

PE3) 충주댐 수계의 수문조사분석

허창환*¹, 방두연², 장인수³, 김지학⁴

¹충주대학교 토목공학과, ²여주대학 보건행정과

³충주대학교 환경공학과, ⁴충주대학교 토목공학과

1. 서 론

본 연구는 합리적이고 경제적인 이수 및 치수계획의 수립에 필요한 기초자료로서 충주댐 수계의 주요 지점에 대한 평·갈수기와 홍수기의 유량을 측정하고 측정성과의 신뢰도를 분석하여 최종적으로 수위-유량 관계곡선식(Rating Curve)을 개발하는 것이며, 수위와 유량과의 상관성을 분석하여 수자원 계획에 활용하고자 한다.

2. 유량측정 방법

하천에서 유량을 측정하는 방법에는 유속과 그에 해당하는 유수단면적으로부터 유량을 측정하는 유속-유적법, 화학적 원리를 이용하여 회석농도로부터 유량을 구하는 회석법 및 Weir, Flume 등과 같은 수리구조물에 의한 방법등이 있으며, 실제 자연하천의 유량측정에 있어서 홍수시나 평·갈수시에는 유속-유적법이 가장 많이 사용되고, 저수시 소하천에서 회석법이 사용되기도 한다. 본 연구의 충주댐 유량측정에서는 유속-유적법에 의해 평·갈수기에는 회전식 유속계, 홍수기에는 전자파 표면유속계를 사용하였다.

2.1. 회전식 유속계에 의한 측정

회전식 유속계에 의한 유속측정 방법에는 도보측정, 교량에 의한 측정, Cable Way(삭도)에 의한 측정, 선박에 의한 측정, 가교에 의한 측정이 있으며, 본 연구에서는 갈수기, 저수기에는 도보측정을 실시하였으며, 평수기와 홍수기에는 교량에 의한 측정을 실시하였다. 사용한 유속계는 영국 Valeport사의 BFM 105 이다.

2.2. 전자파 표면유속계에 의한 측정

전자파표면유속계에 의한 유량관측은 하천의 횡단방향으로 일정 간격으로 전자파 표면유속계를 설치하고 상류방향으로 전자파를 발사한 후, 물표면에서 반사되는 잔자파의 도플러 효과를 이용하여 표면유속을 측정하는 것이다.

이 표면유속을 미리 구하여 둔 보정계수에 의해 평균유속으로 변환하여 유량을 측정할 수 있다. 전자파의 도플러효과를 이용하여 하천의 유속을 물과 접촉하지 않고서도 측정할 수 있어 기존 유속계로서는 측정하기 어려운 홍수 유속을 측정할 수 있으며 유속값이 매우 크거나 유량이 많은 경우, 혹은 야간 측정에도 물과 접촉하지 않으므로 안전하게 측정할 수 있는 장점이 있다.

운동하는 물체에 의하여 산란된 전자파의 주파수가 변하게 되는 현상을 도플러 효과라고

한다. 이때의 주파수의 변화량을 도플러 주파수라고 하며, 수학적으로 다음과 같이 표현할 수 있다.

$$f_d = \frac{2v}{\lambda} \cos \theta$$

여기서, f_d 는 도플러 주파수이고, v 는 물체의 속도, λ 는 전파의 파장, 그리고 θ 는 물체의 속도 방향과 전파의 진행 방향이 이루는 각으로 20~45°사이의 각을 이용한다.

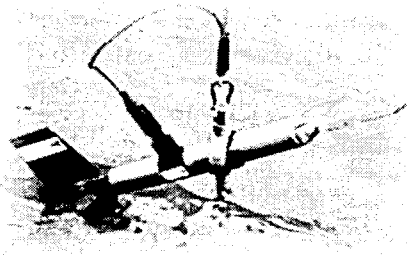


그림 1. 유속계(회전식)

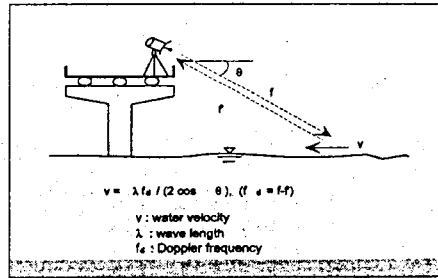


그림 2. 전자파 표면유속계

3. 수위-유량 자료의 분석

임의 유역에서의 강우사상에 의한 유출량은 유역출구에서 측정되는 수위관측소의 수위 자료를 유량으로 환산하여 구하는 것이 보통이다. 이 때 수위자료를 유량자료로 환산하기 위해서는 해당 관측소의 수위-유량 관계식이 필요하다.

