

저류함수법에 의한 한강유역 주요지점의 홍수위 예측

정상만¹⁾, 김현수²⁾, 안계현³⁾, 노순안⁴⁾, 이성재⁵⁾

1. 서론

1974년 한강홍수통제소가 개소된 이래 홍수시 한강유역의 홍수예측을 실시하기 위하여 유역과 하도에서의 유출량과 저류량 관계를 표시하는 저류함수는 홍수파의 운동방정식에 대입하여 홍수파의 운동방정식을 계산함으로써 유출량을 결정하는 저류함수법(Storage Function Method)을 현재까지 사용해 오고 있다. 본 연구에서는 저류함수법을 이용하여 1990년의 대홍수 관련 수문자료를 이용하여 한강유역 주요지점인 서면, 청평, 영월, 달천, 문막, 여주, 고안, 인도교에 대하여 홍수추적을 실시하여 실측치와 예측치를 비교하고, 아울러 1990년 실제상황시의 예측치와 본 연구결과와 비교하여 홍수예보의 정확도를 제고하고자 하였다.

2. 본론

1) 저류함수법 개요

저류함수법은 유출현상이 비선형특성을 나타내기 때문에 강우유출 변환과정에 「유역의 저류」의 과정을 도입해서 이것을 매개함수로 하여 저류량-유출량의 관계를 함수로 나타내어 저류량의 물 수지를 계산하여 이로부터 유출 수문곡선을 구하고자 하는 계산법이다. 저류함수는 홍수 유출이 지표류라 하고 Manning의 유량공식으로 부터 유역 또는 하도의 저류량 S를 그 유출량 Q의 지수형함수

$$S_l = KQ^p \quad (K, P : \text{유역 또는 하도에 의한 상수})$$

로 나타낸 것을 운동방정식으로 하고, 다시 이것을 연속방정식

$$\frac{1}{1.6} f \cdot r_{ave} \cdot A - Ql = \frac{S_l}{dt} \quad (\text{한개 유역에 대하여})$$

- f : 유출계수
- r_{ave} : 유출평균우량
- A : 유역면적
- $Ql(t) = Q(t+Tl)$ 지체시간을 고려한 유역의 직접 유출량
- S_l : 겉보기 유역 저류량
- Tl : 지체시간

-
- 1) 한국건설기술연구원 수자원연구실 수석연구원
 - 2) 한강홍수통제소 조사과
 - 3) 한강홍수통제소 조사과
 - 4) 한강홍수통제소 조사과
 - 5) 한강홍수통제소 소장

또한

$$\sum_{i=1}^n f_i \cdot I_i - Q_t = \frac{S_t}{dt} \quad (\text{한개 하도에 대하여})$$

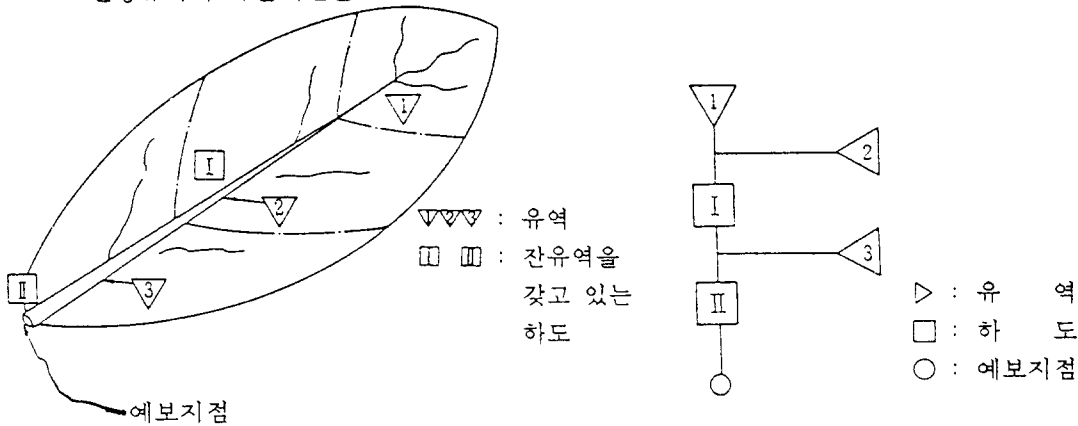
- f_i : 유입계수
- I_i : 유입유량 (유역 지천등에서 대상하도에 유입하는 량 또는 하도상류점유량)
- $Q(t)=Q(t+T_t)$: 지체시간을 고려한 하도상류점 유량
- S_t : 겉보기 하도저류량
- T_t : 지체시간

을 조합시켜서 유역유출량과 하도홍수량을 계산할 수 있도록 되어있다.

