

표면영상유속계와 전자파표면유속계의 홍수 시 하천 유속 측정 결과 비교 연구

이준형*, 김서준**, 노영신***, 김진국****

*명지대학교 토목환경공학과

**명지대학교 토목환경공학과

***한국수자원조사기술원

****한국수자원조사기술원

e-mail:ncturne411@nate.com

Comparison of the Velocity Measurement using Large Scale Particle Image Velocimeter and Microwave Surface Velocimeter

Junhyeong Lee*, Seojun Kim**, Youngshin Roh***, Jinguk Kim****

*Dept. of Civil and Environmental Engineering, Myongji University

**Dept. of Civil and Environmental Engineering, Myongji University

***Korea Institute of Hydrological SurveyAddress

****Korea Institute of Hydrological SurveyAddress

요 약

표면영상유속계는 영상을 이용한 비접촉식 유속계로 하천과 같은 넓은 범위의 표면유속을 쉽고 간편하게 측정할 수 있다는 장점이 있어 국내외에서 많은 연구가 수행되고 있다. 특히, 표면영상유속계는 짧은 시간에 하천의 표면유속장을 쉽게 측정할 수 있어 수위가 실시간으로 급변하는 중소하천 규모의 하천 유속을 측정하기에 적합하다. 이에 최근 ADCP, 전자파표면유속계 등을 이용하여 표면영상유속계의 유속 측정값에 대한 다양한 검증 연구들이 진행되고 있으며, 중소하천 뿐만아니라 대하천의 유량측정에도 활용하기 위한 노력을 하고 있다. 이에 본 연구에서는 홍수시 중규모 하천에서 표면영상유속계와 전자파표면유속계를 이용하여 유속 측정을 실시하여 적용성을 평가하였다.

1. 서론

하천의 유량 측정은 수자원 계획 수립 및 하천 방재의 기초자료 수집을 위해 필수적이다. 기존에 국내에서는 하천 유량 측정을 위해 유속계 및 부자를 이용하고 있으며 홍수 시에는 안전상의 이유로 부자를 이용한 방법만으로 유량 측정을 수행하고 있다. 하지만 유속계를 이용한 방법은 고가의 장비와 인력이 필요하다는 단점이 있고, 부자를 이용한 방법은 측정자의 주관 및 측정 환경에 따른 오차 때문에 정확도가 높지 않다는 단점이 있다. 따라서 이를 극복하기 위해 다양한 비접촉식 장비를 이용하여 하천의 유량을 측정하는 연구가 활발히 진행 중이다.

최근에는 홍수량 측정을 위해 전자파표면유속계를 사용하고 있지만 전자파표면유속계는 하천 단면에서 1개 지점의 표면유속을 측정하기 때문에 단면 유속을 대표하기에는 한계가 있어 지속적인 유량 측정에 제약이 있고, 측정 각도에 따라 유속 측정 결과가 달라지는

등의 한계가 있다(손근수 등, 2020). 따라서 하천의 표면유속장을 측정할 수 있는 비접촉식 유속 측정 방법인 표면영상유속계의 필요성이 증가하고 있다. 최근 표면영상유속계는 중소하천의 자동유량계측에 활발하게 적용 중에 있다(정태성 등, 2018). 하지만 표면영상유속계를 이용한 유속 측정값에 대한 정량적 검증이나 중규모 이상의 하천에 대한 실증이 부족한 실정이다.

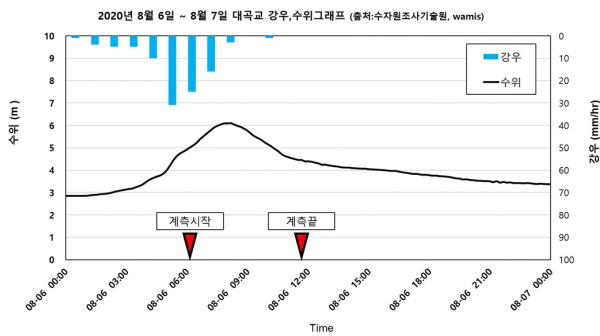
이에 본 연구에서는 집중호우 시 표면영상유속계와 전자파표면유속계를 이용하여 중규모 하천 중에서 탄천의 대곡교 지점에서 표면유속 계측을 실시하였고, 두 유속계의 시계열 표면유속 측정 결과를 비교하였다.

