

# Search Coil법의 EMTP 분석을 통한 HVDC 케이블 상세 고장지점 판정 정확도 개선

논 문
60-9-4

## Improvement of Detailed Fault Point Decision Using EMTP Analysis of Search Coil Method for HVDC Cables

정 채 균\* · 박 진 우\*\* · 양 병 모\*\*\* · 강 지 원§ · 이 종 범†  
(Chae-Kyun Jung · Jin-Woo Park · Byeong-Mo Yang · Ji-Won Kang · Jong-Beom Lee)

**Abstract** - In a previous paper, the EMTP modeling technique using search coil test is established through various transient analysis including system grounding condition and grounding resistance for HVDC submarine cables. It was also proved by comparison with real test results. Based on this EMTP modeling technique, in this paper, it will be applied for modeling of  $\pm 180\text{kV}$  real HVDC submarine system (Jeju~Haenam). This paper variously analyses the effects of fault resistance including the resistance between core and sheath, the resistance between sheath and amore and the resistance between amore and sea water through EMTP modeling of search coil method. The results can contribute to the accuracy of detailed fault point prediction of search coil test for HVDC submarine cables.

**Key Words** : EMTP, Fault location, Search coil, Submarine cable

### 1. 서 론

최근 전력계통이 장거리 대용량화 되면서 HVDC 송전방식에 대한 관심이 증대되고 있으며, 도서지역의 전력공급 뿐 아니라 주파수가 서로 다른 지역간의 계통연계 등을 위해 전 세계적으로 직류송전 방식을 채택하는 사례가 늘고 있다 [1]. 현재 국내에서는 제주~해남간에  $\pm 180\text{kV}$  HVDC 해저케이블이 1998년부터 운전중에 있으며, 진도-제주간 200MW 2회선 2단계 HVDC 해저케이블이 건설 중일 뿐 아니라, 육상 구간에 ACCC 전선을 이용한 가공선로와 DC XLPE케이블의 지중선로가 혼합된  $\pm 80\text{kV}$  송전선로가 제주 지역의 HVDC 실증단계에 2011년 7월 착공되었다[2-3].

특히, HVDC 해저케이블은 깊은 해저에 포설되는 특성상 조류 및 매우 높은 수압 등의 환경적인 영향이 많으며, 2000년과 2006년에 제주~해남간 해저케이블 구간에서 발생한 두 차례의 고장사태에서 경험했듯이 고장점 탐지 및 복구시간 장기화에 따른 광역정전으로 과도한 경제적 손실이 발생하기도 한다[4-6].

일반적으로 HVDC 해저케이블에 적용되는 고장점 탐지법은 머레이루프법, TDR(Time Domain Reflectometer)법, Search Coil법 등이 있다. 머레이루프법 및 TDR법은 주로

개략구간 탐지에 활용되며, 상세구간 탐지를 위해서는 Search Coil법이 사용된다.

Search Coil법은 수 [A]의 시험전류를 고장이 발생한 케이블에 주입한 후 케이블에서 발생하는 자계신호를 관측하여 상세 고장지점을 탐지하는 방법으로 육상에서 사용하는 일반 케이블과는 달리 도체-시스-아모어 층으로 구성된 해저케이블에서는 아모어를 통한 전류 귀로, 해수 접지 및 각 층간의 고장저항 등이 고장점 탐지에 큰 영향을 미치게 된다. 여기서, 해저케이블에 고장이 발생할 경우 아모어층의 단면적이 시스층보다 굵고, 저항률 또한 낮아 시스층보다 아모어층으로 귀로하는 고장전류가 크게 된다. 따라서, Search Coil법을 이용한 HVDC 해저케이블의 상세 고장점탐지를 위해서는 시스템의 과도특성 분석을 통해 아모어층의 영향 뿐 아니라 해수접지, 고장저항 등의 영향 등의 정밀한 검토가 선행되어야 한다.

따라서, 이전 논문에서는[7] KEPCO Power Testing Center내 해저케이블 실증시험장에서 실시한 Search Coil법 실증시험을 통해 아모어층의 접지 유무 및 접지저항의 영향, 접지간격에 따른 영향 등을 다양하게 분석함으로써 HVDC 해저케이블의 고장점탐지를 위한 EMTP 모델링 기법을 정립하였으며, 본 논문에서는 실증시험을 통해 검증된 EMTP 모델링 기법을 기반으로  $\pm 180\text{kV}$  제주~해남간 실계통 해저케이블을 모델링에 적용하여 Search Coil법을 이용한 HVDC 해저케이블의 고장점탐지 정확도 향상을 위한 고장점에서의 고장저항(도체와 시스사이의 저항, 시스와 아모어사이의 저항, 아모어와 해수사이의 저항)들이 고장점탐지 정확도에 미치는 영향에 대해 다양하게 분석하였다. 본 논문의 연구결과는 고장저항 및 시스-아모어층의 해수접지에 따라 Search Coil법시 나타나는 자계신호의 변곡점 구분을 통해, 향후 HVDC 해저케이블의 정확한 상세 고장지점 예측에 큰 기여를 할 것으로 기대된다.

