

## 홍수에보용 통신망의 강우감쇠 분석

홍성택\*, 신강욱  
한국수자원공사 수자원연구원

### Analysis of Rain Attenuation for Communication of Flood Forecast System

Sung-Taek Hong, Gang-Wook Shin  
Kwater KIWE

**Abstract** - 한국수자원공사에서는 홍수에보용으로 위성통신망을 주망으로 사용하고, CDMA망이나 유선, 무선, VHF 망을 보조망으로 이용하고 있다. 현장에 설치되어 있는 우량관측국에 대하여 강우가 집중되는 기간동안 강우량에 따른 강우감쇠를 주망인 위성통신망과 보조망으로 이용하고 있는 CDMA망과 비교하여 각각의 감쇠 정도를 분석하고 이에 따른 대안을 제시하고자 한다.

#### 1. 서 론

위성통신용으로 10GHz 이상의 주파수를 사용하는 데이터를 전송하는 경우에는 전파가 대기권을 통과할 때 발생하는 강우에 의한 감쇠를 많이 받는다. 강우에 의한 감쇠는 회선 품질에 매우 심각한 영향을 주게 되는데 특히 신호에 대해 진폭의 감소, 열잡음 증가, 편파사용시의 간섭 증가 등의 영향을 주게 된다.

한국수자원공사에서는 1998년부터 Ku-band(12~14GHz) 대역을 사용하고 있는 무궁화위성을 이용하여 홍수에보용으로 우량 및 수위, 경보 등의 데이터를 송수신하고 있으며, 특히 강우가 집중되는 기간 동안에는 데이터의 필요성이 더욱 큰 실정이다. 또한 무궁화위성이 사용하는 주파수는 강우감쇠가 가장 많이 일어나는 주파수 대역이므로 강우감쇠에 대한 자세한 분석 및 대책이 필요하다.

따라서 본 연구에서는 현장에 설치되어 있는 우량관측국에 대하여 강우가 집중되는 기간동안 강우량에 따른 강우감쇠를 주망인 위성통신망과 보조망으로 이용하고 있는 CDMA망과 비교하여 각각의 감쇠의 정도를 분석하고자 한다.

#### 2. 홍수에보용 위성통신망

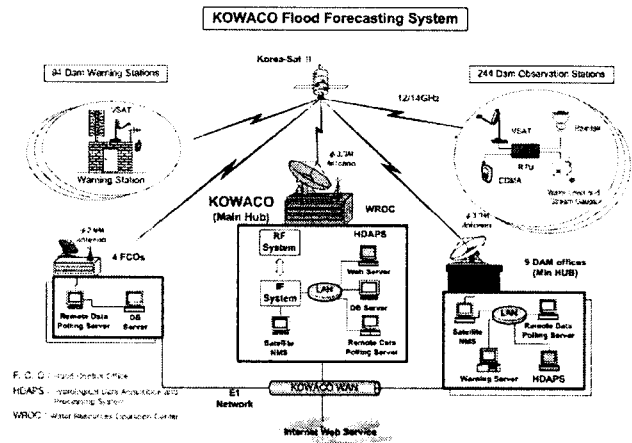
##### 2.1 홍수에보용 위성통신망

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

또한 홍수예경보 설비는 또한, 주망인 위성망의 장애가 발생 시 수문데이터의 신뢰성과 품질확보를 위해 CDMA, 유선,

VHF 무선통신망 등의 보조망을 운영중에 있으며, 분산제어국 설비와 수위, 우량, 경보 등과 같은 단말국 설비로 구성되어 있다. 기본적인 데이터 전송은 양방향 또는 단방향 통신형태의 망 구조를 갖는다.

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. 경보국은 제어국의 경보제어 장치에서 실시간 방송 및 녹음 방송을 할 수 있고, 경보국내에서 직접 방송 할 수 있도록 구성되어 있다.



〈그림 1〉 홍수에보용 통신망 구성도

또한 유지보수의 신속성 및 개방화된 시스템 운영과 장소, 시간적 편이성을 위해 댐 제어국 및 관측국의 위성장비를 원격으로 제어 및 모니터링 가능하도록 WEB을 이용한 위성망 관리시스템(NMS)을 운영하고 있고, 각 댐 위성망 장애에 대비한 상호백업시스템이 구축되어 운영 중에 있다

##### 2.2 강우감쇠

강우는 여러 가지 입자경을 가진 빔방울의 낙하현상으로 강우 중을 전파하는 전파의 감쇠는 이 빔방울에 의한 흡수와 산란에 기인하여 발생하며, 이런 현상을 일반적으로 강우감쇠(Rain Attenuation)라 한다.

