

## 고속 위성망 Pilot 시스템 성능시험 결과분석

홍성택, 신강욱

한국수자원공사 K-water연구원

### Performance Test and Analysis of High-Speed Satellite Network Pilot System

Sung-Taek Hong, Gang-Wook Shin  
K-water KWI

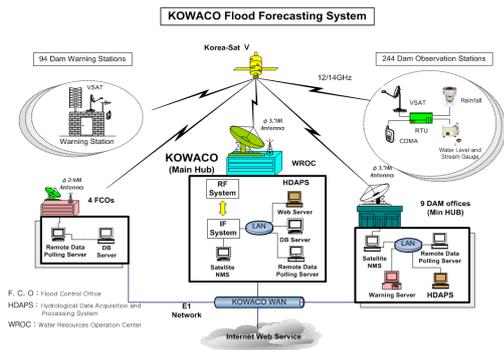
**Abstract** - 위성을 이용한 통신 및 방송은 양방향 서비스 시대를 맞이 하고 있으며, 위성 인프라는 통신망 back-up 개념을 벗어나 이동 휴대 그리고 지상 인프라 구축 및 운영이 어려운 지역 및 시설을 중심으로 광역통신 및 방송의 근간 망 구성으로 나아가고 있고, 재난 방재 및 긴급 복구, 산업 시설 감시 및 측정데이터 모니터링 등 지상 인프라와 상호 보완적인 이종망 또는 기간망으로 활용되고 있다. 한국수자원공사에 도 1998년부터 수문관측망 및 감시제어를 포함한 원격 데이터 취득 및 정보제공 등 많은 부분에 위성통신망을 이용하고 있다. 위성통신망의 사용이 10여년이 지난 시점에서 위성통신장비의 내용년수 도래에 따른 시스템 개선과 대체방안이 필요하게 되었으며, 기존의 수위, 우량과 같은 저용량, 저속인 현재의 위성망에 비하여 기술발전 및 데이터의 다양화에 따른 화상, 동영상과 같은 멀티미디어 데이터 등을 전송할 수 있는 대용량, 고속인 위성망 Pilot 시스템을 구축하였으며, 구축된 시스템에 대하여 성능시험을 한 결과를 분석하고자 한다.

#### 1. 서 론

한국수자원공사는 5대강 16개 다목적댐 유역에 수문관측 설비를 설치 운영하고 있다. 세부 설비 내역으로는 2006년 12월 현재 강수량을 측정할 수 있는 141개의 우량국, 수위를 측정할 수 있는 103개의 수위국, 댐 하류 경보방송을 위한 94개의 경보국 등을 운영하고 있으며, 현재 한국수자원공사에서 운영중인 위성을 이용한 수문관측 설비의 구성은 그림 1과 같다.

또한 수문관측 설비는 위성통신망을 주 통신망으로 사용하고 있으며, 유선이나 CDMA 등을 보조 통신망으로 이중화되어 운영중이며, 위성통신망은 분산제어국 설비와 수위, 우량, 경보 등의 단말국 설비로 구성되어 있다.

현장에서 취득된 수위, 우량 자료는 RTU에 저장되어, 주망인 위성통신망을 통해 제어국 원격 호출제어 서버로 전송된다. 이렇게 취득된 수문자료는 실시간 수문자료 관리시스템(HDAPS)에 저장되고, 사내망과 전용회선망을 통해 본사 및 해당유역 홍수통제소로 전송된다.



〈그림 1〉 수문관측용 통신망 구성도

수위, 우량과 같은 수문관측 데이터를 19.2 kbps의 저속으로 위성망을 운영하면서 위성통신장비의 노후화에 따른 개체 교체 시점에서 위성 및 위성통신 단말장비의 기술발전과 데이터의 다양화에 따른 화상, 동영상과 같은 멀티미디어 데이터 등 초고속, 광대역 위성통신망 요구되고 있으며, 이를 수용할 수 있는 고속 위성망이 필요하게 되었다.

