

전철 간섭 대책용 분포형 외부전원시스템의 배관인출 방법에 따른 영향

*이현구, 하윤철, 하태현, 배정효, 김대경
한국전기연구원 지중시스템연구그룹

Influence on Lead Wire Method of Distributed ICCP Systems for Mitigation of DC Traction Interference

*H.G. Lee, Y.C. Ha, T.H. Ha, J.H. Bae, D.K. Kim
KERI Underground Systems Group

Abstract - When an underground pipeline runs parallel with DC traction systems, it suffers from DC traction interference. Because the train is fed by the substation through the overhead wire and return current back to the substation via the rails. If these return rails are poorly insulated from earth, DC current leak into the earth and can be picked up by nearby pipeline. It may bring about large-scale accidents even in cathodically protected systems. In this paper we analyze the influence on lead wire method of distributed ICCP(impressed current cathodic protection) systems for mitigation of DC traction interference using the simulation software CatPro.

1. 서 론

지하에 매설된 금속의 부식을 방지하는 대표적인 방법으로 도장과 전기방식을 들 수 있다. 도장은 금속 표면 위에 전기적인 절연물질을 연속적으로 입힘으로써 금속 표면과 전해질을 차단하는 것이며, 전기방식은 금속표면을 부식전지의 음극으로 만들어서 부식률을 감소시키는 방법으로 방식전류를 흘려주는 방법에 따라 회생양극법과 외부전원법이 있다.[1]

회생양극법은 금속의 갈바니계열을 이용하여 방식대상 물보다 전위가 낮은 금속을 전기적으로 연결함으로써 방식대상물의 전위를 낮추어 주는 방법으로 유지 및 보수가 거의 필요 없으며 타 시설물에 대한 간섭의 영향이 거의 없다는 장점이 있지만, 토양비저항이 높은 지역에서는 출력전류가 작고 각각의 회생양극 수명이 다르기 때문에 균일한 설계수명을 보장하지 못한다는 단점이 있다.[2, 3]

외부전원법은 정류기와 불용성양극을 사용하여 토양과 해수와 같은 전해질을 통해 방식대상물에 방식전류를 인위적으로 흘려주는 방법으로 시공이 간편하고 시설물의 점용면적이 작기 때문에 도심지에서 많이 활용되고 있지만, 금속구조물의 전위분포가 균일하지 못하고 양극 주변의 시설물에 간섭을 일으키는 단점을 지니고 있다. 또한 도시화가 활발히 진행됨에 따라 지하매설 배관과 전철이 병행 또는 교차하는 구간이 급증함에 따라 지하매설 배관은 전철 누설전류에 의한 간섭에 의해 부식사고 발생 가능성이 점점 커지고 있으며 이에 대한 대책으로 배류법을 주로 사용하고 있기 때문에 시설물간의 간섭문제가 더욱 심화되고 있다.[4]

전철 및 타 전기방식시스템에 의한 간섭 대책으로 회생양극법과 외부전원법의 장점을 살린 분포형 외부전원시스템을 개발 중에 있으며, 본 논문에서는 경계요소법을 이용한 해석을 통해 분포형 외부전원시스템이 설치되는 배관에서 인출선을 연결하는 방법에 따른 영향을 해석하였다.

2. 분포형 외부전원시스템의 배관인출

분포형 외부전원시스템은 회생양극법과 외부전원법의 장점을 살린 전기방식법으로 회생양극법의 구성을 그대로 적용한 채 불용성양극과 외부전원을 채택한 방법으로써 강암트랜스, 3VA급 정류기, 측정함(T/B) 그리고 불용성양극으로 구성되어 있다.[6]

도심지의 지하철 인근에 매설되어 있는 배관에 대하여 300~500[m] 간격마다 3VA급 정류기와 불용성양극을 설치하여 방식전류를 공급함으로써 배관의 전위를 고르게 분포시킬 수 있으며 수명은 반영구적인 특징을 갖고 있다. 3VA급 정류기는 측정함 내부에 설치되며 정전류와 정전압 모드로 동작한다.

