

송전케이블 삼상단락 실증시험을 통한 전자력 대책방안 연구

논 문

58-12-7

The Study on Countermeasures of Electromagnetic Force by Three Phase Short-Circuit Test of Underground Transmission Cable

강 지 원[†] · 박 흥 석^{*} · 윤 중 건^{**} · 김 양 상^{***} · 홍 동 석[§] · 장 우 석^{§§}
(Ji-Won Kang · Hung-Sok Park · Jong-Keon Yoon · Yang-Sang Kim ·
Dong-Suk Hong · Woo-Seog Chang)

Abstract - Even though underground transmission cable is an essential transmission method to supply stable power for downtown and population center, the interaction of electromagnetic force by fault current is very large comparing to overhead transmission line due to restricted installation space such as tunnel, and close consideration is required for it. This paper presents countermeasures to reduce and release the effect of electromagnetic force with rope binding and installation of spacer and describes its efficacy through three phase short-circuit test, which will be utilized as basic materials for improvement and development of cleat, hanger, etc. to reduce and release effect of electromagnetic force in the future.

Key Words : Cleat, Oil-Filled Cable, Short-Circuit Electromagnetic Force, Slider, Three Phase Short-Circuit Fault,

1. 서 론

최근 도심지의 인구집중현상과 함께 전력수요의 밀도가 급격히 높아짐에 따라 송전선로 건설의 필요성이 증대되고 있으며, 지중케이블 시스템의 확장과 더불어 노후되고 복잡한 시설케이블의 고장발생 우려를 증가시키고 있으나 국내 송전급 케이블에 대한 연구는 지락 및 단락고장전류에 대한 변전소 근단의 고장전류 분류를 검토 수준으로 고장전류 현상에 대한 명확한 해석 및 검토 등은 미약한 실정이다[1].

일반적으로 지중송전계통의 고장은 필연적으로 대전류 현상을 수반하는 경우가 대부분이며, 단락 고장의 경우 고장전류의 크기도 크지만 고장전류 발생에 따른 전자력을 동반하게 되어 케이블 및 접속함, 각종 금구류에 전기적, 기계적인 스트레스를 야기할 수 있으며, 심각한 경우 2차사고로 파급될 수도 있으나[2-3], 현재 지중케이블 포설 및 시공을 위한 단계에서 전자력에 대한 구체적인 검토 없이 기존의 설계방식을 답습하여 설계하는 경우가 대부분이다[4]. 일부 해외의 경우 단락전자력 관련시험이 시행된 바는 있으나 대부분 배전급 케이블과 클리트의 성능을 확인하기 위한 시험에 초점이 맞춰져 있었으며 송전급 케이블에 대한 실증시험 및 대

책방안 연구는 본 논문에서 처음으로 시도되었다.

따라서 본 논문에서는 지중송전계통의 다양한 포설환경 및 고장종류에 따른 전자력 해석 및 케이블간의 단락전자력 영향 최소화를 위한 방안을 모색하기 위하여 154kV 송전급 OF케이블에 대해 삼상단락 실증시험을 시행하였고, 이론적인 계산식을 이용한 전자력 해석과 실증시험을 통한 단락전자력 발생에 따른 전기적 영향 분석 결과를 바탕으로 전자력 영향 저감을 위한 대책방안을 제시하고자 한다.

2. 1차 실증시험 개요 및 결과 분석

2.1 송전케이블 3상 단락시험(1차)

2.1.1 전자력 해석 및 국내 사고사례

일반적으로 케이블 상호간에 작용하는 전자력의 계산에 적용되는 방법으로는 프로그램(Maxwell 2D)을 이용하는 방법 외에 평행한 두 도체에 흐르는 전류에 의해 상호 작용하는 힘을 이용하여 기하학적 배치에 따라 합성하는 방법의 계산식을 적용한 경우가 가장 낮은 오차율을 나타내었으며[5], 본 논문에서도 두 차례의 실증시험후 발생된 케이블의 변형상태를 상기 방법 1을 이용한 계산 결과값과 비교·검토하였다.

한편, 국내 154kV A T/L(OF 케이블, 1200mm)의 경우 2006년 3상 단락사고가 발생하였으며 그 결과 다음 그림 1에서 보듯이 전자력에 의해 삼각배열 구간의 경우 케이블 각상이 반발하여 벌어진 현상이 발생하였으며(a), 수평배열 구간의 경우 케이블간 반발에 의해 클리트 이탈현상이 발생하였을 뿐만 아니라(b), 오프셋 구간에서도 케이블 변형(늘어남)이 발생함으로써(c) 이에 대한 대책마련이 시급한 현실이다.

