

전철 간섭 대책용 분포형 외부전원시스템이 병행하는 배관에 미치는 영향

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

Influence on Parallel Pipelines 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 parallel pipelines of distributed ICCP(impressed current cathodic protection) systems for mitigation of DC traction interference using the simulation software CatPro.

1. 서 론

지하에 매설된 금속구조물은 부식을 방지하기 위하여 도장과 함께 대부분 전기방식법을 적용하고 있으며 방식전류를 흘려주는 방법에 따라 크게 희생양극법과 외부전원법으로 나눌 수 있다.

외부전원법은 희생양극법과 비교해 볼 때 시공이 간편하고 시설물의 점용면적이 작기 때문에 도심지에서 많이 활용되고 있으나, 금속구조물의 전위분포가 균일하지 못하고 양극 주변의 시설물에 간섭을 일으키는 단점이 있다. 또한, 도시화가 활발히 진행됨에 따라 지하매설 배관과 전철이 병행 또는 교차하는 구간이 급증함에 따라 지하매설 배관은 전철 누설전류에 의한 간섭에 의해 부식사고 발생가능성이 점점 커지고 있으며 이에 대한 대책으로 배류법이 적용되고 있다.

전철 및 타 전기방식시스템에 의한 간섭 대책으로 희생양극법과 외부전원법의 장점을 살린 분포형 외부전원시스템을 개발 중에 있으며, 본 논문에서는 경계요소법을 이용한 해석을 통해 분포형 외부전원시스템이 설치된 경우 인접한 거리에서 병행하는 배관에 미치는 영향을 해석하였다.

2. 분포형 외부전원시스템의 개요

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

희생양극법은 금속의 갈바넨개연을 이용하여 방식대상물보다 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 희생양극 수명이 다르기 때문에 균일한 설계수명을 보장하지 못한다는 단점이 있다.

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.

도심지에서는 시설물 점용면적의 제약과 전철 누설전류에 의한 간섭 때문에 외부전원법과 전철 레일을 양극으로 사용하는 외부전원법인 배류법을 주로 사용하고 있기 때문에 시설물간의 간섭문제가 심화되고 있다.

전철 및 타 전기방식시스템에 의한 간섭문제를 해결하기 위하여 분포형 외부전원시스템을 개발 중에 있다. 이 방법은 희생양극법과 외부전원법의 장점을 살린 전기방식법으로 희생양극법의 구성을 그대로 적용한 채 불용성 양극과 외부전원을 채택한 방법이다.[6]

분포형 외부전원시스템의 개요도는 그림 1과 같다. 강압트랜스, 3VA급 정류기, 측정함(T/B) 그리고 불용성양극으로 구성되어 있으며 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.

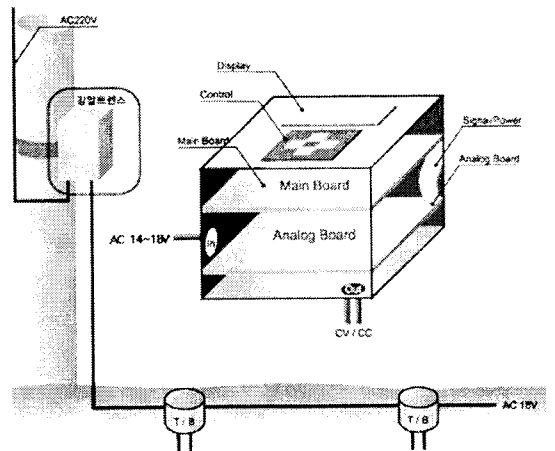


그림 1 분포형 외부전원시스템의 개요도

3. 병행하는 배관에 미치는 영향 해석

3.1 해석모델

분포형 외부전원시스템이 병행하는 배관에 미치는 영향을 알아보기 위하여 500[m] 길이의 가스배관을 방식대 상물로 선정하였다. 배관 중압과 불용성양극 사이에 3VA급 정류기가 연결되며 배관과 양극 사이의 이격거리는 1[m]와 10[m]로 가정하였다.

분포형 외부전원시스템의 배관과 양극 등에 대한 해석 조건은 표 1과 같다. 여기서 1500×1,000L 크기의 불용성 양극을 통해 3VA급 정류기는 150[mA]의 출력전류를 내보내며, 도양비저항은 일반적으로 가장 많이 사용되고 있는 100[Ω·m]로 가정하였다. 그리고 전기화학 실험을 통해 얻어진 배관의 분극특성 곡선은 그림 2와 같다.

병행하는 배관은 분포형 외부전원시스템이 적용된 배관과 동일한 사양을 적용하였으며, 두 배관의 이격거리가 1[m]인 경우와 20[m]인 경우에 대하여 병행하는 배관의 방식전위와 전류밀도를 해석하였다.

