

# IEC 61850 규격 기반 디지털 변전자동화시스템 통신성능 시험에 관한 연구

論 文
57-1-3

## A Study on the Communication Test of Substation Automation System based on IEC 61850

李南鎬\* · 張炳泰†  
(Nam Ho Lee · Byung Tae Jang)

**Abstract** - In order to verify a substation automation system based on IEC 61850, Korea Electric Power Research Institute under the project related to SAS has constructed IED testing system, which consists of HMI, IED (Intelligent Electronic Device), network equipment, V/I generator, and performed a various of communication tests such as the interoperability test between two IEDs made by other vendors. The test was proceeded based on SCL (Substation Configuration Description Language). This paper presents ways and procedures to simulate those tests and solutions to clear up SCL based engineering problems and compatibility among the individual manufacture tools.

**Key Words** : IEC61850, IED, 변전자동화시스템, SCL, GOOSE

### 1. 서 론

디지털 변전자동화 시스템의 기술규격이 IEC 61850으로 국제적인 규격화가 이루어진 시점에서 변전소 내에서 제어 케이블(Hard-wire)로 이루어졌던 IED(Intelligent Electronic Device) 간의 연결이 네트워크를 통한 정보공유가 가능한 점은 변전소 운용과 보호·제어에 있어 큰 변화로 받아들여지고 있다. 다양한 제조사의 IED들이 동일한 기술규격 적용으로 인해 상호간 통신이 가능하게 됨에 따라 이를 적용한 디지털 변전자동화 시스템을 구축하고자 하는 전력회사 입장에서 이는 이에 대한 검증과 적용은 매우 중요하다고 여겨진다. 디지털 변전소와 관련된 전력IT과제 “디지털 기술기반의 차세대 변전시스템”을 수행하고 있는 한국전력공사 전력연구원에서는 과제를 통해 개발되는 국내 IED 시작품에 대한 IEC 61850-10의 사전시험을 수행하고 해외 선진사 제품의 국제 규격기반의 통신 설정 및 내용 분석을 위한 IED 성능 시험장치를 구축 하였다.[1-3] IEC 61850 기반의 변전자동화 시스템은 규격화가 진행 중에 있고 국내의 경우 구축사례가 거의 없어, 통신을 통해 이루어지는 시스템의 성능을 검증할 절차 및 방법이 없는 실정이다. 또한 다양한 제조사가 참여하는 변전자동화 시스템의 상호운용성(Interoperability)을 검증하기 위해서는 규격이 정하는 엔지니어링 방법을 기반으로 하는 통신 시험을 필요로 한다. 본 논문은 구축한 IED 성능 시험 장치를 활용한 디지털 변전자동화 시스템의 다양한 통신 시험 방법을 소개하고 시험의 결과를 통해 도출된 변전자동화 시스템의 문제점 및 해결책

을 다루고자 한다.

### 2. 변전자동화 성능 시험환경 구축

#### 2.1 IED 성능 시험장치

IED 성능 시험장치는 그림 1과 같이 IEC 61850 프로토콜 통신 및 HMI 소프트웨어 운용에 필요한 Workstation급 운용서버를 설치하고 변전소의 보호 및 제어를 담당하는 IED는 IED간 통신(GOOSE)시험을 위해 각기 다른 제작사의 제품 2개를 공급하여 IED 기능시험 모의장치를 통하여 각종 시험이 이루어질 수 있도록 구성하였다. 본 시스템은 기본적으로 네트워크 기반위에 이루어지기 때문에 고속의 Ethernet 통신이 가능하게 하는 Switching HUB와 시작동기를 위한 표준시각 동기장치를 갖추고 있다.

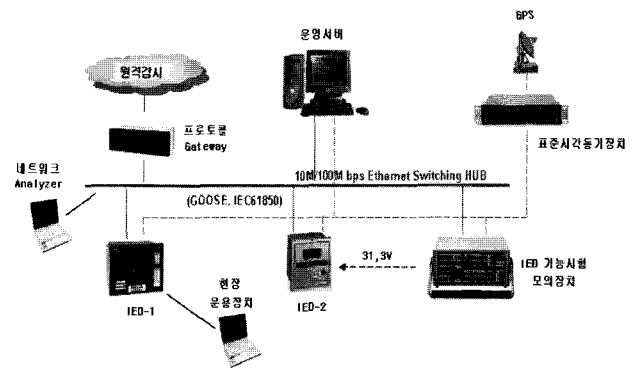


그림 1 IED 성능시험장치 개요도  
Fig. 1 Diagram of IED testing system

\* 正 會 員 : 韓國電力公社 電力研究員 研究員

† 교신저자, 正會員 : 韓國電力公社 電力研究員

E-mail : tbjang@kepri.re.kr

接受日字 : 2007年 10月 24日

最終完了 : 2007年 11月 26日

운용서버는 IEC 61850 프로토콜 소프트웨어를 설치하여 IED로부터 취득한 정보를 OPC형태로 변환하여 HMI(Human Machine Interface) 에서 보여줄 수 있도록 구성하고 있으며 경우에 따라서 외부망 운용자의 접속을 위해서 웹 서버 기능을 구비하고 있다. 또한 시각동기를 위해서는 IRIG-B포트를 이용하여 시각동기를 하거나 또는 SNTP(Simple Network time Protocols)로 시각동기를 한다. 운용장치의 주요기능은 아래와 같다.