* 정 회 원 : 한전 전력연구원 연구원
** 정 회 원 : 한전 송변전건설처 송전건설팀 차장
*** 정 회 원 : 한전 송변전운영처 송전운영팀 차장
§ 정 회 원 : 대한전선 기술연구소 주임연구원
§§ 정 회 원 : 대한전선 시스템엔지니어링팀 팀장
† 교신저자, 정회원 : 한전 전력연구원 책임연구원 · 공방
E-mail : jwkang@kepri.re.kr
접수일자 : 2009년 9월 4일
최종완료 : 2009년 11월 19일



(a) 삼각배열 변형 (b) 슬라이드 이탈(수평) (c) 오프셋 변형

그림 1 해당선로의 외형 상태

Fig. 1 Real Line occurred three phase short-circuit fault

2.1.2 시험조건 및 선로 설치

전력구내 케이블의 단락전자력 영향을 최소화하기 위한 방안을 모색하기 위하여 154kV OF케이블 3상 단락 실증시험을 창원 한국전기연구원(KERI)에서 2차례 실시하였으며, 시험은 3상 단락전자력에 의한 케이블 및 접속함의 영향을 분석하기 위하여 현장 포설조건과 동일하게 시공한 상태에서 일부구간에 단락전자력 대책방안을 적용한 상태에서 시험을 실시함으로써 그 효과를 검증하고자 하였다.

그림 2는 1차 3상 단락시험 선로구성을 나타내고 있으며, 케이블 본선 구간은 총 20[m]의 모의 전력구 안에 수평배열 수평스네이크 한 피치, 삼각배열 수평스네이크 한 피치, 오프셋과 절연접속함을 설치하였으며, 1.5[m] 간격의 행거에 고정하였다. 단락전류 인가는 EBG측에서 3상 common을 잡고 EBA측에서 단락발전기를 통하여 3상 단락전류를 인가하는 방식으로 시험이 진행되었으며, 단락전류의 크기 및 투입 시간은 한전의 차단기 용량 및 차단시간 규격을 고려하여 50[kA_rms](125[kA_Peak]), 4Cycle로 정하여 시행하였다.

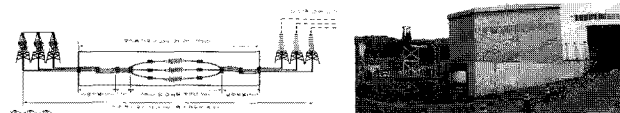


그림 2 삼상단락 실증시험선로 개요도(1차)

Fig. 2 Test yard system for three phase short-circuit

2.1.3 모니터링 장비 설치

케이블 삼상단락시험에서 전자력에 의한 케이블의 거동현상을 기록하기 위해서 시험선로 각 구간마다 고속 카메라 및 캠코더를 설치하여 모니터링 하였다(그림 3).

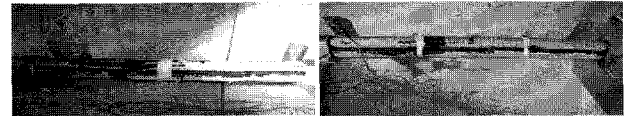


그림 3 모니터링 장비 설치

Fig. 3 Installation of monitoring system

2.1.4 삼각배열 구간의 단락전자력 대책방안

삼각배열 구간의 단락전자력 영향을 저감하기 위한 대책방안으로 1차 시험시는 일부구간에 PP로프를 결속하였다[6]. 즉, 그림 4에 표기한 것과 같이 1, 2구간은 기설방식과 같은 조건으로 포설을 하였고, 3, 4구간은 단락전자력 대책방안의 일환으로 로프를 결속하여 비교하였다.



(a) 로프 8회 결속(3구간) (b) 로프 4회 결속(4구간)

그림 4 삼각배열 구간 로프 결속 사진

Fig. 4 Rope binding on trefoil section

한편, 본 시험의 로프 적용에 있어서 단락전자력의 계산은 아래 식으로 계산하였으며[6], 계산된 단락전자력 값을 적용하여 계산된 로프의 결속거리에 따른 결속권수는 아래와 같으며, 그림 4에 결속 사진을 나타내었다.

$$F = 2.04 \times 10^{-6} \times K \times \frac{I_m^2}{S} \quad (1)$$

여기서, F : 단락 전자력[kg/m]

I_m : 단락전류 파고치[A]

S : 케이블 중심 폭 거리[cm]

k : 계수(0.866)

- 50cm당 로프 결속권수(안전률 1.5 적용)
= {(단락전자력×안전률)/로프의 과단장력}× 로프결속 거리
= {(2,735[kg/m]×1.5)/660[kg]}×0.5[m] ≃ 4[회]
- 75cm당 로프 결속권수(안전률 2.5 적용)
= {(단락전자력×안전률)/로프의 과단장력}× 로프결속 거리
= {(2,735[kg/m]×2.5)/660[kg]}×0.75[m] ≃ 8[회]

