

지하매설배관의 피복손상부 탐측에 관한 연구

하태현*, 배정효, 이현구, 김대경, 하윤철, 박경화
한국전기연구원

Coating defect survey of underground buried pipelines

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

Abstract - In present, most of underground metallic structures, especially gas pipeline, have adopted in order to protect against a corrosion. If a coating defect is be on the surface of gas pipeline, the pitting corrosion is occur normally. So, in the corrosion field, investigation of coating defect is very important activity.

In this paper, DCVG(Direct Current Voltage Gradient) method which is can detect a coating defect of gas pipeline is introduced. And also, the assessment of coating defect position according to the position of temporary anode of ICCP(Imprised Current Cathodic Protection) system is presented.

1. 서 론

현재까지 잘 알려진 지하매설배관의 부식을 방지하기 위한 기술로는 내식성의 재료 선택, 금속의 피복 처리, 방청제를 사용한 화학적 처리 그리고 전기방식 방법이 있다. 이 중 가장 경제적인 방법은 금속 피복과 전기방식을 병행하는 것이다. 이 방법은 피복 배관을 지하에 매설할 때 발생할 수 있는 피복손상 부위에 방식전류를 흘려줌으로써 배관의 부식을 방지하는 것이다. 그러나 피복 배관에 방식전류가 부족하거나 타시설물에 의한 간섭의 영향으로 배관으로부터 전류가 유출된다면 피복손상부에는 집중 부식의 우려가 있다. 따라서 주기적으로 배관의 피복손상부를 탐측하여 손상부가 발견되면 즉시 보수를 하여야한다. 매설배관의 피복손상부를 탐지하는 방법으로서는 직류전압구배(DCVG)를 이용한 방법이 널리 사용되고 있다.

본 논문에서는 직류전압구배 방법을 이용하여 지하매설배관의 피복손상부를 탐측한 실사례를 소개하고, 실험실 실험을 통하여 임시 양극의 위치에 따른 전류분포의 영향과 피복손상부의 위치 판별에 대하여 기술하였다.

2. 직류전압구배에 의한 피복손상부 탐측 방법

외부전원을 이용한 전기방식에 있어서 방식전류는 피복배관 전체에 균일하게 흐르는 것이 아니고 배관 표면이 노출되어 비교적 토양에 대한 저항이 낮은 피복손상부에 편중하여 흐른다. 직류전원이 인가되는 매설배관에 피복손상부가 존재하면 손상부의 주위에는 토양의 저항에 의하여 직류전압구배가 발생하게 된다. 이 전압구배는 손상부에 가까울수록 커지는데 이는 피복손상부 주변에서의 전류밀도가 증가하기 때문이다. 이러한 장소에서 직류전원을 ON/OFF하면서 일정한 간격으로 2개의 포화황산동 기준전극(Cu/CuSO₄)을 이용하여 배관 직상부의 지표면에서 전위차를 측정할 때 손상부의 전후에서 전위의 방향이 반대가 되는 지점이 바로 손상부가 되는 것이다. 그림 1은 직류전압구배를 이용하여 피복손상부를 조

사하는 장면을 개념적으로 나타낸 것이다.

매설배관을 따라 지표면에서의 전위구배를 연속적으로 측정해가면 상세한 지표면 전위구배가 얻어져서 지중의 전기적인 흐름을 추정할 수 있다. 지표면 전위구배의 측정법에는 다음의 2가지 방법이 있다[1].

- ① 그림 2와 같이 임의의 1지점을 기준으로 하여 거기에 일력단자⊕측의 포화황산동 기준전극을 고정하고, ⊖극만을 일정 간격으로 이동시키면서 항상 고정된 기준점과의 전위차를 측정하는 방법
- ② 그림 3과 같이 ⊕극과 ⊖극의 거리를 항상 일정하게 유지한 2개의 포화황산동 기준전극을 순차적으로 병행하여 이동시키면서 항상 인접한 2지점의 전위차를 측정하는 방법.

지표면 전위구배의 측정결과를 정리하는 방법은 배관으로의 유출지점을 용이하게 판별하기위하여 그림 4와 같이 2지점간의 지표면 전위구배를 그려가는 방법이 통상 이용되고 있다.

