

## 통합 지진네트워크 구축 Establishment of Korea Integrated Seismic System (KISS)

이희일\*      지헌철\*      임인섭\*\*      조창수\*      류용규\*\*\*  
Lee, Hee Il   Chi, Heon Cheol   Im, In Seub   Cho, Chang Soo   Ryoo, Yong Gyu

---

### ABSTRACT

The four agencies in Korea - KMA, KIGAM, KEPRI, and KINS - have been operating their own seismic network for many years. In this study we have developed an integrated seismic system named KISS (Korea Integrated Seismic System), which is very similar to LISS (Live Internet Seismic Server) of Albuquerque Seismological Laboratory. Through KISS we could share all the earthquake data observed by those organizations in near real time. This research result will lead to provide the opportunity to use all seismic information of the earthquakes around Korean peninsula. And KISS will make us enable to do systematic researches, such as study on focal mechanisms of earthquakes around Korean peninsula, seismic design, earthquake prediction, etc. KISS will be used in developing an Early Earthquake Warning System like TriNet in Southern California, USA so as to minimize seismic hazard.

---

### 1. 서론

1996년 12월 13일 영월지진(규모 4.5)과 1997년 6월 26일 경주지진(규모 4.2)이 일어나기 전 까지만 해도 국내에 디지털 지진관측소는 한국지질자원연구원에서 양산단층을 중심으로 설치한 12개가 전부였다<sup>(1)</sup>. 그 후 그 숫자가 비약적으로 증가하여 2002년 현재 기상청(KMA)을 비롯하여 한국전력연구원(KEPRI), 한국원자력안전기술원(KINS) 그리고 한국지질자원연구원(KIGAM)에서 설치 운영하고 있는 디지털 지진관측소는 약 70여 개에 달하고 있다. 대부분의 관측소에는

---

\* 정회원 · 한국지질자원연구원 지진연구센터

\*\* (주)희송지오택, 지진팀장

\*\*\* 기상청 지진관측과, 연구원

TCP/IP 방식에 의한 실시간 자료전송이 가능한 미국 Quanterra사의 기록계가 설치되어 있으며, 각 기관은 지진관측 목적에 따라 독립적으로 지진 관측 네트워크를 운영하고있다.

이처럼 각 기관이 고유업무를 수행하기 위해 독자적으로 설치한 지진관측소들을 네트워크를 이용하여 통합함으로써 한반도에서 관측된 모든 지진자료를 보다 효율적으로 이용, 분배, 관리할 수 있는 체계를 구축하는 방안이 4개 지진관측기관(기상청, 한국지질자원연구원, 한국전력연구원, 한국원자력안전기술원)으로 구성된 '지진관측기관 협의회'에서 논의되었다. 이렇게 함으로써 각 기관은 다른 기관에서 관측한 지진자료를 마치 자기가 관측한 자료처럼 이용할 수 있게 되어 기관 고유업무를 수행하는데 있어 보다 정확한 지진정보를 추출할 수 있을 뿐 아니라 궁극적으로 최소한의 비용으로 최대의 지진관측 효과를 얻을 수 있을 것이다. 이와 같은 지진관측자료 서비스체계는 이미 미연방지질조사소(USGS)산하 Albuquerque 지진실험실에서 개발한 LISS(Live Internet Seismic Server)<sup>(2)</sup>라는 시스템을 이용하여 인천의 INCN관측소를 포함한 전 세계 36개 IRIS/USGS Global Seismographic Network(GSN) 관측소를 대상으로 운영되고 있다.

본 논문은 약 2년간의 연구를 통하여 미국의 LISS와 유사한 국내 지진관측기관간 지진관측자료를 실시간으로 공유할 수 있는 통합 지진네트워크 체계(KISS; Korea Integrated Seismic System)를 개발하기 위하여 수행한 내용을 요약한 것이다. KISS는 '각 지진관측기관에서 고유업무를 위하여 구축, 운영 중인 지진관측소자료를 실시간으로 다른 연구기관과 공유할 수 있도록 해주는 일련의 네트워크 프로그램과 하드웨어 시스템'을 말하며, KISS를 개발하는데 있어 우선적으로 고려한 사항은 향후 확장성이며 연구개발의 최종목적은 아래와 같다.