2.1.5 수평배열 구간의 단락전자력 대책방안

수평배열 구간의 경우 삼상 단락사고가 발생한 국내 A T/L에서 알 수 있듯이(그림 1, (b)) 케이블이 단상 이동슬라이드를 벗어나서 이탈하는 현상이 발생하였는데, 이는 심각한 경우 타선로에의 영향 등 2차사고로 과급되어질 수 있으므로 이를 방지하기 위하여 케이블의 단상 고정클리트 사이에 단상 이동슬라이드를 설치하였으며 단상 이동슬라이드 부분을 단상 고정클리트의 형태로 하고 좌우 이동은 가능하게 하였다(이하 단상 고정/이동 슬라이더로 명명). 그림 5에 설치위치 및 설치사진을 나타내었다.

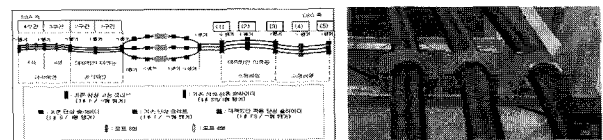


그림 5 단상 고정/이동 슬라이더 설치 위치 및 사진

Fig. 5 Installation of single phase fixing/moving slide

2.2 실증시험 결과 분석

그림 6에 한국전기연구원으로부터 획득한 1차 삼상단락시험시 인가 시험전류(B상에 125[kA_Peak] 인가) 데이터를 이용하여 삼각배열구간과 수평배열 구간 시험시의 전류조건에 따른 포설구간별 단락전자력 제적을 나타내었다.

그림 6에서 알 수 있듯이 삼각배열의 경우 최대 단락전류가 인가된 B상에서 33,769[N/m]의 가장 큰 전자력이 발생하였으며, 수평배열의 경우 삼각배열 구간과는 달리 최대 단락전류가 인가된 B상에서 가장 큰 전자력이 발생하지 않고 A상에서 -14,2506[N/m]의 가장 큰 전자력이 발생하였음을 알 수 있다.

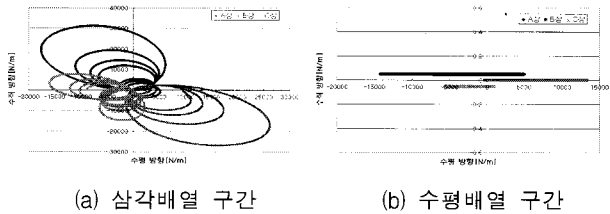


그림 6 케이블 삼상단락 시의 포설구간별 전자력 제적
Fig. 6 Electromagnetic force trace according to installation section

2.2.1 삼각배열 구간 결과 분석

삼각배열 구간은 그림 4에 표기한 것과 같이 전자력 대책 방안으로 로프를 결속한 경우(3, 4구간)와 기존방식의 경우(1, 2구간) 대해 비교하였으며, 그림 7, 표 1에 구간별 케이블의 시험결과 사진 및 변위 측정결과를 나타내었다.

그림 7과 표 1에서 알 수 있듯이 대책방안을 적용하지 않은 1, 2구간의 경우 케이블 변형이 확연히 발생하였으나(최대 97[mm]), 대체방안으로 로프결속한 제 3, 4구간은 1, 2구간에 비해 아주 양호한 케이블 변형상태를 나타내었다. 삼각배열 제 4구간에 대해서 케이블 거동현상을 확인하기 위하여 촬영한 시간별 고속카메라 영상결과를 그림 8에 나타내었다.

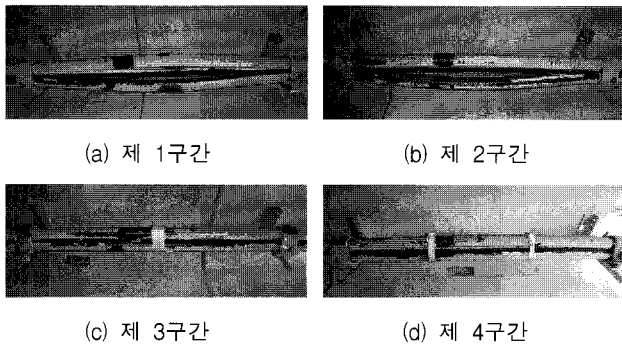


그림 7 실증시험 후 삼각배열 구간 사진
Fig. 7 Picture of trefoil section after real test

표 1 삼각배열 구간 시험 후 변위측정 결과

Table 1 Displacement measurements after real test(trefoil section)

상-상 \ 구간	1구간	2구간	3구간	4구간
A-B	86[mm]	97[mm]	4[mm]	16[mm]
B-C	53[mm]	63[mm]	2[mm]	3[mm]
C-A	38[mm]	59[mm]	1[mm]	2[mm]

그림 8에서 알 수 있듯이 단락전류 피크치가 발생한 1/2 Cycle 지점에서 로프의 장력을 초과하는 힘이 발생하여 가장 큰 변위가 발생하였으며 그 이후로는 일정한 간격으로 진동하는 형태를 보이다가 시험 종료 후에는 케이블에 어느 정도의 변형이 발생한 상태로 멈추는 것을 알 수 있다.

