

원심모형 실험기의 실시간 무선데이터 측정시스템 구축

Development of real-time wireless data measurement technique on Centrifugal experiment

이종필¹⁾, Lee Jong-Pil, 김유석²⁾, Kim You-Seok, 박진우³⁾, Park Jin-Woo

- ¹⁾ (주)대우건설 기술연구원 대리, Associate Researcher, Institute of Construction Technology, DAEWOO Engineering & Construction Co. Ltd.
²⁾ (주)대우건설 기술연구원 책임연구원, Principal Research Engineer, Institute of Construction Technology, DAEWOO Engineering & Construction Co. Ltd.
³⁾ (주)대우건설 기술연구원 대리, Associate Researcher, Institute of Construction Technology, DAEWOO Engineering & Construction Co. Ltd.

SYNOPSIS : A slipring or FORJ are usually adopted in order for power supply of Geo-centrifuge and input/output data acquisition. Since using slipring causes quite a lot electrical noise, an optical communication using FORJ becomes more general for data acquisition. Such data acquisition devices, however, require frequent maintenance and replacement due to deterioration by long term usage. DICT has set up a real-time wireless data acquisition system using wireless communication technology instead of FORJ. The system enables a remote measurement at any inertial acceleration field up to 100g level and provides as same performance as FORJ. The priority of this system is to use a normal modem substituting a special FORJ.

Key words : Geo-centrifuge, Slip ring, FORJ(Fiber Optic Rotary Joint), Real-time wireless data acquisition system

1. 서론

지반모형 실험을 위하여 사용되는 원심모형실험기(Geo-centrifuge)의 전원 및 센서 데이터 입출력 장치는 슬립링(Slip ring) 또는 FORJ(Fiber Optic Rotary Joint)를 사용하여 전원공급 및 센서의 입출력 데이터를 수집하는데, 일반적으로 슬립링을 사용하면 전기적 노이즈가 발생하기 때문에 이를 방지하기 위하여 최근에는 FORJ를 사용하여 광통신으로 데이터를 수집하는 경우가 많아졌다(박중배, 1996, 박중배 등, 1997). 그러나 이러한 유선 및 광통신 데이터 수집 장치는 수시로 내부청소 등 유지보수가 필요하며 장기간 사용 시 노후화로 인한 교체가 필요한 단점이 있다.

이에 대우건설기술연구원에서는 기존의 FORJ대신에 무선통신 기술을 활용하여 기존의 데이터 수집 장치를 대체하는 실시간 무선 데이터 측정시스템을 구축하였다.

원심모형실험기는 100g level까지 가속하여 지하층에 있는 원심모형실험기에 장착된 계측컴퓨터의 데이터를 1층 제어실에서 원격으로 제어하여 데이터를 측정가능 하였으며 기존의 FORJ에 대해 동등한 성능을 발휘함을 알았다. 본 시스템의 장점은 특수한 FORJ를 대체하여 저가의 일반 모뎀을 이용하였다는 데 있다 할 것이다. 국내에서도 명지대학교에서 자체개발한 원심모형실험기에 블루투스통신에 의한 무선통신으로 데이터를 원격 수집한 사례가 있다(윤만식 등, 2008).

2. 현 황

당 연구원에는 1997년 프랑스 Actidyn사의 C65-20 원심모형실험기가 도입되었다(박중배 등, 1997). 본 원심모형실험기를 도입하기 위하여 연구원부지에 그림 1과 같이 지하층을 포함하여 총 3층의 실험동이 지어졌으며 지하층에는 원심모형실험기가 설치되었다. 원심모형실험기는 반경 3m의 120g·t 용량이며 100g 가속도장에서 1.2t의 용기를 탑재할 수 있다. 최대 200g 가속도장 까지 가능한데 이때에는 0.55t의 용기를 장착할 수 있다. 원심모형실험기와 장비특성은 그림 2, 그림 3 및 표 1을 참조하기 바란다.



그림 1 지반공학실험동

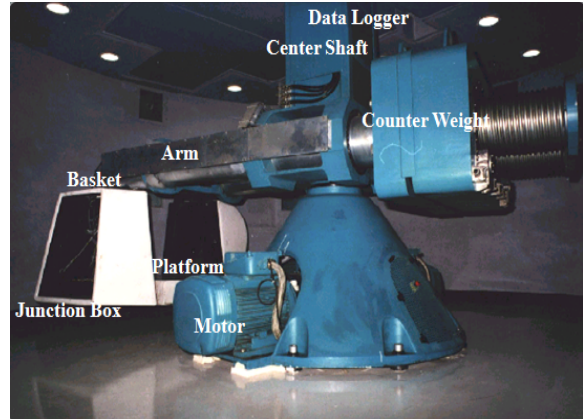


그림 2 C65-20 반경3m의 원심모형실험기

표1. C65-20 원심모형실험기 제원

Radius	Platform	3.0m
Usable Payload		0.8(W)×1.0m (D)×0.8m(H)
Performance	Max Payload	1,200Kg
	Acceleration range	10 to 200g
	Speed rang	25 to 265rpm
Electrical Sip ring	Signal	72
	Power	5
	Video	4
Rotary Joint	Oil	200bar ×2
	Water	20bar × 2
	Air	20bar × 2

