

지하철의 표유전류에 대한 가스배관의 전식대책법

하태현*, 이현구, 배정호, 김대경, 하운철
한국전기연구원

The Corrosion Control Method for the Stray Current of Subway on Underground Gas Pipeline

Ha Tae-Hyun*, Lee Hyun-Goo, Bae Jeong-Hyo, Kim Dae-Kyeong, Ha Yoon-Cheol
Korea Electrotechnology Research Institute

Abstract - In case of parallel running with underground gas pipeline and subway, stray current of subway makes a interference on gas pipeline. This interference is one of the reason of gas pipeline corrosion. So, the high speed response rectifier was developed in order to mitigate a interference.

In this paper, the field test result of proposed rectifier is presented. The effect of an alternative in stead of the forced drainage system is also presented.

1. 서 론

지중에 매설된 가스배관과 지하철이 병행하는 경우, 지하철 표유전류(Stray Current)에 의해 가스배관은 간섭을 받게 된다. 이에 대한 전식대책방법으로 현재는 주로 배류법이나 외부전원법을 사용한다.

배류법에는 강제배류법이나 선택배류법을 주로 사용하고 있으며, 외부전원법에는 주로 SCR을 이용한 위상제어형 정류기를 사용한다. 그러나 이러한 방법으로는 가스배관의 전위가 심하게 변동되는 등 올바른 대책방법이 되지 못하고 있다. 지하철 주변에 있는 가스배관의 전위는 빠른 속도로 변동하는 특성을 가지고 있으므로, 응답 속도가 빠른 대책설비를 사용할 필요가 있다.

따라서 본 논문에서는 지하철 주변의 가스배관에 대한 전식대책법으로써 속응형 정류기, 기존의 강제배류기를 현장에 설치하여 특성을 비교 검토하였으며, 속응형 정류기가 전식대책법으로써 타당하다는 것을 입증하고자 한다.

2. 지하철에 의한 표유전류 발생 메커니즘

지하철의 부하전류는 그림 1과 같이 지하철 변전소에서 출발하여 급전선을 통해 지하철 객차로 공급되어 지하철을 구동시킨 후, 다시 레일을 통해 지하철 변전소로 귀환하도록 설계되어 있다. 그러나 레일 부분에서 레일이 가지고 있는 길이방향의 저항, 레일과 대지사이의 불완전한 절연으로 인해 원래 설계된 귀환회로를 벗어나 레일로부터 대지로 전류의 일부가 유출하게 된다. 이때 대지로 유출하는 전류를 누설전류 또는 표유전류라고 부른다.

이 표유전류는 양호한 도체의 역할을 하는 지중 금속 구조물(가스배관, 송유관, 상·하수도관 등)에 유입되어 구조물을 따라 흐른 후 국부지점, 즉 토양의 비저항이 낮은 지점이나 지하철의 전원 공급부의 (-)극 가까이에서 대지로 유출한 후 전원공급부의 (-)극으로 귀환하게 되며, 이 유출 부분에서 부식이 집중적으로 발생하게 된다. 이와 같이 지하철에서 발생한 누설전류에 의한 부식을 미주전류 부식(Stray Current Corrosion) 혹은 電解腐蝕(Electrolysis)라 하며, 전해부식을 줄여서 일반적으로 電蝕이라고 부른다.¹⁻⁴⁾

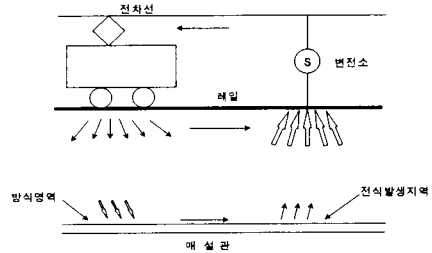


그림 1 지하철에 의한 표유전류 개념도

3. 지하철의 표유전류에 대한 전식대책법 비교

3.1 국내의 전식대책 현황

지하철 주변에 매설된 가스배관에 대한 전식대책으로써 국내에서 주로 운용하는 방법이 배류법이나 외부전원법을 혼용하고 있다.

