

전위미달구간 전기방식설비 보강사례에 대한 연구

하성종*, 김현일**, 이은춘***, 길인배****
한국수자원공사*

An analysis on the cause of the under-potential in the Electric Anti-corrosion Section

Sung-Jong Ha*, Hyeon-il Kim**, Eun-Chun Lee***, In-Bae Gil****
Korea Water Resources Corporation*

Abstract - 상수도관로 대부분의 구간이 PE 혹은 아스팔트 코팅된 강(steel)으로 제작되어 매설되어 있다. 강관이 토양중에 매설되어 있는 특성으로 인해 부식이 발생하게 되는데 이를 방지하기 위하여 희생양극식 및 외부전원식 전기방식법을 적용하여 보호하고 있다. 그러나 적절하지 못한 전기방식법 혹은 전기방식법의 미적용으로 인하여 부분적으로 상수도관은 부식 및 누수되는 구간이 존재하게 된다. 이에 각 방식전위 미달 구간에 대한 정밀한 진단을 통하여 적절한 방식 방안을 제시한 사례를 연구하여 향후 방식불량구간의 개선에 도움이 되고자 한다

1. 서 론

지중에 매설된 상수관로는 토양환경에서 부식을 일으켜 배관류의 수명을 단축시킬 뿐만 아니라 부식에 의한 핀홀(Pin Hole)등에 의하여 관로 누수사고를 일으켜 대형 관로사고를 유발할 수 있으므로, 지중 매설물의 부식방지를 위하여 전기방식설비를 구축, 운영 중에 있으나, 토양 비저항이 높은 일부지역에서는 적정방식전위 -850mv 이상을 유지하지 못하는 경우가 있다. 본 논문에서는 남강광역상수도관로에서 방식전위 부족현상이 발생하는 일부 구간에 대한 전위 미달 원인규명 및 보강대책을 소개하고자 함

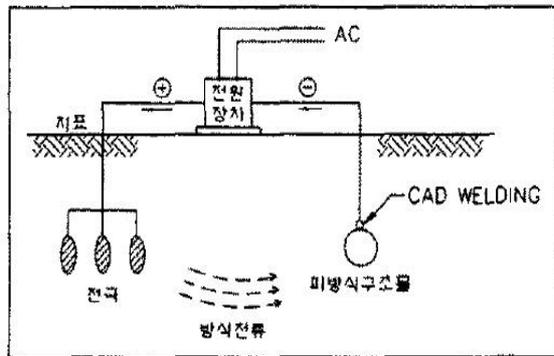
2. 본 론

2.1 남강광역상수도 전기방식설비 전위미달구간 진단

TB 39개소의 전위미달 원인 조사를 위한 방식전위측정, 절연점검, 소요전류시험 등을 실시하였으며, 주요 전위미달 원인으로는 전위미달지점에 인근 정류기의 영향이 적은 것이며, 정류기의 영향이 적은원인으로는 변실절근접축, 정류기의 출력전류량 감소가 주요 원인이었다.

2.1.1 전기방식설비 적용

광역상수도관에 사용되는 전기방식 방법은 희생양극법, 외부전원법 및 배류법이 있는데, 주로 사용되는 것은 외부전원법이다. 외부전원법은 그림과 같이 정류기의 양(+)극은 토양에 묻고, 음(-)극은 피방식체인 배관에 접속하고 전원을 강제적으로 공급하는 방식으로서 방식범위가 넓고 출력전압을 쉽게 조정할 수 있어 장거리 대형관을 사용하는 광역상수도관에 많이 사용한다. 외부전원법은 양극의 매설깊이가 지표면에서 약 3M이내인 천매법(Shallow Bed) 과 착정기(Boring Machine)을 이용하여 수십 m 깊이로 구멍을 뚫어 양극을 매설하는 심매법(Deep Well)으로 분류되며, 최근에는 토지수용 등의 어려움이 있어 심매법을 많이 사용한다.

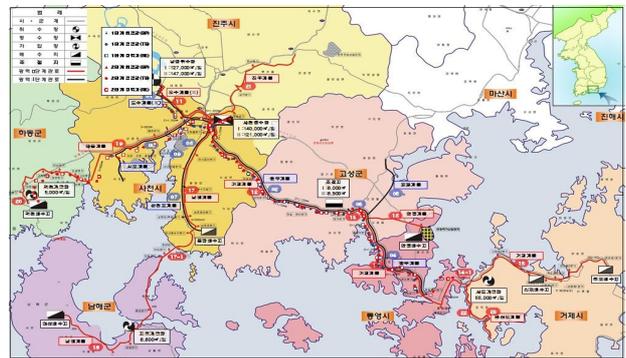


<그림 1> 외부전원법 동작원리

2.2 전기방식설비운영현황

<표 1> 전기방식설비 현황

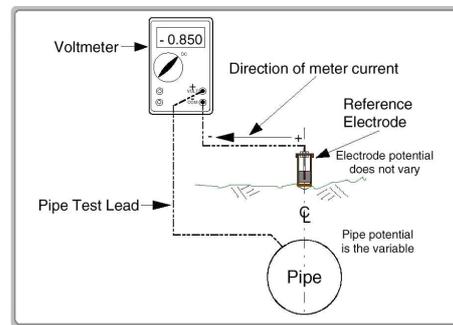
총관로	방식관로	정류기	양극	TB 현황
309.34km	174.81km	61개	902개	178개