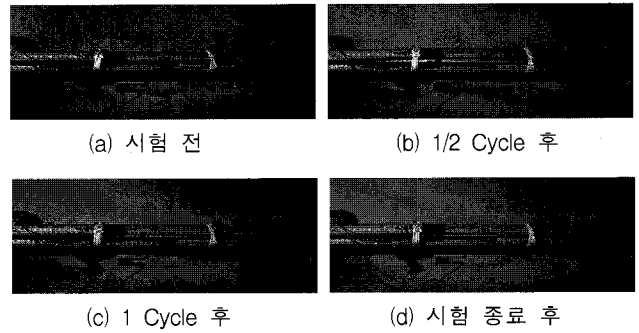


그림 8 삼각배열 4번 구간의 시간별 고속카메라 영상
Fig. 8 High speed camera image on trefoil 4 section

2.2.2 수평배열 구간 결과 분석

수평배열 구간의 고속카메라로 촬영한 케이블 거동과 단상 고정클리트 및 이동슬라이더의 시험 전/후 이동량 측정결과를 그림 9 및 표 2에 나타내었다.

그림 9에서 알 수 있듯이 삼상단락전류 인가로 인한 전자력 발생 시 C상과 A상은 벽쪽으로 이동이 발생하였고 B상은 벽 반대쪽으로 이동이 발생함을 알 수 있으며, B상의 단상 이동슬라이더가 거의 탈락 될 정도로 움직였으나 슬라이더로부터 이탈현상은 발생하지 않았음을 확인할 수 있다.

한편 표 2의 최종 변위 측정 결과에서도 알 수 있듯이 수평배열 구간 모든 단상 고정 클리트 및 단상 이동슬라이더 부분이 시험 전에 비하여 이동이 되었으며, C상과 A상은 벽쪽으로 이동이 발생하였고 B상은 벽 반대쪽으로 이동이 발생하였다. 이러한 결과는 그림 6에서 계산된 수평배열 구간의 전자력 제적과 거의 일치하는 경향을 나타냄을 알 수 있다.

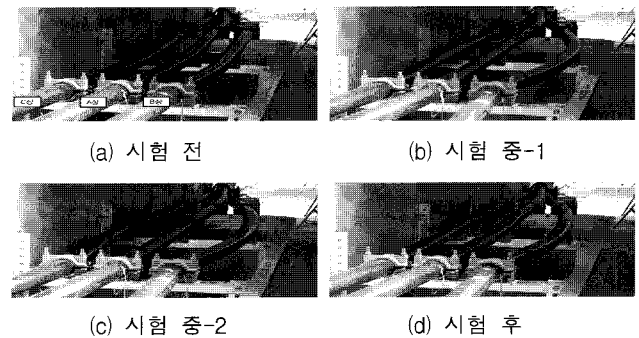


그림 9 수평배열 구간의 시간별 사진
Fig. 9 High speed camera image on flat section

표 2 수평배열 구간 시험 전/후 각 상별 벽-클리트 중심 간 거리

Table 2 Comparison of wall-cleat center distance(flat section)

No.	상	A상[mm]		B상[mm]		C상[mm]	
		시험전	시험후	시험전	시험후	시험전	시험후
1(고정 슬라이더)		479	468	699	705	247	243
2(이동 슬라이더)		556	521	779	843	333	259
3(고정 슬라이더)		473	461	693	684	248	243
4(고정/이동 슬라이더)		455	425	666	725	215	187
5(고정 슬라이더)		481	474	704	710	261	255

3. 2차 실증시험 개요 및 결과 분석

3.1 송전케이블 3상 단락시험(2차)

3.1.1 시험조건 및 선로 설치

그림 10에 2차 단락 실증시험선로의 구성 개요도를 나타내었다. 단락전자력 대책방안을 제외하고 시험 케이블 선종 및 단락고장의 종류, 고장전류 크기 및 투입시간은 1차 시험시와 동일한 조건으로 시험을 실시하였다.

