

참조점 설정에 따른 표면영상유속계(SIV)의 오차율 분석

Error rate analysis of Surface Image Velocimeter(SIV) according to the reference point

김용석*, 양성기**, 정우열***

Yong seok Kim, Sung kee Yang, Woo yul Jung

요 지

2012년 9월 17일 제 16호 태풍 산바의 내습에 의한 유출발생 시 제주도 천미천 유역의 성읍교 부근에서 최대 수위 3.94 m를 기록한 9시 00분 유출영상에 표면영상유속계(SIV)를 적용하여 참조점 설정에 따른 오차율을 분석하였다.

참조점 설정 과정에서 원거리의 참조점 입력 오류가 발생하면 2~11 pixel의 미세한 오류값 입력에 의해 X축 방향으로 0.42 m, Y축 방향으로 0.94 m의 실거리 변화율이 발생하며, 근거리의 참조점 입력 오류가 발생하면 1~11 pixel의 미세한 오류값 입력에 의해 X축 방향으로 0.02 m, Y축 방향으로 0.28 m의 실거리 변화율을 발생시킨다. 이 같은 실거리 변화율은 원거리의 참조점 설정변수에 따라 유속 오차율은 최소 16.77%에서 최대 317.69%의 변동 폭을 나타냈으며, 유량 산정 시 최소 16.86%에서 최대 338.63%의 변동 폭을 나타냈다. 또한 근거리의 참조점 설정변수에 따라 유속 오차율은 최소 1.10%에서 최대 74.47%의 변동 폭을 나타냈으며, 유량 산정 시 최소 0.82%에서 최대 59.28%의 변동 폭을 나타냈다.

핵심용어 : 표면영상유속계(SIV), CCTV, Kalesto, 참조점 설정

1. 서론

표면영상유속계를 활용한 유속 산정 과정에서 사용기준에 대한 정량적인 제시가 미흡함에 따라 동일한 유속의 흐름에 대해서도 사용자마다 획득한 영상이 다르고, 영상 분석 방법이 다르기 때문에 표면영상유속계를 이용한 유속 산정 결과에 차이가 발생하게 되는 문제점을 가지고 있다. 또한 산정한 유속의 오차를 정량적으로 평가할 방법이 없기 때문에 산정한 유속에 대한 오차를 제시하기 어렵다는 한계를 가지고 있다. 그 결과 유속 측정 장비로서 표면영상유속계의 장점이 아무리 많다고 하여도 유속 측정 결과를 신뢰하기 어렵기 때문에 현장 적용이 활발하게 진행되지 못하고 있는 실정이다(Kim, 2011).

따라서 표면영상유속계를 이용한 유속 산정 결과를 믿고 신뢰할 수 있도록 유속 산정 결과에 영향을 미치는 오차 요인들에 대한 정량적인 오차 분석이 선행되어야 할 것이며, 더 나아가 표면영상유속계의 사용 기준 마련을 위한 연구가 필요하다.

이 연구에서는 2012년 9월 17일 제16호 태풍 산바의 내습에 의한 제주도 천미천의 유출발생 시 최대 수위 3.94 m를 기록한 9시 00분 유출영상을 기준으로 참조점 설정에 따른 실거리의 변화율을 계산하고 원거리, 근거리의 입력오류에 의한 유속 오차율을 계산하여 관측구간 하천의 참조점 입력범위 값을 제시하였다.

* 정회원 · 제주대학교 토목공학과 박사과정 · E-mail : janggoon2904@naver.com

** 정회원 · 제주대학교 토목공학과 교수 · E-mail : skyang@jejunu.ac.kr

*** 정회원 · 제주특별자치도 정책자문의원 · E-mail : jwy80love@korea.kr

2. 연구 대상하천

연구 대상하천인 천미천은 제주도 한라산을 기준으로 동남부에 위치한 수지형 하천으로써 평상시 물이 흐르지 않는 건천을 형성하고 있다. 하천의 발원지점은 한라산 동쪽 상부지점인 표고 1,400 m 일대의 오름과 사라오름으로 조사되며 유출발생 시 동쪽방향으로 흐르다가 북서쪽에서 남동쪽 방향으로 전환되어 표선면 하천리의 해안으로 유입되는 하천이다(Kim, 2012).

