

OC3 HEC-RAS를 이용한 수위-유량곡선 유도

이영화, 이창수¹, 박기범², 조현경³

대구한의대학교 토목도시디자인학부, ¹위덕대학교 건축시스템공학부, ²영남대학교 토목도시환경공학부, ³영남이공대학 토목과

1. 서 론

자연하천에서의 유량자료는 수자원관리의 중요한 자료로서 홍수시 홍수방어대책과 가뭄발생시 용수공급을 결정하는 중요한 자료로 이용되고 있다. 각 수계의 경우 홍수통제소의 T/M수위계에 의해서 하천 유량은 주로 실시간으로 관측되는 수위자료를 수위-유량곡선을 이용하여 얻어지고 있다.

신뢰성 있는 수위-유량곡선을 구하기 위해서는 수위-유량 측정 장소, 횡수, 방법이 적절해야 하고, 정확한 유량조사를 하기 위해서는 첫째, 정확한 통수단면적의 산정이 필수적이며 둘째, 측정에 필요한 기구의 선택 및 정확성이 요구되며 셋째, 측정자의 숙련성이 중요한 요소이다. 수위-유량곡선의 정도를 높이기 위해서는 하천의 합류점이나 발전소의 방류로 인한 수위변동이 심한 곳 등은 피하고, 하상의 변동이 없는 직선구간의 하천에 관측소를 설치하는 것이 바람직하다. 대부분의 하도에서는 하상 초목의 계절적인 성장에 따른 조도계수의 변화, 배수의 영향, 하상 또는 수 표면이 변하므로 수위-유량곡선이 일정하지 않다.

하천의 유량을 측정하는 데 있어 주로 사용하는 방법은 유속계와 봉부자를 이용하여 유량을 구하는 방식이 많이 사용되고 있다. 일반적으로 홍수시에는 봉부자를 이용한 유속측정이 이루어지며 하도 단면간의 경사를 이용하여 각 단면간의 수위를 산정한 후 각 단면의 면적을 산정하여 유량을 계산하고 있다. 그러나 본 연구에서는 관측된 단면의 수위자료를 이용하여 HEC-RAS 3.1.1모형을 이용하여 단면의 수위를 계산하여 단면적을 산정한 후 유량을 계산하였다.

2. 재료 및 실험 방법

본 연구에서는 IHP 과업유역인 위천의 무성관측소에서 2002년 8월 8일부터 8월10일까지의 유량관측자료와 낙동강 홍수통제소의 수위자료를 이용하여 무성교 하류방향으로 100m간격으로 유속관측단면을 측량하였다.

HEC-RAS 3.1.1 모형을 이용하여 수위-유량을 계산하는 방법은 관측된 수위자료를 이용하여 계산된 유량을 경계조건으로 하고 하류 경계조건은 등류수심을 사용하였다. 최심 하상고의 기울기가 비교적 일정하게 나타나는 무성교 지점은 하류경계조건으로 종단 측량을 하여 구한 하상경사 0.0006을 사용하였다. 각 구간의 계산 시간은 1초 간격으로 부정류 계산을 실시하였으며 <Table 1>에 나타낸 바와 같이 수위표가 있는 지점인 No. 0에서 8월 8일 19:30에 E.L. 84.49m로 최대수위가 관측되었다.

무성수위표가 있는 No.0에서 No.2구간 사이를 계산의 정도를 높이기 위하여 10m단위

로 단면을 보간 하였다. No.1과 No.2의 단면의 수위를 수면경사법으로 계산한 수위를 관측수위로 하고 HEC-RAS 3.1.1모형에 의한 수위를 계산수위로 하여 유량을 산정하고 비교 검토하였다.

<Table 1> Observed stages, discharge and velocity at Musung

Time(Hr)	Section No. 0 stage (EL.m)	Surface slope method		Discharge (m ³ /s)	Velocity (m/s)
		Section No. 1 stage (EL.m)	Section No. 2 stage (EL.m)		
2002. 8. 8. 07:00	83.42	83.53	83.63	408.89	1.145
09:00	83.31	83.42	83.54	350.76	1.048
15:00	84.12	84.23	84.35	751.77	1.582
17:00	83.93	84.04	84.26	731.32	1.500
19:00	84.09	84.20	84.31	854.01	1.643
19:30	84.49	83.60	83.73	940.33	1.595
2002. 8. 9. 10:00	82.76	82.87	82.97	262.00	0.934
12:30	82.63	82.74	82.85	261.27	0.984
14:30	82.55	82.66	82.78	249.91	0.991
2002. 8.10. 10:00	83.71	83.82	83.94	578.30	1.367
12:00	83.38	83.49	83.60	541.43	1.376
13:00	83.14	83.25	83.38	432.38	1.232