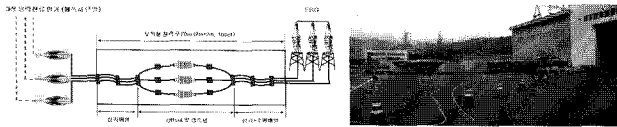


그림 10 삼상단락 실증시험선로 개요도(2차)
Fig. 10 Test yard system for three phase short-circuit

3.1.2 삼각배열 구간의 단락전자력 대책방안

2차 삼상단락 시험에서는 삼각배열 구간에 1차 시험 때의 로프결속 외에 상간 스페이서를 이용하여 케이블 상간 거리를 이격시킴으로써 단락전자력 영향을 저감시키기 위한 방법을 적용하였다.

상간 스페이서 적용시 케이블 상간 거리 이격에 따른 케이블간 상호임피던스의 변화로 시스순환전류는 일부 상승하나 와전류손실율이 줄어들면서 전체적인 시스 손실율이 줄어들어 허용전류는 일부 상승하는 것으로 알려져 있으며[8], 이러한 상간 스페이서에 대해 케이블 이격거리 변화에 따른 단락전자력 저감특성을 검토한 결과를 표 3에 나타내었다.

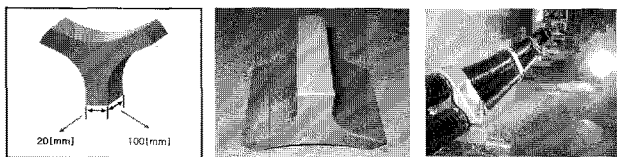


그림 11 적용 상간 스페이서 및 설치사진
Fig. 11 Space installation

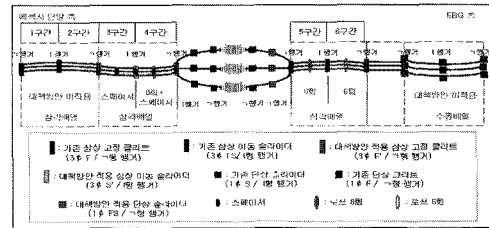
표 3 Case별 단락전자력 저감효과 비교 (단락전류 피크 : 125kA)

Table 3 Comparison of electromagnetic force reducing effect

상간 이격거리	전종	154kV OF 1200[mm ²]	감소율[%]
기준방식		30,328[N/m]	-
5[mm]		28,924[N/m]	4.6
10[mm]		27,644[N/m]	8.8
15[mm]		26,472[N/m]	12.7
20[mm]		25,396[N/m]	16.3

표 3에서 알 수 있듯이 단락전자력은 케이블 상간 이격거리에 비례하여 줄어드는 것으로 검토되었으며 상간 이격거리 20[mm] 기준 최대 16.3[%]의 저감효과를 나타냄을 알 수 있다. 따라서 2차 시험에서는 삼각배열 구간에 대해 로프결속과 더불어 현장 설치의 용이성 및 설치 공간을 고려

하여 20[mm] 두께의 상간 스페이서와 클리트를 제작하여 시험선로에 적용하였으며, 그림 11에 금번 실험에 적용한 MC 나일론 재질의 상간 스페이서, 설치사진을 나타내었다.



(a) 상간 스페이서 설치위치



(b) 상간 스페이서+로프 8회 결속 (c) 로프만 8회 결속

그림 12 삼각배열 구간 상간 스페이서, 로프 결속 위치 및 사진

Fig. 12 Installation of space and rope(trefoil section)

상간 스페이서는 그림 12에서와 같이 접속함을 기준으로 에폭시측 삼각배열 반피치 구간의 클리트 및 선로 중간에 설치하였으며, 반피치구간 중 1.5[m] 구간은 중간에 상간 스페이서와 더불어 8회의 로프를 결속하였고(4구간), 나머지 1.5[m] 구간은 상간 스페이서만 설치를 하였다(3구간). 또한 접속함을 기준으로 EBG측 삼각배열 반피치 구간은 1차 시험에서 효과를 확인한 8회의 로프결속과(5구간) 더불어 최적의 로프결속회수를 결정하기 위해 75[cm] 지점에 안전율 1.8을 적용하여 6회의 로프를 결속하였다(6구간).

3.1.3 오프셋 구간의 단락전자력 대책방안

오프셋 구간의 단상슬라이더 부분의 케이블이 1차 케이블 삼상단락 시험시 수직방향으로의 변형이 발생하여 금번 2차 시험시에는 이를 방지하고자 1차 케이블 삼상단락 시험시 수평배열 구간에 적용하였던 단상 고정클리트의 형태로 좌우 이동은 가능하게 변경한 단상 고정/이동 슬라이더를 접속함을 기준으로 EBG측에 설치를 하였고 에폭시 단말측은 기존의 단상 이동슬라이더를 적용하여 그 결과를 비교하였으며, 그림 13에 설치사진을 나타내었다.