\* 정 회 원 : 한전 전력연구원 연구원 · 공박  
\*\* 정 회 원 : 한전 전력연구원 연구원  
\*\*\* 정 회 원 : 한전 전력연구원 선임연구원  
§ 정 회 원 : 한전 전력연구원 책임연구원 · 공박  
† 교신저자, 펠로우회원 : 원광대 공대 전기정보통신공학부 교수 · 공박

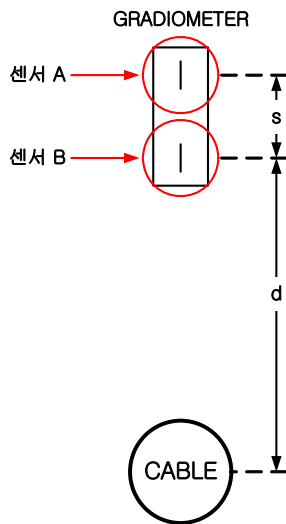
E-mail : ipower@wonkwang.ac.kr

접수일자 : 2011년 7월 12일

최종완료 : 2011년 8월 8일

## 2. Search Coil법을 이용한 고장점 탐지

Search Coil법을 이용한 고장점 탐지는 앙페르의 법칙에 의해 케이블에서 발생하는 자계를 검출하여 매설된 케이블의 고장점 위치, 매설심도, 케이블 전류 측정하는 시험이다. 국내에서는 Search Coil법 시험을 위해 자계를 검출하는 자계센서, DPU(신호처리장치), Testbox(센서 전원공급장치)로 구성된 Ultra #44 장비를 사용한다. 여기서 자계센서는 지자계를 측정할 수 있는 자기경도계(Gradiometer)와 3방향의 자계를 측정할 수 있는 3축 자계센서(3 axis Fluxgate)의 기능을 가진 결합센서로 구성되며, 측정된 데이터는 정확한 위치추정을 위해 GPS 수신기와 연동하게 된다[8]. Ultra #44는 그림 1의 자기경도계 원리를 이용하여 DC 자계와 전류를 측정한다. 따라서, 운전 중인 HVDC 해저케이블의 해상 포설경로 및 상시 모니터링도 가능하다. Search Coil의 자기경도계의 동작은 Ultra #44 센서 내부에 있는 자계센서의 조합으로 측정한다. 또한 Search Coil은 지자계의 영향을 최소화하기 위해 그림 1과 같은 방법으로 Search Coil 시스템의 1개 센서는 A, B 두 개의 센서로 구성되는데, A와 B에서 측정되는 지자계는 동일하며 케이블에서 발생하는 자계의 세기는 센서 A와 B에서 거리의 제곱에 반비례하는 형태로 측정된다. 따라서 자계센서에서 측정되는 자계경도는  $B_{cable}(d) - B_{cable}(d+s)$ 가 된다. 그림 2에서는 Search Coil법 시험시 모니터링 화면을 보여준다. 그림에서처럼 매설심도 및 3축의 자계측정량이 나타나며, 모니터링 화면에 굵은선으로 표시된 부분이 실제 포설되어 있는 케이블이다.



$B_{earth}$  = Vertical Magnetic Field Component Of Earth  
 $B_{cable}$  = Vertical Magnetic Field Component Due To Cable  
 GRADIOMETER OUTPUT =  $B_{earth}(d) + B_{cable}(d) - B_{earth}(d+s) - B_{cable}(d+s)$   
 but  $B_{earth}(d) = B_{earth}(d+s)$  so therefore  
 GRADIOMETER OUT =  $B_{cable}(d) - B_{cable}(d+s)$

그림 1 Search Coil의 자기경도계 측정원리  
 Fig. 1 Measuring principle of magnetic gradiometer of Search coil

## 3. HVDC 해저케이블 실계통 모델링

본 논문에서는 Search Coil법을 이용한 HVDC 해저케이블의 고장점탐지 정확도 향상을 위해 이전 논문[7]에서 검증된 EMTP 기반 HVDC 해저케이블 모델링 기법을 이용해 제주~해남간 실계통 해저케이블을 모델링 하였으며, 고장지향의 변화등 다양한 시험조건에서 EMTP 분석을 시행하였다. 제주~해남간 실계통 HVDC 해저케이블은 #1과 #2 Pole로 구성되며 해저 포설구간은 95km 이며 총 선로길이는 101km 이다. 또한 최고 수심은 135m 이며, 케이블 보호를 위해 콘크리트 매트리스, 강관 등이 사용되며, 해저 케이블의 방식층 보호를 위해 매 4km마다 금속시스를 해수를 통해 직접 접지하는 방식으로 운용되고 있다.

제주~해남간 HVDC 해저케이블은 CUMI 800 mm이며, 본 논문에서는 Search Coil법의 시험주파수와 동일한 17Hz에서 PI-등가회로를 이용해 선로정수를 계산하였다. 또한 선로정수 계산시 아모어층에 의한 해수귀로를 고려하였다. 금속시스와 아모어의 해수 접지저항 값은 참고문헌 [7]에 의해 0.1Ω으로 하였으며, 총 95km의 해수구간에서 금속시스는 매 4km마다, 아모어층은 매 0.25km 마다 접지를 시행하였고, 고장은 2006년 고장시와 동일한 해남변환소로부터 9.225km 지점에서 발생한 것으로 가정하였다. 모델링 조건에서 전류는 Search Coil 시험과 동일하게 도체+시스+아모어의 합성전류를 분석하였으며, 전원은 실증시험과 동일한 4A, 17Hz의 입력전원을 적용하였다. 합성전류 모델을 위해 EMTP의 TACS 소자 및 프로브를 이용하였으며, 계산 결과는 Matlab을 통해 거리별 합성전류 변화 그래프로 표현하였다.

