

회로 등가임피던스 추정 및 RF 릴레이 장착한 TB를 이용한 방식전류제어장치

이동준¹, 박성미², 박성준^{*3}

한국수자원공사¹, 한국승강기대², 전남대학교^{*3}

Current Control Device using TB-Equipped Circuit Equivalent Impedance Estimation and RF Relay

Dong-Jun Lee¹, Seong-Mi Park², Sung-Jun Park^{*3}

K-water¹, Korea Lift College², Chonnam National University^{*3}

ABSTRACT

철교나 석유비축기지 탱크저판 및 각종 매설관로 등 대부분 철 성분 골조는 시간이 경과하면 주변의 환경에 따라 부식이 급격히 일어난다. 이러한 철강재가 부식되는 철강재가 시설물의 주요 구성물이 되고 있는 시설물의 수명을 크게 단축시키는 주요원인이 되고 있다. 이에 대한 대비책으로 방청도로나 코팅을 이용하는 방법과 달리, 전기적으로 전위차를 갖게 하여 부식을 방지하는 전기방식법을 적용함에 있어 방식전류가 불균일한 경우 양극 소모가 불균일함에 따라 교체시기 문제를 극복하기 위해 회로 등가 임피던스 추정 및 RF 릴레이 장착한 TB를 이용한 방식전류제어장치를 개발하였다.

1. 서론

물이나 토양과 같은 전해질 속에 놓인 금속은 용존산소, 농도차, 온도차 등 주위 환경 조건 차이와 금속자체에 함유된 불순물, 잔존 응력, 표면 부착물 등의 금속 측 원인에 의하여 그 표면에 국부적으로 전위차가 생기게 되고 그 결과 수많은 양극부와 음극부가 형성된다. 이때, 부식전류로 인해 양극부의 금속이 이온 상태로 용출 되어 점차 전해질 속으로 용해 되어가는 부식이 발생한다. 이를 방지하기 위해 피방식 체인 금속 외부에서 인위적으로 방식전류를 유입시키면 금속 표면에 형성된 부식전류가 자연히 소멸되고 부식이 정지되어 피 방식체인 금속은 완전한 방식상태가 된다. 이러한 방식전류 관리를 위해 TB에 의해 기준 전위가 되는 방식전류를 수동으로 설정하는 방식전류 관리가 점검자의 수작업으로 이루어짐에 따라 신뢰성 문제 발생하게 된다^[1]. 따라서 회로 등가임피던스 추정 및 RF 릴레이 장착한 TB를 이용한 자동 방식전류제어장치를 개발하였다.

2.2 제안된 TSC 구성 및 스위칭 방식

철이 산화되면 붉은색 녹($Fe_2O_3 \cdot 3H_2O$)이 발생하며 전도성을 잃고 강도가 약해서 쉽게 부스러지는 성질이 변하게 된다.

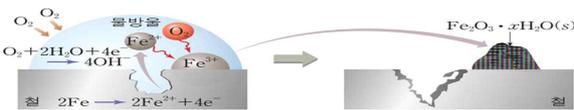


그림 1. 철의 부식과정
Fig. 1 Corrosion process of iron

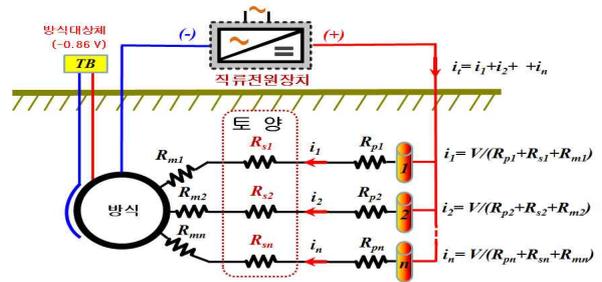


그림 2 일반적인 방식 시스템의 구조
Fig. 2 Structure of general system

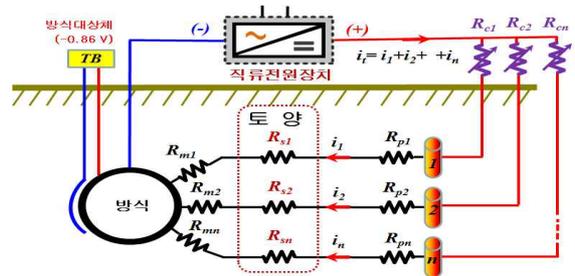


그림 3 방식전류 수동설정이 가능한 방식 시스템의 구조
Fig. 3 Structure of the system of manual setting

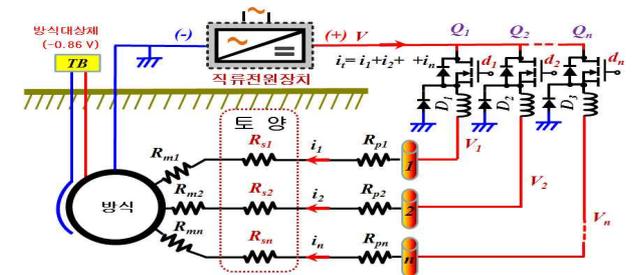


그림 4 방식전류 자동설정이 가능한 방식 시스템의 구조
Fig. 4 Structure of the system of auto setting

그림 2는 전해질 역할을 하는 해수나 토양 중에 내구성이 강한 양전극을 설치하고 이 전극을 직류전원장치의 (+)극에, 피방식체에는 (-)극에 연결하여 전극으로부터 전해질을 통하여 피방식체 표면에 방식전류를 공급하여 부식을 방지하는 외부전원법 방식 시스템의 구조를 나타내고 있다. 이 방식에서 토지 비저항이 계절, 날씨 등에 따라 변하므로 관로 전위로 변