2) 유역의 분할과 유출계산 모형의 구성

1개 저류함수의 적용범위는 $10 \sim 1,000 \text{km}^2$, 유로연장에서 $10 \sim 100 \text{km}$ 이면 통분한 정도를 얻을 수 있다고 한다. (가능하면 소면적으로 100km^2 이하가 좋은 것으로 되어있음) 대유역의 유출계산을 하는 경우나 그렇지 않더라도 하천계획등의 필요성으로 부터 유역내를 더욱 소분할하여 유출량을 계산할 경우에는 대상유역을 필요한 수 만큼의 유역과 하도로 분할하여 각각 구성계열에 따라 유출계산을 하면된다.

한강유역의 유출계산을 위한 모식도는 아래 그림 1과 같은 형식으로 구성되어 있다.



(a) 유역 분할

(b) 모형(Model) 계통도

그림 1. 한강 유출계산 모식도

3) 홍수예보지점과 수위예측지점

한강유역의 홍수예보지점은 댐의 건설이나 다른 여건으로 인하여 표 1에서 처럼 연도별로 변화를 보이고 있다. 반면에 수위예측지점은 표 2에 나타난 바와 같이 북한강에 2개 지점, 남한강에 4개 지점, 한강본류에 2개 지점 등 총 8개 지점에 대하여 '88년 부터 정하여 수위예측을 실시하고 있다.

표 1. 한강유역의 연도별 홍수예보지점

지점(연도번호)	'79	'80	'81	'82	'83	'84	'85	'86	'87	'88	'89	'90
춘천(56)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
청평(58)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
영월(62)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	X
단양(64)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	X
충주댐(65)	0	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
- (69)	X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
여주(71)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
양평(72)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	X
고안(74)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
인도교(75)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

(자료 : 한강홍수예경보, 건설부 한강홍수통제소 '79-'90)

표 2. 한강유역의 연도별 수위예측지점

지점(연도번호)	'79	'80	'81	'82	'83	'84	'85	'86	'87	'88	'89	'90
서면(57)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0
청평(58)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0
영월(61)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0
달천(67)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0
문막(70)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0
여주(71)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0
고안(74)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0
인도교(75)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0

(자료 : 한강홍수예경보, 건설부 한강홍수통제소 '79-'90)

4) 강우상황

'90년 대홍수는 '90년 9월 10일 12시 부터 시작하여 12일 05시 까지 계속되었으며, 유역전체 평균은 369.0mm, 북한강 유역은 345.8mm, 남한강 유역은 345.8mm, 본류유역은 438.0mm였다.

5) 유출계산

저류함수법은 유역의 물순환 과정을 상당히 단순화하였으므로 이론적인 배경이 빈약한 점은 있지만, 유출계산을 위한 모형의 변수가 적고 홍수의 실시간 예측에 적합하며, 홍수유출계산 방법 또한 비교적 간단한 편이다.

현재 수행되고 있는 홍수예측을 위한 유출계산의 절차는 그림 1에 표시된 바와 같다.