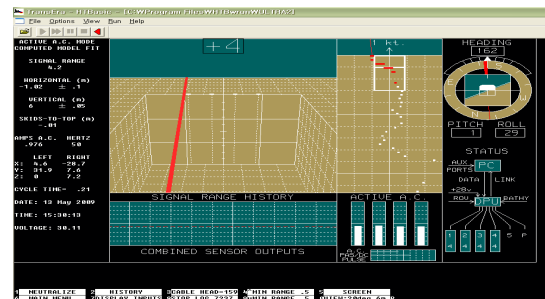


그림 2 Search Coil시험 모니터링 화면  
 Fig. 2 Operation view of Search coil test

## 4. Search Coil법의 실계통 EMTP 분석결과

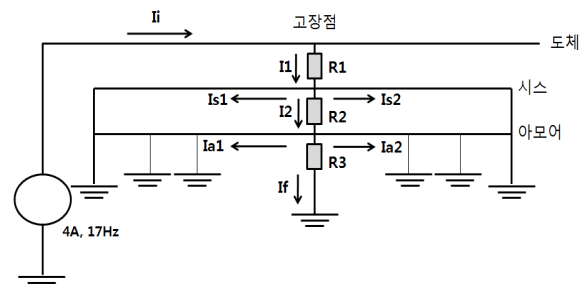
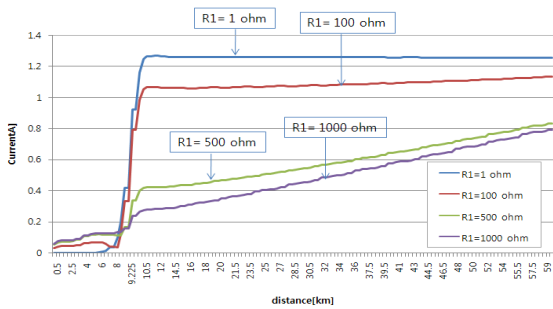


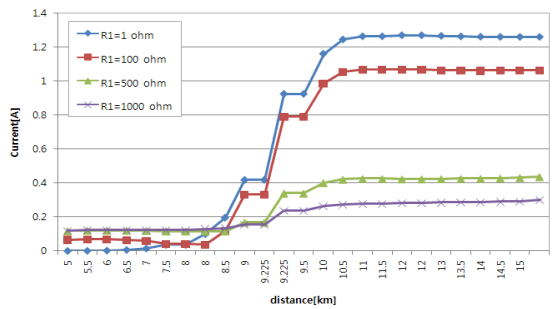
그림 3 HVDC 해저케이블 시험전류의 흐름도  
 Fig. 3 Test current flow at HVDC submarine cable

본 논문에서는 참고문헌[7]의 EMTF 모델링 기법을 바탕으로 총 공장 101km의 제주-해남간 ±180kV HVDC 케이블 계통을 모델링 하였으며, 고장점에서 고장저항을 변화시켜 고장저항에 따른 변화 특성을 다양하게 분석하였다.

그림 3에서는 HVDC 해저케이블에서 시험전류 주입시 전류의 흐름을 나타내었다. 그림에서처럼 주입전류, Ii(4A, 17Hz)가 주입되면 고장점에서 시스와 아모어로 전류가 분류되고 일부는 고장지점에서 해수로 귀로하는 특성을 보이며, 아모어는 해수와 항상 접지되어 있는 구조로 되어있다. 특히, 도체와 시스사이의 저항(R1), 시스와 아모어사이의 저항(R2), 아모어와 해수사이의 저항(R3)는 귀로하는 시험전류의 크기를 결정하는 중요 요소로 써칭 코일 시험을 통한 고장점 탐지의 가능성 여부를 판단할 수 있는 근거가 될 수 있을 것으로 판단된다. 따라서 각각 R1, R2, R3의 저항을 변화시켜, 저항 변화에 따른 Search Coil 시험법의 원리에 의한 전류 분포의 특성을 다양하게 분석하였다. 본 논문에서는 고저항 상태를 포함한 고장점 저항에 따른 전류 변화 특성 분석을 위해 R1, R2, R3를 각각 1Ω ~ 1,000Ω까지 변화시켜 다양하게 분석하였으며, 4A, 17Hz의 시험전류도 제주측과 해남측에서 각각 적용하였다.



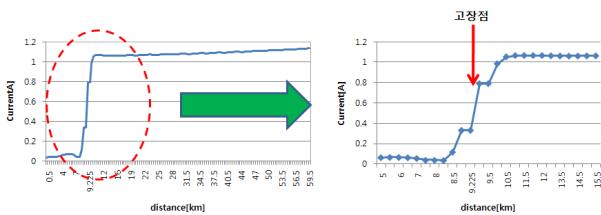
(a) R1 변화시 전류변화특성(전구간)



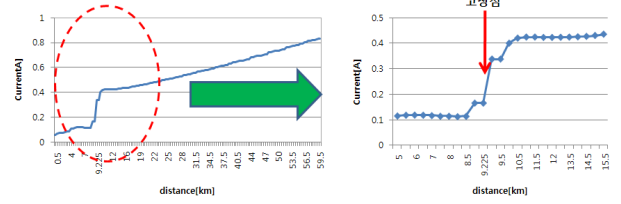
(b) R1 변화시 전류변화특성(고장구간)

그림 4 R1(1Ω ~ 1,000Ω) 변화시 전류 특성분석(전류주입-제주변환소)

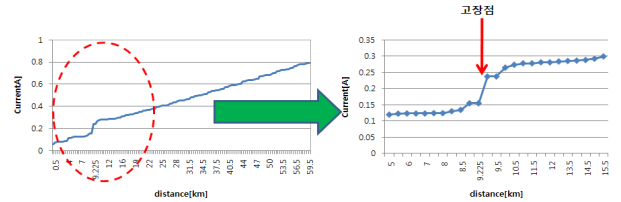
Fig. 4 Current analysis due to R1 of 1Ω to 1,000Ω (Source-Jeju C/S)