<그림 2> 남강댐계통 광역상수도 전기방식시설 현황도

2.3 전위미달구간 조사내용

가. 현장시설물 확인 : 전위 미달 TB의 현 상태를 확인하고 그 TB에 영향을 주는 정류기 상태를 확인
나. TB(Test Box)상태 확인 : TB 내의 배관인출선이 배관과 정확하게 연결되어 있는지 확인. 만약 측정 리드선이 이상이 있는 경우에는 별도의 측정선 인출
다. 관대지전위측정 : 현재의 방식상태를 확인하기 위하여 TB의 방식전위를 측정하였다. 측정은 그림에서 보는 바와 같이 기준전극과 전압측정기를 이용하여 측정, 주변 정류기를 on, off 하면서 현 TB에서 on 전위와 off 전위를 측정하였으며, 정확한 측정을 위하여 변실에서 30m 이상 떨어진 지점에 기준전극을 대고 방식전위를 측정하였다



<그림 3> 방식전위 측정 개념도

라. 토양비저항측정 : 매설배관 주변의 토양 부식성을 확인하기 위하여 토양비저항을 측정하게 된다. 토양비저항이 높은 경우 부식성이 작으며 토양비저항이 낮으면 부식성이 큰 것으로 판단, 본 시험에서는 별도로 토양비저항을 측정하지 않았으며 필요시 기준에 수행되었던 “정밀안전진단”의 측정 결과를 이용하였다

<표 1> 토양비저항과 부식성과의 상관관계

토양비저항 (Ω·cm)	토양 종류	부식 예상도
> 20,000	모래(sand)	미약(virtually not corrosive)
10,000 ~ 20,000	모래(sand)	약간 발생(weakly aggressive)
5,000 ~ 10,000	양토(loam)	발생(moderately aggressive)
3,000 ~ 5,000	양토(loam), 이탄(peat)	다소 강하게 발생(aggressive)
1,000 ~ 3,000	지하수(freshwater), 점토(clay), 이탄(peat)	강하게 발생(strongly aggressive)
< 1,000	염분(brackish), 점토(clay)	매우 강하게 발생(very strongly aggressive)

* Pierre R. Roberge, Ch2, p150, "Handbook of Corrosion Engineering", 1999

마. 전기 간섭영향 조사 : 대상 관로 주변에 가스배관 혹은 송유관로 등 타시설이 있는 경우에는 주변 타시설에 의하여 수자원공사 배관이 간섭을 받기도 하고 수자원공사 배관이 타시설에 간섭 영향을 주기도 한다. 주변에 타시설이 있는 경우에는 타시설의 TB를 확인하여 수자원정류기가 주는 영향을 측정하였다. 특히 소요전류시험을 수행하면서 타시설에 주는 간섭 정도를 시험하였다.

바. 소요전류시험 : 방식전위가 미달인 지점에 대하여는 전기방식 소요전류 시험을 수행, 먼저 그 지점에 영향을 주는 정류기 인근에서 임시양극을 설치하고 양극 보강만을 통하여 방식전위 확보가 가능한지 여부를 시험하였으며 현재의 정류기에서 방식보강을 통하여는 방식전위 확보가 어려울 때에는 임시발전기와 정류기 및 임시양극을 설치하여 해당 TB 혹은 인근에서 소요전류시험을 수행 소요 전류 시험을 통하여는 전위 미달 지점에 대하여 방식전위를 확보하기 소요전류량을 확인

사. 변실철근과의 접촉 여부 조사 : 배관과 변실 철근과의 접촉 여부를 조사하였다. 정확한 변실철근과의 접촉 여부를 확인하기 위하여는 먼저 변실 철근에서 리드선을 인출하고 인출된 리드선과 관로와의 저항 및 전위차를 측정하여야 정확하게 관로가 변실철근과 접촉되었는지 확인, 방식소요전류시험은 전위 미달 구간에서 가까운 정류기 혹은 인근 변실에서 이루어졌는데 통상적으로 변실의 철근 수량을 감안하였을 때 D2,200 배관의 경우 2.2A가 필요하므로 안전율을 감안하여 소요전류량이 10A 이상이 되면 철근의 접촉이 있는 것으로 판단

