

도서지역 정수장의 원격감시제어를 위한 통신망 이중화 구성방안에 관한 연구

김윤하, 전홍진, 장광훈, 윤영민, 김용성*, 최현주*

K-water, *경남대학교

hansilzzang@kwater.or.kr, hongjin34th@kwater.or.kr, apollo@kwater.or.kr, mini57@kwater.or.kr
*kimys@kyungnam.ac.kr, *hjchoi@kyungnam.ac.kr

The Study on the Configuration Method of Communication Network Redundancy for Tele-Monitoring and Tele-Control System of Water Purification Plants in Island Area

Kim Yun Ha, Lee Ho Sang, Jang Gwang Hun, Yun Young Min, Kim Young Sung*, Choi Hun Ju*

K-water, *Kyungnam Univ.

요 약

도서지역이 많은 지방상수도 사업장은 한정된 인원으로 다수의 수도시설을 운영관리 해야 함에 따라 SCADA System을 통합하여 운영하는 방안이 더 효율적이다. 그러나 수도시설은 기반시설 통신망으로 분류되어 전용선 사용 등 보안성과 효율성을 갖춘 통신망 구축이 필요하나 도서지역의 특성상 전용선 구축이 매우 어려운 실정이다. 본 연구에서는 통신 인프라가 열악한 도서지역 수도시설의 원격감시제어 시스템 구성을 위한 통신망 구성방안을 K-water 완도수도지사의 통신망 이중화 개선사례를 바탕으로 최적의 구성방안을 제안하고자 한다.

I. 서 론

전송기술의 발전으로 과거 PDH, SDH와 WDM을 거쳐 Ethernet 신호를 모두 전송 가능한 MSPP로 발전하였다. 특히 전송매체 또한 동선 또는 Microwave를 통해 전송하는 것에서 광섬유케이블이 도입되면서부터 광대역 무손실 전송이 가능해져 산업용 제어시스템 또한 Ethernet 기반의 All-IP 네트워크로 진화하였다. 때문에 IoT를 이용한 사물인터넷 또한 코어 네트워크에 쉽게 접근할 수 있게 되었고 산업용 제어시스템의 망 구성 방식의 많은 변화를 야기하였다. 그러나 도서지역의 경우 사용 가능한 전송인프라가 열악하여 유연하고 확장성이 좋은 통신망 구축에 큰 제약이 발생한다. 때문에 운영비용과 보안성을 고려하여 전송방식을 선정하고 이중화를 통한 망의 안정성을 강화 할 수 있는 구성방안을 제시하였다.

II. 본론

완도군은 완도읍 본섬과 9개의 섬(청산, 보길, 녀도, 노화, 금당, 금일, 고금, 생일, 신지)으로 이뤄져 있고 완도-신지-고금-약산 및 보길도-노화도는 다리를 통해 연결되어 있다. 이중 8개의 섬은 해저광케이블을 통해 통신사업자 망과 연결되어 있으나 2개의 섬은 Microwave를 통해 통신사업자 망과 연결되어 전용선 서비스 도입이 어려운 실정이다. 그러나 수도시설은 각 섬지역에 개별로 설치되어 있고 완도에서 통합운영을 하고 있다.

1) 현황 및 문제인식

완도지방상수도는 완도읍의 'D'정수장에서 9개의 정수장을 통합 감시제어하는 방식으로 운영되고 있다. MSPP 전송방식의 전용선을 통해 8개 정수장이 1:1로 연결되어 있으며 전용선이 없거나 동일한 섬 내에 위치한 정수장 2개소는 인근 정수장을 통해 데이터를 수집하여 중계 전송되는 방식으로 연결되어 있다. MSPP회선은 전송매체로 광케이블을 사용하였고 Time Slot에 따라 2개의 네트워크 회선을 다중화하여 전송한다. 대역폭은 영상 6Mbps, 감시제어용 데이터 2Mbps를 할당하였으며 Fig. 1에 계층적 구조를 나타내었다.

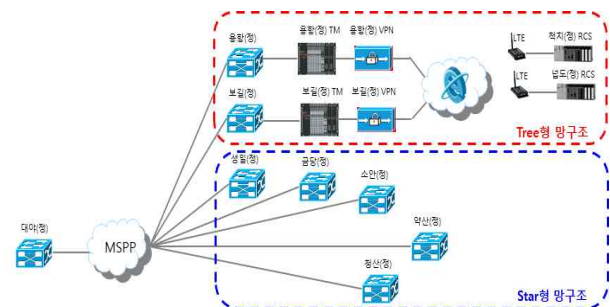


Fig. 1. 완도 수도시설 통합운영시스템 구성도

원격감시제어를 위한 통신망의 구성을 함에 있어 주망장에서 대체 할 수 있는 예비회선이 없어 장에 매우 취약하고 Tree형 구성에서 확인되는 두 개의 정수장은 상부 통신망 장에서 데이터 전송이 불가능하여 장에 매우 취약한 구성임을 알 수 있다.