3. 결과 및 고찰

3.1 수위비교

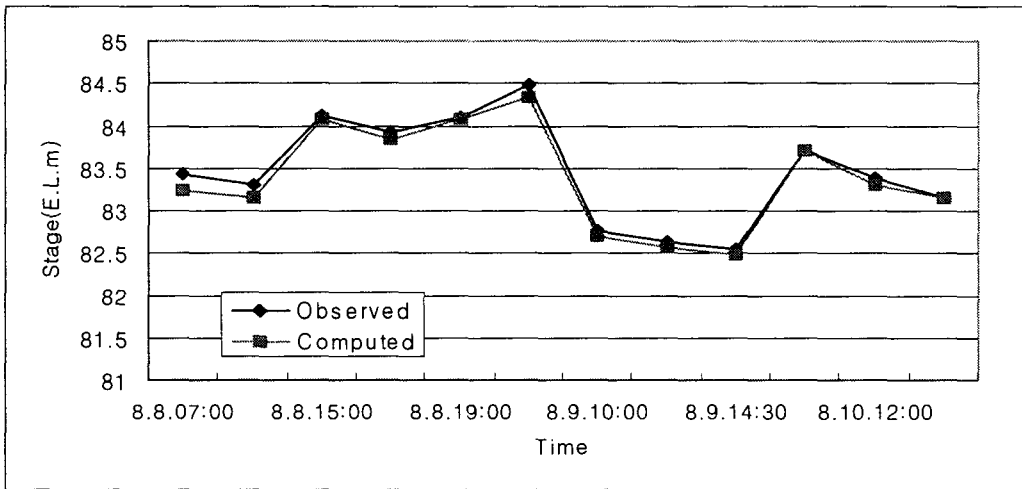
No.0에서 관측된 수위를 이용하여 No.1과 No.2의 수위를 수면경사법에 의해 계산한 수위와 HEC-RAS 3.1.1모형에 의해 계산된 수위를 비교하여 보면 No.0에서는 8월 8일 7:00에서 수위차이가 0.18m로 가장 크게 나타났으며, No.2에서는 동일한 시간대에 0.21m, No.3에서 9:00에 0.25m가 차이가 났으나 대체로 비슷한 결과를 보여 주고 있다. <Table 2>, <Fig.1>~<Fig.3>에서 각 단면의 수위를 비교하였다.

<Table 2> Comparison of observed stages and stages by HEC-RAS at Musung

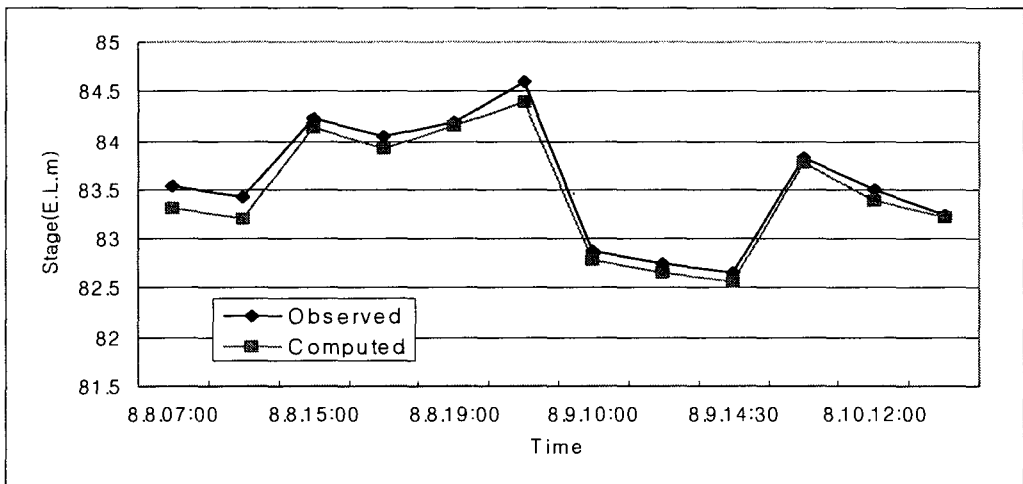
Unit (E.L. m)

Time(Hr)	Observed			Computed by HEC-RAS		
	Section No. 0	Surface slope method		Section No. 0	Section No. 1	Section No. 2
		Section No. 1	Section No. 2			
2002. 8. 8. 07:00	83.42	83.53	83.63	83.24	83.32	83.45
09:00	83.31	83.42	83.54	83.14	83.21	83.29
15:00	84.12	84.23	84.35	84.07	83.14	84.22