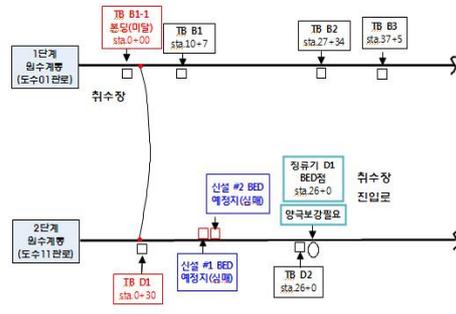
2.4 전위미달구간 진단결과 및 보강계획

전위미달 TB 39개소 진단결과 18개소는 전위상태가 양호 하였으나, 잔여 21개소에서는 정류기출력감소, 변실철근접촉, 정류기 영향미비, 타시설 접촉 등으로 전위미달원인이 나타나, 이에 대한 보강계획으로 양극 신설 2개소, 보강 7개소 변실절연보강 8개소로 분석되었다.

<표 2> 전위미달구간 전기방식 보강방안

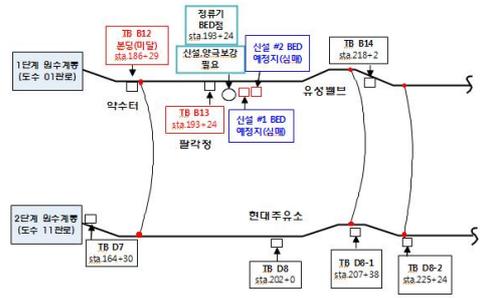
구분	관로계통	Sta No	보강/신설	양극
1	2단계(원수)	0+00	보강	심매
2	1단계(원수)	186+29	신설	심매
3	1단계(충무)	308+9	보강	심매
4	1단계(충무)	520+15	보강	심매
5	1단계(충무)	173+8	신설	심매
6	2단계(통영)	71+9	보강	심매
7	2단계(통영)	162+13	보강	심매
8	2단계(통영)	370+0	보강	심매
9	2단계(통영)	596+20	보강	심매
10	변실절연보강	8개소		

(구분1) B1-1 TB (Sta. 0+00), D1 TB (Sta. 0+30) 양극 보강
 - 문제점 : 원수 1단계 TB B1-1(-650mV), 2단계 TB D1(-800mV) 전위값 미달로 취수장 정류기시험(20V 3A)을 시행한 결과 B1-1(-1650mV), 2단계 TB D1(-1900mV)로 전위값이 양호로 나타났으며, 정류기 출력감소로 인한 심매양극 보강



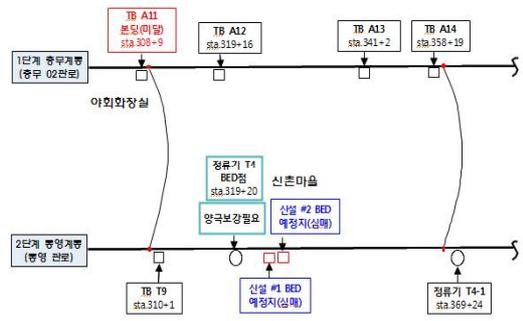
<그림 4> 전위미달구간 양극 보강계획 개념도

(구분2) B12 TB (Sta. 186+29), B13 TB (Sta. 193+24) 양극 보강
 - 문제점 : 원수 1단계 TB B12(-700mV), TB B13(-770mV) 전위값 미달로 정류기 가동시험(60V 6A)을 시행한 결과 B12(-720mV) 전위값 미달, TB B13(-850mV) 전위값은 양호 하지만 정류기의 출력전류량 감소 및 변실 철근 접촉으로 인한 전위값 미달로, 정류기 신규설치 및 양극보강, 변실 철근 절연 보강



<그림 5> 전위미달구간 양극 보강계획 개념도

(구분3) A11 TB (Sta. 308+9), A13 TB (Sta. 341+2) 양극 보강
 - 문제점 : 통영 1단계 TB A11(-750mV) 전위값 미달로 정류기 A2-1 시험(20V 5A)을 시행한 결과 A11(-820mV) 전위값 미달로 측정. A13 (-750mV) 전위값 미달로 정류기 A3-2 시험(58V 18A)을 시행한 결과 A11(-900mV) 전위값 양호로 측정. 출력전류량 감소 및 변실 철근 접촉으로 인한 전위값 미달로, 양극보강 및 변실 철근 절연 보강.
 → B13 TB 주변 심매 양극 보강, 변실 절연보강.



<그림 6> 전위미달구간 양극 보강계획 개념도

3. 결 론

남강광역상수도 전기방식구간은 174km로 TB 178개소 정류기 61개소가 운영 중이며, 전위미달구간 TB 39개소에 대한 원인조사 결과 21개소에서 정류기출력감소, 변실철근접촉, 정류기영향미비 등으로 밝혀져 이에 대한 전기방식 보강공사로 양극 신설 2개소, 보강 7개소 변실절연보강 8개소를 실시(2015년~2018년)할 예정이다