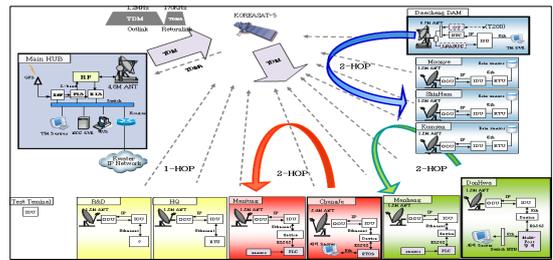
따라서 기존 홍수에보유 위성통신망 분석을 통한 수문관측망 이외의 고속 위성망 적용 가능한 통신망 분석, 국내외 DVB-S, RCS, S2 등 국제표준 및 신기술 동향 분석, 위성통신 변조방식별 특성 분석, 위성통신 강우감쇠 특성 등을 분석하여 고속 위성망 Pilot 시범망을 구축하였으며, 구축된 Pilot 시범망에 대한 성능시험 및 결과분석을 토대로 수문관측망에 확대해 나갈 방안 마련과 수문관측용 위성시스템의 향후 운영계획을 설정하고자 한다.

#### 2. 고속 위성망 Pilot 시스템

##### 2.1 시스템 개요

고속 위성망 Pilot 시스템은 무궁화 5호 위성의 Ku-Band(12/14 GHz)를 사용하며, VSAT 통신방식은 TDM/TDMA 및 Switched SCPC방식을 적용하며, Application은 Data와 Video를 전송으로 할 수 있는 망으로 구성되었으며, Data는 기존 단말의 데이터를 수용할 수 있고, Video는 신규로 적용되는 화상 및 동영상과 같은 멀티미디어 데이터 전송을 수용한다. 또한 VSAT의 망 구성은 허브국과 단말국은 Star 망으로 구성되어 있고, 시스템 구성도 그림 2와 같다.

- 시스템 구성 : 중심국 1, 2\_Hop국 3, 단말국 7
- 중심국 : 본사
- 2\_Hop국 : 대청, 충주, 동화
- 단말국 : 대청3, 충주1, 동화1, 연구원1, 본사1



〈그림 2〉 고속 위성망 Pilot 시스템 구성도

##### 2.2 고속 위성 시범망 특성

기존의 수문관측망의 위성통신망 및 신규 고속 위성망 Pilot 시스템의 특성은 표 1과 같다.

〈표 1〉 수문관측용 위성망 특성

구분	기존	신규	비고
사용 위성	무궁화#5호	무궁화#5호	
사용 주파수	12/14G	12/14G	Ku Band
전송속도	19.2/19.2kbps	1.2M/147kbps	out/inbound
통신방식	TDM/TDMA	TDM/(MF)TDMA	
용량	fixed capacity	dynamic capacity	
변조방식	FSK	QPSK/8PSK,16APSK	

#### 3. 고속 위성망 Pilot 시스템 특성시험

##### 3.1 고속 위성망 Pilot 시스템 특성시험

고속 위성망 Pilot 시스템에 대한 성능을 검증하고 확인하기 위한 시험을 실시하였다. 시험 장소는 HUB국 장비가 설치되어 있는 한국수자원공사 본사(물관리센터 4층)에서 VSAT 허브장비 및 RF장비 시험을 실시하였고, 시험용 단말장비는 Test 단말 및 중심국 단말에서 실시하였으며, 시험 대상 장비는 표 2와 같다.

〈표 2〉 시험 대상 장비

시험장비	장비 구성
HUB RF 시스템	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Block Up-Converter : 1식</li> <li>• Block Down-Converter : 1식</li> <li>* 허브국 수신단 LNA 및 송신단 SSPA는 기존장비 사용</li> </ul>
HUB 시스템	<ul style="list-style-type: none"> <li>• FLS(Forward Link Subsystem) : 1식</li> <li>• RLS(Return Link Subsystem) : 1식</li> <li>• Traffic Router&amp;Switch : 1식</li> <li>• DB/NCC Server : 1식</li> <li>• REF&amp;SYNC(GPS 수신 및 클럭공급장비) : 1식</li> <li>• WORK STATION : 1식</li> </ul>
VSAT 단말장비	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1.2m 안테나 : 1식</li> <li>• ODU, IDU : 각 1식</li> </ul>

### 3.2 성능시험 위성링크 Parameters

성능시험시의 허브국 및 단말국 안테나 크기는 각각 4.6 m, 1.2 m 이며, 가용도는 99.98 % 이며, 운용주파수는 Outlink에서는 송신 14.334600 GHz, 수신 12.586000 GHz, Returnlink에서는 송신 14.335315 GHz, 수신 12.587315 GHz를 사용하였으며, 기타 위성링크 파라미터는 표 3과 같다.