배류법은 지하철 변전소 주변에서 적용하는 방법으로, 가스배관에 유입된 누설전류를 지하철의 레일 혹은 지하철 변전소의 부극으로 귀환시키기 위하여 가스배관과 레일 혹은 지하철 변전소의 부극 사이를 전기적으로 접속하는 방법이다. 이 접속회로의 차이에 따라 각각 직접배류법(Direct Drainage System), 선택배류법(Polarized Drainage System) 및 강제배류법(Forced Drainage System)으로 구분한다.

국내의 배류법은 1981년에 미 8군에서 운용하는 송유관(TKP Line)에 대하여 선택배류법을 적용한 것이 최초이며, 그 후 1984년에 도시가스배관에 국내 최초의 강제배류법이 적용된 이래 2003년 현재 총 120여대의 배류기가 운용되고 있다.

외부전원법은 지하철 변전소 사이의 구간에 적용하며, 위상제어형 정류기를 주로 사용한다.

3.1.1 강제배류법의 전식대책 효과

그림 2와 같이 가스배관과 레일 혹은 지하철 변전소의 부극 사이를 연결하는 회로에 직류전원을 인가하여 배류를 촉진하는 방법을 강제배류법이라고 한다.

부산광역시 지하철 주변에 있는 코팅된 가스배관에 대해 강제배류법의 전식대책 효과를 파악하기 위하여 IR Free 기준전극(Cu/CuSO₄)과 포화황산동 기준전극(Cu/CuSO₄)을 이용하여 가스배관의 전위를 동시에 측정하였으며, 측정 결과는 그림 3과 같다. 여기서 IR Free 기준전극(Cu/CuSO₄)은 가스배관의 전위측정시 지하철의 표유전류에 의한 IR 강하의 영향을 제거하기 위하여 사용하였다.⁵⁾

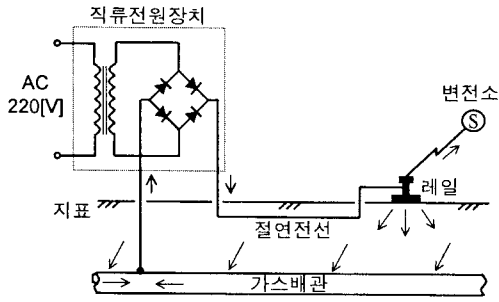
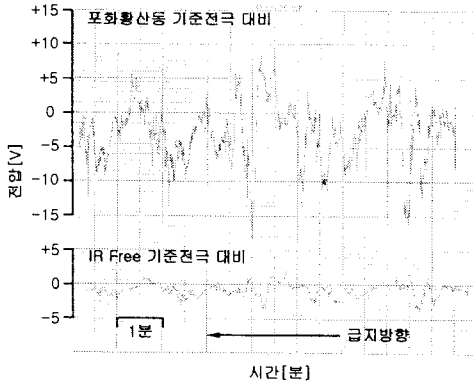
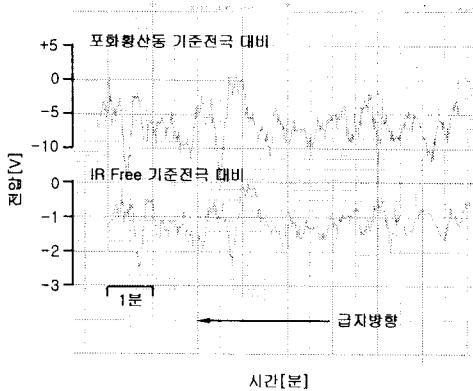


그림 2 강제배류법



(a) 전식대책이 없는 경우의 가스배관의 전위



(b) 강제배류법 적용시의 가스배관의 전위

그림 3 강제배류법의 전식대책 효과

IR Free 기준전극으로 측정된 가스배관의 전위를 보면 전식대책이 없는 경우의 전위변동은 $-4 \sim +2[V]$ 이며 강제배류법을 적용하였을 경우의 전위변동은 $-2.5 \sim 0[V]$ 이었다. 즉 지하철 주변의 가스배관에 대하여 전식대책법으로써 강제배류법을 적용하더라도 가스배관에는 순간적으로 미방식전위($0.85[V]$ 이상)가 발생함을 알 수 있다.

3.1.2 외부전원법의 전식대책 효과

강제배류법과 함께 사용되는 외부전원법은 지하철이 운행되는 시간대에는 지하철에 의한 표유전류와 강제배

류법의 영향으로 가스배관 주변의 대지전위가 정류기 출력전압보다 높은 경우에는 전식대책의 효과가 없어진다.