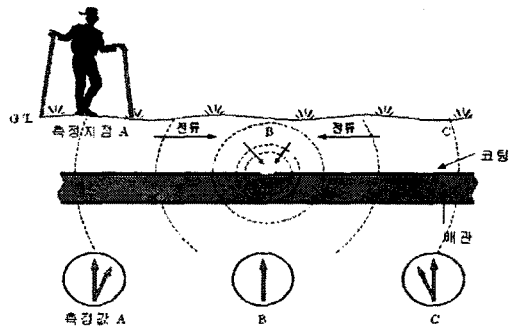


그림 1. 직류전압구배를 이용한 피복손상부 측정 개념도

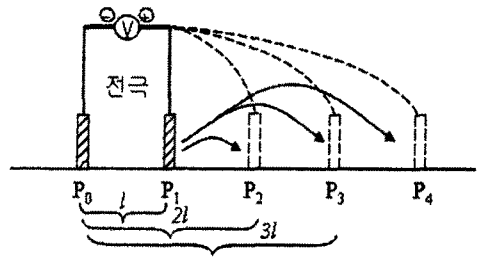


그림 2. 지표면 전위구배의 측정법 1

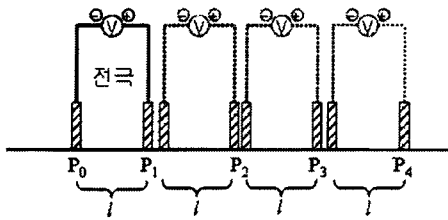


그림 3. 지표면 전위구배의 측정법 II

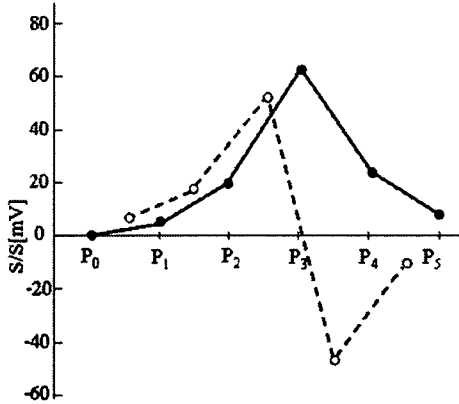


그림 4. 지표면 전위구배 측정값 표시예

3. 피복손상부 탐측 실사례

3.1 측정 방법

한강 하저에 매설되어 한강을 횡단하는 900[m] 구간의 한강도강관에 대한 피복손상부를 탐측하기 위하여 임시의 부전원용 정류기와 임시양극을 설치하고 도강관에 펄스 형태의 실험전류를 인가하면서 수중에서 형성되는 직류 전압구배를 이용하여 도강관 직상부의 하저면에서 수중 전위구배(Water to Water; W/W) 및 수중통과전류(Probe to Probe; Pr/Pr)의 크기와 방향을 각각 측정하였다.

한강 도강관 구간의 수중전위구배 측정에는 포화황산동 기준전극 2개, 수중통과전류 측정에는 연강 Probe 2개를 사용하였고, 측정의 편의를 위하여 포화황산동 기준전극 1개와 연강 Probe 1개를 PVC판에 고정하여 사용하였다. 여기서 수중통과전류의 측정은 측정의 정확성을 기하기 위한 것이며, 수중전위구배와 수중통과전류의 측정값은 같은 극성을 나타낼 것이며 어느 쪽의 측정값을 적용해도 문제는 없다.

측정간격은 20[m]로 하고, 측정시 극성은 아날로그 전위기록계(EPR)의 입력단자에 강북쪽을 ⊕극, 강남쪽을 ⊖극으로 연결하였다. 측정방향은 강남에서 강북쪽으로 진행하였다.

Probe는 연강 환봉(표면적 : 약 5[cm²])을 표면 연마하여 사용하였다. 또한 포화황산동 기준전극은 충분히 포화상태를 유지하기 위하여 황산동 결정을 충분히 보충하였으며, 기준전극 상호간의 전위차를 본 측정 개시전에 확인 측정된 결과 포화황산동 기준전극간은 +0.1[mV], 연강 Probe간은 +1.5[mV]의 전위차가 발생하였다.