2. 홍수시 표면영상유속계 및 전자파표면유속계의 표면유속 측정

본 연구에서는 표면영상유속계와 전자파표면유속계의 표면유속 측정 결과 비교를 위해 집중호우가 발생

했던 2020년 8월 6일 탄천의 대곡교에서 표면유속 측정을 수행하였다. 우선 2020년 8월 6일 ~ 8월 7일 탄천의 강우 및 수위 측정 결과는 [그림1]과 같았다. 전자파표면유속계는 흐르는 하천에 대하여 시선방향의 도플러 성분을 추출하는 방식으로 하천과 평행한 방향으로 표면유속을 측정하기 때문에 교각이 있는 곳에서 유속을 측정하여야 한다. 따라서 본 연구에서는 서울시 강남구 세곡동에 위치한 대곡교에서 탄천 상류 방향의 표면유속을 측정하였으며 전자파표면유속계 2개를 대곡교가 시작되는 좌안에서부터 96 m 지점과 142 m 지점에 설치하였다. 또한 전자파표면유속계의 연속적인 유속 측정을 위해 1.5 초에 한번씩 표면유속을 측정하도록 설정하였으며 전자파표면유속계로 측정한 표면유속의 정확도 향상을 위해 측정 당시 순간 S/N(Signal to noise rate)가 10 이하인 측정치는 사용하지 않았다.

표면영상유속계는 측정 당시 영상 촬영 장비의 지속적인 전원 공급에 어려움이 있고 촬영된 영상의 데이터 크기가 방대하여 전자파표면유속계와 같이 연속적인 촬영이 불가능하였다. 따라서 표면영상유속계는 수위변화가 발생하는 동안 끊어서 영상을 촬영하였으며 수위가 상승하였다가 하강하는 약 6시간동안 총 17차례의 측정을 수행하였다.



[그림 1] 2020년 8월 6일 서울시(대곡교) 강우, 수위 시계열 그래프

3. 표면영상유속계 및 전자파표면유속계의 표면유속 측정 결과 비교

본 연구에서는 전자파표면유속계의 연속적인 지점의 유속 측정 결과와 표면영상유속계의 동일 지점의 유속 측정 결과를 비교하였다(표 1, 표 2). [그림2 (a)]는 좌안에서부터 96 m 지점에서의 시간에 따른 전자파표면유속계와 표면영상유속계로 측정한 표면유속을 나타낸 것이고 [그림2 (b)]는 좌안에서부터 142 m 지점에서의 시간에 따른 전자파표면유속계와 표면영상유속계로 측

정한 표면유속을 나타낸 것이다. 또한 [그림3]은 전자파표면유속계와 표면영상유속계의 유속 차이를 나타낸 것이다. 전자파표면유속계와 표면영상유속계의 유속 차이는 식(1)로 산정하였다.

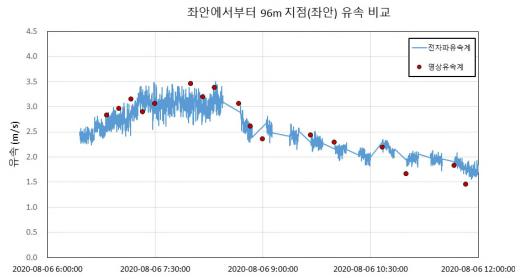
[표 1] 전자파표면유속계와 표면영상유속계로 측정한 표면유속 측정 자료 (좌안에서부터 96 m 지점)

시간 (hh:mm)	전자파표면유속계 (m/s)	표면영상유속계 (m/s)	차이 (%)
06:50	2.617	2.822	-7.85
07:00	2.794	2.956	-5.81
07:10	2.880	3.145	-9.19
07:20	3.115	2.891	7.17
07:30	2.919	3.058	-4.79
08:00	3.206	3.452	-7.69
08:10	3.150	3.184	-1.05
08:20	3.104	3.377	-8.82
08:40	2.940	3.052	-3.82
08:50	2.401	2.602	-8.39
09:00	2.716	2.348	13.55
09:40	2.262	2.426	-7.29
10:00	2.163	2.286	-5.65
10:40	2.305	2.189	5.02
11:00	1.925	1.664	13.55
11:40	1.903	1.822	4.28
11:50	1.676	1.447	13.67