3. 참조점 설정에 따른 원거리, 근거리의 변수계산

영상 왜곡에 의한 보정 작업인 참조점 설정과정에서 카메라 화면의 중심을 기준으로 원거리 참조점 입력값과 근거리 입력값의 변수를 입력하여 유속을 분석하였다. 참조점 입력과정의 변수계산은 수집된 영상에서 흐름방향을 기준으로 4개의 참조점 중 Fig. 6과 같이 노란색으로 표기한 참조점을 이동하면서 각각 개별로 분석하고 유속변화를 분석하였다. 또한 표면영상유속계(SIV)의 참조점 설정 시 분석프로그램에 표기되는 참조점 pixel 크기는 10×10 pixel로 생성된다.

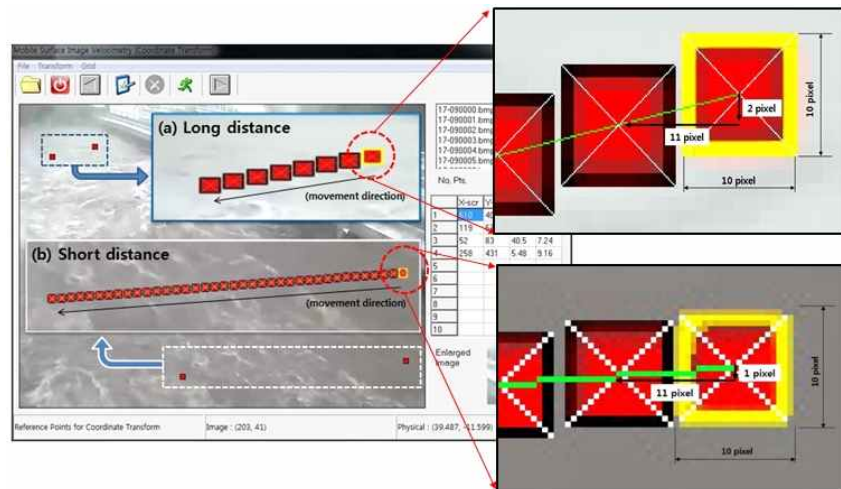


Fig. 1. Pixel shift method; (a)Long-distance, (b)Short-distance.

Table 1. Data for the input of the reference point

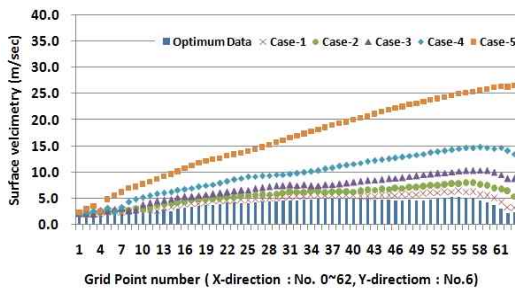
Analysis criterion	Case-No.	Reference point(Image coordinate)			
		1(X-Yscr)	2(X-Yscr)	3(X-Yscr)	4(X-Yscr)
	Original Data	610-406	119-67	52-83	258-431
Long distance	case-1	610-406	108-69	52-83	258-431
	case-2	610-406	97-71	52-83	258-431
	case-3	610-406	86-73	52-83	258-431
	case-4	610-406	75-75	52-83	258-431
	case-5	610-406	64-77	52-83	258-431
Short distance	case-1	599-407	119-67	52-83	258-431
	case-2	586-408	119-67	52-83	258-431
	case-3	575-409	119-67	52-83	258-431
	case-4	564-410	119-67	52-83	258-431
	case-5	553-411	119-67	52-83	258-431
	case-6	542-412	119-67	52-83	258-431
	case-7	531-413	119-67	52-83	258-431
	case-8	520-414	119-67	52-83	258-431
	case-9	509-415	119-67	52-83	258-431
	case-10	498-416	119-67	52-83	258-431
	case-11	487-417	119-67	52-83	258-431

case-12	476-418	119-67	52-83	258-431
case-13	465-419	119-67	52-83	258-431
case-14	454-420	119-67	52-83	258-431
case-15	443-421	119-67	52-83	258-431
case-16	432-422	119-67	52-83	258-431
case-17	421-423	119-67	52-83	258-431
case-18	410-424	119-67	52-83	258-431
case-19	399-425	119-67	52-83	258-431
case-20	388-426	119-67	52-83	258-431
case-21	377-427	119-67	52-83	258-431
case-22	366-428	119-67	52-83	258-431
case-23	355-429	119-67	52-83	258-431
case-24	344-430	119-67	52-83	258-431
case-25	333-431	119-67	52-83	258-431
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