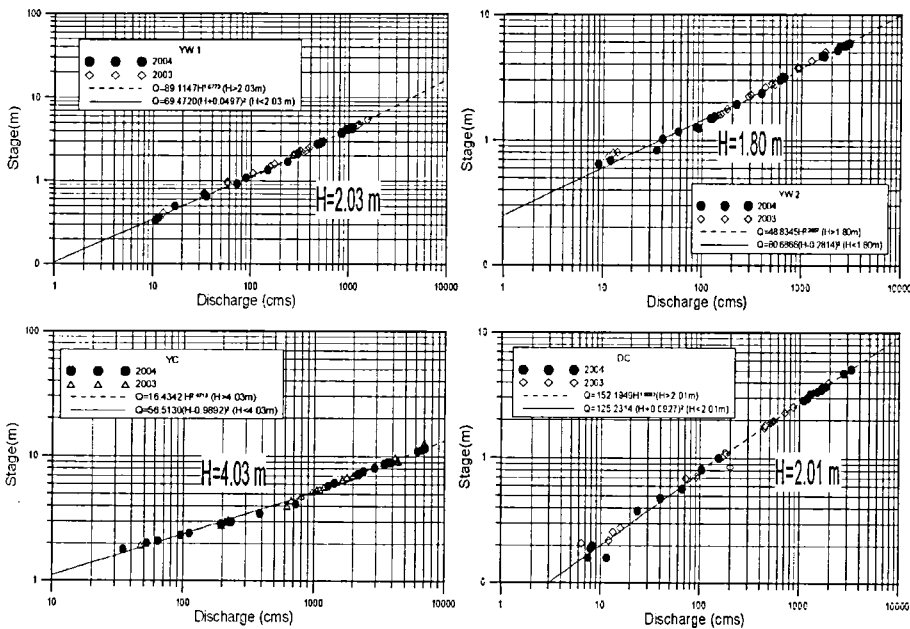


그림 3 충주댐 주요지점의 수위-유량관계 곡선

본 연구에서 수행한 수위-유량 관계식은 수문자료 분석에 기본이 되는 식이다. 정확하고 신뢰성있는 식을 개발하기 위해서는 홍수, 평수, 저수 및 갈수시에 대한 수위별 유량이 측정되어야 할 것이며, 특히 저수 및 갈수시 유량과 홍수시 유량은 수위-유량 관계식의 유도에 매우 중요한 요소로서 분석결과는 그림 3과 같다.

충주댐 유입량과 각 수위국 지점의 홍수기 유출량의 상관관계를 분석하기 위하여 2004. 7. 11 ~ 7.20의 홍수사상을 이용하여 2004년도에 유도한 수위-유량 곡선식을 수위 수문곡선에 적용하여 총유출 수문곡선을 구하고, 이를 직선분리법에 의해 기저유량을 분리한 직접 유출수문곡선의 용적과 총강우량이 전량 유출하였을 때의 비율인 유출율을 비교해 보면, 7월 11일부터 7월 20일까지의 호우의 경우 대략 80% 전후로서 전 지점이 유사함을 나타내고 있었으며, 첨두 홍수량의 크기도 댐 하류로 유입되는 달천지점을 제외하면, 대체로 유역면적 크기에 거의 비례하였고 2004년도에 유도한 수위-유량 관계식의 적정함을 확인할 수 있었다.