분포형 외부전원시스템의 성능실험을 위하여 부산지역에 현장 적용 실험장 2개소를 구축하였으며, 서울지역에 5개소의 현장 적용 실험장을 설계하였다. 그러나 도심지 유타에 설치되는 분포형 외부전원시스템의 수전이 대도시의 배전 지중화와 경관법과 같은 많은 장해 때문에 쉽지 않은 실정이다. 따라서 원활한 현장 적용을 위하여 전원인입 개소를 줄일 수 있는 방안을 모색하게 되었다.

현장 적용 실험장 설계단계에서는 그림 1의 (a)와 같이 정류기가 설치되는 개소마다 전원인입을 반드시 하였으나, 그림 1의 (b)와 같이 전원인입 개소를 줄여서 양극이 설치되는 지점까지 배관을 따라 인출선을 포설하는 방안을 검토하였다.

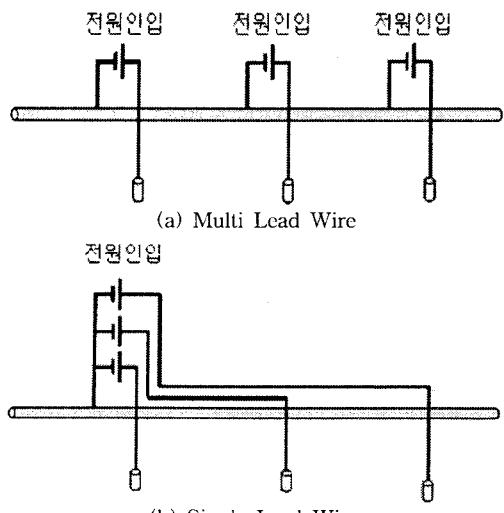


그림 1 분포형 외부전원시스템 배관인출 개요도

3. 배관인출 방법에 따른 영향 해석

3.1 해석모델

분포형 외부전원시스템의 배관인출 방법에 따른 영향을 알아보기 위하여 3,000[m] 길이의 가스배관을 방식대상물로 선정하였다. 배관을 따라 500[m] 간격으로 불용성 양극이 설치되며, 배관과 양극 사이에 3VA급 정류기가 연결된다. 또한 배관과 양극 사이의 이격거리는 1[m]로 가정하였다.

분포형 외부전원시스템의 배관과 양극 등에 대한 해석 조건은 표 1과 같다. 여기서 $150\Phi \times 1,000L$ 크기의 불용성 양극을 통해 3VA급 정류기 5대에서는 각각 150[mA]의 출력전류를 내보내며, 토양비저항은 일반적으로 가장 많이 사용되고 있는 $100[\Omega \cdot m]$ 로 가정하였다. 그리고 전기화학 실험을 통해 얻어진 배관의 분극특성 곡선은 그림 2와 같다. 분포형 외부전원시스템이 적용된 3,000[m] 길이의 배관에서 5개소 인출할 경우와 1개소 인출할 경우의 해석모델은 그림 3과 같다.

표 1. 해석조건

항 목		내 용
배관	총길이	3,000[m]
	외경	500[mm]
	두께	9.52[mm]
	축방향 저항률	$10^{-10}[\Omega m]$
	코팅	PE
양극	종류	PE
	두께	2.0[mm]
	손상률	0.1%
	손상부 직경	5[cm]
양극	외경	150[mm]
	길이	1[m]
	출력전류	150[mA]
토양비저항		100[\Omega m]