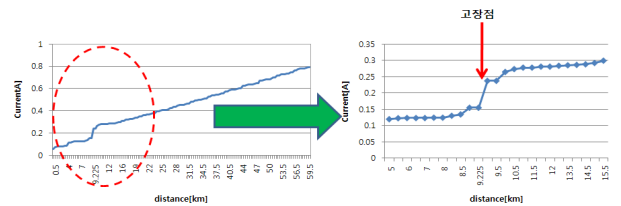
(a) R1 = 1Ω



(b) R1 = 100Ω



(c) R1 = 500Ω



(d) R1 = 1,000Ω

그림 5 각 R1 변화시 전류 특성분석(전류주입-제주변환소)  
Fig. 5 Current analysis due to each R1 change(Source-Jeju C/S)

그림 4(a)에서는 R2는 Short되고, R3가 해수접지 저항인 0.1Ω의 조건을 가질 때 R1을 1Ω ~ 1,000Ω까지 변화시킬 때 전류변화 특성을 나타내었으며, 그림 4(b)에서는 고장점 구간을 중심으로 좀 더 세분화하여 나타낸 것이다. 그림에서처럼 R1이 100Ω을 까지는 다른 구간에 비해 고장점에서 전류 변화 특성이 명확히 나타나며, 500Ω, 1,000Ω에서도 R1이 증가할 수 록 변이의 폭은 줄어으나 고장점에서의 변이특성은 나타나고 있다. 아울러 고장저항이 증가할 수 록 아모어층을 통해 해수로 귀로되는 전류가 증가하면서 전류가 변화하는 기울기가 커지고 있음을 알 수 있다. 그림 5에서는 명확한 구분을 위해 그림 4를 각각 개별적으로 나타내었다.

그림 6에서는 R1이 2,000Ω일 때의 경우를 예로 나타내었다. 그림에서처럼 저항이 높아지면서 고장점에서의 전류 변이특성이 일반 시스 접지점에 비해 큰 차이가 없어 고장점 구분이 어려움을 알 수 있다.

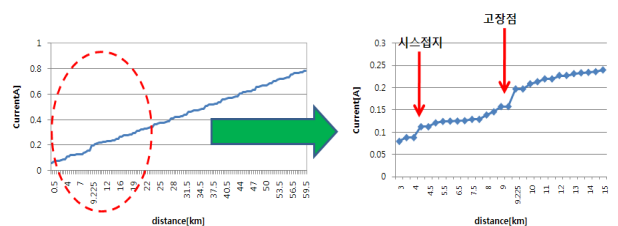
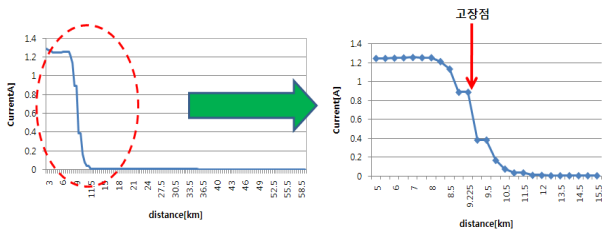
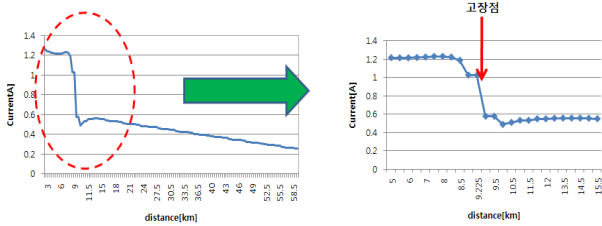


그림 6 R1이 2,000Ω시 전류 특성분석(전류주입-제주변환소)  
Fig. 6 Current analysis in case of R1 of 2,000Ω(Source-Jeju C/S)

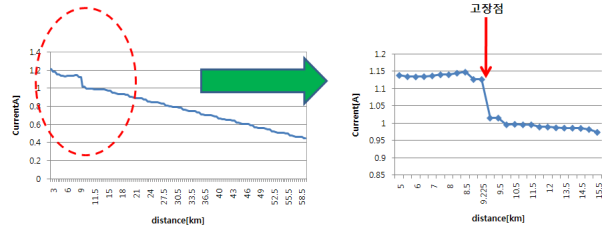
다음으로 동일 조건에서 해남측에서 시험전류를 주입한 경우는 그림 7에서 나타내었다. 그림에서처럼 R1의 크기에 따라 변화하는 주요 특성은 제주측에서 전류를 주입한 경우와 동일하다. 즉, R1 변화시 R1이 작을수록 고장점 탐지가 용이하나, R2가 일정 저항 값 이상을 보이면 고장점 탐지가 어려워진다.



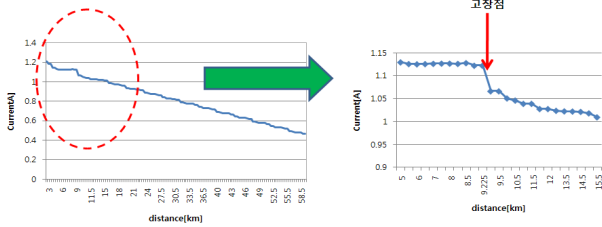
(a) R1 = 1Ω



(b) R1 = 100Ω



(c) R1 = 500Ω



(d) R1 = 1,000Ω

그림 7 각 R1 변화시 전류 특성분석(전류주입-해남변환소)  
Fig. 7 Current analysis due to each R1 change(Source-Haenam C/S)

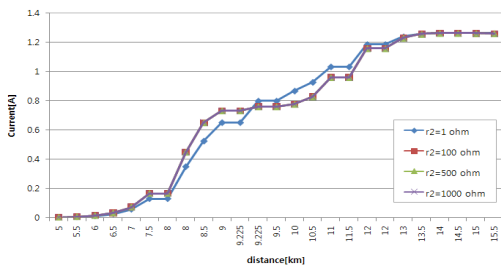
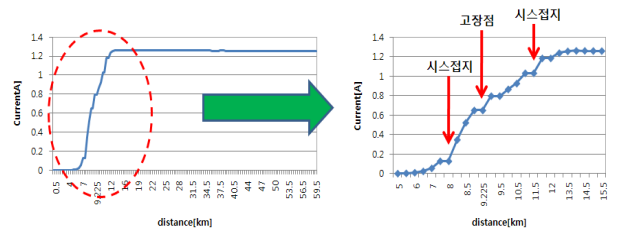