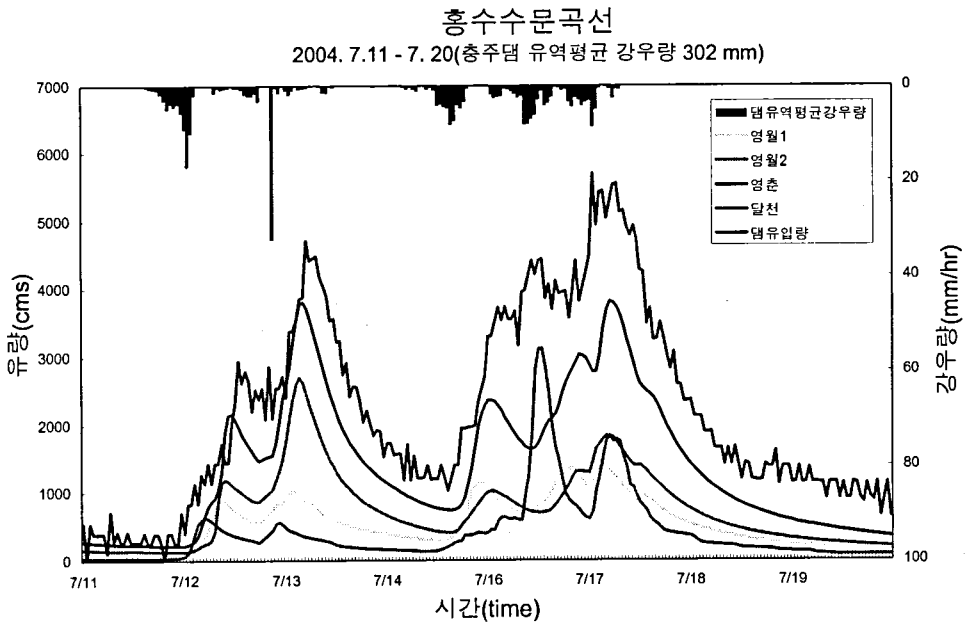


그림 4. 유출율 검정을 위한 수문곡선

표 1. 각 지점별 홍수기 유출을 산정 결과 (시간자료 : 2004. 7. 11 01:00 ~ 7. 20 24:00)

지점	유역면적 (km ²)	면적 총강우량		첨두유량		직접유출량 (× 10 ⁶ m ³)	유출율 (%)
		강우 (mm)	유출 (× 10 ⁶ m ³)	유량 (m ³ /sec)	시점		
댐	6648.0	302.0	2007.70	5694.20	7.17 08:00	1674.18	83.39
영월1	1525.1	344.5	525.40	1392.72	7.17 11:00	422.41	80.41
영월2	2283.2	293.1	669.21	2701.14	7.13 17:00	580.27	86.72
영춘	4690.0	315.2	1478.29	3801.14	7.13 18:00	1208.06	81.72
달천	1398.0	269.6	376.90	3123.78	7.16 17:00	320.25	84.98

또한 본 연구에서는 측정결과의 수리학적 신뢰도 분석을 위하여 수위국과 유량측정지점의 측정자료를 이용하여 상·하류 4 km 구간에 대하여 200 m 간격으로 횡단측량을 실시한 지형 자료를 바탕으로 모델링을 실시하였다. 본 모델을 통제하는 파일에는 Run File(*.r*), Project File(*.prj), Plan File(*.p*), Output File(*.o*), Geometry File(*.g*) 및 Steady Flow Data File(*.f*) 등이 있다. 그림 5는 HEC-RAS 모델로 각 지점별 상하류 하도구간에 대하여 금년도에 실측한 유량측정성과를 적용하여 수리 모델링한 결과이다.