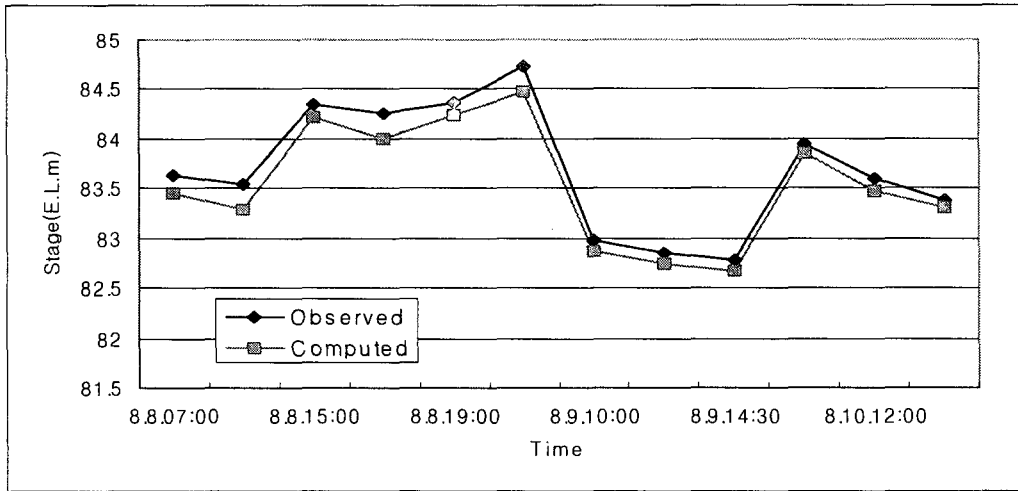
17:00	83.93	84.04	84.26	83.84	83.91	83.99
19:00	84.09	84.20	84.31	84.08	84.15	84.23
19:30	84.49	83.60	83.73	84.33	84.40	84.48
2002. 8. 9. 10:00	82.76	82.87	82.97	82.70	82.78	82.86
12:30	82.63	82.74	82.85	82.58	82.65	82.74
14:30	82.55	82.66	82.78	82.49	82.57	82.66
2002. 8.10. 10:00	83.71	83.82	83.94	83.70	83.77	83.85
12:00	83.38	83.49	83.60	83.31	83.38	83.46
13:00	83.14	83.25	83.38	83.15	83.22	83.30



<Fig. 1> Comparison of observed and computed stage at Musung(No.0)



<Fig. 2> Comparison of observed and computed stage at Musung(No.1)



〈Fig. 3〉 Comparison of observed and computed stage at Musung(No.2)

3.2 유량비교

전절에서 살펴본 바와 같이 관측된 수위와 HEC-RAS 3.1.1에 의해 계산된 수위를 이용하여 계산된 유량을 비교하여 보면 〈Table 3〉, 〈Fig. 4〉와 같다.

계산된 유량과 실측유량과의 오차는 다음 식으로부터 구한 상대편차를 이용하여 평가할 수 있다.

$$\sigma(\%) = \sqrt{\frac{1}{N} \sum \left(\frac{Q_c - Q}{Q} \right)^2} \times 100 \quad (1)$$

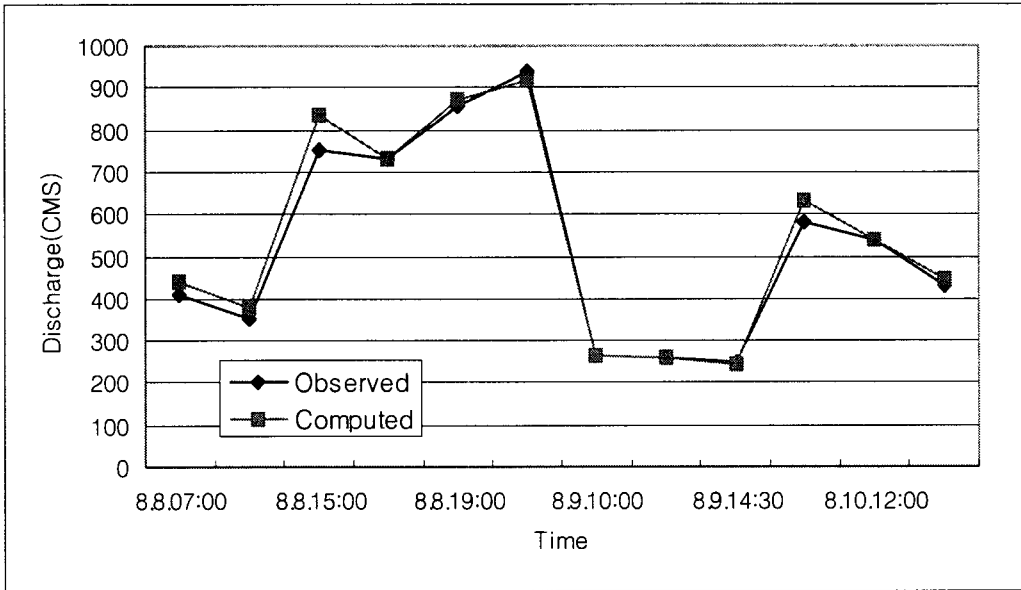
여기서 Q_c 는 계산유량, Q 는 관측유량이다.