- 범 국가적인 지진 네트워크 구축
- 범 국가적인 지진자료 데이터베이스 구축
- 지진자료 제공 시스템 구축
- 지진자료의 효율적인 활용
- 지진재해에 의한 피해 경감 시스템 구축.

표 1.은 현재 KISS를 통한 각 기관간 지진자료 공유 현황은 정리한 것이다. 표에는 나타나 있지 않지만 거점 지진자료 센터인 경북대와 서울대는 한국지질자원연구원에서 매일 한 차례씩 전송하는 지진이벤트자료만 수신하고 그 외 모든 기관간에 교환되는 지진자료들은 연속파형 자료이다.

현재 KISS는 각 기관의 요구사항을 보다 적절히 수렴하여 지진자료를 공유하고 이를 효율적으로 보관, 배분하는 시스템으로 전환하여 안정화시키는 단계에 있으며, 아울러 속도자료 뿐 아니라 지진공학에 필요한 가속도 관측자료까지 확장하는 단계에 있다. 또한 실시간 자료공유를 목적으로 하는 일 단계 연구가 성공적으로 마무리되면 이를 바탕으로 국가적인 방재차원에서 지진재해에 의한 피해를 최소화하기 위한 조기 지진경보시스템 또는 미연방지질조사소, 칼텍지진연구소 및 캘리포니아 광산지질국(California Division of Mines and Geology)이 공동으로 개발하고 있는 TriNet<sup>(3)</sup>과 같은 지진재해에 의한 피해 경감시스템을 개발 할 예정이다.

## 2. 통합 지진 네트워크

### 2.1. 개요

현재 우리 나라에서 기상청은 대 국민 지진발생 통보를 목적으로, 한국지질자원연구원은 한반도의 지진발생 특성규명과 같은 지진연구를 목적으로, 그리고 한국전력연구원과 한국원자력안전기술원은 원자력발전소와 주변 부지의 지진안전성 평가를 위하여 지진관측소를 운영하고 있다. 그 외에도 몇 개의 대학에서 교육 및 연구목적으로 독자적으로 또는 한국지질자원연구원과 공동으로 지진관측소를 운영하고 있다. 그 숫자는 최근에 급격히 증가하여 현재 70여 개의 속도관측소와 95 개의 가속도관측소가 운영되고 있으며 각 기관은 목적에 따라 지진 네트워크와 지진자료 수집 및 분석시스템을 이용하여 독자적으로 지진관측과 분석업무를 수행하고 있다(표 2).

표 2.에서 특이사항은 한국지질자원연구원은 미국 SAIC사에서 개발한 KEMS시스템을 그리고 한국전력연구원과 한국원자력안전기술원은 최소한의 하드웨어에서 작동할 수 있도록 한국지질자원연구원에서 수정 개발한 KEMS를 지진자료 수집 및 분석시스템을 사용하고있어 자료교환에 아무런 문제가 없으나, 기상청은 미국 Kinemetrics사에서 개발한 Antelope시스템을 사용하고 있다는 점이다. 따라서 KISS를 개발하는데 있어 핵심은 서로 다른 분석시스템을 사용하고 있는 기상청-한국지질자원연구원간 자료 전송 시스템 개발이라 할 수 있다. 따라서 본 논문에서는 기상청과 한국지질자원연구원간 지진 네트워크 구축에 초점을 맞추어 기술하였다. 기상청-한국지질자원연구원간 지진자료 공유를 위한 시스템을 개발하는데 있어 다음과 같은 사항을 염두에 두고 연구를 수행하였다.

- 각 기관 고유업무에 미치는 영향의 최소화
- 최소한의 Downtime
- 최소한의 Network 부하
- 최소한의 System 부하
- 에러 발생 시 신속한 복구
- 사용하기 쉽고 강력한 유틸리티 지원 등.

