

**압입구간내의 압입관과 배관의 부식거동에 관한 실험결과와 이론적
결과와의 비교**
**A Comparison of the Experimental and Theoretical Results on the
Corrosion Behavior of the Steel Casing and Pipe**

김영석, 이선엽, 박경완, 전경수, 고영태
한국가스공사 연구개발원

1. 서론

압입이란 지하 매설배관이 선로,간선도로의 횡단부나 하천, 수로횡단부를 지나가야 하는 지점에서 Open Cut 공법으로 매설하기에는 교통체증을 야기시키거나 민원발생의 소지가 있는 경우 혹은 장애물이 존재하는 경우에 배관을 기계적으로 보호하기 위하여 배관의 주위에 압입관을 설치하는 것을 말한다. 이러한 압입구간에서 주배관과 압입관의 적정한 전위분포는 음극방식의 효율성을 결정하는데 있어서 뿐만 아니라 압입구간의 건전성을 유지하는데 있어서의 중요한 변수중의 하나이다. 따라서 압입구간에서 미주전류의 거동에 관한 정확한 해석에 근거하여 음극방식과 압입구간을 설계하는 것은 아주 중요하다.

본 연구에서는 주배관과 압입관의 부식거동을 해석하기 위하여 경계요소법과 혼합전위 이론을 응용하여 압입구간에서의 전위분포와 전류분포를 구하였고 이를 실험결과와 비교하였다.

2. 실험 방법

모델의 타당성을 검증하기 위하여 실험을 수행하였다. 실험장치는 배관, 압입관, 양극 그리고 직류전원 공급장치(power supply)로 이루어져 있다. 배관과 압입관은 일반 구조용 강판으로 그 형태를 모사하여 사용하였으며 양극은 탄소봉을 가공하여 구의 형태로 만들어 사용하였다. 실험조는 일정한 값의 전도도를 갖는 NaCl용액으로 채웠다. 양극과 배관사이의 전압은 직류 전원공급장치(Hewlett Packard M 6010A)를 이용하여 일정하게 유지하였으며 포화감홍전극(saturated calomel electrode)을 기준전극으로 사용 하였다.

실험은 압입관이 완벽하게 설치되어 있고 압입구간 내부와 외부가 완전히 절연되어 있는 경우와 절연부위가 손상되어 압입관 내부가 전도성 매질로 채워져 있는 경우에 대해 수행하였다.

3. 결과 요약

절연부위의 여러 가지 손상형태에 따른 배관과 압입관의 전류분포 및 전위분포가 Ohm의 법칙에 의해 계산되었으며 전류밀도의 값에서 양의 부호는 배관과 압입관의 부식을 야기하는 양극전류밀도를 나타내며 음의 부호는 산소환원이나 수소발생과 같

은 환원반응에 의해 부식이 방지되는 음극전류밀도를 나타내고 있다. Fig. 1에 실험장치를 모사한 경계조건을 나타내었으며 이 경계조건을 이용하여 Lapalce 방정식을 풀었다.

Fig.2에 절연부위의 손상이 전혀 없는 경우의 전류밀도와 Fig.3에 이때의 전위분포를 나타내었다. 양극으로부터 나온 전류는 압입관 표면의 대부분의 지점에서 유입되면서 방식전류로 작용하며, 음극방식되고 있는 배관과 가까운 압입관의 양 끝단에서는 양극화가 일어나 유입된 방식전류의 유출이 일어나게되어 부식이 일어나게 된다. 이때 압입관의 내부 표면과 압입구간 내부의 배관의 표면은 대기부식 분위기에 노출되게 되는데 배관의 다른 지점에서 유입된 방식전류와 압입관의 외부에서 유입된 방식전류가 이러한 지점에서 쉽게 유출되기 때문에 일반적인 대기 부식 환경에서보다 더 빠른 속도로 부식될 것으로 예측된다. 이와 같은 경우에 대한 실험 결과가 사진 1-3에 나타나 있다. 사진1에서 보여진 시편은 압입관의 외부 표면을 나타내고 있는데, 시편의 중앙부분은 부식이 전혀 일어나지 않은 반면에 양 끝단에서 심한 부식이 발생한 것을 볼 수 있다. 사진2는 압입관의 내부 표면을 나타내고 있으며 시편의 전 표면에서 균일부식이 일어난 것을 볼 수 있다. 사진3은 배관의 표면을 나타내고 있는 사진인데 압입구간 내부의 표면만이 균일 부식이 발생하였으며 압입구간 외부는 방식전류의 직접적인 유입에 의해 방식되어 부식이 발생하지 않고 있는 것을 알 수 있다. 이상에서 알 수 있듯이 실험결과와 수치해석의 결과는 아주 잘 일치하였다.