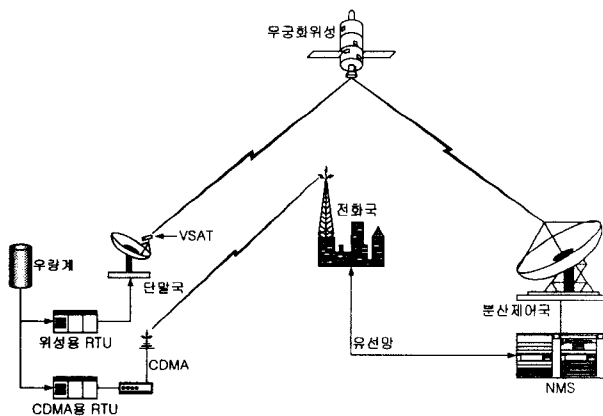
전파의 파장이 빗방울의 직경에 비하여 충분히 긴 경우에는 거의 흡수작용에 의하여 발생되지만, 전파의 파장이 짧아짐에 따라서 산란감쇠 값이 커지게 된다. 이러한 강우감쇠는 강우강도와 기후대에 따라 크게 다르게 나타난다. 또한 태풍과 이에 동반되는 전선성의 비는 년간의 시간율로서는 적지만 심한 강우를 가져오며, 비가 오는 영역도 넓으므로 이때의 감쇠도 매우 크다고 할 수 있다. 이러한 강우에 의한 전파의 감쇠는 대기 가스의 경우와 같이 열잡음으로 변하여 수신기의 품질을 떨어뜨리고 있다.

### 3. 강우감쇠 측정 및 분석

#### 3.1 우량관측국

VSAT의 강우감쇠 영향에 대한 종합적인 검토 및 분석을 하기 위하여 강우가 집중된 우량관측국을 대상으로 실시하였다. 우량관측국의 구성도는 그림 2와 같이 VSAT, 1.2m 안테나, CDMA 단말기, 우량계, RTU 등으로 구성되어 있다.

현재, 우량관측국에서는 우량이 발생하면 RTU를 통하여 주망인 위성망을 이용하여 분산제어국으로 데이터를 전송하며, 주망에 이상이 발생하였을 경우에는 CDMA의 보조망을 이용하여 분산제어국으로 데이터를 전송하게 된다. 전송된 데이터는 표 1과 같이 1분 간격으로 실시간 수문자료 관리시스템에 저장되고, 사내망과 전용회선망을 통해 본사 및 해당구역 홍수통제소로 전송된다



〈그림 2〉 우량관측국 구성도

〈표 1〉 DB에 저장되는 데이터의 예

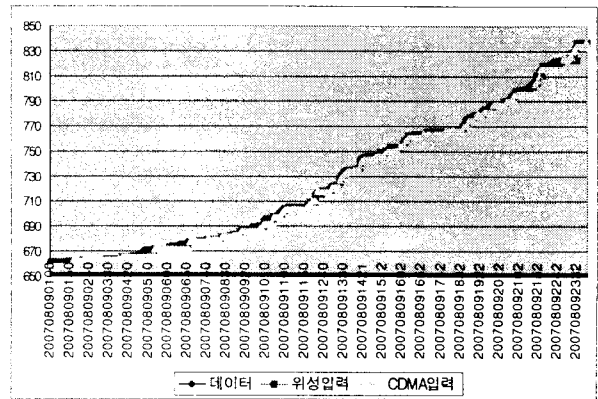
년월일시분	데이터	위성입력	CDMA입력
200708110100	747	747	747
200708110101	747	747	747
200708110102	747	747	747
200708110103	748	747	747
200708110104	748	748	747
200708110105	748	748	748
200708110106	749	749	749
200708110107	749	749	749
200708110109	749	749	749
200708110110	749	749	749

#### 3.2 측정결과

##### 3.2.1 강우량이 많아도 강우감쇠가 없는 경우

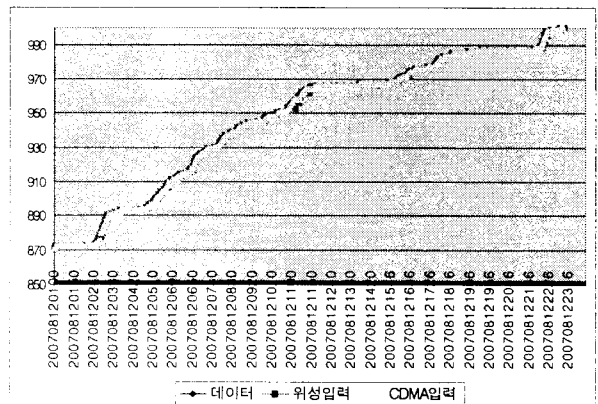
그림 3은 2007년 8월 9일 소양강댐관리단의 서화우량국 우량데이터를 분석한 그래프이다. 이날 하루 동안 177 mm의 강우가 발생하였으며, 강우량 177 mm는 하루 종일 내린 비의 양으로 매우 많은 양에 속하나 시간으로 환산하면 시간당 약 7.4 mm로 강우감쇠가 나타날 수 있는 조건이 되지 않는다.