- 시스템의 기동 및 정지
- 모니터를 통한 Text 파일 작성, 편집
- IED 및 시스템 운전상태 Monitoring
- IEC 61850 소프트웨어 실행

IED 성능 시험장치에서는 디지털 변전소의 통신 성능시험을 모의하기 위해 IEC 61850 국제인증 받은 SEL과 SIEMENS사의 배전용 IED를 사용하였다. IED의 제조사는 각기 다르지만 통신규격을 동일하게 사용함으로써 다음 절에서 설명하는 엔지니어링을 통해 IED간의 상호 통신이 가능하고 통신 메시지를 통한 변전자동화시스템의 보호·제어 성능 검증이 가능함을 본 연구를 통해 보여준다. 구축된 IED의 주요 기능과 보호 요소는 다음과 같다.

- 로직 기능을 이용한 복잡한 보호방식 간단 구성 가능
- IED 상호간 통신을 위해 GOOSE기능 지원
- DFR(Digital Fault Record) COMTRADE 파일로 출력
- 과전류보호 (50/51, 50N/51N)
- 방향 과전류보호 (67)
- 차단기 실패보호 (50BF)
- 재폐로 보호(79)
- 트립 회로 감시
- Synchronism Check (25)

IED 성능 시험장치는 IEC 61850 규격에 적합한 산업용 이더넷 스위치를 사용하여 네트워크를 구축하였다. IED 단일 또는 2-3개 IED간 상호 운용성 시험을 위해 1개의 이더넷 스위치를 사용하여 버스형 네트워크 구조로 구축하였으며 설치된 스위치는 국내의 변전자동화 시스템에 널리 보급된 RUGGEDCOM 사의 RS8000T L2 형 이더넷 스위치이다.

IED 성능시험을 위한 물리적 입력 트리거 주입장치로서 OMICRON CMC256 장비를 사용하였다. CMC256은 테스트에 사용되는 소프트웨어인 OMICRON Test Universe와 외부의 전압/전류를 제공하는 기기가 포함되며 CMC256의 구성 및 제어는 OMICRON Test Universe를 사용하여 수행할 수 있다. OMICRON Test Universe의 Test Module에는 여러 가지가 있지만, 본 성능 시험장치에서는 QuickCMC, Ramping 그리고 State Sequencer를 주로 사용한다. IED 성능 시험장치를 사용하여 각 IED에 주입할 전압전류와 사고 파형을 발생시키면 주입된 전압 전류에 대한 IED의 동작을 IEC 61850 기반의 디지털 입력신호를 받아 전송 속도와 응답의 신뢰성 등을 시험한다.

### 2.2 SCL 기반의 변전자동화 엔지니어링

IEC 61850기반의 디지털 변전자동화 시스템은 다양한 제조사의 IED와 상위운영시스템이 각각의 고유특성과 상관없이 하나의 통합 시스템에서 상호간 통신정보 공유를 가능하

기 위한 엔지니어링 과정을 필요로 한다.[4-7]

IEC 61850에서 규정하는 변전자동화 엔지니어링은 XML 언어로 작성된 SCL(Substation Configuration Description Language) 파일을 이용하게 되며 그림 2는 SCL파일을 이용한 엔지니어링의 단계를 보여준다. 이러한 변전자동화의 엔지니어링을 위해 각 제조사는 전용 툴을 제공하고 있으며, 엔지니어링 툴은 기본적으로 많은 파일을 생성, 처리하고 차후 이용 가능할 수 있는 기능이 있다. SCL 파일은 IED의 기능을 정의하고 제조사가 의무적으로 제출해야하는 ICD(IED Capability Description)와 변전소의 구조정보를 가지고 있는 SSD(System Specification Description)의 시스템 명세파일, ICD파일로 변전소의 IED간 통신설정을 하는 SCD(System Configuration Description)로 표현되는 시스템 구성파일, 마지막으로 SCD의 정보를 각 IED에 포맷하기 위해 만드는 CID(Configured IED Description)파일로 구성된다.

