of load current(ACSR)

Invar

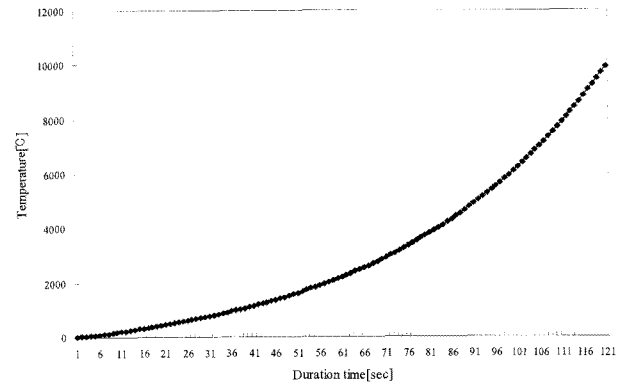


그림 16 부하전류 지속시간에 따른 도체 온도 변화(인바)

Fig. 16 Change of conductor temperature according to duration time of load current(Invar)

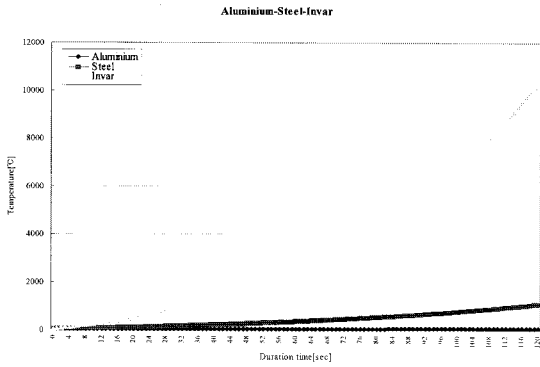


그림 17 부하전류 지속시간에 따른 재질별 도체온도 변화 비교

Fig. 17 Comparison of conductor temperature according to duration time of load current in 3 kinds of materials

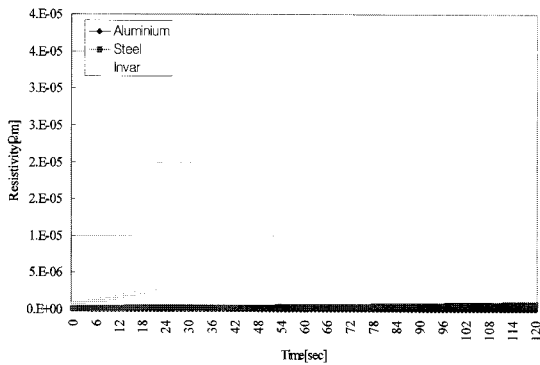


그림 18 부하전류 지속시간에 따른 재질별 도체저항률 변화 비교

Fig. 18 Comparison of conductor resistivity according to duration time of load current in 3 kinds of materials

5. STACIR 송전선의 기계적 인장하중 분석

4절에서 언급한 STACIR 전선 온도 특성 분석 결과에서처럼, 인바 강심은 부하전류 지속시간이 증가하면서 온도가 급격히 상승하며, 이 경우 STACIR 전선 인바의 인장력 또한 약화되면서 전선이 단선될 가능성이 있을 것으로 판단된다[4-6]. 따라서 본 논문에서는 각각 신전선과 자연경련, 그림 10의 화염노출에 대한 시료에 대해 기계적 인장하중 시험을 실시하였다. 표 10에서는 각 시료에 대한 특성을 나타내었으며, 자연경련은 전로 가압 후 12년이 경과한 시료이다. 인장하중 시험을 위해 각 시료를 50 cm 간격으로 절단한 후 인바 강심의 소선별 인장강도를 측정하여 평균값으로 환산하였으며, 인바 강심의 소선 수는 7 가닥이다.