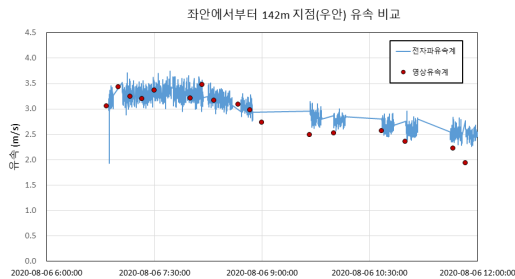
[표 2] 전자파표면유속계와 표면영상유속계로 측정한 표면유속 측정 자료 (좌안에서부터 142 m 지점)

시간 (hh:mm)	전자파표면유속계 (m/s)	표면영상유속계 (m/s)	차이 (%)
06:50	2.993	3.046	-1.77
07:00	3.480	3.428	1.50
07:10	3.109	3.237	-4.11
07:20	3.316	3.192	3.74
07:30	3.275	3.363	-2.67
08:00	3.277	3.206	2.14
08:10	3.365	3.473	-3.20
08:20	3.256	3.161	2.93
08:40	2.952	3.087	-4.58
08:50	3.038	2.978	1.99
09:00	2.985	2.731	8.50
09:40	2.932	2.485	15.24
10:00	2.796	2.515	10.06
10:40	2.775	2.562	7.67
11:00	2.724	2.357	13.49
11:40	2.502	2.214	11.50
11:50	2.237	1.927	13.87

$$\text{차이}(\%) = \frac{\text{전자파유속계} - \text{표면영상유속계}}{\text{전자파유속계}} \times 100(\%) \quad \text{식(1)}$$

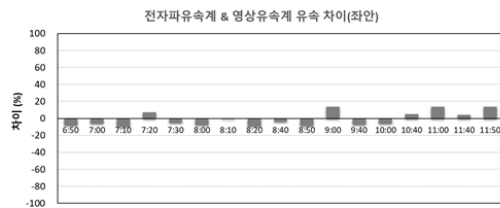


(a) 좌안에서부터 96 m 지점

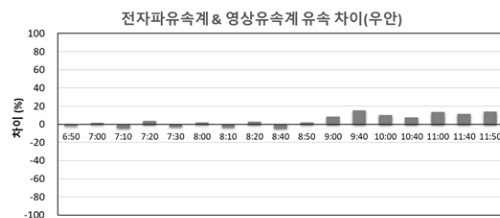


(b) 좌안에서부터 142 m 지점

[그림 2] 전자파표면유속계와 표면영상유속계로 측정된 표면유속



(a) 좌안에서부터 96 m 지점



(b) 좌안에서부터 142 m 지점

[그림 3] 전자파표면유속계와 표면영상유속계로 측정된 표면유속의 차이

4. 결 론

본 연구에서는 전자파표면유속계로 측정된 표면유속과 표면영상유속계로 측정된 표면유속의 시계열 비교 분석을 수행하였다. 그 결과 기준에 유량 측정을 위해 사용하고 있는 전자파표면유속계와 비교하였을 때 표면영상유속계의 유속 측정 결과는 평균 7.8 %의 차이를 보였다. 특히 고유속일 경우 그 차이는 현저히 줄어

드는 것을 확인하였다. 따라서 표면영상유속계는 기존 전자파표면유속계의 한계인 낮은 공간해상도를 극복하면서도 신뢰할 수 있는 유속 측정 결과를 수집할 수 있음을 확인하였다. 향후 높은 공간해상도를 가진 표면영상유속계의 측정 결과를 기반으로 하천의 유량 측정 방법들을 개선할 수 있을 것으로 기대한다.

감사의글

본 결과물은 환경부의 한국환경산업기술원의 수요대응형 물공급서비스 연구사업의 지원을 받아 연구되었습니다.(2020002650003)

참고문헌

- [1] 정태성, 주재승, 최현석, 김서준. “소하천 모니터링을 위한 자동유량계측기술 개발 및 적용성 검토.” 한국방재학회 논문집, 제 18권 6호, pp. 347-355, 6월, 2018년.
- [2] 손근수, 김동수, 김경동, 김종민. “전자파표면유속계의 측정 각도에 따른 평수기 유속 측정 정확도 분석.” 한국수자원학회, 제 53권 1호, pp. 15-27, 1월, 2020년.