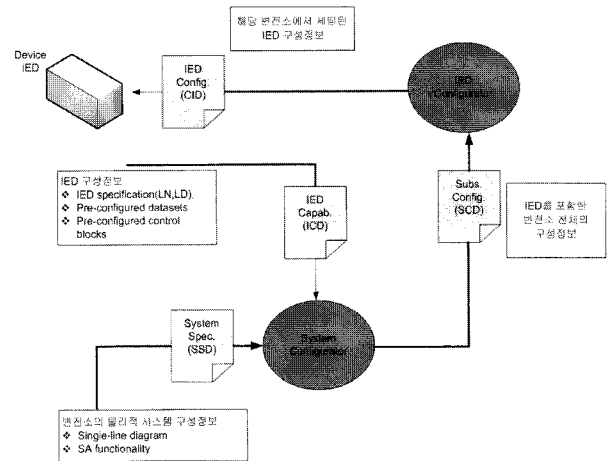


그림 2 IEC 61850 변전자동화 엔지니어링  
Fig. 2 Substation Configuration based on IEC 61850

본 연구에서는 SIEMENS와 SEL의 IED를 IED 성능 시험장치에 연결하고 변전자동화 엔지니어링을 위해 각 사가 제공하는 SIEMENS의 DIGSI와 SEL의 AcSELeator를 사용하였다. 두개의 툴 모두 IED들을 엔지니어링할 수 있는 소프트웨어 툴로서 MS Windows 환경에서 사용이 가능하며 Device Template, COMTRADE Viewer 등이 기본적으로 제공된다. 각 제조사 툴을 사용하여 IED의 정정을 수행하고 IED간 통신파라미터와 전송메세지를 SCL기반으로 설정할 수 있다. 다음 장에서 보여주는 것처럼 제조사가 다른 IED를 사용하여 변전자동화 시스템을 구축할 경우 각각의 제조사가 제조하는 툴의 특성이 다르고 IEC 61850의 엔지니어링에 대한 해석상의 차이가 있기 때문에 복잡한 과정을 필요로 하며 본 연구에서는 변전자동화 성능 시험 중에 이에 대한 해결책을 마련하여 시험을 진행하였다.

### 3. 변전자동화 통신 성능 시험

변전자동화 통신 성능시험은 앞서 설명한 변전자동화 시스템의 SCL을 이용한 엔지니어링과정 위에서 이루어지게

된다. 그림 3은 본 연구에서 수행한 시험의 종류를 보여주고 있다. 시험에는 IED 성능 시험장치의 데이터 취득을 통한 해외 선진사의 IED 제품의 IEC 61850 logical node 분석, IEC 61850에서 정하는 SBO(Select before Operate) 제어 명령 과정을 IED가 상위운영시스템의 제어명령에 정확히 동작하는 지 확인하는 시험, IED가 IEC 61850이 규정하는 ACSI(Abstract Communication Service Interface)에 반응하지를 확인하는 적합성 시험이 있고 본 논문에서는 IED간 상호운용성 시험, GOOSE(Generic Object Oriented Substation Event) 메시지를 이용한 IED 성능 검증시험, 상위시스템과 IED간 GOOSE 통신시험을 다루고 있다.

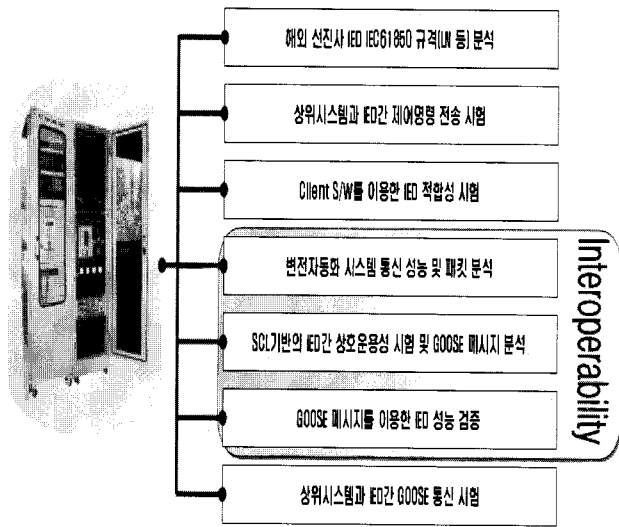


그림 3 변전자동화 통신 성능 시험  
Fig. 3 A various of communication tests of Substation Automation system

3.1 IED간 상호운용성 시험

변전자동화의 규격이 IEC 61850으로 국제적인 단일화가 이루어지는 과정에서 가장 큰 변화는 IED가 서로 통신을 통한 대화가 가능해지고 제조사 다르더라도 별도의 장치가 없이 운용이 가능한 상호운용성(Interoperability)이 가능하다는 사실이다. IED간 통신은 이더넷환경의 멀티캐스팅이 가능한 GOOSE 메시지 전송을 통해 이루어지며 본 시험은 앞서 설명한 SCL파일을 통한 변전소 엔지니어링을 각 제조사가 제공하는 시스템 구성 틀을 통해 설정하였다. IED간 상호운용성 시험은 다음의 제조사가 다른 IED간의 통신전송 시험과 제조사가 같은 IED간의 통신전송 시험 두 가지를 수행하였다.