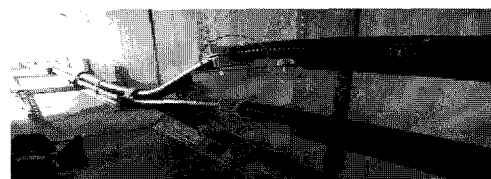


그림 13 오프셋 구간 대책방안 적용 단상 고정/이동 슬라이더
Fig. 13 Installation of single phase slide(off-set section)

3.2 실증시험 결과 분석

그림 14에 한국전기연구원으로부터 획득한 2차 삼상단락 실험시 인가 시험전류(A상에 151[kA_Peak] 인가) 데이터를 이용하여 삼각배열 구간과 수평배열 구간 시험시의 전류조건에 따른 포설구간별 단락전자력 궤적을 나타내었다.

그림 14에서 알 수 있듯이 삼각배열의 경우 최대 단락전류가 인가된 A상에서 40,644[N/m]의 가장 큰 전자력이 발생하였으며, 수평배열의 경우도 최대 단락전류가 인가된 A상에서 -13,947[N/m]의 가장 큰 전자력이 발생하였다.

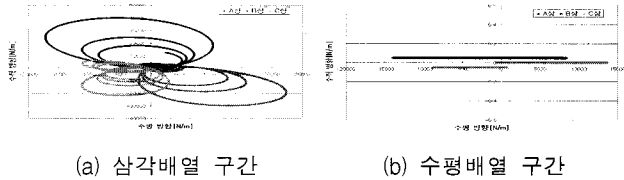


그림 14 케이블 삼상단락 시의 포설구간별 전자력 궤적
Fig. 14 Electromagnetic force trace according to installation section

3.2.1 삼각배열 구간 결과 분석

그림 15와 표 4에 2차 케이블 삼상단락 시험 후 삼각배열 구간의 실증시험 결과에 대해 기술하였다. 그림 15와 표 4에서 알 수 있듯이 대책방안을 적용하지 않은 1구간 및 2구간의 경우 1차 케이블 삼상단락 시험 시 보다 더 큰 단락전류가 인가된 관계로 1차 시험시보다 훨씬 더 큰 케이블 변형이 발생했음을 알 수 있다(최대 197[mm]).

한편, 전자력 저감 목적의 상간 스페이서를 적용한 3번 구간은 1번 구간보다는 심하지는 않았지만 상간 스페이서의 이격거리 20[mm]를 고려하더라도 대책방안을 적용하지 않은 2번 구간보다 더 큰 케이블 변형이 발생하였는데 이는 4번 구간에서 발생한 전자력에 따른 에너지가 상간 스페이서와 8회의 로프결속으로 인하여 4번 구간에서 해소되지 못하고 3번 구간으로 전달되어 영향을 미친 것으로 사료된다. 4번 구간의 경우 상간 스페이서의 이격거리를 고려하면 가장 양호한 케이블 변형상태를 나타내었다. 그림 16에 삼각배열 4번구간의 시간별 고속카메라 영상을 나타내었다.

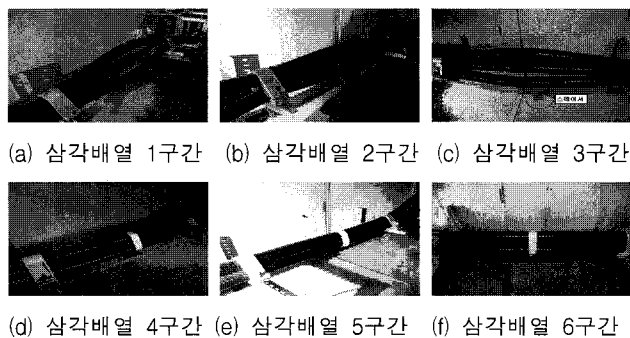


그림 15 삼각배열 구간 결과 사진
Fig. 15 Picture of trefoil section after real test

표 4 삼각배열 구간 시험 후 변위측정 결과

Table 4 Displacement measurements after real test(trefoil section)

상-상 \ 구간	1구간	2구간	3구간	4구간	5구간	6구간
A-B	197[mm]	106[mm]	150[mm]	30[mm]	15[mm]	23[mm]
B-C	75[mm]	55[mm]	80[mm]	20[mm]	10[mm]	11[mm]
C-A	127[mm]	80[mm]	120[mm]	21[mm]	12[mm]	13[mm]

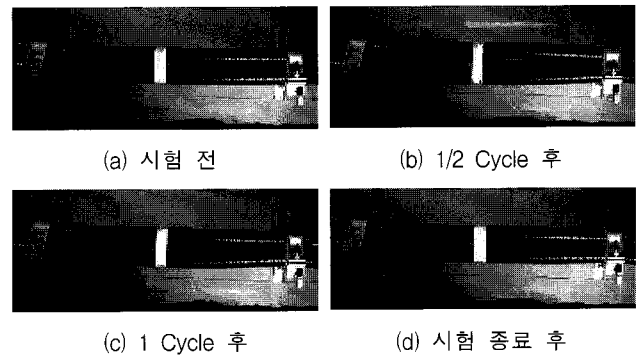


그림 16 삼각배열 4번 구간의 시간별 고속카메라 영상
Fig. 16 High speed camera image on trefoil 4 section