그림 1.은 현재 개발된 각 기관과 대학간 지진자료 공유를 위한 통합 지진네트워크 구성을 개략적으로 나타낸 것이다.

### 2.2 KISS 하드웨어

기상청-한국지질자원연구원간 네트워크를 구성하는 기상청-KISS서버간 네트워크는 한국지질자원연구원에 있는 KISS서버와 대전 지방기상청간 56K 전용선을 이용하여 연결되어 있으며, 이 후 국가 행정망을 거쳐 서울 기상청 본 청으로 연결되어 있다(그림 2.). 이 네트워크를 통하여 기상청 본 청에서는 지진관측소가 있는 각 지방 기상청이나 기상대와 연결된 네트워크를 통하여 실시간으로 수집된 지진자료를 KISS 서버로 전송하며, KISS 서버로부터 다른 기관에서 관측된 지진자

료를 수신하게 된다.

현재 기상청은 SUN Ultra 60 워크스테이션으로 한국지질자원연구원간 네트워크를 담당하게 하고 있으며 즉, KISS 클라이언트 역할을 수행하고 있으며, 한국지질자원연구원 역시 동일한 컴퓨터를 이용하여 네트워크를 구성하고 있다. 그리고 중간의 데이터 공유서버(KISS 서버)로는 Sparc 3 CPU 2개와 1G 바이트 주 메모리가 장착된 SUN Enterprise 3500 기종이 사용되고 있다. 지진 자료는 자료백업 및 복구기능이 있는 디스크용량 500G 바이트인 SUN StorEdge 5100 어레이 디스크를 사용하고 있다.

### 2.3 KISS 소프트웨어

KISS 소프트웨어는 크게 KISS 서버와 클라이언트간 지진자료 송·수신을 위한 프로그램, KISS 서버로부터 수신된 자료를 각 기관의 고유한 분석시스템에 맞는 입력포맷으로 변환하는 프로그램 그리고 통신상의 장애로 인하여 특정 프로세스가 비정상적으로 종료될 경우 이를 자동으로 감지하여 다시 복구시키는 네트워크감시 프로그램으로 구성되어 있다.

서버와 클라이언트간 지진자료 송·수신을 위한 프로그램들은 모두 쌍으로 구성되어 있으며 이를 위해 각 단계마다 필요한 중간 버퍼를 설정하여 사용하고 있다. Unix 시스템에서는 동일 시각에 작동 중인 여러 가지 상이한 프로세스들간의 내부적인 통신(IPC; Interprocess Communication)을 위하여 파일을 이용하는 방법, Message Queue를 활용하는 방법 또는 특정 공유영역(Shared Memory)을 활용하는 방법 등 여러 가지 방법이 제공되고 있다. 본 연구에서는 특정 공유영역 - 문자 그대로 여러 상이한 프로세스들이 동일한 영역에 동시에 접근하여 읽기, 쓰기를 할 수 있는 메모리 영역 - 을 활용하여 데이터 공유를 실현하고 있다.

표 3은 KISS 서버와 클라이언트에서 작동하는 프로그램들의 이름, 기능 그리고 설치장소를 간단하게 요약한 목록이다. 다음은 그 가운데 가장 중요한 몇 가지 프로그램의 기능에 대해 간략하게 설명한 것이다.

#### sendQBdata와 recvQBdata

sendQBdata와 recvQBdata은 관측소의 Quanterra기록계로부터 전달받은 mini-SEED형식의 지진자료를 특정한 위치로 전송하고 수신하는 프로그램 쌍으로 sendQBdata는 분석시스템으로 KEMS를 사용하는 기관의 특정서버 - 관측소로부터 데이터를 수신하는 - 로부터 KISS서버로 데이터를 전달하는 역할을 수행한다. 예를 들면 한국지질자원연구원의 경우 각 관측소로부터 받은 mini-SEED 형식의 지진자료들을 sendQBdata를 이용하여 KISS 서버로 전송하게 된다.