이 그림에서 보듯이 RTU 데이터와 비교하여 위성데이터 및 CDMA 데이터 모두 잘 수신된 것을 볼 수 있으며, 강우량이 많더라도 어떤 시간을 기준으로 집중적으로 내리지 않고 골고루 강우가 발생한다면 강우감쇠는 일어나지 않는다는 것을 알 수 있다.



〈그림 3〉 소양강댐관리단 서화우량국 우량데이터(07.8.9)

그림 4는 2007년 8월 12일 주암댐관리단의 우산우량국 우량데이터를 분석한 그래프이다. 이날 하루 동안 131 mm의 강우가 고른 분포로 발생하였다. 그림에서 보듯이 RTU 데이터와 비교하여 위성데이터 및 CDMA 데이터 모두 잘 수신된 것을 볼 수 있으며, 02시부터 03시까지 약 1시간동안 20 mm의 강우가 발생하였고, 11시부터 12시까지는 약 18 mm, 22시부터 23시까지는 약 10 mm 정도의 강우량이 발생하였으나 모두 감쇠가 발생하지 않은 것을 알 수가 있다.

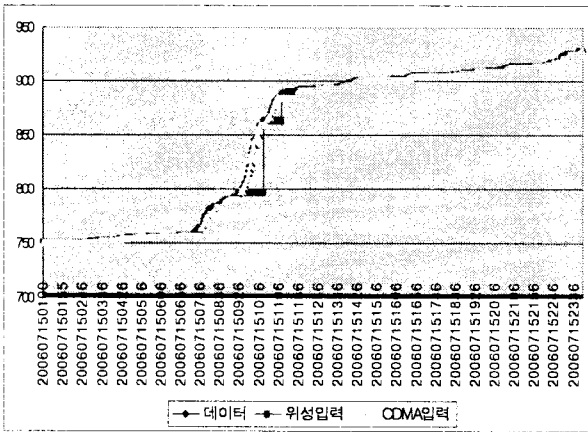


〈그림 4〉 주암댐관리단 우산우량국 우량데이터(07.8.12)

### 3.2.2 위성링크가 끊어지는 경우

그림 5는 2006년 7월 15일 소양강댐관리단의 인제우량국 우량데이터를 분석한 그래프로서, 이날 하루 동안 178 mm의 강우가 발생하였다. 시간당 강우량으로는 7.5 mm 밖에 되지 않지만 강우가 집중된 시간은 07:45 ~ 11:15까지 3시간 30분 정도로 약 127 mm의 강우가 발생하였으며, 이때의 시간당 강우량은 약 40 mm 정도로 많은 양의 비가 집중적으로 온 것을 알 수가 있다.

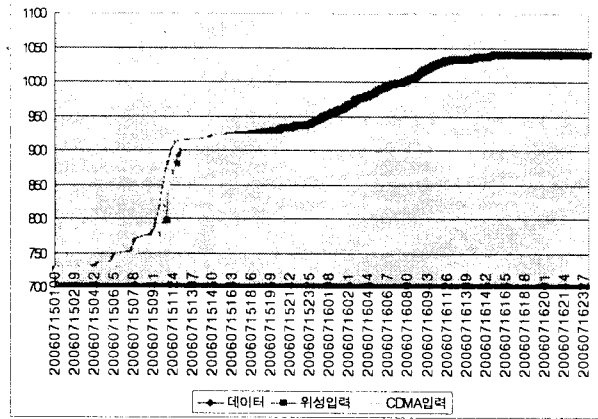
특히 강우가 집중된 09:30 ~ 10:30까지 약 1시간 동안 60 mm의 강우가 발생하였으며, 이때 위성링크가 끊어지는 현상이 발생하였다. 또한 10:40 ~ 11:00까지 약 30분 동안 약 20 mm의 강우가 발생하였는데, 이때에도 링크가 끊어졌다. 전자의 경우에는 강우량이 많기 때문에 감쇠가 발생하여 링크가 끊어진 현상이며, 후자의 경우에는 강우량에 의한 것보다는 위성장비(VSAT)의 링크가 완전히 회복되지 않는 상태(Lock-up 불안전한 상태) 또는 VSAT의 기능이 저하된 상태이었기 때문이 것으로 판단된다.