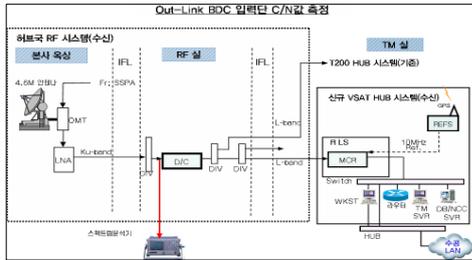
〈표 3〉 위성링크 Parameters

항 목	Parameters
Outlink	<ul style="list-style-type: none"> <li>Information Rate : 1.5Mbps, Symbol Rate : 1.0 Msps</li> <li>Modulation : QPSK, FEC : 3/4</li> <li>Occupied Bandwidth : 1.2 MHz (=Symbol Rate(1.0Msps) × Rolloff(1.2))</li> <li>Eirp : 47.1dBW</li> </ul>
Returnlink	<ul style="list-style-type: none"> <li>Information Rate : 200Kbps, Symbol Rate : 125 Ksps</li> <li>Modulation : QPSK, FEC : 6/7</li> <li>Occupied Bandwidth : 170 KHz (=Symbol Rate(125Kbps) × Rolloff(1.35))</li> <li>Eirp : 39.1dBW</li> </ul>

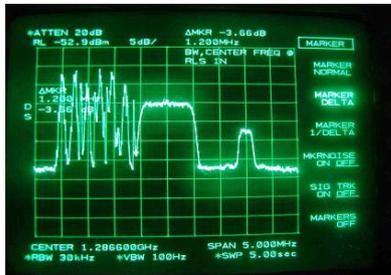
### 3.3 성능 시험

#### 3.3.1 C/N 측정시험

C/N(Carrier Over Noise) 측정시험은 VSAT 허브 FLS(Forward Link Subsystem)에서 송신되어 위성에서 Return되는 Outlink신호의 RLS(Return Link Subsystem) 입력단의 C/N을 확인하는 시험으로 시험 구성도는 그림 3과 같고, 측정된 결과는 그림 4와 같이 중심국 RLS 입력단 기준으로 약 17dB로 양호한 값이 측정되었다.



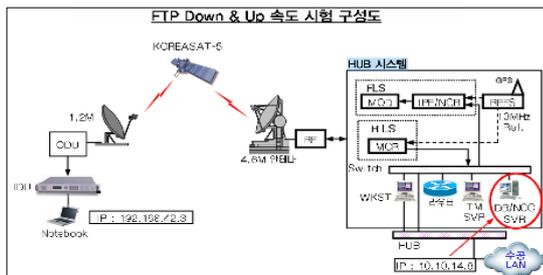
〈그림 3〉 C/N 측정 시험구성도



〈그림 4〉 C/N 측정 파형

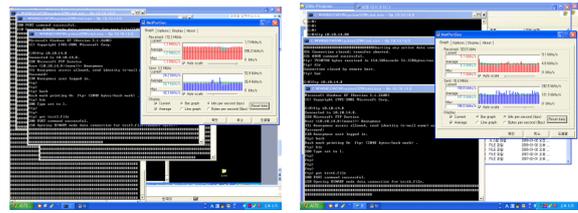
#### 3.3.2 Up/Down 전송 속도 측정시험

허브와 단말 IDU 간의 Up/Down 전송 속도를 측정하는 시험으로 사전에 허브국과 단말국과의 연결이 되어 있는지를 확인하고 FTP SERVER의 IP를 확인하여야 한다. 시험구성도는 그림 5와 같다.



〈그림 5〉 Up/Down 전송속도 측정 시험구성도

전송속도시험 결과는 그림 6과 같이 허브 Up\_load(단말 Download)속도는 최대 1.3 Mbps, 평균 1.2 Mbps 로 측정되었고, 허브 Down\_load(단말 Upload)속도는 최대 194.0 kbps, 평균 147.3 kbps로 측정되었다.