그림 16에서 알 수 있듯이, 1차 시험시 로프결속 구간과 비슷하게 단락전류 피크치가 발생한 1/2 Cycle 지점에서 로프의 장력을 초과하는 힘이 발생하여 가장 큰 변위가 발생하였으며 그 이후로는 일정한 간격으로 진동하는 형태를 보이다가 시험 종료 후에는 케이블에 어느 정도의 변형이 발생한 상태로 멈추었음을 알 수 있다.

3.2.2 오프셋 구간의 실증시험 결과

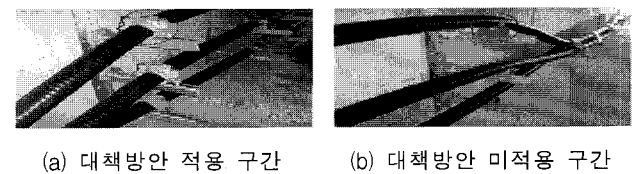


그림 17 오프셋구간의 시험 결과 사진
Fig. 17 Test result of off-set section

그림 17에서 알 수 있듯이 오프셋 구간의 경우 단상 고정/이동슬라이더를 적용한 구간에서는 수직방향으로의 이격현상은 없었고, 기존의 단상이동슬라이더를 적용한 구간은 1차 시험과 동일하게 수직방향으로의 이격이 발생함으로써 대책방안으로 적용한 단상 고정/이동 슬라이더의 효과를 입증하였다.

3.2.3 수평배열 구간의 실증시험 결과

그림 18과 표 5에 수평배열 구간의 고속카메라로 촬영한 케이블 거동과 이동슬라이더의 시험 전/후 이동량 측정결과를 나타내었다. 그림 18에서 알 수 있듯이 삼상단락전류 인가로 인한 전자력 발생 시 C상과 A상은 벽쪽으로 이동이 발생하였고 B상은 벽 반대쪽으로 이동이 발생함을 알 수 있으며, 대책방안(단상 고정/이동 슬라이더)이 적용되지 않은

B상의 단상 이동슬라이더가 탈락되는 모습을 확인할 수 있다. 또한 표 5의 최종 변위 측정 결과에서도 알 수 있듯이 수평배열 구간 모든 단상 고정 클리트 및 단상 이동슬라이더 부분이 시험 전에 비하여 이동이 되어 있었으며, C상과 A상은 벽쪽으로 이동이 발생하였고 B상은 벽 반대쪽으로 이동이 발생하였다. 이러한 결과는 그림 14에서 계산된 수평배열 구간의 전자력 제척과 거의 일치하는 경향을 나타낼 수 있다.

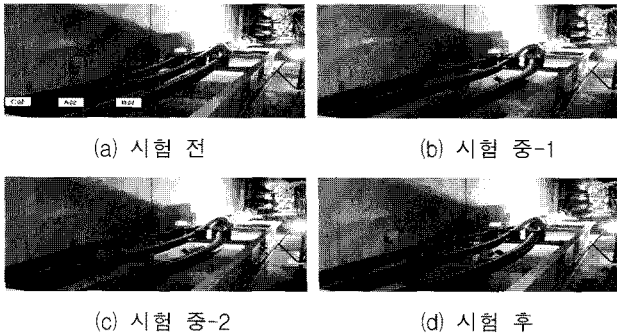


그림 18 수평배열 구간의 시간별 사진
 Fig. 18 High speed camera image on flat section

표 5 수평배열 구간 시험 전/후 각 상별 벽-클리트 중심 간 거리

Table 5 Comparison of wall-cleat center distance(flat section)

상 No.	C상[mm]		A상[mm]		B상[mm]	
	시험 전	시험 후	시험 전	시험 후	시험 전	시험 후
1(고정)	260	249	470	465	685	698
2(이동)	360	190	570	523	780	852
3(고정)	255	230	470	450	690	680

4. 결 론

본 논문에서는 2차례에 걸친 실증시험을 시행하여 송전케이블 단락고장에 따른 전자력의 영향 및 대책방안을 제안하였다. 본 논문의 결과를 요약하면 다음과 같다.

(1) 삼각배열 구간의 경우 대책방안을 적용하지 않은 구간의 경우 확인한 케이블의 변형이 발생한 반면에, 단락전자력의 영향을 저감하기 위해 대책방안을 적용한 경우 양호한 특성을 나타내었다.