반면 sendQBdata에 대응되는 recvQBdata는 일종의 서버프로그램으로 송신처로부터 오는 sendQBdata의 요청을 처리하는 프로그램이다. 즉 항상 수신처의 시스템에 상주하는 daemon프로그램인 recvQBdata는 지속적으로 시스템의 특정 포트를 감시하고 있다가 송신처의 접속 요구가 있을 때 그 요구를 처리하는 프로그램으로, 새로운 프로세스를 띄워서 송신처로부터 오는 자료를 수신하여 공유영역에 쓰는 동시에 그 자신은 다른 송신처의 접속을 감시하기 위하여 다시 포트에 대한 감시체제로 다시 들어간다. 이렇게 공유영역에 쓰여진 데이터는 다음에 설명할 sendSHdata

에 의해 읽혀져 기상청으로 전송되게 된다. 물론 이 때 공유영역에 접근하여 작업을 하는 sendSHdata와 같은 또 다른 프로그램이 있어도 현재의 동작에는 아무런 영향을 미치지 않는다.

### **sendSHdata와 recvSHdata**

앞서 설명한 KISS 서버에서 작동하고 있는 recvQBdata에 의해 수신되는 한국지질자원연구원과 한국전력연구원의 데이터는 KISS서버의 특정 공유영역에 저장된다. sendSHdata는 이 공유영역에 접근하여 데이터를 읽어 기상청으로 전송해주는 프로그램으로 이렇게 전송된 데이터는 sendSHdata의 쌍이 되는 recvSHdata에 의해 기상청에서 수신되게 된다. 이 때 기상청에서 작동하는 recvSHdata는 서버로써 작동하기 때문에 sendSHdata는 데이터를 수신하는 측의 recvSHdata가 작동하고 있어야만 정상적으로 동작한다. 기상청에서 작동하고 있는 recvSHdata에 의해 수신된 자료들은 역시 특정한 공유영역에 쓰여지는데 이는 recvSHdata에 의해 수신된 자료를 기상청의 분석시스템인 Antelope가 인식하지 못하기 때문에 다음에 설명할 pro\_sh2orb를 이용하여 포맷을 변환하기 위해서이다.

### **sendORBdata와 recvORBdata**

지금까지는 KISS서버를 통하여 한국지질자원연구원과 한국전력연구원의 자료가 어떤 경로와 프로그램에 의해 기상청으로 전달되지는 알아보았다. 이제 거꾸로 기상청 자료가 KISS서버로 전달되는 과정을 살펴보겠다.

현재 기상청에서 사용하는 분석시스템인 Antelope는 qt2orb라는 프로그램을 통하여 기록계로부터 자료를 수신하며 ORB서버(Object Ring Buffer Server)에 의해 지진자료 수집 및 분석 프로세스를 관리한다. sendORBdata는 기상청의 특정서버에서 작동하는 프로그램으로 ORB서버로부터 데이터를 읽어서 이를 KISS서버로 전송하는 프로그램이다. 반면 recvORBdata는 이에 대응되는 프로그램으로 한국지질자원연구원에 있는 KISS서버에서 작동하면서 기상청의 sendORBdata에 의해 전송된 자료를 수신하는 프로그램이다. KISS서버의 recvORBdata에 의해 기상청으로부터 수신되어 특정 공유영역에 쓰여진 데이터는 용도에 의해 필요한 형태로 자료형식을 변환할 수 있는데, 현재 pro\_orb2cf라는 프로그램에 의해 Circular 파일 형태로 변환하여 시각적으로 자료수신상태를 모니터링하고 있다.

### **pro\_sh2orb, pro\_orb2cf과 kissmon**

pro\_sh2orb와 pro\_orb2cf는 각 각 기상청과 KISS서버에 수신된 자료들을 각 기관의 서로 다른 지진자료 분석시스템에 맞는 입력포맷으로 변환해 주는 프로그램들이다.

