

비접촉식 레이더 표면 유속계를 이용한 유량 측정

Discharge Measurement Using Non-Contact Radar Surface Velocity Meter

권성일*, 김용전**, 이찬주***, 김원****

Sung Il Kwon, Yong Jeon Kim, Chan Joo Lee, Won Kim

요 지

일반 하천에서의 유량측정 방법은 하천 조건에 따라 다르다. 전통적인 방법으로는 구조물에 의한 방법, 유속계 측정에 의한 유속-면적법, 부자에 의한 방법, 그리고 회석법 등이 있다. 그러나 이러한 방법들은 측정 위험성을 가지고 있다. 홍수시 발생하는 고유속과 심한 난류, 거대한 부유 물질들은 하천 접근에 어려움을 가져오고, 측정 기기의 파손 위험성뿐만 아니라 인명피해까지 발생시킬 가능성이 있다. 최근 기존 방법들의 문제점을 해결하기 위하여 음파, 초음파, 레이더 등을 이용한 유량 측정 방법과 장비들이 개발되었다. 본 연구에서 사용한 레이더 유속계는 하천의 표면 유속을 측정하는 비접촉식 센서로 홍수기 전 미리 유속 측정 단면 측량을 실시한다면 홍수시에도 비교적 신속하고 안전하게 유속을 측정할 수 있다. 따라서 본 연구에서는 레이더 유속계를 충청북도 괴산군 달천에 위치한 수전교에 설치하여 괴산댐 방류량 및 동시유량 측정 성과와 비교하였다. 2007년 7월부터 2008년 8월까지 $36m^3/s \sim 821m^3/s$ 의 사상에서 총 10회 측정한 결과, 레이더 유속계를 사용하여 측정한 유량의 상대오차는 댐방류량 대비 $-3.3\% \sim 27.5\%$ 로 나타나 평균 11.8%의 상대오차를 보였다. 레이더 유속계 측정과 동시에 실시한 유속-면적법 측정, ADCP법 측정의 상대오차는 각각 평균 5.7%, 6.5%로 나타난 것과 비교한다면 다소 높은 오차를 보였다. 그러나 측정 시간의 경우 수위에 따라 다소 차이는 있지만 레이더 유속계를 이용하면 30분 정도의 시간이 소요되었으며, 유속면적법은 1시간 이상, ADCP법은 40분의 시간이 소요되었다. 이와 같이 레이더 유속계는 다른 방법에 비해 정확성은 다소 떨어지지만 측정 속도와 안정성 면에서는 우수하다고 판단된다. 문제점으로 지적되는 정확도 측면의 경우 레이더 유속계로 측정되는 표면유속과 평균 유속 사이의 보정계수 문제를 보완한다면 보다 정확한 측정이 가능할 것으로 판단된다.

핵심용어: 레이더 표면 유속계, 유량 측정, 표면유속

1. 서 론

수자원의 확보 및 효율적인 관리는 수자원의 정확한 조사에서 시작된다. 이를 위해 여러 나라에서 강수, 하천 수위 및 유량, 증발과 증산, 토양수분 등의 정확한 측정에 많은 노력을 기울이고

* 한국건설기술연구원 하천·해안항만연구실 박사후연구원·E-mail : ksi1973@kict.re.kr

** 한국건설기술연구원 하천·해안항만연구실 연구원·E-mail : wasu3ri@kict.re.kr

*** 한국건설기술연구원 하천·해안항만연구실 연구원·E-mail : c0gnitum@kict.re.kr

**** 한국건설기술연구원 하천·해안항만연구실 책임연구원·E-mail : wonkim@kict.re.kr

있다. 이 중에서 하천유량은 수자원계획, 댐개발, 용수공급, 하천수질관리 등에 필요한 기본자료로서 그 정확도에 따라 국가 수자원계획이 좌우될 수 있는 중요한 자료이다.

일반 하천에서의 유량측정 방법은 하천 조건에 따라 다르다. 전통적인 방법으로는 구조물에 의한 방법, 유속계 측정에 의한 유속-면적법, 부자에 의한 방법, 그리고 희석법 등이 있다. 그러나 이러한 방법들은 측정 위험성을 가지고 있다. 홍수시 발생하는 고유속과 심한 난류, 거대한 부유물질들은 하천 접근에 어려움을 가져오고, 측정 기기의 파손 위험성뿐만 아니라 인명피해까지 발생시킬 가능성이 있다. 최근 기존 방법들의 문제점을 해결하기 위하여 음파, 초음파, 레이더 등을 이용한 유량 측정 방법과 장비들이 개발되었다.