3.1.1 제조사가 다른 IED간 상호운용성 시험

본 시험은 그림 4와 같이 서로 다른 계전기인 IED1로부터 IED2로 IEC 61850 GOOSE를 이용하여 Indication정보를 어떻게 전송하는지 보여주며 시험에 사용된 IED1은 SIEMENS SIPROTEC4 시리즈 7SJ62이고, IED2는 SEL-451이다. 시험의 내용은 아래와 같다.

- IED1의 F1 key를 누르면 IED2의 LED1이 "ON"된다.
  - IED1의 F2 key를 누르면 IED2의 LED1이 "OFF"된다.
- 이러한 Indication은 Ethernet을 통하여 IEC 61850 GOOSE로 IED2에 전송된다.
- IED2의 F1 key를 누르면 IED1의 LED1이 "ON" 된다.

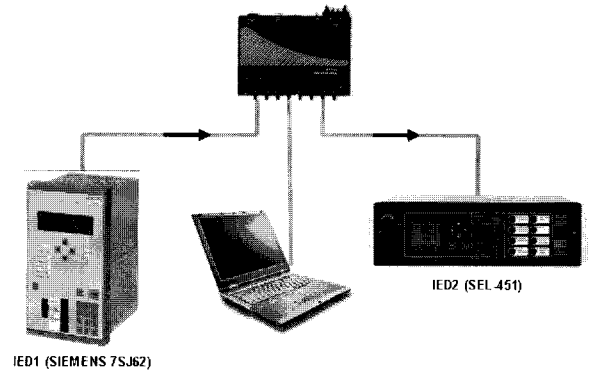


그림 4 IED간 상호운용성 시험  
Fig. 4 Interoperability test between IEDs

그림 5는 SCL 순서의 단계에 따른 IED간 GOOSE 통신 설정을 위한 IEC 61850 변전자동화의 엔지니어링 과정을 보여준다. 먼저 SIEMENS의 DIGSI에서 IED1이 F1과 F2의 Key의 동작에 따라 GOOSE 메시지가 네트워크로 전송되도록 설정한다. 이 과정에서 SCD파일이 생성되고 이 파일에는 IED1의 GOOSE 송신 정보가 담겨있다. SEL의 AcSELeator는 SCD파일을 통해 GOOSE 수신정보를 읽어 드려 LED가 반응하게 하고 또한 IED2의 Key 동작에 따른 GOOSE 메시지가 송신하도록 설정한다. SEL의 AcSELeator는 SCD 자체를 생성하지 못하므로 설정된 통신정보를 ICD파일에 저장하여 다시 SIEMENS의 DIGSI가 SEL의 GOOSE 메시지에 LED가 반응하도록 설정한다.

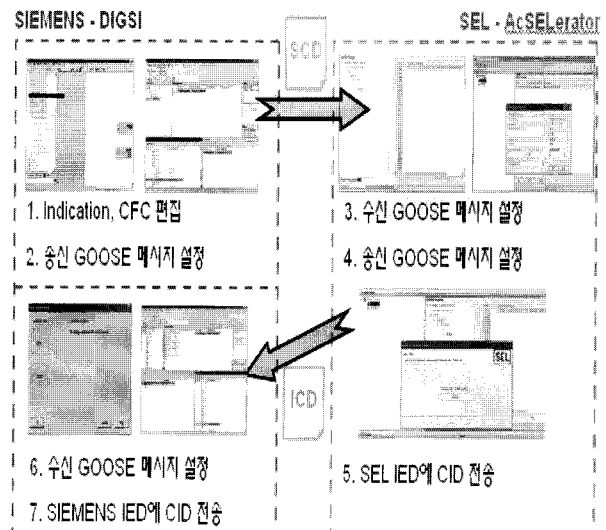


그림 5 IED간 상호운용성 시험을 위한 틀 설정 과정  
Fig. 5 Tool setting of Interoperability test between IEDs

시험을 통하여 IED 제조사별로 IEC 61850 통신 정보를 저장하는 방식이 조금씩의 차이가 있으며 특히 변전자동화의 엔지니어링을 위한 툴의 방법은 제조사별로 다르기 때문에 변전소에 다른 제조사의 IED를 적용하기 위해서는 복잡한 여러 단계를 거쳐야 함을 알 수 있었다. 시험 결과 IED1->IED2의 메시지 전달의 경우는 잘되지만 그 반대의 경우는 메시지 전달에 실패함을 확인하였는데 통신 패킷 분석결과 양 IED 모두 GOOSE 메시지를 발생하지만 엔지니어링 과정에서 한 제조사의 툴이 타사 IED의 GOOSE 수신 부분을 CID 형식으로 다운로드하지 못함을 확인하고 이에 대한 내용은 해당 IED 제조사의 엔지니어와 기술공유를 통해 확인하였다. 본 시험은 변전자동화시스템의 성능시험 중 가장 중요한 제조사가 다른 IED간의 상호운용성에 관한 것으로 향후 국내에서 개발되는 IED에 대한 통신 성능 검증 시험으로 활용할 예정이다.