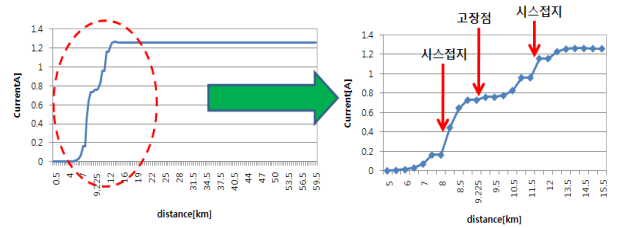
그림 8 R2(1Ω ~ 1,000Ω) 변화시 전류 특성분석(전류주입-제주변환소)

Fig. 8 Current analysis due to R2 of 1Ω to 1,000Ω (Source-Jeju C/S)

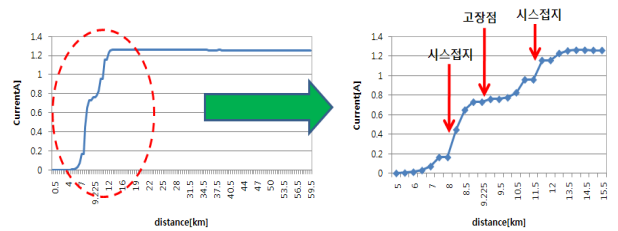
다음으로 도체와 시스사이의 R1은 Short되고, R3가 해수 접지 저항인 0.1Ω의 조건을 가질 때 R2를 1Ω ~ 1,000Ω까지 변화시켜 전류변화 특성을 분석하였다.



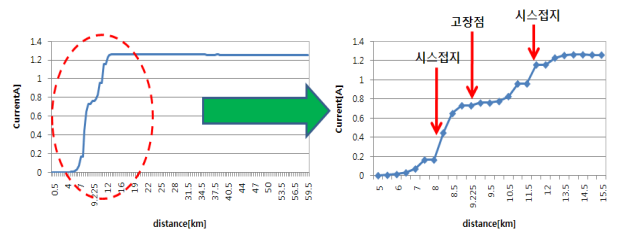
(a) R2 = 1Ω



(b) R2 = 100Ω



(c) R2 = 500Ω



(d) R2 = 1,000Ω

그림 9 각 R2 변화시 전류 특성분석(전류주입-제주변환소)  
Fig. 9 Current analysis due to each R2 change(Source-Jeju C/S)

그림 8에서는 R2를 1Ω ~ 1,000Ω까지 변화시킬 때 전류 변화 특성을 나타내었으며, 그림 9에서는 고장점 구간을 중심으로 좀 더 세분화하였다. 그림에서처럼 R2 변화시에는 고장 저항크기에 따른 차이는 크지 않으나, 고장점에서 전류의 변이를 관측하기가 어려우며 고장점을 중심으로 전단과 후단의 시스 접지점 사이에서 전류 변이가 크게 나타나는 것을 볼 수 있다. 이는 R2에 저항이 존재하면 저항의 크기에 관계없이 전류는 시스를 통해 귀로하게 되고 역방향의 유도전류와 귀로전류가 합성되면서 고장점 후단(제주 측)의 첫 번 시스접지점까지 귀로하면서 상대적으로 쉐딩 코일이 관측하는 합성전류는 작아져 변이가 발생하는 것으로 사료된다. 반면 고장점에서는 도체의 시험전류와 귀로전류가 상

쇄되어 상대적으로 시스와 아모어를 통해 순환하는 전류크기에 의한 변화가 크지 않아 변이가 발생하지 않는다. 따라서, R2에 저항이 존재할 경우에는 고장점 전단과 후단 시스 접지점 사이의 변이를 통해 구간 예측은 가능하나 버닝 등의 조치가 없는 한 정확한 고장점을 찾기에는 한계가 있을 것으로 사료된다.

다음으로 동일 조건에서 해남측에서 시험전류를 주입한 경우는 그림 10에서 나타내었다. 그림에서처럼 R2의 크기에 따라 변화하는 주요 특성은 제주측에서 전류를 주입한 경우와 동일하다. 즉, R2 변화시 R2 저항에 따른 차이는 크지 않으나 고장점에서 전류의 변이가 없는 대신 고장점을 중심으로 전단과 후단의 시스 접지점 사이에서 전류 변이가 크게 나타난다. 다시 말해 R2에 저항이 존재하면 구간 예측은 가능하나 정확한 고장점을 탐지하기에는 한계가 있을 것으로 판단된다.