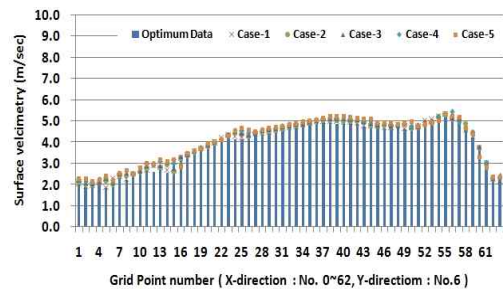
3. 결과 및 고찰

Fig. 2는 원거리 및 근거리의 참조점 변화에 따른 유속변화를 나타낸다. 그래프의 x축은 유속분석에 적용된 63개의 격자망을 나타내며, y축은 각각 격자망의 유속을 나타낸다. 막대그래프는 정확한 참조점 입력에 의한 유속 산정 결과를 나타내며 각각의 케이스별로 분석된 유속 비교 시 기준이 된다. 또한 각각의 케이스별로 유속을 산정한 결과를 표식을 통해 구분하였다. Fig. 2(a)는 카메라의 원근을 기준으로 원거리의 참조점을 5개의 케이스로 구분하여 산정한 유속결과를 나타내며, Fig. 2(b)~(f)는 근거리의 참조점을 25개의 케이스로 구분하여 산정한 결과를 나타낸다.

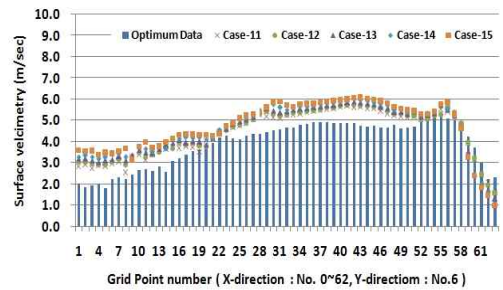
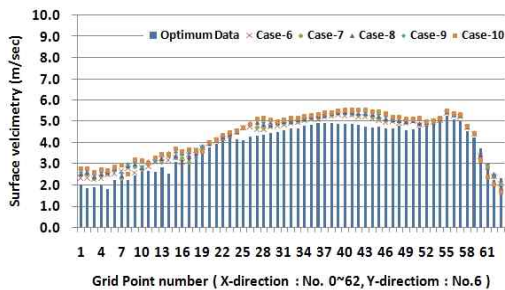
원거리 참조점 변경에 의한 Fig. 2(a)의 분석 결과를 보면 Case-1부터 Case-5까지 유속벡터가 근거리 참조점 변경에 비해 오차율이 16.77~317.69%로 큰 변동 폭을 나타낸다. 이 같은 유속벡터의 변동 폭은 유량 계산 시 최소 16.86%에서 최대 338.63%로 과대 산정되는 문제가 발생 할 수 있다. 근거리 참조점 변경에 의한 Fig. 2(b)~(f)의 분석 결과를 보면 Case-1부터 Case-25까지 유속벡터가 최소 1.10%에서 최대 74.47%의 변동 폭을 나타냈으며, 유량환산 시 최소 0.82%에서 최대 59.28%의 변동 폭을 나타냈다(Table 2).



(a)



(b)



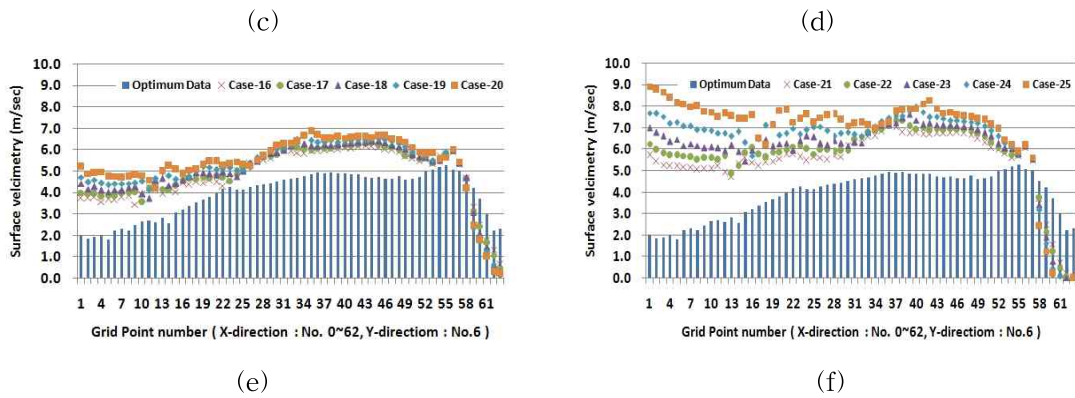


Fig. 2. Velocity changes due to changes in the reference point.