- 클리트간 케이블에 로프결속한 경우 대책방안 미적용 구간에 비해 케이블 변형 측면에서 양호한 특성을 나타내었다.

- 상간 스페이서 및 로프결속을 동시에 적용하여 시험한 결과, 케이블 변형 측면에서 가장 양호한 특성을 나타냄으로써 삼각배열 구간의 전자력 저감방안 중 가장 우수한 것으로 검토되었다.

(2) 수평배열 및 오프셋 구간의 경우 케이블 탈락현상을 방지하기 위해 기존 단상 이동슬라이더 부분을 단상 고정클리트의 형태로 하고 좌우 이동은 가능하게 변경한 단상 고정/이동 슬라이더를 적용한 결과 좌우 이동범위가 단상 이동슬라이더에 비해 제약되는 관계로 많은 변형이 발생하지 않을 뿐만 아니라 케이블 이탈현상 또한 발생하지 않는 것으로 검토되었다.

이처럼 국내 최초 실증시험을 통해 송전케이블간 단락전자력 영향 최소화를 통한 케이블 안정성 유지 측면에서, 전력구내 송전케이블중 삼각배열구간에서는 현장 설치의 용이성 및 설치공간을 고려하여 20[mm] 두께의 상간 스페이서 및 로프결속을 동시에 적용하고, 수평배열구간에서는 단상 고정/이동 슬라이더를 적용하는 것이 가장 효과적인 방법임을 국내에서는 처음으로 제안하게 되었으며, 본 논문의 결과는 향후 전자력 영향 감소 및 해소를 위한 기본 자료로 활용 예정이다.

참 고 문 헌

- [1] “지중송전계통의 접지기술 정립에 관한 연구”, 한국전력공사 전력연구원 최종보고서, 1998.01
- [2] Charles A Damell, “Cable Cleat-A Global Technique to Protect Three-Phase Single Conductor Cables during Short-Circuits” IEEE Transmission on Power Delivery, pp.143-150, 2004
- [3] F. Donazzi, R. Gaspari, and et. al., “Research on the Performance of 400kV Extruded Cable System under Short Circuit Conditions”, CIGRE 1996: 21-205
- [4] 한국전력공사 송변전건설처, “지중송전 케이블시스템”, 2002. 12
- [5] 장태인, 박홍석, 강지원, 윤형희, 홍동석, “고장전류에 의한 154kV 지중케이블의 작용 전자력 해석”, 대한전기학회 추계학술대회 논문집, 2008. 11
- [6] 전기협동연구 제 61권 제 1호, “CV 케이블 선로에 대한 공사기술의 현상과 향후 전망
- [7] 한전 구매시방서, “154kV 알루미늄피복 유입케이블 및 부속제”, 2002.01
- [8] “변전소 근단고장시 고장전류에 의한 154kV 지중송전케이블 영향분석 및 방지대책”, 한국전력공사 전력연구원 최종보고서, 2009.07

저 자 소 개



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(공학박), 1993년 ~ 현재 한전 전력연구원 송배전연구소 책임연구원.
 Tel : (042)865-5920
 E-mail : jwkwang@kepri.re.kr



박 흥 석 (朴 興 錫)

1977년 11월 8일생, 2003년 충남대 공대
전기공학과 졸업, 2005년 동 대학원 전기
공학과 졸업(석사), 2008년 동 대학원 전
기공학과 박사 수료, 2004년 한전입사,
2008년~현재 한전 전력연구원 송배전연
구소 연구원

Tel : (042)865-5926

E-mail : parkhs@kepri.re.kr



윤 종 건 (尹 鍾 建)

1966년 6월 23일생, 1992년 부산대 공대
전기공학과 졸업, 1993 ~ 현재 한전 송
변전건설처 송전건설팀 지중건설 담당
차장

Tel : (02)3456-5141

E-mail : yjk4991@kepco.co.kr



김 양 상 (金 良 相)

1966년 7월 25일생, 1992년 중앙대 공대
전기공학과 졸업, 1992년 한전입사, 현재
한전 송변전운영처 송전운영팀 차장

Tel : (02)3456-4721

E-mail : yskim@kepco.co.kr



홍 동 석 (洪 東 奭)

1974년 1월 1일생, 2000년 원광대 공대
전기공학과 졸업, 2002년 동 대학원 전기
공학과 졸업(석사), 2007년 ~ 현재 대한
전선 기술연구소 주임연구원

Tel : (031)420-9533

E-mail : dshong@taihan.com



장 우 석 (張 祐 碩)

1964년 9월 15일생, 1986년 전남대 공대
전기공학과 졸업, 1987년 대한전선 입사,
현재 대한전선 시스템 엔지니어링팀 팀장

Tel : (02)316-9291

E-mail : wschang@taihan.com