

시화조력 수차발전설비 해수내 전기방식 설계

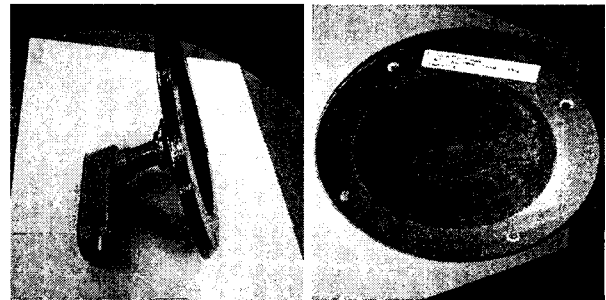
김종득*, 민훈진*, 강동형*, 강일권**
한국수자원공사*, 케이스텍**

The design of cathodic protection for Sihwa tidal power plant in the sea

Jong-Deug Kim*, Hoon-Jin Min*, Dong-Hyung Kang*, Il-Kweon Kang**
Korea Water Resources Cooperation*, KCE TECH**

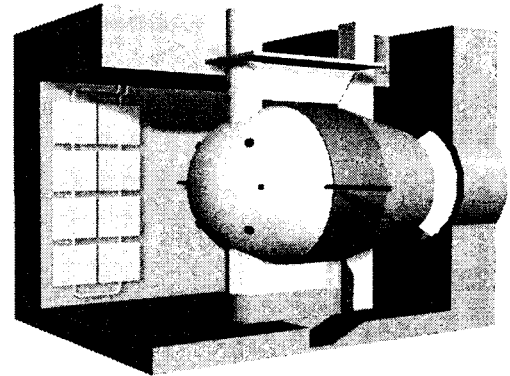
Abstract - 본 논문은 시화 방조제상에 공사중인 국내최초, 세계 최대설비용량인 254,000kW의 벌브형 수차발전설비가 수중에 설치되도록 설계되어 있어 해수에 의한 설비부식으로부터 설비를 보호하기 위한 전기방식설비 설계의 적정성과 시스템 구성에 대해서 고찰하기 위한 것이다. 시화조력발전소에 적용될 전기방식설계의 적정성을 사전 예측하기 위하여 전문 프로그램을 활용하여 시뮬레이션을 시행하였으며 방식전위 실시간 감시 및 제어기능은 물론 수차발전설비 운전상태와 연동하여 방식전위를 자동제어할 수 있는 최적제어 시스템 설계내용을 제시하였다.

를 보여주고 있다.



〈그림 1〉 6 “ 디스크 양극 사진

아래 그림은 전기방식 설계결과에 따라 시화조력수차발전기에 설치되는 디스크 양극 및 기준전극의 설치모형도이다.



〈그림 2〉 디스크 양극 설치모형도

1. 서 론

시화조력의 경우 지중에 매설되는 상수관로와 달리 수차발전기가 해수중에 설치되므로 부식성이 강한 염분으로부터 설비부식을 방지하기 위한 전기방식 시스템이 필수적으로 요구된다. 해수로부터 설비부식을 효과적으로 방지하기 위해서는 벌브형 수차발전기에 사용되는 주요 해당 부품의 재질에 따라서 요구되는 단위면적당 전류밀도가 다르므로 각기 다른 수량의 양극과 정류기가 요구되며, 일반적으로 지중에 설치되는 송수관로 보호용 H.S.C.I 양극 대신에 해수 저항의 최소화 및 바닷물속의 이물질로부터 양극의 손상을 최소화함은 물론 방식대상설비의 형태나 설치 조건 등을 고려하여 디스크형 양극을 채택하였다. 현재 수차발전기 제작업체인 오스트리아 VAtech에서 수차발전기 설계가 이루어지고 있어 방식대상 재질이 나 대상면적은 VAtech에서 제공된 설계자료를 근거로 진행되었다. 본 논문에서는 국내 최초로 해수중에 설치되는 수차발전기를 보호하기 위한 전기방식시스템의 개요, 구성 및 특징을 살펴봄으로써 향후 조력발전소 건설에 유용하게 이용될 수 있도록 적용한 내용을 제시하고자 한다.