3.1.2 동일제조사 IED간 상호운용성 시험

제조사가 동일한 경우 IED의 상호운영성 시험은 하나의 시스템 통합 툴만을 필요로 하기 때문에 위에서 설명한 제조사가 다른 경우의 상호운영성 시험보다 단순하며 2.2절의 IEC 61850에서 정하는 변전자동화시스템의 SCL기반의 엔지니어링 과정 그대로를 따라서 진행할 수 있다. 본 시험에서는 SIEMENS의 배전선로 보호용 IED 2대를 사용하여 각 IED의 기능Key의 동작에 따라 GOOSE 메시지를 전송하여 상대방 IED의 Indication(LED)을 동작하게 하였다. 먼저 SIEMENS의 DIGSI를 사용하여 각 IED가 기능Key의 동작 결과를 외부신호로 전송하고 외부로부터 받은 신호를 판별하여 LED가 동작하도록 설정한다. 외부신호의 연결을 GOOSE 메시지로 설정하여 SCD 파일을 만든 후 각 IED에 CID파일로 전송하면 모든 상호운영성을 위한 준비단계는 완료된다. 시험결과 각 IED는 기능Key의 동작을 GOOSE 메시지로 전송하고 상대방 IED가 GOOSE 메시지를 받아 점등함을 확인 할 수 있었다. 이와 같은 상호운영성 시험에서 가장 중요한 것은 설정한 GOOSE 메시지가 IEC 61850 규격처럼 전송되는지 또한 정확한 데이터가 전송되는지 확인하는 것이다. 이를 위해 네트워크상의 흐르는 통신 패킷을 캡처하여 GOOSE 메시지를 분석해야 하며 본 시험에서는 Ethereal 트래픽 분석 S/W를 사용하였다.

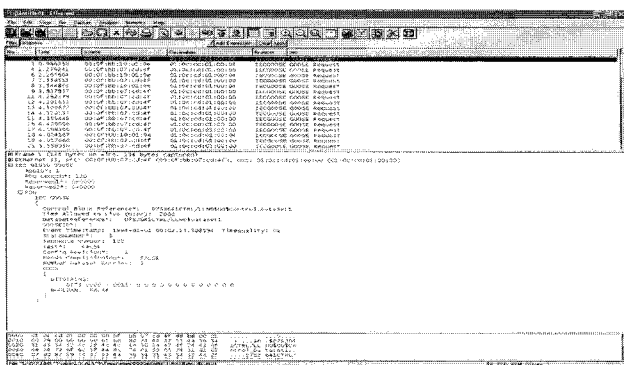


그림 6 IED간 상호운용성 시험의 GOOSE 패킷 분석  
Fig. 6 Packet analysis of GOOSE message between IEDs

그림 6은 GOOSE 패킷을 캡처한 화면이며 양 IED가 데이터 상태의 변화에 따라 IEC 61850 규격에 따른 주기로 GOOSE 메시지를 전송함을 확인할 수 있다.

3.2 GOOSE를 이용한 IED 성능시험

전통적인 IED의 성능을 시험하기 위해서는 측정장치와 IED 간에 아날로그 또는 디지털 입출력 값을 연결하는 hard wire가 필요로 하였다. 하지만 IEC 61850 규격이 적용된 IED의 경우 네트워크를 통해 IED의 신호를 전송할 수 있기 때문에 본 시험에서는 IED 성능 시험장치를 이용하여 IEC 61850 기반의 성능시험을 수행하고자 한다.

그림 7은 IED 성능 시험 개요도로 시험 대상인 SIEMENS와 SEL IED의 순서과전류계전 요소에 픽업전류를 주입했을 때 IED로 하여금 차단기 Trip 신호를 GOOSE로 발생하게 하여 시험장치가 이 신호를 받아들여 IED의 보호 요소의 정확한 동작과 시간을 분석하는 과정을 보여주고 있다.

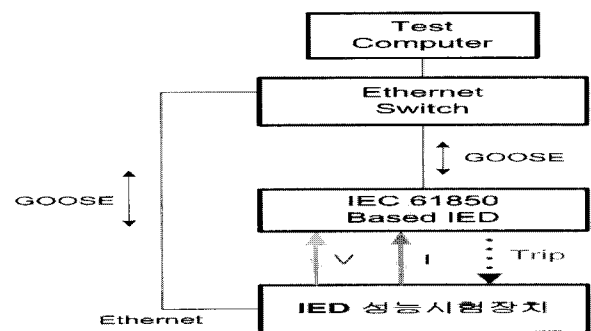


그림 7 IED 성능시험 개요도  
Fig. 7 Diagram of IED function test based on GOOSE

시험과정을 구성하는 과정 그림 8의 순서도와 같으며 IED간 상호운용성을 설정하는 과정과 비슷하다. SCL을 통한 엔지니어링을 수행하고 여기서 나온 SCD 파일을 이용하여 IED 성능시험장치가 GOOSE로 전송될 IED의 출력신호를 읽어 네트워크를 통해 들어오는 차단기 trip 신호를 캡처한다.