압입관의 절연부위에 손상이 일어나 압입관과 배관사이의 고리 모양의 공간에 지하수와 같은 전해질이 침입이 가능한 경우에는 양극에서 나온 전류는 압입관 외부 표면에서 유입되어 방식전류로 작용하고 압입관 내부에서 유출되어 부식전류로 작용한다. 이때 유출된 전류는 압입구간내의 배관과 압입관 내부의 고리모양에 존재하는 전해질을 통과하여 다시 배관의 표면으로 유입되므로 배관 표면을 방식하게 된다. 따라서 압입관의 외부는 부식이 전혀 일어나지 않으며 내부는 심한 부식을 일으킬 것으로 기대되며, 압입관 내부에서 유출된 전류가 유입되는 압입구간 내부의 배관 표면은 부식이 발생하지 않을 것으로 예상된다. 이 경우에 있어어도 실험결과와 모델링 결과는 잘 일치하고 있었다. 또한 앞에서 타당성이 검증된 모델을 이용하여 압입관과 배관의 접촉(metal touch)와 같은 여러 가지 결함이 존재하는 경우에 적용하여 그때의 부식양상을 예측하였다.

참고 문헌

1. K. Nisancioglu, "Modern Aspects of Electrochemistry", B.E.Conway, J.O'M.Bockris and R.E.White Editors, Chap.3, Plenum Press, New York(1992)
2. J. Newmann, *J. Electrochem. Soc.*, 138, 3554 (1994)
3. J. Newmann, *J. Electrochem. Soc.*, 144, 450 (1997)
4. F. Brichau and J. Deconinck, *Corrosion*, 50, 39 (1994)

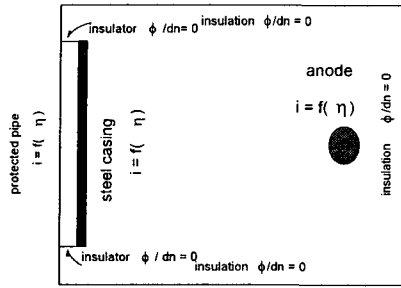


Fig.1 Boundary conditions of the system

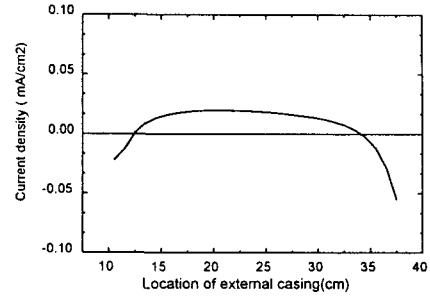


Fig.2 Stray current density distribution on the external surface of casing

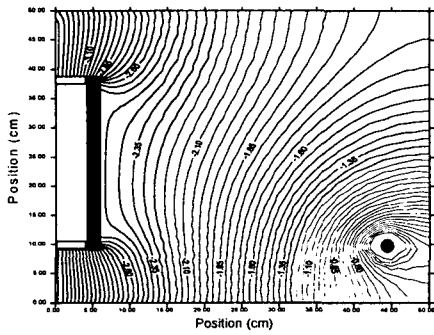


Fig.3 Potential distributions expressed in constant equipotential line in case of well operated casing section

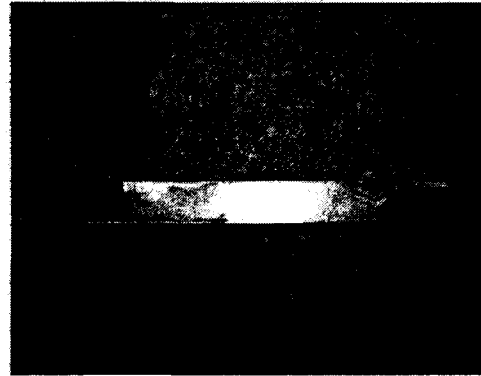


사진 1

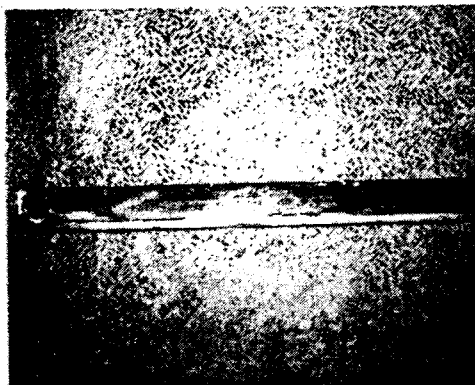


사진 2

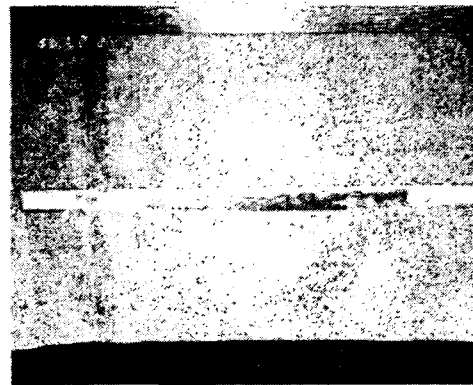


사진 3