식(1)에 의해 계산된 상대편차는 5.37%로 비교적 양호한 결과를 보여주고 있다.

〈Table 3〉 Comparison of observed and computed discharge

Time(Hr)	Observed (m ³ /s)	Computed (m ³ /s)
2002. 8. 8. 07:00	408.89	438.71
09:00	350.76	377.37
15:00	751.77	836.68
17:00	731.32	730.29
19:00	854.01	871.88
19:30	940.33	919.66
2002. 8. 9. 10.00	262.00	264.32
12.30	261.27	257.51

	14:30	249.91	245.37
2002. 8.10. 10:00	10:00	578.30	630.73
	12:00	541.43	537.68
	13:00	432.38	445.88



〈Fig. 4〉 Comparison of observed and computed discharge

4. 결 론

본 연구에서는 유량관측에서 유량계산을 위하여 관측된 수위를 이용하여 수면경사법을 이용하여 각 단면의 수위를 계산하여 유량계산을 하는 방법과 HEC-RAS 3.1.1모형을 이용하여 계산한 수위를 이용하여 유량을 계산하여 비교하였다.

그 결과 관측된 수위를 이용하여 수면경사법에 의해 계산된 수위를 이용하여 계산한 유량과 HEC-RAS 3.1.1을 이용하여 계산된 수위를 이용하여 계산한 유량과 상대편차가 5.37%로 양호한 결과를 얻었으나, HEC-RAS 3.1.1모형의 부정류 계산에 의해 추정된 수위를 이용하였으므로 수면경사법에 의해 계산된 수위 보다 좀더 정밀한 유량계산 결과로 수위-유량곡선식의 유도에 정도를 높일 수 있을 것이라 판단된다.

5. 요 약

본 연구에서는 수위-유량곡선식의 정도를 개선하는 방안으로 수위를 추정하는 과정에 서 수면경사법을 이용하여 계산한 수위와 HEC-RAS 3.1.1의 부정류 계산을 하여 얻어진 수위를 이용하여 유량을 계산한 값을 비교하였다. 그 결과 관측된 유량과 계산된 유량의 상대편차는 5.37%로 양호한 결과를 얻을 수 있었으며, 수면경사법을 이용하여 수위를 계산하여 수위-유량곡선식을 유도하는 것보다 HEC-RAS 3.1.1 부정류 모형을 이

용한 수위자료를 이용하여 수위-유량곡선식을 유도하는 것이 정도를 높일 수 있을 것이라 판단된다.

참 고 문 헌

- 이정규, 이창해 (1993) 수면곡선계산법의 적용에 대한 연구-HEC-2모형 이용을 중심으로- 한국수문학회논문집, 제26, 제3권, pp. 103-111.
- 이재형, 황만하 (1994) 섬진강 하류부에서의 수위-유량곡선에 관한 연구. 한국수문학회 논문집, 제27, 제4권, pp. 115-121.
- 낙동강수계 지천 유량측정조사 보고서. 2002.12. 건설교통부/ 낙동강 홍수통제소.
- A.K.Singh, P.D.Porey, K.G.Ranga Raju (1997) Criterion for location of downstream control for dynamic flood routing. Journal of Hydrology No. 196. pp. 66-75.
- A.L. Birkhead, C.S. James (1998) Synthesis of rating curves from local stage and remote discharge monitoring using nonlinear muskingum routing. Journal of Hydrology No. 205. pp. 52-65.
- Brunner, G.W. (2002) HEC-RAS, River Analysis User's Manual, Ver. 3.1, US Army Corps of Engineers, Hydrologic Engineering Center(HEC).
- Clarke, R.T. (1999) Uncertainty in the Estimation of Mean Annual Flood due to Rating-Curve Indefinition. Journal of Hydrology, Vol. 222, pp. 185-190.
- Kennedy, E.J. (1984) Discharge Ratings at Gaging Stations, U.S. Geological Survey.
- Lee, K.S. (1998) Foundations of Theoretical Hydraulics, 2nd Ed, SaeRon Publishing Co., pp. 300-303.
- Dickenson, W.T. Accuracy of discharge determination. (1967) Hydrology paper No. 20. Colorado State Univ. Fort Collins, Colorado.
- 권오익, 요시타니 슈니치, 일본의 수위-유량곡선의 정도와 개선방향. 한국수자원학회지. 제34권 제6호. 2001.11. p.23~p.32유홍일, 이해근, 전성환, 1991, 농약잔류 분석방법, 동화기술, 서울, pp. 79-84.