2. 본 론

2.1 해수내 전기방식 이론

해수는 전기전도도가 높고 염분이 많기 때문에 금속에 대한 부식성이 매우 강하다. 본 시화조력발전소에 적용되는 음극방식법은 외부전원법과 희생양극법으로 나눌 수 있는데, 방식면적과 방식부의 형상 등 설비제작 및 설치, 설치후 유지보수성 등의 조건을 충분히 고려하여 방식법을 결정하였다. 본 설계에서도 일반적인 방식전위 기준과 마찬가지로 수차발전설비에 대한 음극방식전위 기준을 $-850mV$ 이하, $-2500mV$ 초과로 채택하였다.

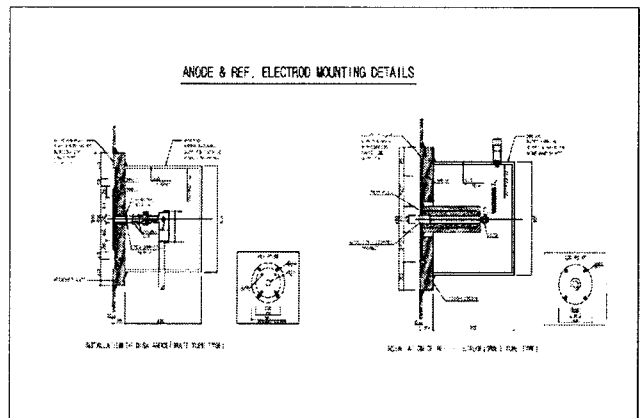
전기방식에 필요한 전류밀도값은 방식설계상 매우 중요한 요소이다. 방식을 위한 소요전류에 영향을 주는 것은 재질적 문제뿐만 아니라 유속과 방식 대상부의 크기 및 형상도 커다란 영향을 끼치므로 최적 소요전류의 결정에는 이와 같은 여러요소가 종합적으로 고려되어야 한다.

요구전류밀도는 방식대상설비의 재질에 따라서 달라지는데 CrNi의 경우 $270mA/m^2$, 탄소강 및 스테인레스강은 $5mA/m^2$, 탄소강 재질 내부는 $200mA/m^2$ 이다.

2.2 전기방식 설계

설비를 부식으로부터 보호하기 위한 양극의 크기나 수량은 권장되는 설계수명, 방식대상면적, 코팅의 상태, 양극의 형태, 양극의 크기와 해수의 비저항에 따른 용량계산결과에 따라서 사전에 미리 결정된다. 시화조력 발전소에 적용되는 양극은 최고 조석수위인 EL.9.67m에서 발전시 수차 주변의 유속이 시뮬레이션 결과 최고 18m/s까지 올라가므로 양극의 손상방지를 고려하여 양극의 형식을 결정하였으며, 벌브형 수차발전기의 compact한 내부에 조립설치되는 각 부품의 배치에 영향을 주지 않는 위치에 양극을 설치할 수 있도록 6“ 디스크 양극(Pt-Ti 합금)을 채택하였으며, 수차발전기 제작업체와 국내 전기방식 시공사와의 기술협의, 도면검토 등의 과정을 통해서 상세설계가 이루어지고 있다.