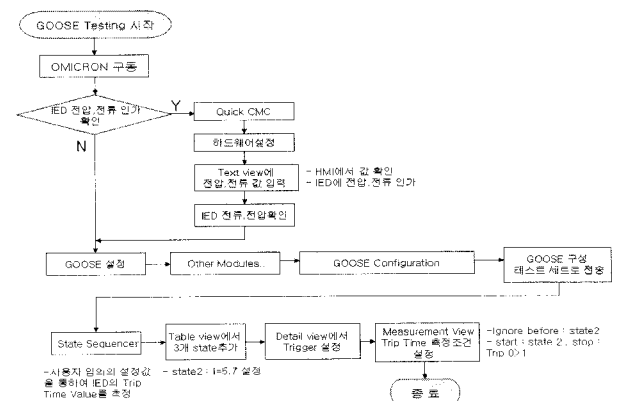


그림 8 IED 성능시험 순서도  
Fig. 8 Flow chart of IED function test based on GOOSE

시험을 통해 GOOSE 메시지를 이용한 IED 기능의 성능도 기존 hard-wire 방식과 동일한 결과를 보여줌을 확인하였다. 현재 변전자동화 시스템은 IEC 61850의 Process 레벨의 데이터 취득 및 스위치기어의 제어까지 구현은 하지 않지만 점차 시스템의 확장을 고려할 경우 본 시험방법을 통한 IED의 성능 검증이 수행될 것으로 예상된다. 본 연구의 시작시점에 SCL파일 기반으로 IED의 성능검증을 위한 S/W를 설정하는 과정에 있어 한 제조사의 IED의 SCL파일을 시험장치를 운용하기 위한 S/W가 읽지 못해 시험을 할 수가 없었는데, 이는 GOOSE 정보가 제조사의 기준에 따라 저장된 SCL파일이 다른 제조사의 툴에서는 읽히지 않는 상호 호환성의 문제점 때문이었다. 그림 9와 같이 IED 툴이 GOOSE의 dataset 번호가 01로 시작되도록 만들어 SCL 파일로 저장하면 IED 시험장치에서는 dataset을 읽지 못해 자동으로 dataset을 01에서 1로 시작하도록 수정해야 시험이 가능할 수 있었다. 이는 IED의 통신시험뿐만 아니라 다양한 제조사의 툴을 사용해야 하는 변전자동화시스템의 엔지니어링과정에 나타날 수 있는 문제로 국내의 변전자동화 시스템의 프로젝트 수행 시 해결해야 할 숙제 중 하나이다.

```

<FCDA IidInst="PRO" prefix="SW4" InClass="CSWI" InInst="6" doName="Pos" daName="sVal" fc="ST"/>
<FCDA IidInst="PRO" prefix="SW5" InClass="CSWI" InInst="7" doName="Pos" daName="sVal" fc="ST"/>
<FCDA IidInst="ANN" prefix="PSV" InClass="GGIO" InInst="1" doName="Ind01" daName="sVal" fc="ST"/>
<FCDA IidInst="ANN" prefix="PSV" InClass="GGIO" InInst="1" doName="Ind02" daName="sVal" fc="ST"/>
<FCDA IidInst="ANN" prefix="PSV" InClass="GGIO" InInst="1" doName="Ind03" daName="sVal" fc="ST"/>
<FCDA IidInst="ANN" prefix="PSV" InClass="GGIO" InInst="1" doName="Ind04" daName="sVal" fc="ST"/>
<FCDA IidInst="ANN" prefix="PSV" InClass="GGIO" InInst="1" doName="Ind05" daName="sVal" fc="ST"/>
<FCDA IidInst="ANN" prefix="PSV" InClass="GGIO" InInst="1" doName="Ind06" daName="sVal" fc="ST"/>
<FCDA IidInst="ANN" prefix="PSV" InClass="GGIO" InInst="1" doName="Ind07" daName="sVal" fc="ST"/>
<FCDA IidInst="ANN" prefix="PSV" InClass="GGIO" InInst="1" doName="Ind08" daName="sVal" fc="ST"/>
<FCDA IidInst="ANN" prefix="PSV" InClass="GGIO" InInst="1" doName="Ind09" daName="sVal" fc="ST"/>
<FCDA IidInst="ANN" prefix="PSV" InClass="GGIO" InInst="1" doName="Ind10" daName="sVal" fc="ST"/>
<FCDA IidInst="ANN" prefix="PSV" InClass="GGIO" InInst="1" doName="Ind11" daName="sVal" fc="ST"/>
<FCDA IidInst="ANN" prefix="PSV" InClass="GGIO" InInst="1" doName="Ind12" daName="sVal" fc="ST"/>
<FCDA IidInst="ANN" prefix="PSV" InClass="GGIO" InInst="1" doName="Ind13" daName="sVal" fc="ST"/>
<FCDA IidInst="ANN" prefix="PSV" InClass="GGIO" InInst="1" doName="Ind14" daName="sVal" fc="ST"/>
<FCDA IidInst="ANN" prefix="PSV" InClass="GGIO" InInst="1" doName="Ind15" daName="sVal" fc="ST"/>
</DataSet>
<DataSet name="DSet13" desc="CCOUT Status">
  <FCDA IidInst="CFG" prefix="CCOUT" InClass="GGIO" InInst="21" doName="Ind1" daName="sVal" fc="ST"/>
  <FCDA IidInst="CFG" prefix="CCOUT" InClass="GGIO" InInst="21" doName="Ind1" daName="q" fc="ST"/>
  <FCDA IidInst="CFG" prefix="CCOUT" InClass="GGIO" InInst="21" doName="Ind2" daName="sVal" fc="ST"/>
  <FCDA IidInst="CFG" prefix="CCOUT" InClass="GGIO" InInst="21" doName="Ind2" daName="q" fc="ST"/>
  <FCDA IidInst="CFG" prefix="CCOUT" InClass="GGIO" InInst="21" doName="Ind3" daName="sVal" fc="ST"/>
  <FCDA IidInst="CFG" prefix="CCOUT" InClass="GGIO" InInst="21" doName="Ind3" daName="q" fc="ST"/>
  <FCDA IidInst="CFG" prefix="CCOUT" InClass="GGIO" InInst="21" doName="Ind4" daName="sVal" fc="ST"/>
  <FCDA IidInst="CFG" prefix="CCOUT" InClass="GGIO" InInst="21" doName="Ind4" daName="q" fc="ST"/>
  <FCDA IidInst="CFG" prefix="CCOUT" InClass="GGIO" InInst="21" doName="Ind5" daName="sVal" fc="ST"/>
  <FCDA IidInst="CFG" prefix="CCOUT" InClass="GGIO" InInst="21" doName="Ind5" daName="q" fc="ST"/>
  <FCDA IidInst="CFG" prefix="CCOUT" InClass="GGIO" InInst="21" doName="Ind6" daName="sVal" fc="ST"/>
  <FCDA IidInst="CFG" prefix="CCOUT" InClass="GGIO" InInst="21" doName="Ind6" daName="q" fc="ST"/>
  <FCDA IidInst="CFG" prefix="CCOUT" InClass="GGIO" InInst="21" doName="Ind7" daName="sVal" fc="ST"/>
  <FCDA IidInst="CFG" prefix="CCOUT" InClass="GGIO" InInst="21" doName="Ind7" daName="q" fc="ST"/>
  <FCDA IidInst="CFG" prefix="CCOUT" InClass="GGIO" InInst="21" doName="Ind8" daName="sVal" fc="ST"/>
  <FCDA IidInst="CFG" prefix="CCOUT" InClass="GGIO" InInst="21" doName="Ind8" daName="q" fc="ST"/>
</DataSet>
  