LOAD ACCELERATION OPERATING MAP

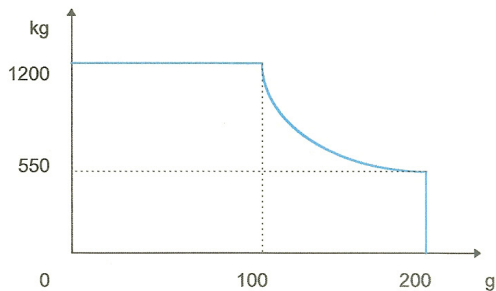


그림 3 원심모형실험기 가속도장 특성

원심모형실험에서 데이터 수집은 중요한 요소이다. 원심모형실험기가 회전을 하기 때문에 실시간 데이터 수집을 위해서는 회전부의 센서수집 데이터를 고정부의 계측부까지 전달하기 위해서 슬립링을 사용하여 신호를 전달하는 방식으로 사용하고 있으며, 당 연구원에서는 원심모형실험기에 탑재된 산업용 컴퓨터(NI PXI-1052)에서 수집된 데이터를 그림 4와 같은 FORJ(Fiber Optic Rotary Joint)를 사용하여 광통신방식으로 데이터 수집을 하였고, 이때 그림 5와 같은 데이터 송수신용 Ethernet Hub를 원심모형실험기의 산업용 컴퓨터와 원격제어계측 PC에 각각 사용하였다.

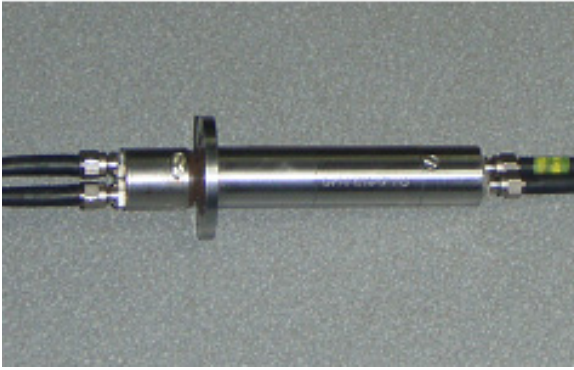


그림 4. FORJ(Fiber Optic Rotary Joint)



그림 5. 데이터 송수신용 Ethernet Hub

기존에 사용하던 FORJ에 의한 광통신은 데이터 수집에 있어 매우 우수하게 데이터 수집이 가능하였으나 장기적인 사용에 있어서는 유지보수가 어렵고 비용에 있어서 비경제적인 면이 있었다.

현재는 시중에서 유무선 공유기 및 무선랜카드를 매우 저렴한 가격으로 구입 가능하므로 원심모형실험기와 같은 동적인 환경에서도 응용하여 원활히 사용이 가능하다. 당 연구원에서도 이런 IT환경변화에 부응하여 무선데이터통신방식을 채용하였다.



그림 6. 일본항공기술연구소 무선계측 시스템

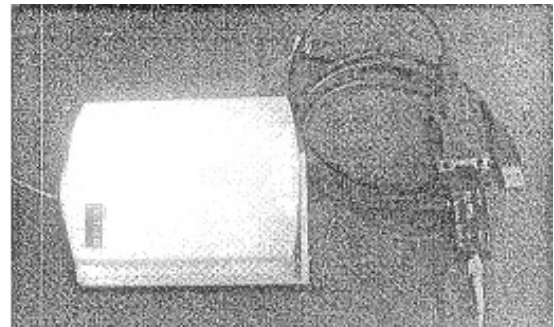


그림 7. 명지대학교 무선계측 시스템

국외에서는 그림 6과 같이 일본 항공기술연구소(PARI)뿐 아니라 많은 곳에서 무선통신방식을 채용하고 있으며 국내에서도 당 연구원과 동일하지는 않지만 그림 7과 같이 유사한 블루투스 무선통신방식을 채용한 예가 있다(윤만식 등, 2008).

3. 무선데이터 계측시스템 구축

실험에 사용된 무선통신 데이터 계측을 위한 시스템으로는 유무선 공유기와 무선랜카드이다.