표 10 기계적 인장하중 시험을 위한 시료

Table 10 Samples for tensile load test

시료	시료 상태	시료길이
시료 1	신전선	1 m
시료 2	자연경련	2 m
시료 3	화염노출	1.5 m

그림 19에서는 시료 1 ~ 시료 3에서 7 가닥의 소선별 인장하중을 비교하여 나타내었다. 그림에서처럼 신전선(시료 1)과 자연경련(시료 2)은 인장하중의 차이가 크지 않으나, 화염노출 전선(시료 3)에서는 다른 시료에 비해 인장강도가 저하되는 것을 알 수 있다. 또한 인바 소선에 대한 한전의 설계기준치는 830.34 kgf(110 kgf/mm²)로, 시료 3에서는 설계기준치 이하의 값을 보였다.

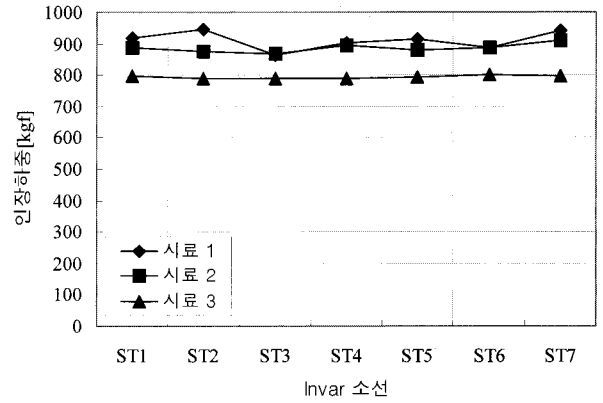


그림 19 시료별 인장하중 시험 결과

Fig. 19 Results of tensile load test according to materials

표 11 기계적 인장하중 시험 결과

Table 11 Results of tensile load test

시료	평균 인장하중	
	kgf	백분율[%](설계기준 대비)
시료 1	907.4	109.28
시료 2	902.1	108.64
시료 3	792.9	95.49

표 11은 시료별 평균 인장하중을 나타낸 것으로 시료 2는 신전선에 비해 인장하중이 0.64 % 감소하였으나, 설계기준치를 초과하였고, 시료 3은 평균 792.9 kgf 로 설계기준치 이하로 나타났으며, 시료 1에 비해서도 13.79 %의 인장하중이 감소하였다. 아울러 시료 3의 경우는 화염 노출된 인바 강심을 자연 냉각한 후 측정된 인장강도이나, 4 절의 분석에서처럼 급격히 온도가 상승하는 시점에서의 인장강도는 더욱 급격하게 감소하였을 것으로 판단된다.

6. 결 론

본 논문에서는 STACIR 송전선로 주변 화재 발생시 송전선로 운전조건을 고려한 부하전류 지속시간에 따른 STACIR 330 mm 인바 강심의 온도 특성과 기계적 인장하중을 분석하였다. 본 논문의 연구 결과를 요약하면 다음과 같다.

1) 송전선로의 화염노출에 의한 선간 단락고장에 대한 분석결과 고장전류의 크기는 6.7 kA로 Fault Recorder의 기록과 일치하였으며, 이는 완전 선간단락 고장시 고장전류와 비교할 때 27 %에 해당하는 전류로 화염에 의해 약 75 %의 공기절연이 파괴된 것을 알 수 있다.

2) 저항률이 높은 인바 강심으로 전류 통전시 부하전류는 급격히 저감되어 각 상간에 불평형이 심화된다.

3) 화염에 노출된 알루미늄 연선부는 화염의 직접 노출에 의한 용융현상과 경화 후 층이 갈라지는 현상, 이로 인한 인장력 약화 등의 복합적인 원인들이 작용하여 파단 되었다.

4) STACIR 도체와 Invar 강심, ACSR 강심에 대한 온도 특성 분석 결과 AI도체에서는 온도상승이 거의 없는 반면, Invar 강심은 가압 후(부하전류 : 470 A) 45 sec ~ 47 sec 가 지난 시점에서 용융점 온도인 1,427 °C를 초과하였으며, 도체 저항률도 온도상승에 비례하여 증가하였다.