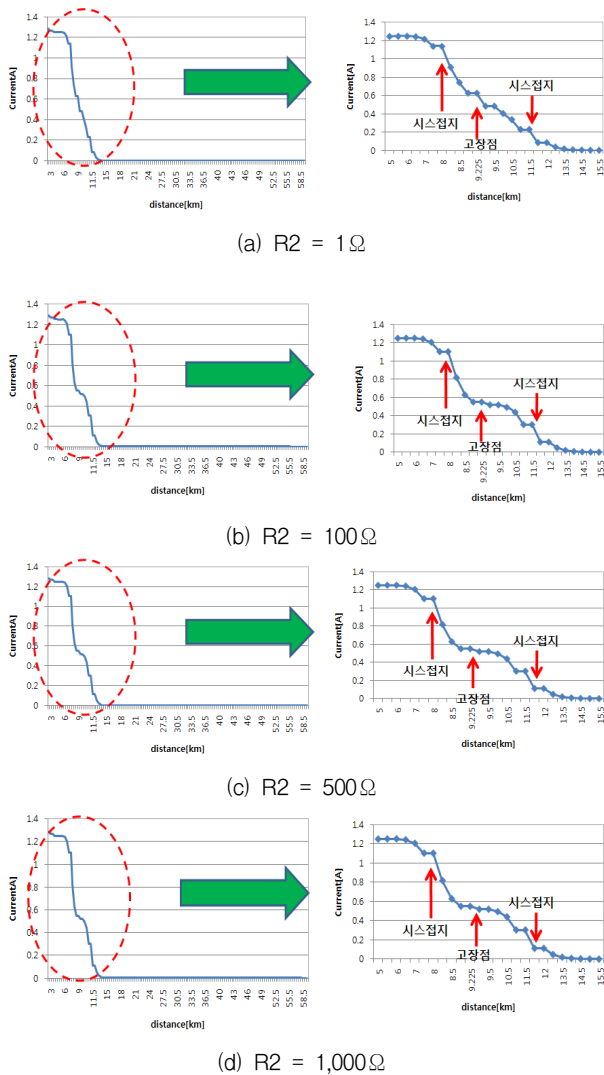


그림 10 각 R2 변화시 전류 특성분석(전류주입-해남변환소)  
Fig. 10 Current analysis due to each R2 change(Source-Haenam C/S)

다음으로 도체와 시스사이의 R1과 시스와 아모어 사이의 R2는 Short된 조건에서, 아모어와 해수사이의 저항인 R3가

1Ω ~ 1,000Ω사이에서 변화할 때 전류변화 특성을 분석하였다.

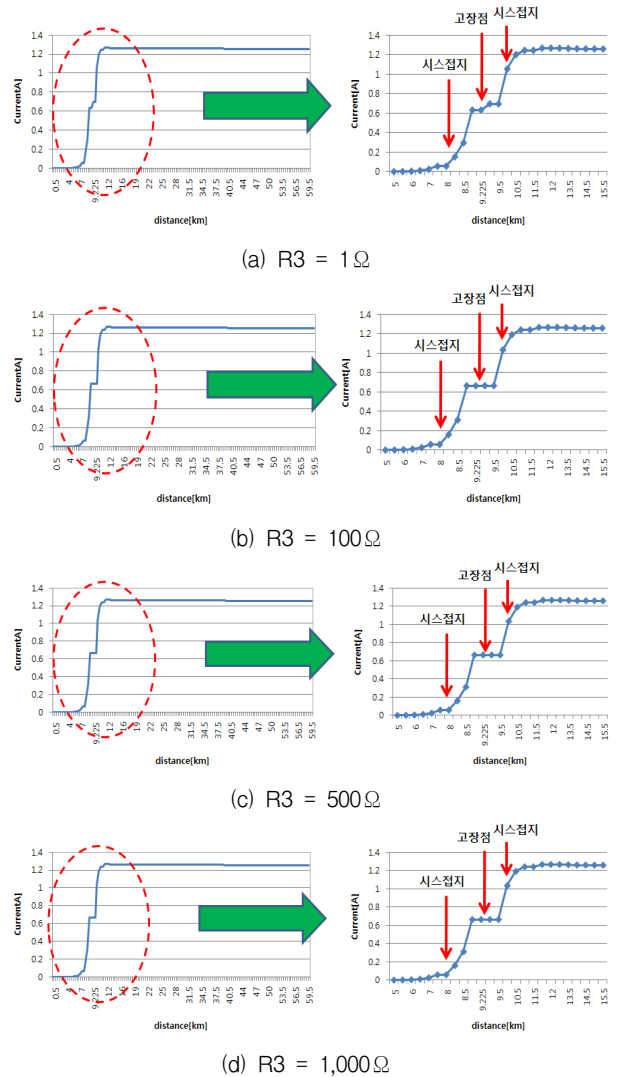


그림 11 각 R3 변화시 전류 특성분석(전류주입-제주변환소)  
Fig. 11 Current analysis due to each R3 change(Source-Jeju C/S)

그림 11에서는 R3를 1Ω ~ 1,000Ω까지 변화시킬 때 전류변화 특성을 나타내었다. 그림에서처럼 R3 변화시, R2와 마찬가지로 고장 저항크기에 따른 차이는 크지 않으나, 고장점에서 전류의 변이를 관측하기가 어려우며 고장점을 중심으로 전단과 후단의 시스 접지점 사이에서 전류 변이가 크게 나타나는 것을 볼 수 있다. 이 경우도 R2에 존재하는 경우와 동일한 이유로 고장점 전단과 후단 시스 접지점 사이의 변이를 통해 구간 예측은 가능하나 버닝 등의 조치가 없는 한 정확한 고장점을 찾기에는 한계가 있을 것으로 사료된다. 그러나 일반적으로 외부 고장의 원인 많이 작용하는 해저케이블의 특성상 외물 접촉에 의해 일시적으로 저항이 발생할 수 있으나, 아모와 해수사이에는 매 지점에서 해수와 접지되어 있는 구조로 R3의 저항이 영향을 줄 가능성은 많지 않다.