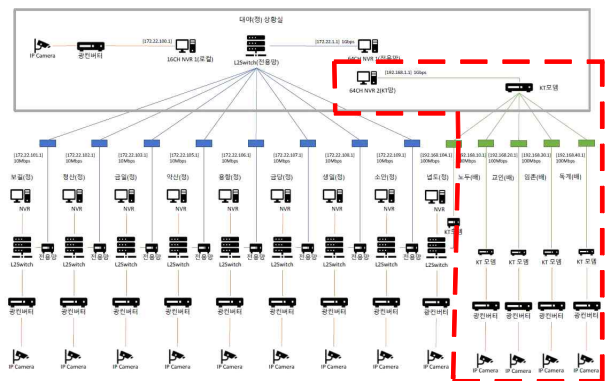


Fig. 2. 완도 수도시설 화상감시설비 구성도

CCTV 통신망은 MSPP 전송선로가 구성되는 곳은 전용선을 통해 보안성이 확보될 수 있는 구조로 동작하나 배수지 등 전용선이 없는 곳은 FTTH 회선 또는 ADSL 모델을 통한 데이터 전송이 이뤄지고 있고 특히

사설 DDNS서비스를 이용함에 따라 영상의 탈취 등 사이버 침해 사고에 취약한 구조이다. 또한 전용선 구간의 CCTV는 L2기반의 통신망으로 네트워크가 하나의 묶여있는 구조로 영상정보 이외의 ARP 확인 등 망 운영에 필요한 불필요한 트래픽이 망 전체로 확산 되기 때문에 회선 효율이 떨어지고 루프 등 장애가 전체 정수장 CCTV장어로 이어질 수 있는 문제점이 확인되었다.

2) 통신망 구조 변경

감시제어의 회선 이중화를 위해 사무자동화 VPN망을 연결하기 위한 인터넷 회선에 IPSec VPN을 설치하였다. 이를 통해 주/예비망 회선을 이중화 하였고 HA(High Available) Protocol을 적용하여 Gateway를 이중화 하였다. 직접 연결가능한 통신망이 없는 'C' 및 'N'정수장은 IPsec VPN 장비를 설치하여 Default Gateway로 설정하였고 주회선은 FTTH 인터넷을 사용하고 예비회선으로 LTE 무선통신망을 사용하였다. MSPP-VPN을 통한 회선은 Static Routing을 통해 Active-Active 방식으로 동작하여 전용선의 대역폭을 증속하는 효과와 함께 장애시 자동으로 회선이 절체되어 Ping Loss 3개이하로 무중단 서비스가 가능하도록 구성하였다. FTTH - LTE 통신망은 라우팅 Priority를 조정하여 FTTH가 우선동작하며 FTTH 회선장제시에만 LTE회선이 동작하여 회선요금 발생을 최소화하도록 하였다.

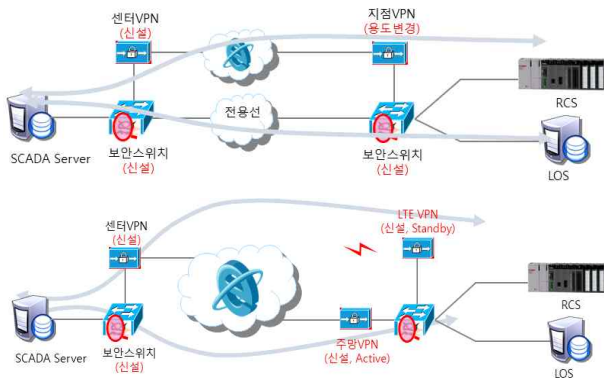


Fig. 3. MSPP-VPN(위) 및 FTTH-LTE(아래) 구성도

3) UTM을 활용한 VPN 터널링 구성

각 경수장은 LTE망의 데이터 수집을 위한 SSL VPN을 설치하여 운영 중이며 SSL VPN의 방화벽으로 인터넷 연결 점점에 UTM을 설치하여 운영하고 있으며 패킷 필터링 기능의 L2방화벽 용도로 사용하고 있다. 따라서 별도의 포트에 VPN 터널링을 통해 논리적으로 분리된 망을 구성함으로써 네트워크를 분리하고 VPN설치 비용을 절감할 수 있었다.