〈그림1〉은 수차발전설비를 보호하기 위한 6“ 디스크 양극의 형태

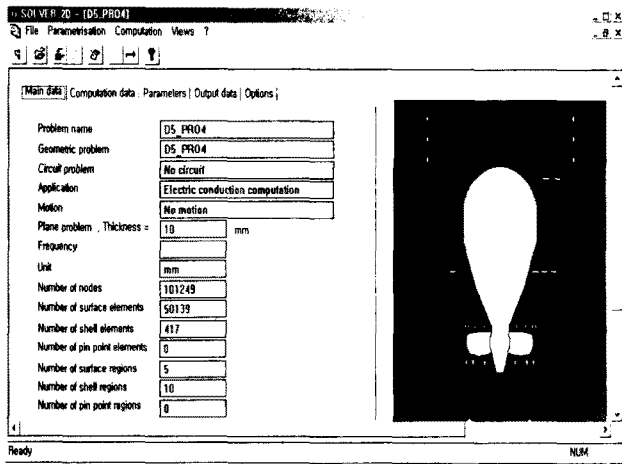


〈그림 3〉 디스크 양극 설치상세도

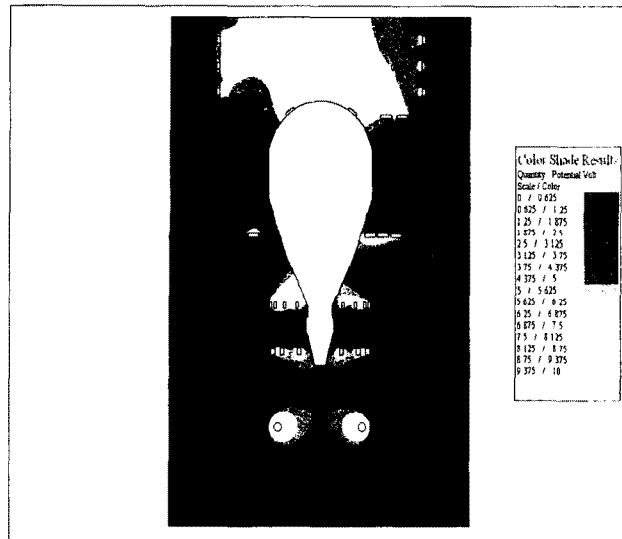
본 설계에서는 최초로 수중에 설치되는 수차발전설비 전기방식설계의 적정성을 객관적으로 확인하기 위하여 프랑스의 FLUX라는 프

로그로 전계해석을 시행하여 방식설계의 적정성 여부를 사전 예측한 결과이다.

음극방식에서 외부원법을 채택하는 경우 적정 방식기준전위를 얻기 위해서는 다수의 양극을 제한된 공간에 설치해야 하는데 이들 양극을 적절히 분산, 배치해야 서로 간섭을 일으키거나 전류가 도달하지 못하는 부분없이 균일한 방식전위를 얻을 수 있다. 그러나 과학적인 근거에 바탕을 두지 않고 용량계산서에 의해서 설계양극수량을 배치할 경우 부분적으로 불균일한 전류공급을 초래하여 과방식 또는 미방식 부분이 생길 수 있다. 이에 대한 보완책으로 상기 전문프로그램에 의한 전계해석 시뮬레이션을 시행하였다.



〈그림 4〉 FLUX 프로그램 Main Parameter 입력



〈그림 5〉 전계해석 시뮬레이션 결과

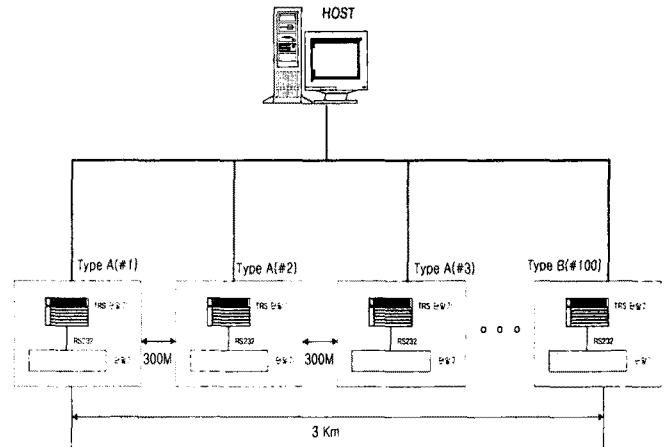
2.3 시스템 구성

발전소에 적용될 전기방식시스템은 주컴퓨터와 서브시스템 및 현장 테스트박스의 3단계 level로 구성되며, 테스트박스에서 송출된 데이터 및 정류기를 통해 방식목적물에 공급된 전류데이터를 순차적으로 정해진 프로그램에 따라서 주컴퓨터로 송출하여 주는데, 불의의 사태가 발생하여 통신선로가 끊어지거나 통신이 불가능하게 될 경우 자동으로 그 통신 단절을 인식하고 곧바로 데이터들을 저장하도록 구성하였다.