〈그림 6〉 Up\_load 및 Down\_load 속도 측정

## 4. 고속 위성망 Pilot 시스템 특성 시험결과

### 4.1 RF 시스템 특성시험

RF 시스템 부분에서는 Out-Link 송신 신호에 대하여 주파수 정확도 및 점유 대역폭을 측정하였고, Out-Link 수신 신호에 대하여 주파수 정확도 및 C/N 값을 Returnlink 수신 신호에 대하여 주파수 정확도 및 점유 대역폭, C/N 값을 측정하여 기준값과 비교한 결과는 표 4와 같으며, 기준값에 모두 근접한 양호한 결과가 측정되었다.

〈표 4〉 RF 시스템 특성시험 결과

구 분	시험항목	기준값	측정값
Out-Link 송신	주파수 정확도	1284.600 MHz 14334.600 MHz	1284.600 MHz 14334.600 MHz
	점유 대역폭	1.2 MHz	1.223~1.225 MHz
Out-Link 수신	주파수 정확도	12586.600 MHz	12586.600 MHz
	C/N	> 16.3 dB	17 dB
Returnlink 수신	주파수 정확도	12587.315 MHz	12587.315 MHz
	점유 대역폭	170 KHz	167~174 KHz
	C/N	> 15.7 dB	16 dB

### 4.2 시스템 기능시험

시스템 기능 시험의 항목은 Link 성능 및 단말 IDU로 나누어 지고, Link 성능은 Forward Link acquisition, Return Link acquisition, Forward Link 통신 threshold, Returnlink 통신 threshold, 강우감쇄 마진의 항목으로 나누어 시험을 실시하였으며, 단말 IDU는 IDU Statistic, Software Upgrade, CW 신호 제어로 구분하여 시험을 실시하였으며, 그 결과는 표 5와 같다.

〈표 5〉 시스템 기능시험 결과

구 분	시험항목	확인사항	결과치
Link 성능	Forward Link acquisition	단말에서 감지/수신 locking 상태	기능 정상
	Return Link acquisition	단말 IDU Return Link 송출 상태	기능 정상
	Forward Link 통신 threshold	· C/N : 7.1 dB	· C/N: 5.0dB
	Returnlink 통신 threshold	· C/N : 6.5 dB · Eb/No : 4.8 dB	· C/N: 5.0dB · Eb/No: 4.5dB
	강우감쇄 마진	· 이론값 : 9.21 dB	· 마진 : 12dB
Traffic 성능	Outlink Data Rate	1.2Mbps	· 최대: 1.3Mbps · 평균: 1.2Mbps
	Returnlink Data Rate	128kbps	· 최대: 194 Kbps · 평균: 147.3 Kbps
	Traffic load share	단말간 Traffic 분배기능	기능 정상
단 말 IDU	IDU Statistic	IDU Parameters표시기능	기능 정상
	Software Upgrade	허브IDU software upgrade기능	기능 정상
	CW 신호 제어	CW신호 송출/제어기능	기능 정상

## 5. 결 론

고속 위성망 Pilot 시스템 운영결과, 설계한 Link Budget 모든 항목에 대하여 규정치를 만족시키는 성능을 확인하였으며, 국가 수문관측시스템의 중추통신망으로 적용이 가능할 것으로 판단된다. 또한 신·구 설비 병행운영· 시험으로 개· 대체시 단계적 적용가능성 확인되었으며, 위성을 통한 IP기반의 고속통신이 가능해짐에 따라 수문관측의 전국망 구성 및 원격지 무인 수도시설에 대한 네트워크 구현이 가능한 것을 확인하였다.

고속 위성망 Pilot 시스템 운영에 따라 고속 위성통신망을 통한 국가적 수문관측 틀 구축, 수문정보의 신속 정확한 제공으로 손에 잡히는 물 관리 가능, 최신 IT기술 적용으로 국내 수문관측기술 선도, 고속 수문관측 틀의 공동 활용으로 국가적 투자예산 절감 등을 기대할 수 있다.

## 〔참 고 문 헌〕

- [1] 이정욱, "차세대 광대역통합망의 이해", 전자신문사, 2008.
- [2] 한국수자원공사, "인공위성 홍수에경보 설비 최적방안 연구", 1996.
- [3] 홍성택, 신강욱, "위성을 이용한 수문관측망에 고속 VSAT 적용 방안", 대한전기학회 하계학술대회, 2008.
- [4] DVB EN 300 421 V1.1.2 (1997-08), European Standard
- [5] ETSI EN 301 790 v1.2.2