먼저 기상청에서의 데이터 흐름을 살펴보면 앞서 설명한 recvSHdata를 통하여 수신된 자료는 특정한 공유영역에 저장된다. pro\_sh2orb는 KISS서버로부터 수신된 이 자료를 읽어서 기상청의 분석시스템인 Antelope의 ORB서버로 전달해 주는 프로그램이다. 이렇게 KISS서버를 통하여 다른

기관으로부터 ORB서버에 수신된 지진자료들은 기상청의 다른 관측소에서 수신된 자료들과 함께 분석된다. 반면 pro\_orb2cf는 기상청으로부터 KISS서버에 수신된 데이터를 KEMS 입력포맷으로 변환해 주는 프로그램으로, KISS서버는 이와 같은 과정을 거쳐 기상청으로부터 수신된 지진자료들은 한국지질자원연구원, 한국전력연구원 그리고 한국원자력안전기술원으로 전송하게 된다.

kissmon은 기상청과 KISS서버간의 원활한 데이터 송·수신을 위하여 개발된 프로그램으로 각 기관의 데이터 전송을 관장하며 최초의 실행 역시 이 프로그램에 의해 개시된다. 이 프로그램은 각 시스템 상에서 구동되어야 할 프로그램들을 매 2분마다 점검하여 만약 특정 프로그램이 구동되고 있지 않으면 다시 구동시켜주는 기능을 담당하고 있다. 컴퓨터 통신상 여러 조건에 민감하게 반응함으로써 나타날 수 있는 상황을 항상 점검하고 관리자가 항상 지켜보고 있지 않아도 통신 재개 조건이 되면 자동으로 통신이 재개될 수 있도록 작성하였다. 따라서 kissmon의 실행 이력과 일을 확인함으로써 KISS의 전체적인 통신 상황을 일목요연하게 알 수 있다.

### 3. 결론 및 향후 계획

우리나라에서 현재 지진관측소를 운영하고있는 주요 네 개 기관인 기상청, 한국지질자원연구원, 한국전력연구원 그리고 한국원자력안전기술원을 연결하는 통합 지진네트워크가 완성되었다. 따라서 지진자료를 필요로 하는 모든 기관이나 연구자들은 KISS를 이용함으로써 추가적인 관측소 설치나 비용을 들이지 않고도 국내에서 관측되는 모든 지진자료들을 준 실시간(near real time)으로 이용할 수 있는 기틀이 마련되었다. 또한 지금까지 각 기관이 한정적으로 사용하던 지진자료들을 앞으로는 좀더 손쉽고 포괄적으로 활용할 수 있게 되어 한반도의 지진발생 메커니즘 규명, 내진 설계 및 지진예지와 같은 보다 높은 차원의 지진연구가 가능하게 되었다.

그러나 현재 개발된 KISS는 매우 초보적인 단계로 규정할 수 있으며 앞으로 좀 더 연구를 진전시켜 WEB을 통한 대 국민 지진정보 서비스를 중심으로 보다 정교한 지진자료 공유의 실현과 안정적인 자료 저장 및 조회 기능 등을 갖춘 체계로 발전시켜나갈 예정이다. 또한 속도자료 뿐 아니라 가속도자료의 실시간 공유체계를 마련함으로써 미국의 TriNet과 유사한 지진재해에 의한 피해 경감시스템을 개발하는데 활용할 계획이다.

### 참고문헌

1. 지현철 외, "지진연구망 구축 및 운영", 한국자원연구소, 2000.
2. <http://www.liss.org>
3. Wald, D. J., T. Heaton, H. Kanamori, P. maechling, and V. Quintoriano, "Research and Development of TriNet 'ShakeMaps'", Eos Trans. AGU, Vol.78, No.46, 1997.

표 1. 통합 지진네트워크를 통한 기관별 지진자료 공유 일람표.