본 연구에서 사용한 레이더 유속계는 하천의 표면 유속을 측정하는 비접촉식 센서로 홍수기 전 미리 유속 측정 단면 측량을 실시한다면 홍수시에도 비교적 신속하고 안전하게 유속을 측정할 수 있다. 따라서 본 연구에서는 레이더 유속계를 충청북도 괴산군 달천에 위치한 수전교에 설치하여 괴산댐 방류량 및 동시유량 측정 성과와 비교하였다.

2. 비접촉식 레이더 유속계

비접촉식 레이더 유속계는 하천과의 접촉이 없기 때문에 고유속이 발생하는 홍수시에 비교적 안전하게 유속을 측정할 수 있다. 또한, 장비의 설치가 용이하고 측정 시간이 짧아 수위가 급변하는 시기에 사용할 수 있는 장점이 있다.

본 연구에서 사용한 유속계는 OTT사의 Kalesto 유속계로 괴산댐 하류에 있는 수전교에 설치하였다(그림 1). 괴산댐 하류는 지류의 유입이 없고 유량측정이 가능한 구조물(수전교)이 있어 댐 방류량, 유속-면적법, ADCP법 등의 유량 자료와 비교가 가능하다. Kalesto 유속계의 사양은 그림 2에 나타냈다.



그림 1 괴산댐 및 수전교 전경 (좌), Kalesto 유속계 설치 모습 (우)

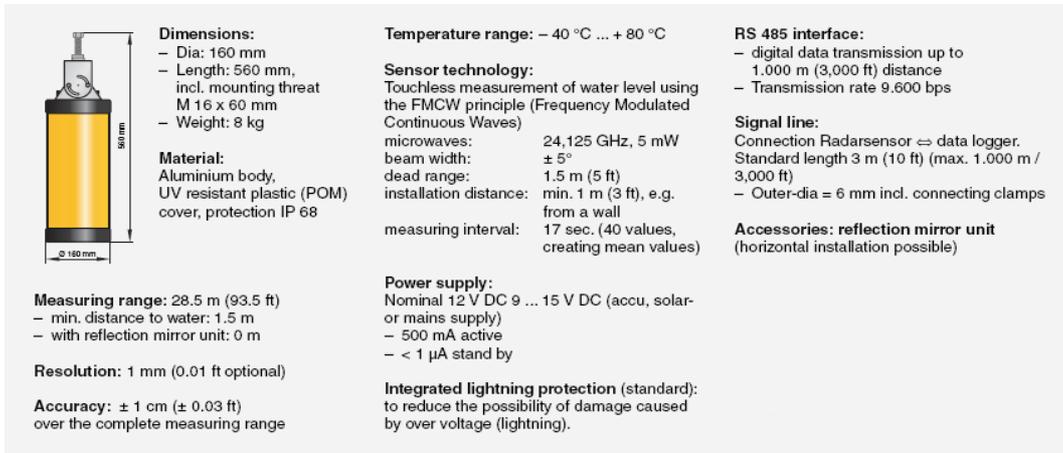


그림 2 비접촉식 레이더 유속계 사양

3. 현장 측정

3.1 비접촉식 레이더 유속계를 이용한 유속 측정

비접촉식 레이더 유속계를 이용하여 유량을 산정할 경우 홍수 전 미리 측정 단면에 대한 정보를 수집하여야 한다. 따라서 본 연구에서는 홍수가 시작되기 전인 2007년 6월, 2008년 6월에 비접촉식 레이더 유속계가 측정하는 단면에 대한 측량을 실시하였다.

2007년부터 2008년까지 총 10회 실시한 유속 측정 성과를 그림 3에 나타냈다. 측정 결과 하천 중앙에서 가장 빠른 유속이 나타나는 것을 볼 수 있으며, 하천 중앙에서 유속 변화가 일어나는 현상은 교각에 의한 것으로 판단된다.