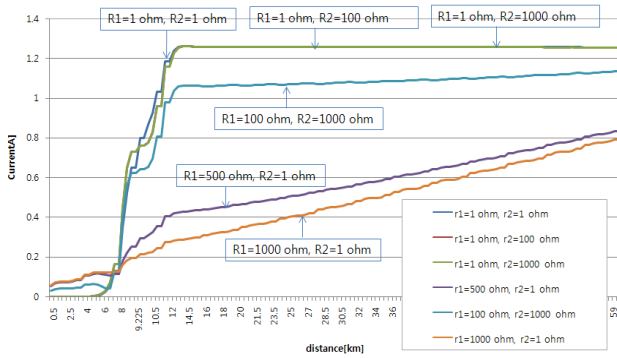
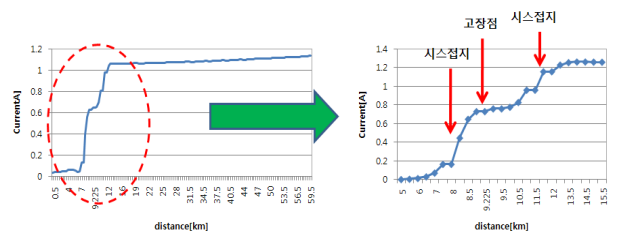
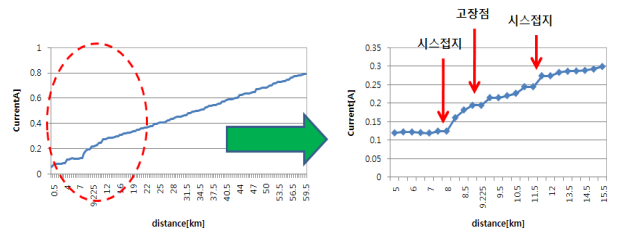


그림 12 R1과 R2 변화시 전류 특성분석(전류주입-제주변환소)  
 Fig. 12 Current analysis due to change of R1 and R2 (Source-Jeju C/S)

마지막으로 R3를 해수접지 저항인 0.1Ω으로 고정하고 R1과 R2를 동시에 변화시킨 경우에 전류변화 특성을 분석하였다. R1이 1Ω인 경우 R2를 1Ω ~ 1,000Ω까지 변화하였으며, R1=500Ω과 R2=1Ω, R1=100Ω과 R2=1,000Ω, R1=1000Ω과 R2=1Ω을 분석하였다.



(e) R1 = 100Ω, R2 = 1,000Ω



(f) R1 = 1,000Ω, R2 = 1Ω

그림 13 각 R1과 R2 변화시 전류 특성분석(전류주입-제주 변환소)

Fig. 13 Current analysis due to each R1 and R2 change (Source-Jeju C/S)

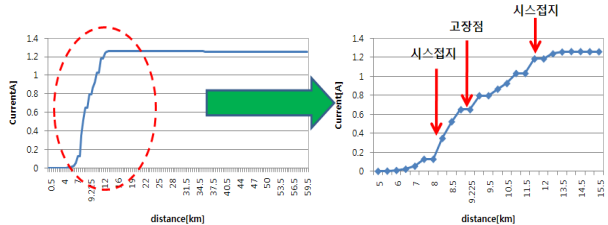
그림 12에서는 R1과 R2를 변화시킬 때 전류변화 특성을 나타내었으며, 그림 13에서는 고장점 구간을 중심으로 좀 더 세분화하였다. 이 경우는 모든 경우에서 R2에 1Ω 이상의 저항이 존재하는 경우로 고장점을 명확히 나타내는 경우는 없었으며, R2 저항에 관계 없이 R1의 저항에 따라 나타나는 변이 특성은 차이가 난다. 즉, R1 저항이 증가할 수록 전류의 변이가 나타나는 기울기는 커지며, R1이 500Ω 이하의 경우에는 R2의 저항에 관계없이 고장점 전후단의 시스템 접지점에서 전류의 변이가 크게 발생하여 고장구간 예측은 가능하였으며, R1이 1,000Ω 이상인 경우에는 R2의 저항이 낮아도 고장구간 및 고장지점을 예측하기가 어렵다.

5. 결 론

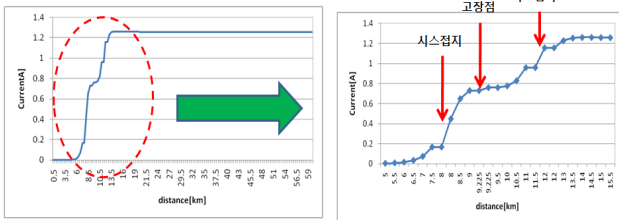
본 논문에서는 실증시험을 통해 검증된 HVDC 해저케이블 EMTF 모델링 기법을 기반으로 ±180kV 실제용 해저케이블 모델링에 적용하여 Search Coil법을 이용한 HVDC 해저케이블 상세 고장지점 판정 정확도 향상을 위해 다양한 고장저항이 고장점탐지 정확도에 미치는 영향을 다양하게 분석하였다. 본 논문의 연구결과를 요약하면 다음과 같다.

1) 도체와 시스사이의 저항(R1)이 변화할 경우 100Ω까지는 다른 구간에 비해 고장점에서 전류 변화 특성이 명확히 나타나며, 500Ω, 1,000Ω에서도 R1이 증가할 수록 변이의 폭은 줄어든다 고장점의 변이특성은 나타나고 있다. 그러나 R1이 1,000Ω을 초과하는 일정 저항으로 높아질 경우 고장점에서의 전류 변이특성이 일반 시스템 접지점에 비해 큰 차이가 없어 고장점 구분이 어려우며, 시스와 아모어사이의 저항(R2)에 저항이 존재한다면 고장점을 구분할 수 있는 R1의 한계 저항은 더욱 낮아진다.