지진관측기관	송신관측소 명	수신관측소 명	비 고
KMA	KWJ, CHC, DGY, BUS, SEO, SGP, SES, DAG, CHJ, ULJ, ULL	TJN, HDB, KHD, SND, KMC, SNU, GSU, GKPI, HKU	KIGAM
		YGA, UJA, KRA, WSB	KEPRI
KIGAM	TJN, HDB, KHD, KMC, SND, SNU, GKPI, HKU, GSU, CHNB, GRE, BRD, BGD, NPR, HSB	KWJ, CHC, DGY, BUS, SEO, SGP, SES, DAG, CHJ, ULJ, ULL	KMA
		UJA, KRA, KRB, WSA, WSB, WSC, YGA, YGB	KEPRI
KEPRI	UJA, KRA, KRB, WSA, WSB, WSC, YGA, YGB	TJN, HDB, KHD, KMC, SND, SNU, GKPI, HKU, GSU, CHNB, BRD	KIGAM
KINS		KWJ, CHC, DGY, BUS, SEO, SGP, SES, DAG, CHJ, ULJ, ULL	KMA
		UJA, KRA, KRB, WSA, WSB, WSC, YGA, YGB	KEPRI
		TJN, HDB, GSU, GKPI, CHNB, HKU, SNU, KHD, SND, KMC	KIGAM

표 2. 기관별 관측소 지진관측소 및 지진자료 수집 및 분석 시스템 현황.

지진관측 기관	속도관측소	가속도 관측소	지진자료 수집 및 분석시스템(개발사)	비 고
한국지질자원연구원	29	13	KEMS (SAIC, USA)	원주 KSRS 관측소 포함
기상청	29	70	Antelope (Kinematics, USA)	
한국전력연구원	8	8	Downsized KEMS (KIGAM)	
한국원자력안전기술원	4	4	Downsized KEMS (KIGAM)	

표 3. KISS를 구성하고 있는 주요 프로그램의 이름, 기능 및 설치 장소.

Process	기능	설치 장소
kissmon	daemon 형태의 프로그램으로써 시스템에서 작동되어야 할 프로그램들을 감시하고 실행 상태에 대한 로그파일을 남기는 모니터링 프로그램.	KISS서버 기상청 한국지질자원연구원 한전전력연구원 한국원자력안전기술원
sendQBdata	서버측 recvQBdata와 통신하며 Quanterra의 comserv 버퍼로부터 데이터를 받아서 KISS서버에 전송해 주는 프로그램.	한국지질자원연구원 한전전력연구원
recvQBdata	서버에 항상 떠 있으면서 클라이언트에서 데이터 전송을 위한 접속을 처리하여 데이터를 수집하는 프로그램으로 특히 송신처로부터의 mini-SEED 데이터 수신을 처리한다.	KISS서버 한국원자력안전기술원
recvORBdata	서버에 항상 떠 있으면서 기상청의 Antelope 시스템으로부터 ORB 형태의 데이터를 수신하는 프로그램이다.	KISS서버
pro_sh2cf	공유영역에 있는 데이터를 CSS3.0형태로 바꾸어 Circular-File 형태로 저장하는 프로그램.	KISS서버 기상청 한국지질자원연구원 한전전력연구원 한국원자력안전기술원
pro_orb2cf	기상청으로부터 recvORBdata가 전달받은 ORB 데이터를 Circular-File형태의 저장공간에 CSS3.0형태로 데이터를 저장하는 프로그램.	KISS서버
pro_sh2orb	기상청에서 작동하는 프로그램으로써 shared memory에 있는 데이터를 ORB server로 전달해주는 프로그램.	기상청
sendSHdata	recvQBdata에 의해 수신된 자료를 기상청으로 보내주는 프로그램.	KISS서버
sendORBdata	기상청에서 작동하는 프로그램으로 ORB server로부터 데이터를 받아서 이를 TCP/IP통신을 통해 KISS서버로 전송하는 프로그램.	기상청
recvSHdata	기상청에서 작동하는 프로그램으로써 KISS서버로부터 전송된 자료를 수신하는 프로그램.	기상청