5) Invar 강심의 인장강도 분석에서 화염노출 시료는 신전선이나 자연경련에 비해 인장강도가 감소하였으며, 평균 인장강도는 792.9 kgf로 설계기준치 이하의 하중을 보였고, 신전선에 비해 13.79 %의 하중이 감소하였다.

6) 따라서, STACIR 전선의 Invar로 도체 전류가 흐를 경우 단시간 내에 도체의 온도가 급격히 상승되어 선로가 용융될 가능성이 있을 뿐 아니라 인장하중의 감소로 도체가 단선되는 등 선로에 치명적인 영향을 미칠 것으로 판단된다.

참 고 문 헌

- [1] 신구용, 정채균, 강지원, 이상윤, 이동일, "STACIR 전선 INVAR 강심의 온도 특성 분석", 대한전기학회 고전압 및 방전응용기술연구회 춘계학술대회 논문집, 2009. 5
- [2] IEC 60949, "Calculation of thermally permissible short-circuit currents, taking into account non-adiabatic heating effects"
- [3] IEC 60287, "Electric cables-calculation of current rating", Edition 2.0, 2006. 12
- [4] KEPRI, "STACIR/AW 인바강선의 가연열화 특성 및 경년열화 특성연구(최종보고서)", 2004. 12
- [5] 산업자원부, "송전설비의 산불영향 및 선로 운영방안 수립연구(1차년도 진도보고서)", 2006. 10
- [6] KEPRI, "STACIR/AW 인바강선의 가연열화 특성 및 경년열화 특성연구(최종보고서)", 2004. 12
- [7] 기초전력연구원, "산불화재에 의한 전력선 섬락사고 기초연구(최종보고서)", 2001. 9

저 자 소 개



신 구 용 (申 玖 容)

1967년 7월 8일 생. 1991년 동아대 공대 전기공학과 졸업. 1993년 경남대 대학원 전기공학과 졸업(석사). 1988년 한국전력공사 입사. 1993년~현재 한전 전력연구원 송배전연구소 선임연구원.

Tel : (042) 865-5853

E-mail : kyshin@kepri.re.kr



정 채 균 (鄭 彩 均)

1973년 7월 14일 생. 1999년 원광대 공대 전기공학과 졸업. 2002년 동 대학원 전기공학과 졸업(석사). 2006년 동 대학원 전기공학과 졸업(공박). 2006년~2007년 독일 University of Siegen Post-doc 연구원. 2007년~현재 한전 전력연구원 송배전연구소 연구원.

Tel : (042) 865-5927

E-mail : chekyun@kepri.re.kr

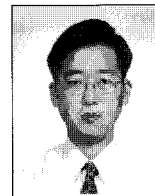


이 상 윤 (李 相 潤)

1979년 1월 24일생. 2004년 부산대 물리학과 졸업. 2006년 서울대 대학원 물리학과 졸업(석사). 현재 한전 전력연구원 송배전연구소 연구원.

Tel : (042) 865-5859

E-mail : jljpl@kepco.co.kr



강 지 원 (姜 地 原)

1965년 1월 6일생. 1987년 한양대 공대 전기공학과 졸업. 1993년 동 대학원 전기공학과 졸업(석사). 2003년 동 대학원 전기공학과 졸업(공박). 1993년 ~ 현재 한전 전력연구원 송배전연구소 책임연구원.

Tel : (042) 865-5920

E-mail : jwkwang@kepri.re.kr



이 동 일 (李 東 一)

1996년 한양대 대학원 전기공학과 졸업(공박). 2002년~현재 CIGRE SC B2(Overhead Transmission) 한국대표. 1984년~현재 KIEE 중신회원 및 평의원. 2007년~현재 IEEE Member. 1984~현재 한전 전력연구원 송배전연구소 처장(수석연구원)

Tel : (042) 865-5850

E-mail : dilee@kepri.re.kr