유무선 공유기는 그림 8과 같이 격리된 1층 제어실 내에 있는 원격계측용 컴퓨터(Windows XP)에 장착하였고, 무선랜카드는 그림 9와 같이 원심모형실험기 내의 Data Logger(NI PXI1052)에 장착하였다.

전체적인 계측 계통도는 그림 10과 같다.



그림 8. 대우건설기술연구원 유무선공유기



그림 9. 대우건설기술연구원 무선랜카드

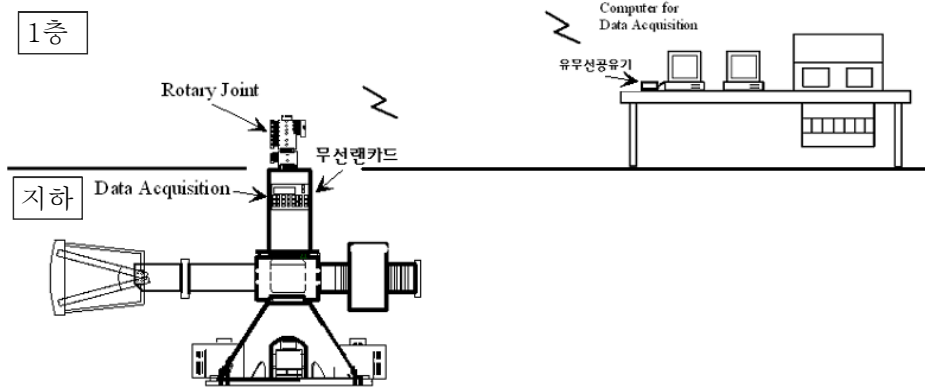


그림 10. 무선데이터 계측시스템 계통도

4. 무선계측 예

실험 예는 그림 10과 같다. 본 시스템은 원심모형실험에 사용되는 각종 계측센서의 실시간 계측을 위하여 제작된 것으로 LabVIEW로 되어 있으며 원격계측은 계측 Data logger에서 원격으로 수행한다. 기존의 FORJ에 의한 방식과 비교할 때 시간지연 등이 없고 Noise도 발생하지 않아 기존 FORJ시스템을 대체 할 수 있음을 확인 하였다.

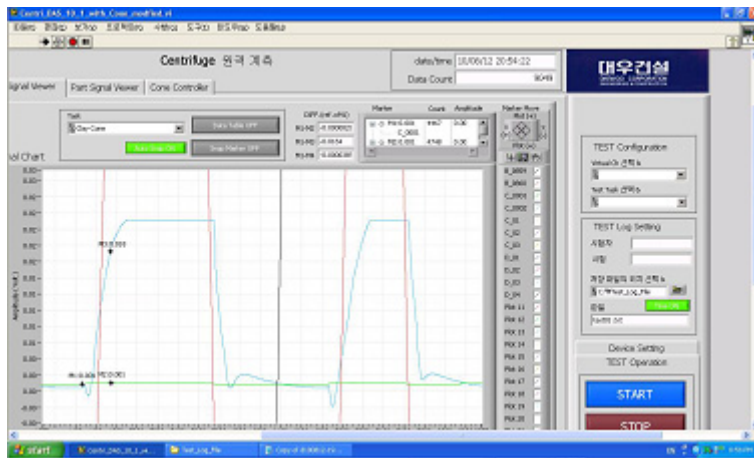


그림 10. 측정 예

5. 결 론

원심모형 실험기의 실시간 계측에 있어서 기존 FORJ를 대체하여 무선통신에 의한 데이터 계측시스템을 구축하였으며 다음과 같은 결론을 얻었다.

첫째, 무선통신 데이터 계측을 위한 유무선 공유기 및 무선랜카드를 장착 시 무선신호가 방사형으로 전달되므로 회전에 따른 무선계측에 의한 손실이 없음을 확인하였다.

둘째, 현재 저가형의 유무선공유기나 무선랜카드가 많이 출시되고 있어서 경제적으로 원심모형실험기에 장착하여 사용이 가능함을 확인하였다.

셋째, 무선통신 데이터 계측을 위한 유무선공유기나 무선랜카드를 이용하여 계측 데이터를 무선 환경에서 전달함으로써 유지보수 측면에서 기존의 FORJ방식보다 용이하다.

참고문헌

1. 박중배(1996), “지반공학에 있어서의 Centrifuge 모형실험”, 대한토목학회지, Vol.44 No.5, pp. 78~86.
2. 박중배, 김유석, 김성준, 정한중(1997), “지반공학에 있어서의 Centrifuge 모형실험”, 대우건설기술보, 1997, 11, pp. 66~74.
3. 윤남식, 박용원, 박명수, 최이진(2008), “낙석방지벽에 작용하는 토압의 특성에 대한 실험적 연구”, 한국도로학회, pp. 44~45.