```

그림 9 IED시험을 위한 SCL 파일 수정  
Fig. 9 Correction of SCL file for IED function test

### 3.3 상위시스템과 IED간 GOOSE 통신 시험

위의 여러 변전자동화시스템의 통신시험을 통해 알 수 있듯이 GOOSE를 위한 IED 엔지니어링 과정이 매우 복잡하고 특히 제조사가 다른 경우, 상당 부분 수작업으로 해결해야 함을 알 수 있었다. 본 시험은 IED의 GOOSE 전송을 보다 쉽게 설정하고 자유로운 구성이 가능할 수 있도록 상위

시스템과 IED간의 GOOSE를 송수신하는 것이다. 이를 통해 IED에 대한 다양한 통신 시험을 하여 상대 IED없이도 GOOSE를 통한 상호운용성을 시험할 수 있다. 그러나 실제 통 적용에 있어서 상위시스템과 IED간의 GOOSE 전송은 고려하고 있지는 않다.

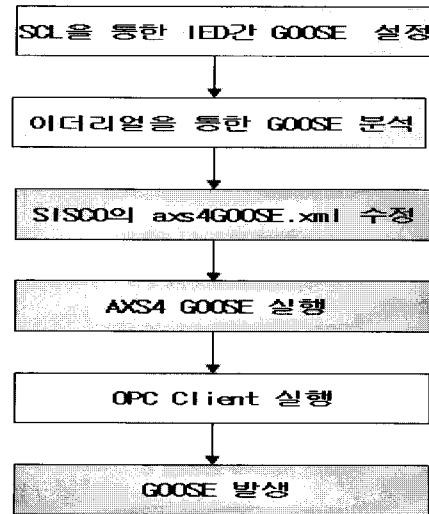


그림 10 상위시스템과 IED간 GOOSE 통신시험 순서도  
Fig. 10 Flow chart of GOOSE test between IED and HMI