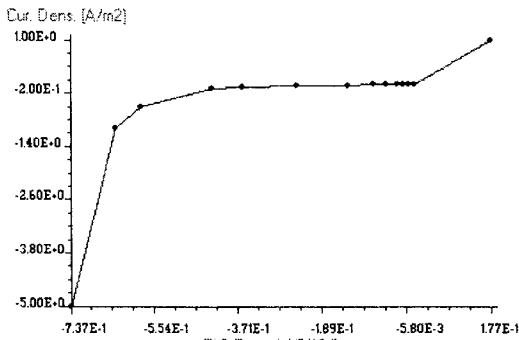


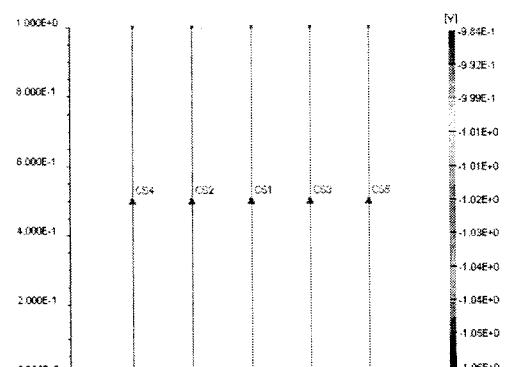
그림 2 배관의 분극특성

3.2 배관인출 방법에 따른 영향

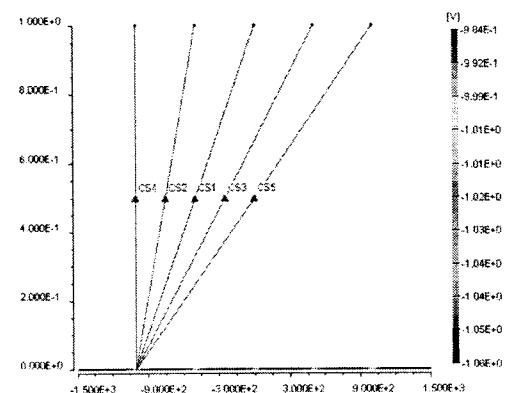
분포형 외부전원시스템의 배관인출 방법에 따른 배관의 On/Off 방식전위, 전류밀도 및 축방향 전류를 해석하였다. 배관을 따라 500[m] 간격으로 양극이 설치되며 배관과 양극 사이의 이격거리는 1[m]이다.

3.2.1 배관의 On/Off 방식 전위

분포형 외부전원시스템의 배관인출 방법에 따른 배관의 On/Off 방식전위 해석결과는 그림 4와 같다. 배관인출 방법에 따라 방식전위는 동일한 결과를 나타내었다. 여기서 점선은 황산동기준전극 대비 $-0.85[V]$ 이하의 방식기준을 나타내며 배관인출 방법을 달리해도 방식기준을 모두 만족하였다.[9]

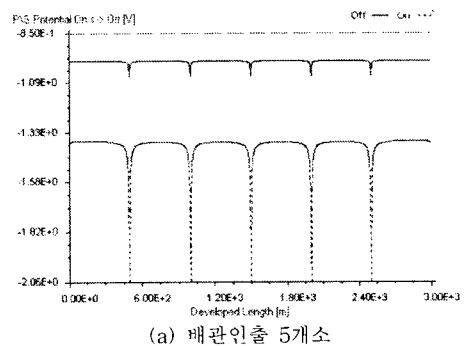


(a) 배관인출 5개소

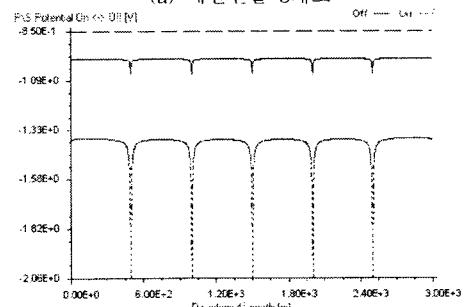


(b) 배관인출 1개소

그림 3 분포형 외부전원시스템의 배관인출 해석모델



(a) 배관인출 5개소



(b) 배관인출 1개소

그림 4 배관의 방식전위

3.2.2 배관의 전류밀도

분포형 외부전원시스템의 배관인출 방법에 따른 배관의 전류밀도 해석 결과는 그림 5와 같다. 배관인출 개소를 5개에서 1개소로 줄일 경우 전류밀도는 동일한 결과를 나타내었다.

3.2.3 배관의 축방향 전류

분포형 외부전원시스템의 배관인출 방법에 따른 배관의 축방향 전류 해석 결과는 그림 6과 같다. 배관인출 개소를 5개에서 1개소로 줄일 경우 축방향 전류 최대값은 약 5배로 증가하였다.