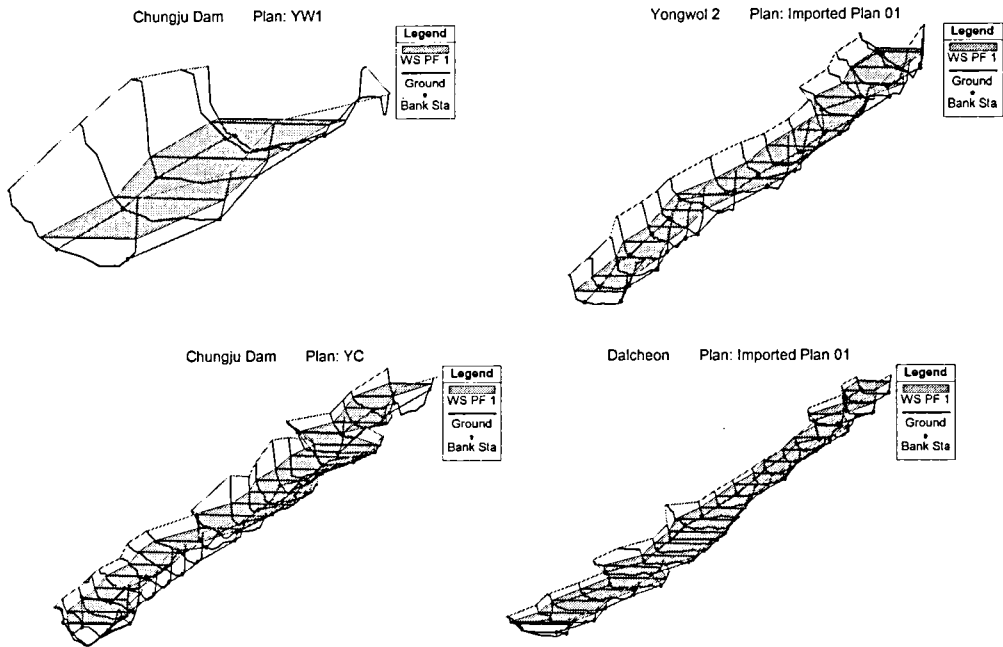


그림 5. HEC-RAS를 이용한 수리학적 특성 분석

표 2. HEC-RAS에 의한 계산수위와 관측수위의 비교

지점	일시	홍수위(EL : m)			홍수량 (m ³ /s)	조도계수		수위국과 유량측정지 점간 거리 (km)	비고
		기점	중점			주수로	좌우안		
			관측치	HEC -RAS					
영월1	04.7.17 17:10	196.62	197.62	197.16	1042.93	0.034	0.037	0.60	중점 : 연당교 기점 : 수위국
영월2	04.6.21 14:00	195.81	200.25	200.82	3018.10	0.042	0.045	3.04	중점 : 수위국 기점 : 삼옥교
영춘	04.6.21 10:15	164.69	171.52	171.84	7080.99	0.040	0.043	4.00	중점 : 수위국 기점 : 북벽교
달천	04.6.21 10:00	72.04	76.23	76.80	3293.28	0.035	0.040	3.10	중점 : 수위국 기점 : 단월교

4. 결 론

충주댐 상·하류 하천 주요 지점의 수위-유량 상관관계를 분석하기 위하여 2004년 4월부터 12월까지 4개 수위국 지점을 대상으로 현지조사 및 하천측량을 실시하고, 홍수기 및 평·갈수기에 유량측정을 실시하여 수위-유량 관계식을 유도하였으며, 이를 바탕으로 유출량산정과 수리학적 분석을 실시하였으며, 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

1) 평·갈수기 신뢰성 있는 수위-유량 관계곡선을 유도하기 위하여 실시간으로 관측되는 수위를 확인(<http://wamis.kowaco.or.kr>)하여 측정지점의 수위를 균형있게 분포되도록 하여 신뢰도 향상을 기할 수 있었다.

2) 2004년 홍수기, 평갈수기에 측정된 수위-유량성과를 이용하여 수위-유량관계식을 홍수기, 평갈수기로 나누어 유도하였으며, 표준편차와 상관계수를 검토한 결과 대체로 이차식 형과 지수식 형에 의한 계산치가 실측치에 근접하는 것으로 나타났다.

3) 충주댐과 각 수위국 지점에 대하여 갈수량, 저수량, 평수량, 풍수량을 산정하는 등 유황분석을 실시함으로써 지점별 유황을 파악하였고, 이는 남한강 수계의 수자원 평가에 중요한 기초 자료로 활용할 수 있다.

4) 본 연구에서 작성한 수위-유량 관계식의 신뢰성 검증을 하기 위하여 2004년 7월 11일에서 7월 20일까지의 홍수시의 시간별 유출량자료와 2003년 11월 1일에서 2004년 10월 31일까지의 일별 유출량자료를 분석한 결과, 각 수위표지점의 첨두유량과 유출율 관계를 댐유입량 자료과 비교 검토하였으며, 또한 HEC-RAS를 이용하여 수면형을 계산한 결과 수위-유량 관계식의 신뢰도가 높은 것을 확인할 수 있었다.

5) 충주댐 유입량의 정확한 산정을 위하여 앞으로 지속적인 수위-유량 측정을 실시하여 자료를 수집 정리하고 이를 분석하여 수위-유량 관계식을 보완함으로써 그 정밀도를 향상시켜야 한다.

참 고 문 헌

한국수자원공사 충주권관리단, 2004 충주댐 일원 수문조사보고서, 2004. 12.

건설부, 하천유량자료의 계산, 1992. 12.

농어촌진흥공사, 수문조사 실무편람, 1994. 6.

S. E. Rantz et al., Measurement and Computation of Streamflow : vol 1, vol 2, U.S. Dept. of Interior, 1982.

D. A. Maidment et al., Handbook of Hydrology, Chap. 8, p 8.1~8.39, McGraw-Hill Inc., 1993.

P. B. Bedient et al., Hydrology and Floodplain Analysis, 2nd, p 63~67, Addison-Wesley Pub., 1992.

V. P. Singh., Elementary Hydrology, p 377~438, Prentice Hall, 1992.

N. D. Gordon et al., Stream Hydrology, Chap. 5, p 127~214, John Wiley & Sons, 1999.
HEC, HEC-RAS River Analysis System, User' Manual, Ver. 3.0, Jan. 2001.