펄스 형태의 직류전원을 인가하기 위하여 발전기와 정류기(Current Interrupter 내장형)를 사용하였으며, 정류기의 ⊕단자에 임시양극을 ⊖단자에는 한강 도강관의 인출선을 연결하였다. 임시양극은 낮은 접지저항을 얻기 위하여 강남쪽 도강관으로부터 강하류측 100[m] 지점에 연결선 100[m]를 강북을 따라 한강 수중에 설치하였다. 한강 도강관의 인출선은 강남쪽의 육상부에 위치한 밸브

실내에서 한강 도강관과 연결된 노출부에 연결하였다.

인가전류는 수중전위구배와 수중통과전류 측정을 하면서 펄스가 적어지면 전류를 올리면서 측정을 하였으며, ON/OFF시간은 3초(ON)와 7초(OFF)로 설정하였다. 그림 5는 한강 도강관의 수중전위구배와 수중통과전류의 측정 개념도를 나타낸 것이다.

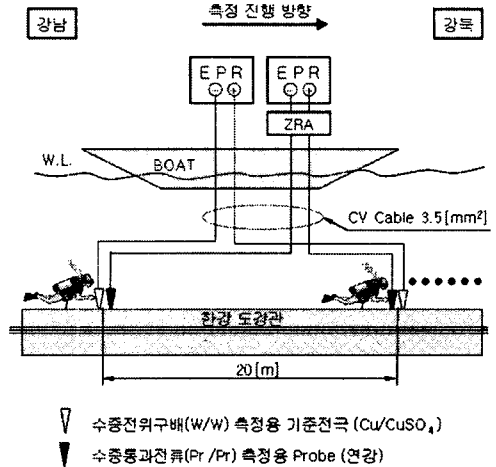


그림 5. 한강 도강관의 수중전위구배 및 수중통과전류 측정 개념도

3.2 측정 결과

한강 도강관에 대한 피복손상부 탐측 결과는 그림 6과 같다. 측정시 인가전류는 10[A]이다. 그림 6에서 보는 바와 같이 No.1과 No.2 구간에서 수중전위구배(W/W)와 수중통과전류(Pr/Pr) 모두 극성반전이 확인되었다. 그림 6에서 수중전위구배의 측정값이 (+)인 것은 측정진행방향과 반대로 전류가 흐르는 것을 의미하며, (-)인 것은 측정진행방향으로 전류가 흐르는 것을 의미한다. 여기서 No.1과 No.2 구간은 극성이 반전되었으나 실제로 피복손상부에 의한 영향인지 임시양극의 위치에 따른 영향인지 알 수가 없어 추가적인 연구가 필요하였다.

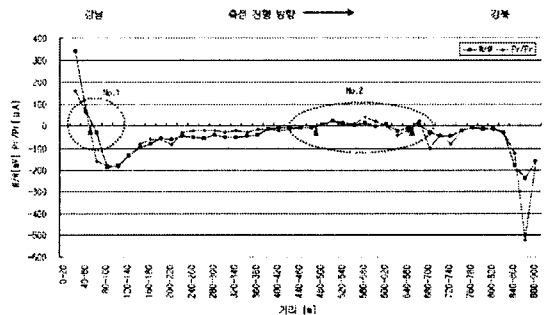


그림 6. 한강 도강관의 피복손상부 측정 결과

4. 피복손상부 탐측에 대한 실험실 실험

양극의 위치에 따른 한강 도강관의 피복손상부 위치를 정확히 판단하기 위하여 실험실에서 현장 측정과 비교 실험을 수행하였다.

4.1 측정 방법

실험실에서 피복손상부의 위치를 분석하기 위하여 한강

도강관의 설치환경과 유사하게 그림 7의 실험 장치를 구성하고 측정방법은 현장에서의 방법과 동일하게 수행하였다. 500[mm]길이의 피복된 강봉 양쪽에 5[mm]×5[mm]의 피복손상부와 양쪽 끝에 노출부를 만든 후 수돗물을 채운 수조에 강봉을 담그고, 직류전원장치와 Current Interrupter를 이용하여 펄스 형태의 전원을 인가하였다. 인가한 전류의 크기는 강봉의 전위가 포화 황산동 기준전극 대비 -1,000[mV]가 되도록 조정하였으며, ON/OFF시간은 2초(ON)와 5초(OFF)로 설정하였다. 양극은 직경 2[mm]의 동선을 사용하였다. 측정간격은 20[mm]로 하였다.