4. 결 론

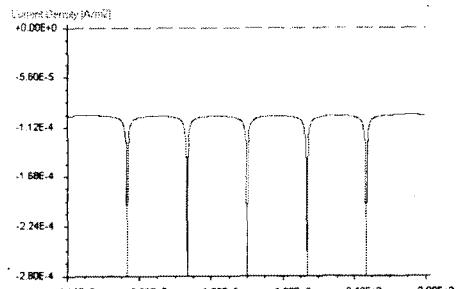
전철 및 타 전기방식시스템에 의한 간섭문제를 해결하기 위하여 회생양극법의 구성을 그대로 적용한 채 불용성양극과 외부전원을 채택한 분포형 외부전원시스템을 개발 중에 있다.

도심지 육외에 설치되는 분포형 외부전원시스템의 수전이 대도시의 배전 지중화와 경관법과 같은 많은 장해 때문에 쉽지 않은 설정이므로 배관인출 방법을 변경하여 전원인입 개소를 줄일 수 있는 방안을 제시하였다.

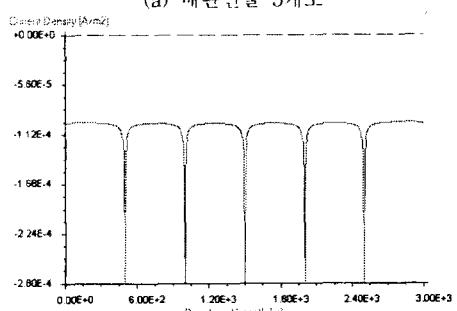
본 논문에서는 경계요소법을 이용한 해석을 통해 분포형 외부전원시스템의 배관인출 방법에 따른 영향을 해석하였으며 그 결과 배관의 방식전위와 전류밀도는 같은 값을 나타내며, 축방향 전류만 차이를 보임을 알 수 있었다. 배관을 통해 충분한 전류를 흘릴 수 있으므로 전원인입 개소를 줄인 후 양극이 설치되는 지점까지 배관을 따라 인출선을 포설하는 방안은 분포형 외부전원시스템의 현장적용에 많은 도움이 될 것이다.

[참 고 문 헌]

- [1] D.A. Jones, "Principles and Prevention of Corrosion", Prentice Hall International, Inc., 1997
- [2] A.W. Peabody, "Control of Pipeline Corrosion", NACE International, 2001
- [3] W. von Baeckmann, "Handbook of Cathodic Corrosion Protection", Gulf Publishing Co., 1997
- [4] F. Brichau, J. Deconinck, T. Driesens, "Modeling of Underground Cathodic Protection Stray Currents", Corrosion, 52, 480~488, 1996
- [5] "Short Course on Corrosion and Cathodic Protection Testing", M.C. Miller Co., 1993
- [6] 이현구 외 4인, "전철 간섭 대책용 분포형 외부전원시스템의 양극구조", 2005년도 대한전기학회 학계학술대회, 2005.07
- [7] ELSYCA, "CatPro V1.4 User Manual", 2002
- [8] S. Case, "DC Traction Stray Current Control", IEE, Savoy Place, London WC2R 0BL, UK, 1999
- [9] NACE Reference Standards, "Control of External Corrosion on Underground or Submerged Metallic Piping Systems", RP-01-69, 1996

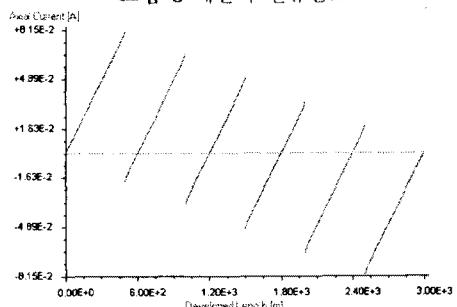


(a) 배관인출 5개소

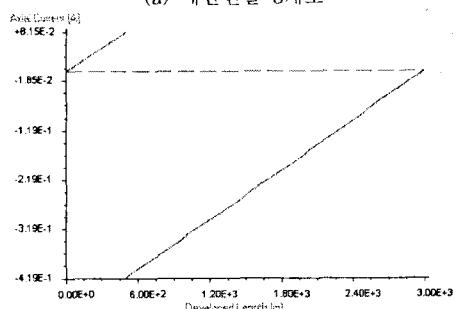


(b) 배관인출 1개소

그림 5 배관의 전류밀도



(a) 배관인출 5개소



(b) 배관인출 1개소

그림 6 배관의 축방향 전류