3.2 제한한 전식대책 방법

지하철의 표유전류에 의한 전식대책으로써 강제배류법을 적용하는 것은 레일의 부식 및 타시설물에 간섭을 유발하고 또한 전식대책 효과도 미미하므로 적절하지 못하다고 사료된다. 이 때문에 최근 국내에서도 정부출연연구소를 중심으로 강제배류기의 철거를 위한 사전 실태조사를 수행하고 있다. 따라서 본 연구에서는 향후 강제배류기를 철거하였을 경우에 대한 전식대책법으로서 기존의 방식용 정류기의 성능을 개선한 속응형 정류기를 개발하였다. 표 1은 속응형 정류기의 사양을 나타낸 것이며, 이 정류기는 현재 특허 출원 준비 중이다.

표 1 속응형 정류기의 사양

입력 전압	3상 220[VAC] $\pm 10\%$
출력 전압	60[V] $\pm 3\%$
출력 전류	40[A]
스위칭 주파수	15[kHz]
효 율	85[%]
출력 맥동률	2[%]이내
기준전압 조정방식	자동 및 수동
통신	RS232

속응형 정류기의 특성을 파악하기 위하여 가스배관에 접속되어 있는 강제배류기를 전부 분리시키고 주변의 울타리를 임시 양극으로 사용하여 가스배관의 방식전위를 IR Free 기준전극($Cu/CuSO_4$) 대비 $-1.2[V]$ 로 설정하여 속응형 정류기를 동작시켰을 때 가스배관의 전위는 그림 4와 같다.

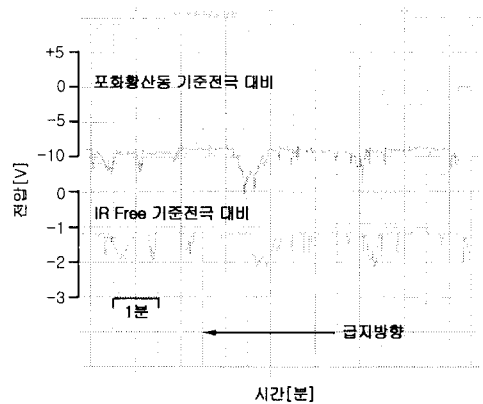


그림 4 속응형 정류기의 전식대책 효과

IR Free 기준전극으로 측정된 가스배관의 전위를 보면 전압변동은 $-2.2 \sim -1.2[V]$ 로써 속응형 정류기가 가스배관을 항상 방식상태로 유지하는 것을 알 수 있다. 여기서 가스배관의 전위가 $-1.2[V]$ 이하로 떨어진다 것은 가스배관을 통해 표유전류가 들어온다는 것을 의미하므로 이 부분은 코팅 결함부를 보강하면 해결된다.

4. 결 론

지하철 주변의 가스배관에 대한 전식대책법으로써 속응형 정류기, 기존의 강제배류기를 현장에 설치하여 특성을 비교 검토한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

- ① 강제배류법을 적용하더라도 가스배관에는 순간적으로 미방식전위(0.85[V] 이상)가 발생하였다.
- ② 강제배류법과 함께 사용되는 외부전원법은 지하철 운행 시간대에는 전식대책 효과가 없을 수도 있다.
- ③ 강제배류법의 대안으로써 속응형 정류기는 가스배관을 항상 방식상태로 유지하여 전식대책의 효과가 있었다.

따라서 지하철의 표유전류에 의한 전식대책법으로써 강제배류법 보다 속응형 정류기를 이용한 외부전원법이 적절하다고 사료된다.

[참 고 문 헌]

- [1] “지중 POF 케이블 부식방지에 관한 연구” 한국전력공사 기술연구원, 1989.
- [2] “신판 전식, 토양부식핸드북” 전식방지연구위원회, 1988.
- [3] “부식과 방식기술(기초과정)” 한국건설방식기술연구소,
- [4] “제13회 부식 및 방식 강습회” 한국부식학회, 1994.
- [5] 하태현 외 4명 “IR Free 전극을 이용한 전위측정에 관한 연구” 2003년도 대한전기학회 하계학술대회 논문집, D권, pp. 2735-2737, 2003.