다른 세부기능으로는 부식상태의 방식전위 정보를 아날로그값으로 입력받아 기존 방식전위와 비교하여 차이가 발생시 주컴퓨터에 그 값을 전송하고 필요시 주컴퓨터에서 제어신호를 받아 아날로그 출력을 이용하여 정류기를 제어하여 부식을 방지하는 방식이다.

2.4 시스템 특징

본 제어시스템은 방식전류를 제어하는 정류기를 이중화된 다양한 인터페이스를 통해 제어할 수 있게 하여 방식기능의 안정성이 확보되며, 방식시스템 가동중 통신이 단절되어 이상이 발생하더라도 별도의 리퍼터에서 데이터를 저장하고 있다가 통신이 복구되었을 때 전송하게 됨으로써 데이터의 유실을 최소화할 수 있는 방식으로 구



〈그림 6〉 전기방식 시스템 구성도

성할 예정이다. 종래의 방식 제어시스템은 주위의 환경에 의해 간섭을 받게 되면 각부의 통신이 제대로 수행되지 않아 제어 및 감시 데이터가 손상되는 일이 빈번하게 발생되어 왔고, 통신수단의 연결이 끊어지게 되면 데이터가 소실되는 문제점이 있었으며, 따라서 적시에 적절한 방식기능을 수행하지 못하는 경우가 발생되고 있는 현실이다. 이에 어떠한 환경에서도 제어 및 감시 데이터의 손상을 방지하고 그 데이터를 바탕으로 적절한 방식을 수행할 수 있도록 구성되는 방식제어시스템의 필요성이 대두되어 왔다. 본 시스템의 특징은 다양한 통신 인터페이스 장치를 이용하여 다중으로 정류기를 제어함과 아울러 각 통신 인터페이스를 이중화하여 데이터의 손상에 대응할 수 있도록 하여 안전하면서도 전기방식의 효율을 극대화할 수 있는 방식제어시스템을 구성하는데 그 목적이 있다.

또한 발전소가 준공되어 발전기를 가동하게 되면 발전상태에 따라서 Wicket gate를 개방 및 폐쇄하게 되는데 발전정지 또는 가동상태 여부에 따라서 Wicket gate assembly부위의 방식대상면적이 달라지게 된다. 따라서 수차발전설비 감시제어시스템에서 발전상태에 대한 신호를 입력받아서 전기방식제어시스템과 연동하여 가변되는 방식대상면적에 따라서 방식전위를 자동으로 제어하는 연동시스템을 구성하는 것이 주요 특징의 하나이다.

3. 결 론

국내최초 조력발전소의 해수중에 설치되는 수차발전기에 적용하는 전기방식 설계과정에서 수차발전기 제작업체와 전기방식 시공사와의 기술협의, 준공후 빌브형 수차발전기 주위의 빠른 유속하에서 양극이 손상되지 않고 제 기능을 발휘할 수 있도록 디스크형 양극 채택은 물론 종래의 경험에 의한 설계양극수량 설치의 객관성 검증과 수차발전기 가동상태에 따라서 달라지는 방식면적에 대한 방식전위를 가변하기 위해서 수차발전기 감시제어시스템과의 연동제어시스템이 도입될 예정이다.

향후 전기방식제어시스템 설계완료후 설비 제작과정에서 양극 설치부위를 통한 해수의 침수방지와 시공상 발생하는 문제점 및 이를 해결하기 위한 지속적인 노력이 요구될 것으로 판단된다. 다음 논문에서는 더욱 구체적인 설계, 제작 및 시공방안에 대해서 논하고자 하며 본 논문이 수중에 설치되는 수차발전기 보호용 전기방식설계에 참고가 되기를 기대한다.

[참 고 문 헌]

- [1] NACE Standard RP0285-2002, Corrosion Control of Underground Storage Tanks Systems by Cathodic Protection
- [2] 김기준, "해수용 열교환기의 최적 음극방식 방안", 한국부식학회지, Vol. 27 No.3, June, 1988
- [3] Cathodic protection for steel offshore floating structures, BS EN 13173:2001
- [4] 케이시텍(주), 방식제어시스템 개요