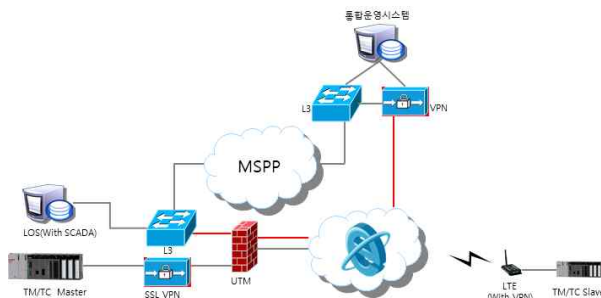


Fig. 4. UTM을 활용한 논리적 회선분할 개념도

4) CCTV 네트워크 망 개선

CCTV 통신망은 설비의 운영에 대한 모니터링과 방호용으로 감시 제어 데이터망에 비해 중요도가 낮으면서도 고해상도 영상정보를 실시간으로 전

송하기 위해 많은 내역폭을 필요로 하여 효율적인 운영을 위해 주회선 1개로 구성하고 Gateway를 신설하여 불필요한 트래픽의 전송을 효율을 최대화하였다. 전용선을 설치할 수 없는 경우에는 VPN을 통해 보안성을 강화하였고 통합센터와 1:N으로 연결되도록 하여 Tree 구조로 인해 병목현상이 발생하지 않도록 하였다.

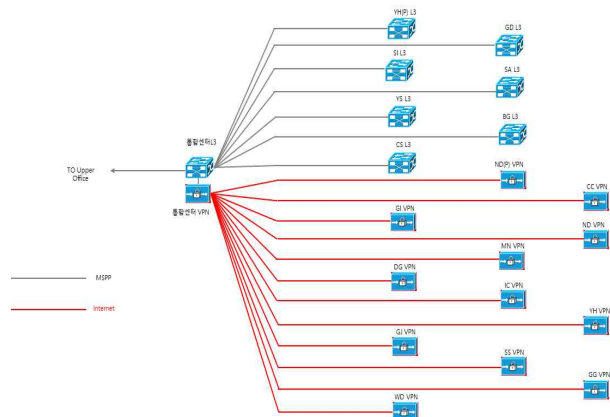


Fig. 5. 전용선과 VPN을 활용한 CCTV 통신망 구성도

5) 개선 효과

감시제어망 통신망을 인터넷 망과 이중화하고 Active-Active 방식으로 통신하도록 구성함으로써 가용 대역폭을 2Mbps에서 최대 20Mbps 이상으로 10배이상 개선하였고 UTM을 활용한 VPN 터널링 구성으로 40백만원의 설비도입 비용을 절감하였다.

연결성이 떨어진 CCTV망에 VPN망과 연동하여 1:N의 Star형 망을 구성하여 연결성과 확장성을 개선하였다. L2로 1개의 통합된 네트워크에서 Gateway를 통한 네트워크를 분리함으로써 L2구간의 불필요한 트래픽을 제거하였고 이로 인하여 전용회선 대여폭의 효율을 최대 10%까지 향상시킬 수 있었다.

III. 결론

본 연구에서는 원격지에서 도서지역에 산재한 다수의 무인화면 수도시설을 운영하기 위해 전용선-인터넷 연동방식과 인터넷-LTE 망의 연계운영 방식을 소개하였다. 이를 통해 보안성을 유지하며 대역폭을 10메이바이트 확장하는 효과를 얻을 수 있었다. 또한 지역적으로 단절된 CCTV 통신망을 통합센터를 기점으로 모든 지역으로 통신이 가능하도록 구성하고 Gateway를 통한 네트워크를 분리함으로써 통신회선의 이용효율을 극대화하고 보다 유연한 통합운영을 가능하게 하였다.

본 연구는 IP를 기반으로 하는 산업용 감시제어망과 화상감시망의 운영 개선 사례로 통합운영을 필요로하는 가스, 전력 등 다른 중요 기반시설 통신망 구성에도 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

참 고 문 헌

- [1] Sang-Woo Son, Hui-Myung Oh, Young-Sun Kim, Sung-Soo Choi, 2019, "A Study on Network Topology Discovery Method of Redundant Communication," The Korean Institute of Electrical Engineers. Vol. 7, pp 757-758
- [2] Sangho Kim, Sungsoo Choi, 2014, "Network Virtualization Method for Reduce Traffic of High Availability Redundancy Network", The Institute of Electronics and Information Engineers, Vol. 6, pp 531-533