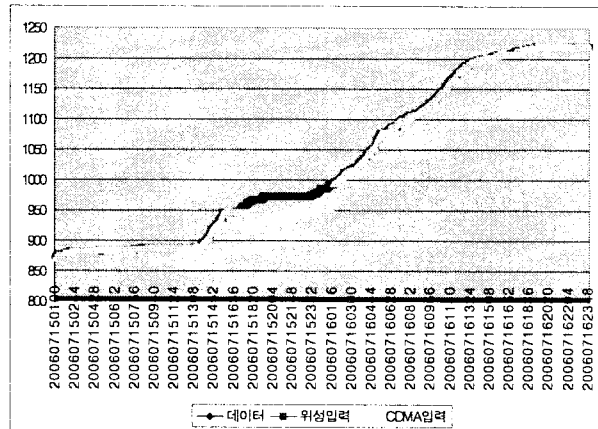
〈그림 5〉 소양강댐관리단 인제우량국 우량데이터('06.7.15)

### 3.2.3 유선망이 끊어지는 경우(위성망 상태 양호)

그림 6과 그림 7은 2006년 7월 15일~16일 집중호우 발생시의 소양강댐관리단의 귀둔우량국 및 방림우량국의 우량데이터를 분석한 그래프이다. 이들 동안 약 320 mm의 강우가 발생하였으며, 그림에서 보듯이 RTU 데이터와 비교하여 위성데이터는 잘 수신된 것을 볼 수 있으나, CDMA 데이터를 수신할 수 없는 경우가 발생하였으며, 이는 CDMA 기지국이 파손되는 바람에 발생한 경우이다.



〈그림 6〉 소양강댐관리단 귀둔우량국 우량데이터('06.7.15~16)



〈그림 7〉 소양강댐관리단 방림우량국 우량데이터('06.7.15~16)

### 3.3 측정결과 분석

위성통신망 또는 집중호우 발생시 댐운영에 필요한 수문데이터를 원활히 제공하였지만, 일정시간(몇 분) 동안 통신망이 두절되는 현상을 발생되었다. 이는 통신이 두절되는 설계상의 강우강도 50 mm/h 이상인 경우에 발생하는 경우가 대부분이고, 그 이하에서 발생하는 현상은 VSAT의 기능저하에 따른 문제라 판단된다.

일일 강우량이 많다고 할지라도 설계상의 강우강도 50 mm/h 이상을 넘지 않으면 강우감쇠가 발생하지 않아 원활한 데이터 통신이 이루어지며, CDMA의 경우 파손된 기지국이 원상회복되기 전까지는 제 기능을 발휘하지 못하는 것을 볼 수 있었으며, 위성통신망이 태풍이나 집중호우 등의 재난시에 적절한 통신망임을 관측국의 운영 데이터로 알 수가 있다.

## 4. 결 론

강우 강도에 따른 통신망의 감쇠에 대하여 분석한 결과 위성통신망의 경우 일일 강우량이 많더라도 시간당 발생하는 강우가 고르게 발생하면 설계상의 강우강도 내에서는 위성장비의 기능 저하가 없는 상태에서는 감쇠가 발생하지 않음을 알 수 있었으며, CDMA망에서는 기지국(중계국, 전화국)의 이상이나

침수와 같은 상황의 치명적인 통신장애 요인이 있음을 확인하였다.

따라서 위성통신망의 경우에는 강우감쇠를 극복할 수 있는 적응형 감우감쇠 방안이나 자동으로 출력을 제어하는 하는 방식인 ALC(Automatic Level Control) 기능 등의 보완 대책이 필요하며, CDMA망과 같은 보조망에서는 단말국 이외의 조건을 고려해야 한다고 판단된다.

#### [참 고 문 헌]

- [1] J. Kang, H. Echigo, K. Ohnuma, S. Nishida and R. Sato, "Three-year Measurement by VSAT System and CCIR Estimation for Rain Attenuation in Ku-band Satellite Channel", IEICE Transactions on Communications, Vol. E79-B, No. 5, pp. 722-726, 1996.
- [2] T. Kudou, K. Yoshida, K. Fujisaki and M. Tateiba, "On Effect of Rainfall and Airplane on a VSAT Satellite Communication System", International Symposium On Electromagnetic Compatibility, pp. 374-377, 1994.
- [3] Z. B. Hasanuddin, K. Ishida, K. Fujisaki and M. Tateiba, "Rain Attenuation Measurement in Ku-band Satellite Channel Using VSAT Satellite Communication System and Estimation of VIHT and CCIR Methods", 1998 Asia-Pacific Microwave Conference, pp. 849-852, 1998.
- [4] 고봉진, "위성 Link 상에서의 강우감쇠 계산", 전파지 제100호, 2000.
- [5] 김광영, "실용 위성통신공학", 교학연구사, 1996.
- [6] 한국수자원공사, "위성통신장비 안정도 향상 방안에 관한 연구(1차년도)", 2000.