전자파표면유속계의 성능개선 및 실용화

Improvement of Microwave Water Surface Current Meter and its Commercialization

김영성*, 이현석**

Youngseung Kim, Hyun-Seok Lee

요 지

홍수기에 안전하고 정확한 유량측정을 통하여 물관리에 필요한 기초수문자료를 확보하고자 한국수자원공사에서 1993년도부터 홍수유량측정기술 확보를 위한 연구를 시작하였다. 그간의 연구성과를 바탕으로 1999년도에 하천의 유속을 비접촉식으로 측정할 수 있는 홍수용 전자파표면유속계를 개발하여 특허등록하였고 그와 동시에 이의 상품화를 추진하여 2010년도까지 75대를 보급하여 실무에서 이용하고 있다. 이동식인 홍수용 전자파표면유속계를 바탕으로 2001년도에는 고정식 실시간 홍수유량측정측정시스템을 개발하여 특허등록하였고, 이 시제품을 현재 용담 수자원시험유역의 동향지점에서 시험운영하고 있다.

또한, 현장 유량측정실무자들의 홍수용 전자파표면유속계 개선요구에 따라 편각용 전자파표면유속계 시제품을 개발하였으며, 이는 임의의 한 지점에 설치한 한 대의 장비로 좌우 여러 측선의 유속을 동시에 측정할 수 있는 다점 측정기능을 갖도록 성능을 개선하였다. 이에 따라 홍수시 유량측정에 소요되는 시간이 줄어들어 신속하게 유량측정을 완료할 수 있는 계기를 마련하였다. 이와 더불어 유속측정 범위를 확장하여 홍수시의 고유속 뿐만 아니라 0.5 m/s 이하의 저유속까지 측정할 수 있는 범용 전자파표면유속계의 시제품을 추가로 개발하였다. 이 장비는 최저유속 0.03 m/s의 측정을 실내시험을 통하여 입증하였다.

범용 전자파표면유속계는 상품화 시제품의 개발을 목표로 기존 시제품의 현장시험을 통하여 현장적용상의 문제점에 대한 해결에 주력하였다. 첫째, 평갈수용 전자파표면유속계의 사용편의를 개선하기 위하여 소형화 및 경량화를 추진하였고, 이를 위하여 사용주파수를 기존의 10 GHz에서 24 GHz로 변경함으로써 35×35 cm 크기의 기존안테나를 22×22 cm 크기로 소형화하였으며 송수신부의 무게는 기존 18 kg에서 3.3 kg으로 혁신적으로 줄이는데 성공하였다. 이를 위하여 안테나는 기존의 반사형안테나에서 도파관슬롯배열안테나로 변경하였다. 둘째, 측정값의 안정화를 위하여 안테나의 특성을 개선하여 부엽(side-lobe) 레벨 30 dB 이하 그리고 전후방비(front-back ratio) 50 dB 이하로 개선하여 안테나가 지향하는 방향 이외의 위치에서 반사되는 불필요한 신호를 줄였다. 또한 적응형 이득제어(adaptive gain control)기법의 채택으로 미소 신호에 대한 안정적 측정 및 과다 신호에 대한 능동적 감쇄를 할 수 있도록 시스템을 구성하여 전 유속범위에 대한 안정적 측정을 가능토록 설계 및 제작하였다. 셋째, 자가점검 기능을 탑재하여 유속측정 전에 기기의 상태에 대한 self test기능을 통하여 측정자가 기기의 상태를 사전에 파악 가능토록함으로써, 기기 오작동에 대한 능동 대처할 수 있도록 하였다. 이외에도 저전력 회로설계를 통하여 배터리 사용시간을 확장하였고, 기존의 전자파표면유속계가 가지고 있던 방습 및 방수에도 내성을 갖는 제품으로 설계하였으며 스마트기기를 이용한 무선측정 및 세련된 디자인 등 사용자의 요구사항을 충분히 반영하였다.

핵심용어: 비접촉, 유량측정, 안테나, 범용 전자파표면유속계, 저유속, 스마트기기

* 김영성・한국수자원공사 K-water연구원 수자원연구소 책임연구원・E-mail : yskim@kwater.or.kr
** 이현석・한국수자원공사 K-water연구원 수자원연구소 위촉선임연구원・E-mail : leehs2005@kwater.or.kr