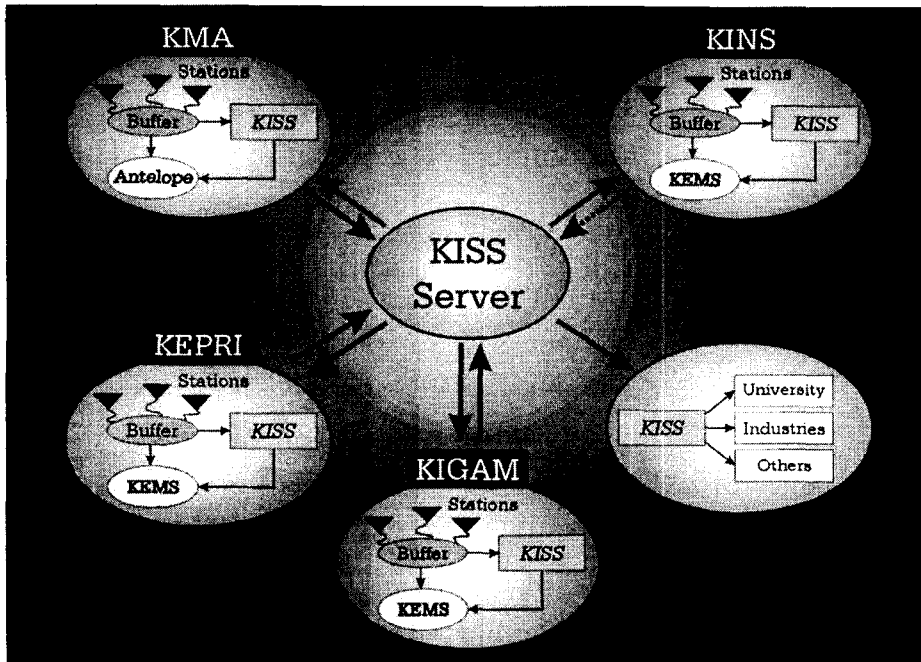


그림 1. KISS 구성도.

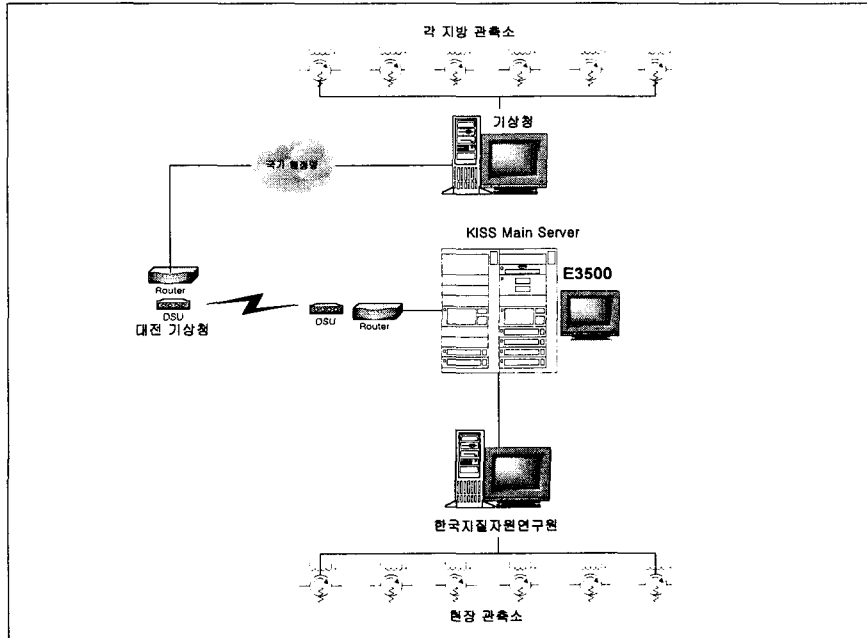


그림 2. 기상청-한국지질자원연구원간 지진관측 자료 공유를 위한 네트워크 및 하드웨어 구성도.