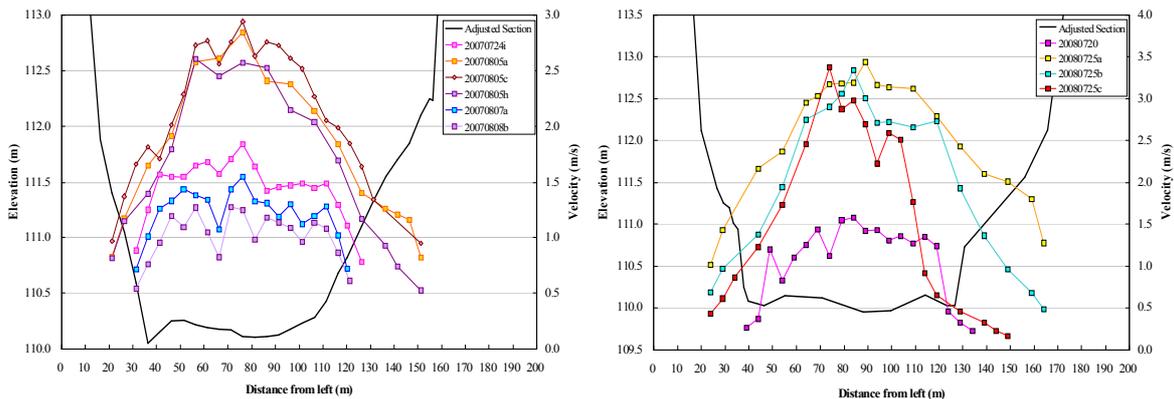


그림 3 비접촉식 레이더 표면 유속계 측정 유속(좌; 2007, 우; 2008)

3.2 동시 유량 측정 성과와 비교

비접촉식 레이더 유속계를 이용한 유량 측정 결과를 댐방류량, 유속면적법, ADCP법과 비교하였다(표 1). $36m^3/s \sim 821m^3/s$ 의 사상에서 총 10회 측정된 결과, 레이더 유속계를 사용하여

측정한 유량의 상대오차는 댐방류량 대비 -3.3% ~ 27.5%로 나타나 평균 11.8%의 상대오차를 보였다. 레이더 유속계 측정과 동시에 실시한 유속-면적법 측정, ADCP법 측정의 상대오차는 각각 평균 5.7%, 4.7%로 나타난 것과 비교한다면 다소 높은 오차를 보였다(표 2). 그러나 측정 시간의 경우 수위에 따라 다소 차이는 있지만 레이더 유속계를 이용하면 30분 정도의 시간이 소요되었으며, 유속면적법은 1시간 이상, ADCP법은 40분의 시간이 소요되었다.

표 1 댐방류량, 유속면적법, 레이더 유속계, ADCP 간 유량 비교 (m^3/s)

	2007-07-24	2007-08-05	2007-08-05	2007-08-05	2007-08-07	2007-08-08	2008-07-20	2008-07-25	2008-07-25	2008-07-25
댐방류량	104.0	413.0	413.0	288.0	57.0	36.0	58.0	821.2	557.9	329.5
유속면적법	103.2	-	-	307.0	52.5	35.6	64.6	808.2	540.0	286.2
Kalesto	102.9	399.5	479.0	320.3	64.8	42.7	74.0	935.5	623.8	333.6
ADCP	-	401.4	-	282.2	58.4	38.1	66.2	-	573.0	338.5

표 2 댐방류량 대비 상대오차 비교

	2007-07-24	2007-08-05	2007-08-05	2007-08-05	2007-08-07	2007-08-08	2008-07-20	2008-07-25	2008-07-25	2008-07-25	평균
유속면적법	0.8%	-	-	6.6%	7.9%	1.1%	11.4%	1.6%	3.2%	13.1%	5.7%
Kalesto	1.1%	3.3%	16.0%	11.2%	13.7%	18.6%	27.5%	13.9%	11.8%	1.3%	11.8%
ADCP	-	2.8%	-	2.0%	2.5%	5.8%	14.1%	-	2.7%	2.7%	4.7%

4. 결론

비접촉식 레이더 표면 유속계를 이용하여 유량 측정을 실시하였고, 동시 유량 측정 성과와 비교한 결과 댐방류량 대비 상대오차 11.8%로 나타났고, 유속면적법의 경우 5.7%, ADCP법의 경우 4.7%로 나타났다. 이와 같이 비접촉식 레이더 표면 유속계는 유속 면적법, ADCP법 등에 비해 비교적 오차 범위가 크지만, 저유량과 고유량에서 모두 측정이 가능하여 활용범위가 넓고, 표면유속을 측정하기 때문에 홍수철 빠른 유속을 안전하고 신속하게 측정할 수 있다는 장점을 가지고 있다. 문제점으로 지적되는 정확도 측면의 경우 표면 유속과 평균 유속 사이의 관계를 보완해줄 수 있는 보정계수의 설정이 중요하므로, 이에 대한 문제를 보완한다면 하천 유량측정에서 유용하게 활용될 것으로 생각된다.

감 사 의 글

본 연구는 21세기 프론티어 연구개발사업인 수자원의 지속적 확보기술개발사업단의 연구비지원(과제번호 2-1-3)에 의해 수행되었습니다. 이에 감사드립니다.

참 고 문 헌

1. 노영신, 윤병만, 류권규(2005). 표면유속을 이용한 평균유속 추정방법의 개발. 2005년도 한국수자원학회 논문집. v.38, no.11, pp.917-925.
2. 한국건설기술연구원 (2006). 지표수 조사 시스템 적용에 관한 연구, 수자원의 지속적 확보기술사업단 2차년도 요약보고서