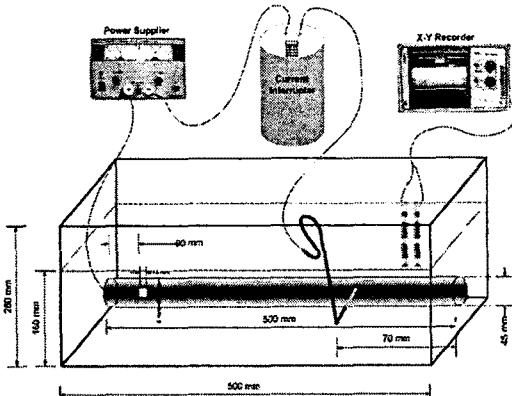


그림 7. 피복손상부 탐측을 위한 실험 장치 구성도

4.2 측정 결과

양극의 위치가 피복손상부 주변인 강봉의 한쪽 끝으로부터 50[mm]인 경우와 강봉의 중간인 경우에 대하여 피복손상부를 탐측한 결과는 각각 그림 8 및 그림 9와 같다. 그림에서 보는 바와 같이 피복손상부가 있는 위치에서는 수중전위구배(W/W)의 극성이 (-)에서 (+)로 동일한 형태의 반전되는 구간이 나타났다.

수중전위구배의 극성이 (+)에서 (-)로 반전된 구간은 양극위치에서 출력되는 전류가 강봉의 양단에 위치한 노출부쪽으로 흘러들어감으로 인하여 형성되는 전류분포에 의한 것임을 알 수 있었다.

5. 결과 및 고찰

실험실 실험의 결과를 기초로 한강 도강관의 피복손상부의 위치는 임시양극의 위치와 임시양극으로부터 도강관으로 흐르는 전류의 방향을 고려할 때, 수중전위구배(W/W)의 극성이 (-)에서 (+)로 반전되는 구간임을 알 수 있다.

한강 도강관의 No.1 구간은 수중전위구배의 극성이 (+)에서 (-)로 반전되어 나타났다. 이 구간은 실제로 피복손상부가 없으나 임시양극위치에서 출력되는 전류가 도강관의 양단에 위치한 배관 지지물 등의 배관노출부로 흘러들어감으로 인하여 형성되는 전류분포에 의하여 극성이 반전되는 곳이다. No.2 구간은 수중전위구배의 극성이 (-)에서 (+)로 반전되어 나타났으므로 피복손상부가 존재하는 것으로 판단할 수 있다.

6. 결 론

직류전압구배 방법을 이용하여 지하매설배관의 피복손상부의 위치를 판별할 경우 극성반전이 발생하는 지점에서는 임시양극의 위치와 주변에 매설된 금속시설물의 현황을 고려하여 전류분포를 분석한 다음 신중하게 결정하여야 한다.

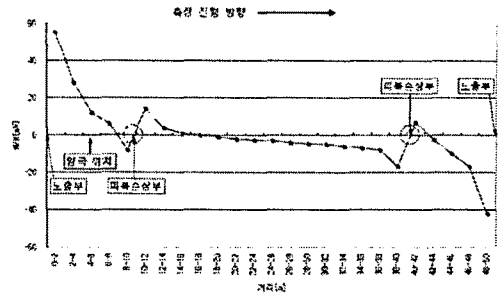


그림 8. 양극의 위치가 피복손상부 주변에 있을 경우의 실험 데이터

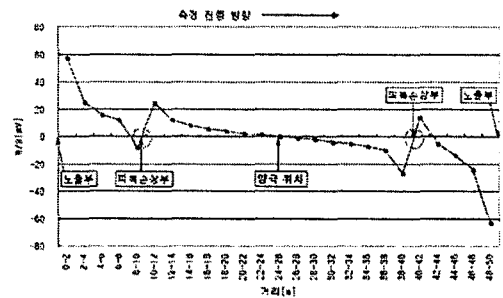


그림 9. 양극의 위치가 중간에 있을 경우의 실험 데이터

[참 고 문 헌]

- [1] (사)일본가스협회, 가스도관방식헌드북, pp.45-46, 1993.