표 1. 해석조건

항 목		내 용	
배관	총길이	500[m]	
	외경	500[mm]	
	두께	9.52[mm]	
	축방향 저항률	10^{-10} [Ωm]	
	코팅	종류	PE
		두께	2.3[mm]
손상률		0.1%	
손상부 직경		5[cm]	
양극	외경	150[mm]	
	길이	1[m]	
	출력전류	150[mA]	
도양비저항		100[Ωm]	

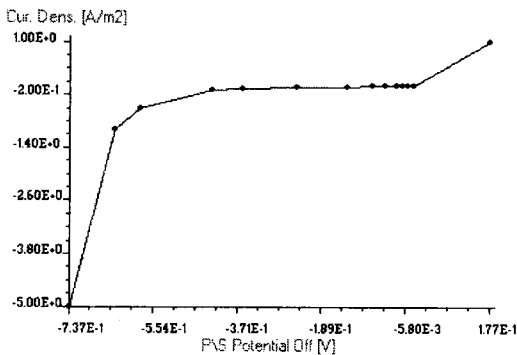


그림 2 배관의 분극특성

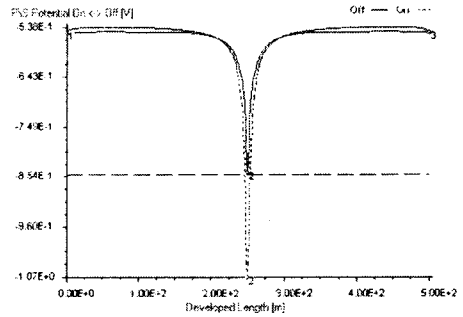
3.2 병행하는 배관과의 이격거리가 1[m]인 경우

분포형 외부전원시스템이 설치된 배관으로부터 1[m] 이격된 상태에서 병행하는 배관에 미치는 영향을 해석하였다. 양극은 병행하는 배관의 반대쪽에 위치하며 이격거리는 각각 1[m]와 10[m]인 경우를 가정하였다.

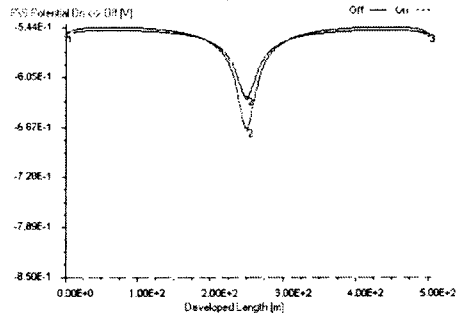
3.2.1 병행하는 배관의 On/Off 방식전위

병행하는 배관의 On/Off 방식전위 해석결과는 그림 3과 같다. 분포형 외부전원시스템의 양극 이격거리가 작을수록 병행하는 배관에 미치는 간섭영향이 커짐을 알 수 있었다. 여기서 점선은 황산동기준전극 대비 -0.85[V]

이하의 방식기준을 나타낸다.[9]



(a) 양극 이격거리 1[m]

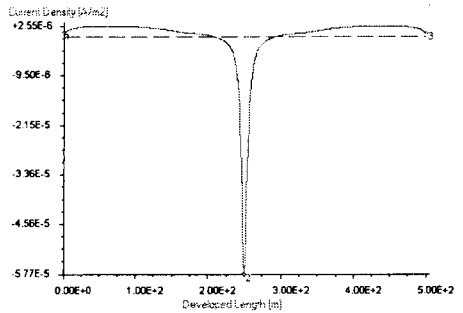


(b) 양극 이격거리 10[m]

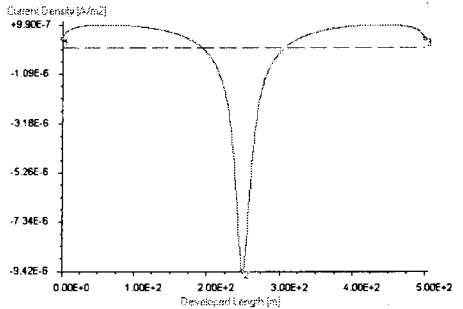
그림 3 이격거리 1[m]인 병행하는 배관의 방식전위

3.2.2 병행하는 배관의 전류밀도

병행하는 배관 표면의 전류밀도 해석결과는 그림 4와 같다. 방식전위와 마찬가지로 분포형 외부전원시스템의 양극 이격거리가 작을수록 병행하는 배관에 미치는 간섭영향이 커짐을 알 수 있었다.