함으로 양극별 방식전류를 균일하게 조절하는 것이 쉽지 않으며, 방식전류가 불균일할 경우 양극이 소모도 불균일하여 방식전류가 과대할 경우 양극의 소모가 빨라짐에 따라 교체에 대한 문제가 발생한다. 따라서 이를 극복하기 위해 그림 3과 같이 방식전류 수동설정이 가능한 방식 시스템을 사용하여 주기적으로 수동으로 설정하나, 점검자의 수작업으로 이루어짐에 따라 신뢰성 문제발생하게 된다. 따라서 본 논문에서는 그림 4와 같이 각 양전극 전류제어용 초퍼를 구성하여 마이컴에 의한 Buck-FET의 시비율(d)제어에 의한 각 방식전류 제어가능하며, 부하임피던스 추정에 의한 Auto-Balancing 방식전류 제어할 수 있는 시스템을 제안한다.

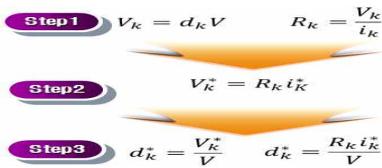


그림 5 Auto-Balancing 방식전류 제어 알고리즘
Fig. 5 Auto-Balancing Current Control Algorithm

그림 5에 나타낸 Auto-Balancing 방식전류 제어 알고리즘으로 크게 3단계로 구분할 수 있다. 각 모듈의 현재 시비율, 전압 및 전류값을 후 회로임피던스 추정하며, 회로등가 임피던스 추정기만 지령전류를 만족하는 지령전압 발생하여 지령전압을 만족하는 각 모듈의 시비율 결정한다.



그림 6. RF 릴레이 제어기를 이용한 기준전위 계측법
Fig. 6 Reference potential measurement using RF relay controller

그림 6은 저가형 RF 릴레이 제어기를 이용한 기준전위 계측법을 나타내고 있다. 3개의 RF릴레이 출력신호에 의한 TB의 전압을 Capture의 펄스폭으로 정보를 전달하고 있다.

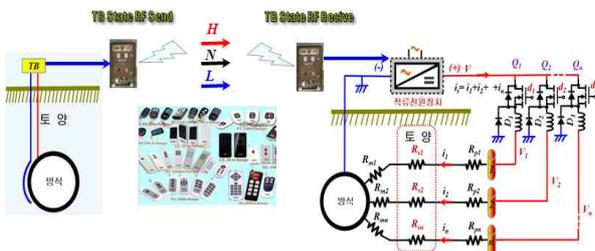


그림 7 전체 시스템의 구조
Fig. 7 System structure

그림 7은 전체 시스템 구조를 나타내고 있으며, TB 신호는 1일당 2분으로 그 전력사용량이 적어 적은 태양광 모듈에 의해서도 구동할 수 있다.

3. 시뮬레이션 및 결과

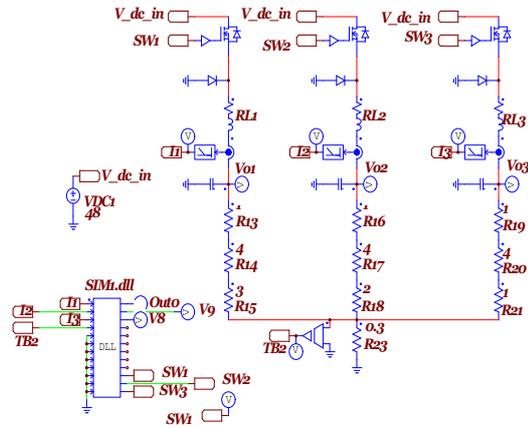


그림 8 시뮬레이션 회로도
Fig. 8 Simulation circuit diagram

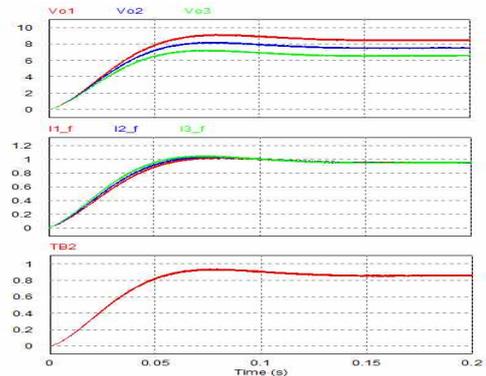


그림 9 시뮬레이션 결과
Fig. 9 Result of Simulation

그림 8은 제안된 방식의 타당성을 검증하기 위한 시뮬레이션 회로도이며 토양의 저항성분을 3, 6, 1 2옴으로 가정하였다. 그림 9는 시뮬레이션 결과를 나타내고 있다. 그림 8에서 보는 바와 같이 3개의 방식전류는 일정하게 되어 됨을 알 수 있다.

4. 결론

본 논문에서는 방식전류용 각 희생양극의 소모를 최소양으로 동일하게 하기 위해 양전극 전류제어용 초퍼를 구성하고 마이컴에 의한 Buck-FET의 시비율을 부하 임피던스 추정에 의한 Auto-Balancing 방식전류 제어를 할 수 있는 시스템을 제안하고 실험하여 그 타당성을 검증하였다.

참고 문헌

[1] Lan Chung , Seung Ho Cho , Young Sook Roh) Joong Koo Kim, Kang Yong-Ju, "Relationship between Corrosion Level of Rebar Embedded in Concrete, Corrosion Potential and Current Density Measured by Non-destructive Test Method", The Corrosion Science Society of Korea, Vol. 3, No. 2, pp.87-94 , 2004 .