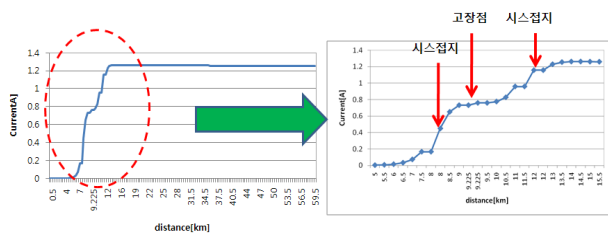
2) 또한 시스와 아모어사이의 저항(R2)와 아모어와 해수사이의 저항(R3) 변화시 저항 값 변화에 따른 차이는 크지



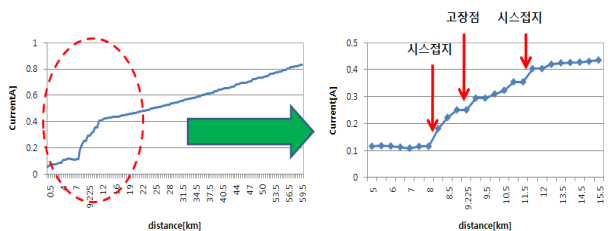
(a) R1 = 1Ω, R2 = 1Ω



(b) R1 = 1Ω, R2 = 100Ω



(c) R1 = 1Ω, R2 = 1,000Ω



(d) R1 = 500Ω, R2 = 1Ω

않으나 고장점에서 전류의 변이가 없는 대신 고장점을 중심으로 전단과 후단의 시스 접지점 사이에서 전류 변이가 크게 나타난다. 다시 말해 R2와 R3에 저항이 존재하면 구간 예측이 가능하며, 정확한 고장지점 판정을 위해 버닝 등의 조치가 필요할 것으로 판단된다.

실계통 실증시험 및 고장이 발생한 실계통 케이블에서 고장환경 변화에 따라 나타나는 다양한 Search Coil법 자체신호를 관측할 수 없는 한계를 극복하기 위해 EMTP 모델링 검증과정을 거쳐 Search coil법을 시뮬레이션으로 재현하였다. 본 논문은 고장지점에서 다양한 고장저항의 변화 및 시스-아모어층의 해수접지가 Search Coil법 시험에 미치는 영향을 분석하였으며, 본 논문의 연구결과는 Search Coil법 시행시 고장점에서 나타나는 자체신호 변곡점 구분 및 이를 통한 HVDC 해저케이블의 정확한 상세 고장지점 예측에 큰 기여를 할 것으로 기대된다.

**참 고 문 헌**

- [1] 한국전력공사, “지중송전 케이블 시스템”, 2002. 12
- [2] 이종석, 문봉수, 강원탁, 김경석, “진도-제주간 직류연계 사업을 위한 변환소 건설 개요”, 2009 대한전기학회 하계학술대회 논문집, 2009. 7
- [3] 이종석, 문봉수, 송삼섭, 홍순명, “진도-제주간 HVDC 연계 사업 해저케이블 보호공법”, 2009 대한전기학회 하계학술대회 논문집, 2009. 7
- [4] 문신용, 김정대, 장석한, “HVDC 해저케이블 고장점 탐지 사례 연구”, 2008 대한전기학회 하계학술대회 논문집, 2008. 7
- [5] 정채균, 박준우, 문경희, 양병모, 강지원, 김종채, “HVDC 해저케이블 고장점 추정에 관한 연구”, 2009 대한전기학회 하계학술대회 논문집, 2009. 7
- [6] 정채균, 박준우, 문경희, 양병모, 강지원, “HVDC 해저케이블 TDR 시험을 통한 전파속도 검증”, 대한전기학회 논문지 Vol. 58, NO. 10, 2009. 10
- [7] 정채균, 박홍석, 양병모, 강지원, 이종범, “써칭코일 시험을 통한 HVDC 해저케이블 EMTP 모델링 기법 정립”, 대한전기학회 논문지, Vol. 59, No. 9, 2010. 9
- [8] 박준우, 양병모, 최경규, “해저케이블 고장점탐지기술 가이드라인 제시”, 2008년 대한전기학회 전기물성응용 부문회 학술대회 논문집, 2008. 10

**저 자 소 개**



**정 채 균 (鄭 彩 均)**

1999년 원광대 공대 전기공학과 졸업. 2002년 동 대학원 전기공학과 졸업(석사). 2006년 동 대학원 전기공학과 졸업(공학박사). 2006년~2007년 독일 University of Siegen, Post-doc 연구원. 2007년 ~ 현재 한전 전력연구원 송배전연구소 연구원.

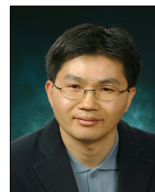
E-mail : chekyun@kepri.re.kr



**박 진 우 (朴 眞 佑)**

2005년 창원대 공대 전기공학과 졸업, 2011년 충남대 대학원 전기공학과 졸업(석사), 2005년 한전입사, 2007년~현재 한전 전력연구원 송배전연구소 연구원,

E-mail : wlsdn79@kepco.co.kr



**양 병 모 (梁 炳 模)**

1995년 연세대학교 전기공학과 졸업, 1997년 동대학원 전기공학과 졸업(석사), 2003년 동대학원 전기공학과 박사수료, 1997년 한전 전력연구원 입사, 현재 한전 전력연구원 선임연구원.

E-mail : bmyang@kepco.co.kr



**강 지 원 (姜 地 原)**

1987년 한양대 공대 전기공학과 졸업. 1993년 동 대학원 전기공학과 졸업(석사). 2003년 동 대학원 기전공학과 졸업(공학박사). 1993년 ~ 현재 한전 전력연구원 송배전연구소 책임연구원,

E-mail : jwkwang@kepri.re.kr



**이 종 범 (李 鍾 範)**

1981년 한양대 공대 전기공학과 졸업. 1983년 동 대학원 전기공학과 졸업(석사). 1986년 동 대학원 전기공학과 졸업(공학박사). 1987~1990년 한국전기연구원 지중송전연구실 실장. 현재, 원광대 공대 전기정보통신공학부 교수

E-mail : ipower@wonkwang.ac.kr