그림 10은 상위시스템과 IED간 GOOSE 통신시험의 과정을 보여주고 있다. GOOSE를 발생시키기 위한 IED의 설정은 위의 실험과 동일하게 툴을 사용하여 SCL파일을 이용한 엔지니어링을 하는 것으로 시작하며 IED에 GOOSE가 설정되면 트래픽 분석기인 Ethereal을 통해 IED가 GOOSE 메시지가 어떤 형식으로 전송되는지 확인한다. IED 성능 시험장치는 상위운영시스템의 통신 라이브러리로 SISCO의 AXS4를 사용하고 있고 SISCO AXS4에는 상위에서 GOOSE 메시지를 송수신할 수 있는 axs4GOOSE.xml 파일을 지원한다. axs4GOOSE.xml 파일에 트래픽분석기로 확인한 IED의 GOOSE 메시지를 발생하도록 수정하고 AXS4 GOOSE를 실행한다. AXS4는 결국 상위운영시스템의 OPC Client와 연결되어 있기 때문에 IED 성능시험장치의 상위운영시스템이 보여주는 GOOSE 부분을 제어하면 네트워크에 GOOSE 메시지가 송수신 되어 시험대상의 IED와 IEC 61850 규격의 통신메시지를 주고받는 다양한 시험을 수행할 수 있다.

## 4. 결 론

본 논문에서는 IED 적합성 성능 시험장치를 이용한 변전자동화 시스템의 다양한 통신 시험과 이를 위한 IEC 61850 기반의 변전소 엔지니어링과정을 다루었다. IEC 61850 기반의 변전자동화 시스템은 IED간 GOOSE통신과 같이 네트워크를 통한 정보의 공유가 이루어지고 보호·제어를 위한 명령이 전달된다. 따라서 기존의 Hard-wire 방식의 성능시험과는 다른 네트워크에서 이루어지는 변전자동화시스템의 통신성능시험이 필요하며 본 연구에서 실제 변전자동화시스템의 통신성능시험을 수행할 수 있는 방법을 제시하였다. 변전자

동화시스템의 통신성능시험 과정에 있어서 IEC 61850이 정하는 SCL 기반의 엔지니어링 과정은 매우 중요하지만 제조사별로 다른 SCL 해석과 변전소 엔지니어링을 위한 통합틀의 부재는 디지털 변전소를 구축하고 시험하는 전력회사의 입장에서는 적지 않은 어려움이 있을 것으로 예상된다. 한국전력공사 전력연구원에서는 본 연구의 내용을 기초로 변전자동화시스템의 성능시험 절차를 개발 중에 있으며 변전자동화 종합시뮬레이터를 구축하여 시스템 차원의 보다 광범위한 변전자동화시스템의 성능 검증을 수행할 예정이다.

**참 고 문 헌**

- [1] 디지털 기술기반의 차세대 변전시스템 개발 2차년도 진도보고서, 한국전력공사, 2007
- [2] 이남호, 장병태, "IED 적합성 시험장치를 이용한 디지털 변전소 상호운용성 시험", 대한전기학회 학계학술대회 논문집, 2007
- [3] J. AMANTEGUI, A.CREZO, J.TORRES, A.RIVAS and F.COBELO, "The UNIVERSITY City SAS. First Project within IBERDROLA GROUP using IEC 61850 for Complete Substation. Final Experiences and Future Expectations", CIGRE B5-108, 2006
- [4] IEC 61850-6, Communication network and systems in substation- Part6: Configuration description language for communication in electrical substation related to IEDs, IEC2004
- [5] IEC 61850-10, Comformance Testing, IEC2004
- [6] Conformance Test Procedures for Server Devices with IEC 61850-8-1 interface Revision 1.6, UCA IUG
- [7] Benton Vandiver and Alexander Apostolov, "Testing of IEC 61850 Sampled Analog Values Based Function", CIGRE B5-111, 2006

**저 자 소 개**



**이 남 호 (李南鎬)**

1973년 7월 26일 생. 1998년 명지대공대 전기공학과 졸업. 2001년 동 대학원 전기공학과 졸업(석사). 2004~2006 LS산전(주) 전력연구소 주임연구원. 현재 한국전력공사 전력연구원 일반연구원  
 Tel : 042-865-5876  
 Fax : 042-865-5844  
 E-mail : nam100@kepri.re.kr



**장 병 태 (張炳泰)**

1964년 12월 23일 생. 1990년 부산대공대 전기공학과 졸업. 1999년 충남대 대학원 전기공학과 졸업(석사). 1992~현재 한국전력공사 전력연구원 선임연구원  
 Tel : 042-865-5872  
 Fax : 042-865-5844  
 E-mail : tbjang@kepri.re.kr