Table 2. Result error rate of the surface velocity and discharge

Analysis criterion	Case-No.	Discharge (m ³ /sec)	Mean surface velocity (m/sec)	Error factor (%)	
				discharge	surface velocity
	Original Data	413.29	3.90	-	-
Long distance	case-1	482.95	4.55	16.86	16.77
	case-2	594.28	5.49	43.79	40.71
	case-3	763.76	6.95	84.80	78.14
	case-4	1059.40	9.61	156.33	146.52
	case-5	1812.83	16.29	338.63	317.69
Short distance	case-1	416.66	3.94	0.82	1.10
	case-2	420.62	3.97	1.77	1.70
	case-3	426.37	4.02	3.16	3.00
	case-4	427.56	4.04	3.45	3.63
	case-5	431.06	4.08	4.30	4.57
	case-6	432.32	4.13	4.61	5.89
	case-7	436.47	4.17	5.61	6.94
	case-8	439.81	4.23	6.42	8.42
	case-9	442.17	4.27	6.99	9.42
	case-10	446.31	4.32	7.99	10.72
	case-11	450.51	4.38	9.01	12.25
	case-12	456.89	4.44	10.55	13.92
	case-13	461.88	4.53	11.76	16.17
	case-14	466.59	4.61	12.90	18.20
	case-15	474.06	4.70	14.70	20.43
	case-16	481.01	4.81	16.38	23.32
	case-17	486.99	4.90	17.83	25.26
	case-18	496.34	5.01	20.10	28.40
	case-19	507.57	5.14	22.81	31.89
	case-20	522.46	5.30	26.41	35.94
	case-21	536.56	5.47	29.83	40.30
	case-22	556.99	5.71	34.77	46.45
	case-23	580.92	5.98	40.56	53.41
	case-24	615.85	6.36	49.01	63.16
	case-25	658.27	6.80	59.28	74.47
	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

5. 결론

표면영상유속계는 수집된 유출영상의 추적입자 이동거리와 시간을 계산하여 유속을 분석한다. 참조점의 상대적인 이동거리가 줄어들수록 단시간에 짧은 거리를 이동한 것으로 분석되므로 유

속이 과대 산정되는 결과는 쉽게 예상할 수 있다. 하지만 이 연구의 결과와 같이 참조점 설정위치의 미세한 입력오류의 영향에 의해 유속과 유량의 정량적인 큰 변동 폭을 확인하고 전체 유출사상 분석에 적용된다면 누적된 총 유출량이 많은 오차율을 수반한 결과가 산정될 수 있음을 의미한다. 특히 이 연구의 연구대상 지점인 제주도 천미천 성읍교 부근은 하폭이 약 40 m로 국내 하천의 하폭에 비하면 매우 짧은 하폭을 형성한다. 짧은 하폭에 적용되는 참조점 설정오류의 영향으로 최소 0.82%에서 최대 338.63%까지 오차율을 보인다면 하폭이 큰 대하천에 표면영상유속계를 적용하는 경우 미세한 참조점 입력오류의 영향으로 더 큰 유속오차가 발생할 가능성이 있음을 의미한다.

향후 표면영상유속계를 활용한 유량산정 시 분석결과의 신뢰도를 높이고 오차발생 가능성을 최소화하기 위해 관측현장에 설치된 CCTV의 화면에서 육안으로 참조점을 확인할 수 있는 목자판을 별도로 설치하여 참조점 입력에 의한 오류발생 여부를 줄이는 단계가 필요하며 분석하는 하천의 하폭에 따라 발생할 수 있는 오차율을 제시할 필요가 있다.

감사의 글

본 연구는 국토교통부의 건설교통기술지역특성화사업
 “제주권 국토교통기술 지역거점센터(16RDRP-B076272 -03)”에 의해 수행되었습니다.

참고 문헌

1. Kim, S.J., Ryu, K.G., Youn, B.M., 2011, Real-time discharge measurement of the river using fixed-type surface image velocimetry, Magazine of Korea Water Resources Association, 44(5), 377-388.
2. Kim, J. B., 2012, Analysis of water resources components and water balance in Chunmicheon watershed, Jeju Island, Sc.M. Dissertation, Jeju National University, Jeju, Korea.
3. Yang, S. K., Kim, D. S., Yu, K. K., Kang, M. S., Jung, W. Y., Lee, J. H., Kim, Y. S., You, H. J., 2012, Comparison of flood discharge and velocity measurements in a mountain stream using electromagnetic wave and surface image, J. Environmental Sciences, 21(6), 739-747.
4. Yang, S. K., 2007, River management and improvement of Jeju island, J. Korea River Association, 3(4), 401-115.
5. Yu, K., Kim, D. S., Yoon, B. M., 2005, Development of fast and exact FFT algorithm for cross-correlation PIV, J. Korea Water Resources Association, 38(10), 851-859.