(a) 양극 이격거리 1[m]



(b) 양극 이격거리 10[m]

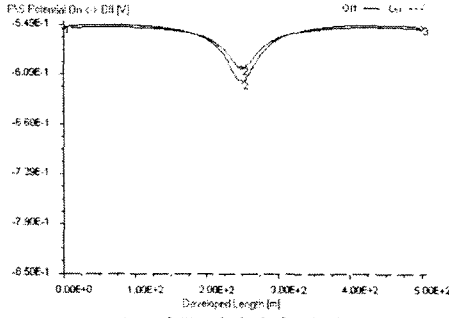
그림 4 이격거리 1[m]인 병행하는 배관의 전류밀도

3.3 병행하는 배관과의 이격거리가 20[m]인 경우

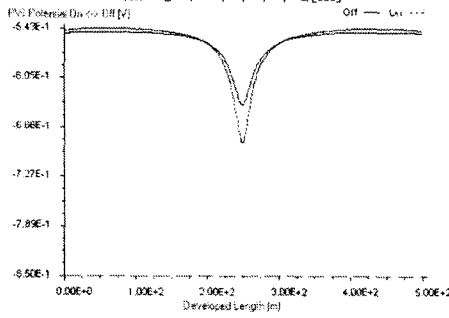
분포형 외부전원시스템이 설치된 배관으로부터 20[m] 이격된 상태에서 병행하는 배관에 미치는 영향을 해석하였다. 양극은 분포형 외부전원시스템이 설치된 배관과 병행하는 배관 사이에 위치하며 이격거리는 각각 1[m]와 10[m]인 경우를 가정하였다.

3.3.1 병행하는 배관의 On/Off 방식전위

병행하는 배관의 On/Off 방식전위 해석결과는 그림 5와 같다. 분포형 외부전원시스템의 양극 이격거리가 클수록 병행하는 배관과의 거리가 가까워지므로 병행하는 배관에 미치는 간섭영향이 커짐을 알 수 있었다.



(a) 양극 이격거리 1[m]



(b) 양극 이격거리 10[m]

그림 5 이격거리 20[m]인 병행하는 배관의 방식전위

3.3.2 병행하는 배관의 전류밀도

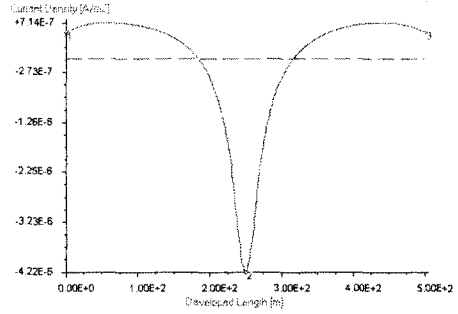
병행하는 배관 표면의 전류밀도 해석결과는 그림 6과 같다. 방식전위와 마찬가지로 분포형 외부전원시스템의 양극 이격거리가 커질수록 병행하는 배관에 가까워지므로 간섭영향이 커짐을 알 수 있었다.

4. 결 론

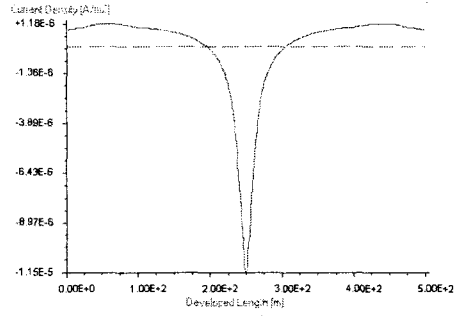
지하에 매설된 금속시설물은 부식을 방지하기 위하여 전해질을 통해 금속구조물에 방식전류를 흘려주는 전기 방식설비를 갖추고 있다. 그러나 전철급전시스템 등에 의해 발생하는 누설전류와 타 전기방식시스템에 의한 간섭문제 때문에 시설물 유지관리에 많은 어려움을 겪고 있다.

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

본 논문에서는 경계요소법을 이용한 해석을 통해 분포형 외부전원시스템이 설치된 배관과 인접한 거리에서 병행하는 배관의 방식전위와 전류밀도를 해석함으로써 전철 간섭 대책용 분포형 외부전원시스템이 병행하는 배관에 미치는 영향을 제시하였다.



(a) 양극 이격거리 1[m]



(b) 양극 이격거리 10[m]

그림 6 이격거리 20[m]인 병행하는 배관의 전류밀도

[참 고 문 헌]

- [1] D.A. Jones, "Principles and Prevention of Corrosion", Prentice Hall International, Inc., 1997
- [2] F. Brichau, J. Deconinck, T. Driesens, "Modeling of Underground Cathodic Protection Stray Currents", Corrosion, 52, 480-488, 1996
- [3] W. von Baeckmann, "Handbook of Cathodic Corrosion Protection", Gulf Publishing Co., 1997
- [4] A.W. Peabody, "Control of Pipeline Corrosion", NACE International, 2001
- [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 하계학술대회, 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