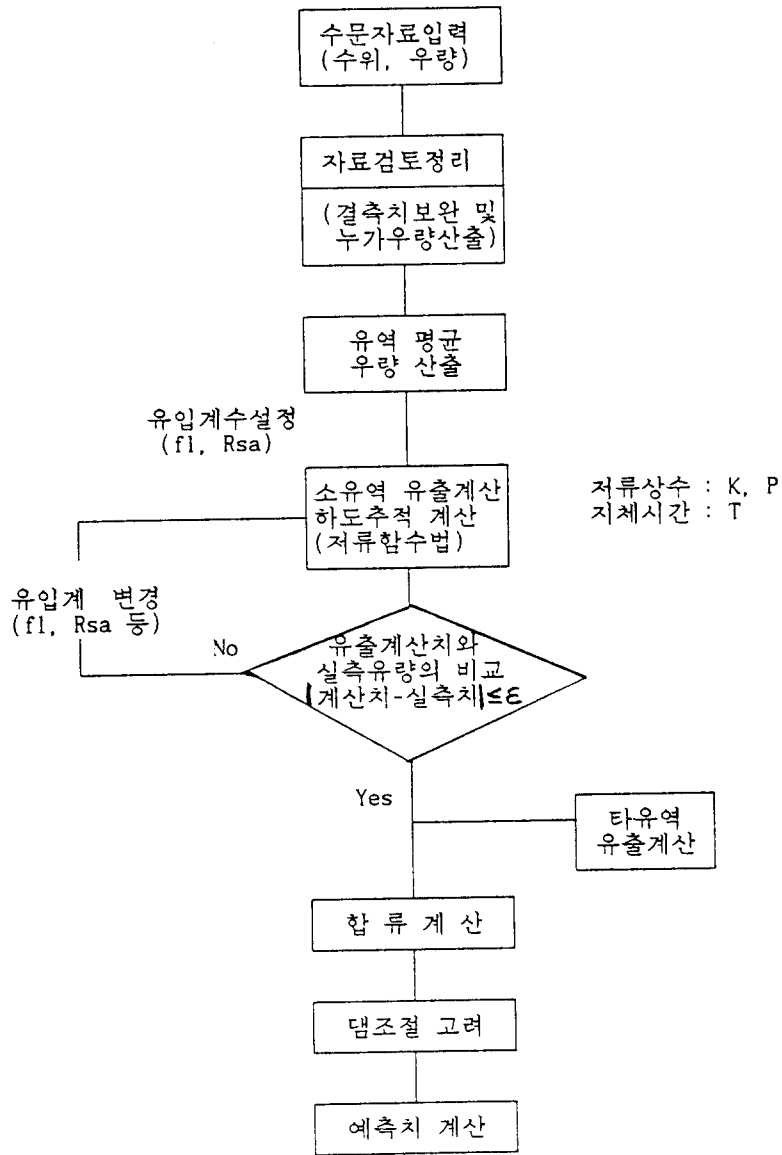


그림 1. 유출계산의 절차

3. 실측수문곡선과 예측수문곡선과의 비교

1) 1990년 홍수상황 발생시의 실측수문곡선과 예측수문곡선의 비교

유출계산은 집중호우가 시작되었던 9월 10일 12시 부터 시작하여 강우가 종료된 12일 05시 까지 실시하였으며, 수위가 급격히 상승할 때는 매시각, 그 밖에는 매 2시간 간격으로 30개 유역과 24개 하도에서 매개변수를 조정해 가면서 유출계산을 실시하였다.

유역에 강우가 거의 종료된 9월 12일 02시 현재의 서면, 청명, 영월, 달천, 문막, 여주, 고안, 인도교의 수위를 예측하여 실측수위와 각각 비교하였으며, 대표적으로 인도교 지점은 그림 2에 나타내었다.

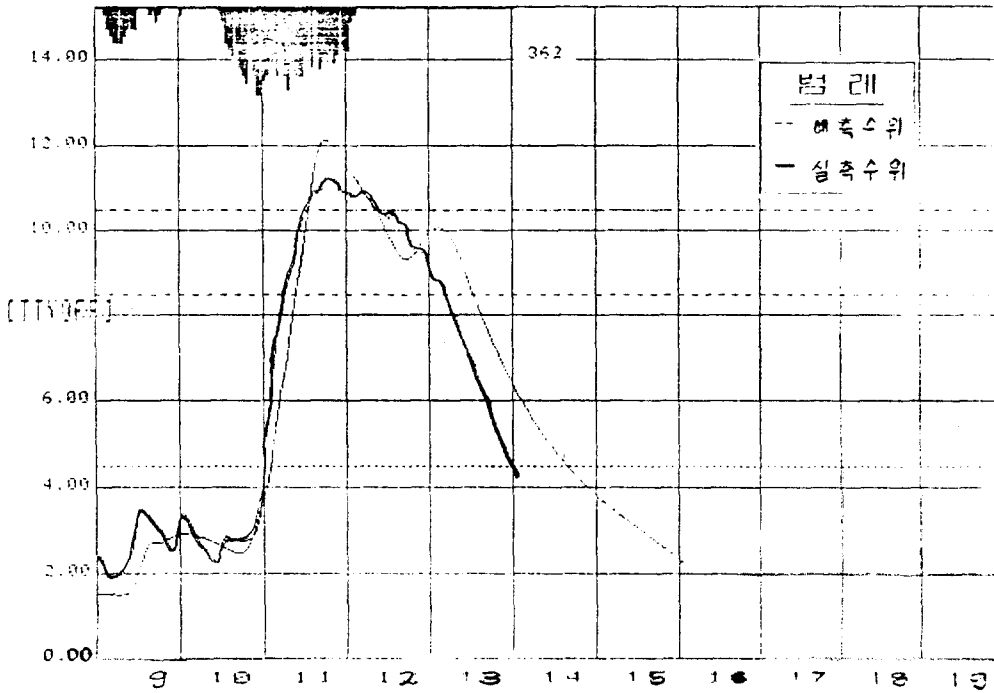


그림2. 인도교 수위 그래프 (90. 9.14. 0:00)

2) 매개변수 조정을 통한 실측수문곡선과 예측수문곡선의 비교

90년 대홍수에 대하여 예측의 정도를 향상시키기 위하여 매개변수의 조정을 통하여 실시한 한강유역 주요 8개 지점에 대한 유출계산을 실시하여 실측수위와 비교하였으며, 대표적으로 인도교 지점에 대하여 그림 3에 표시하였다.

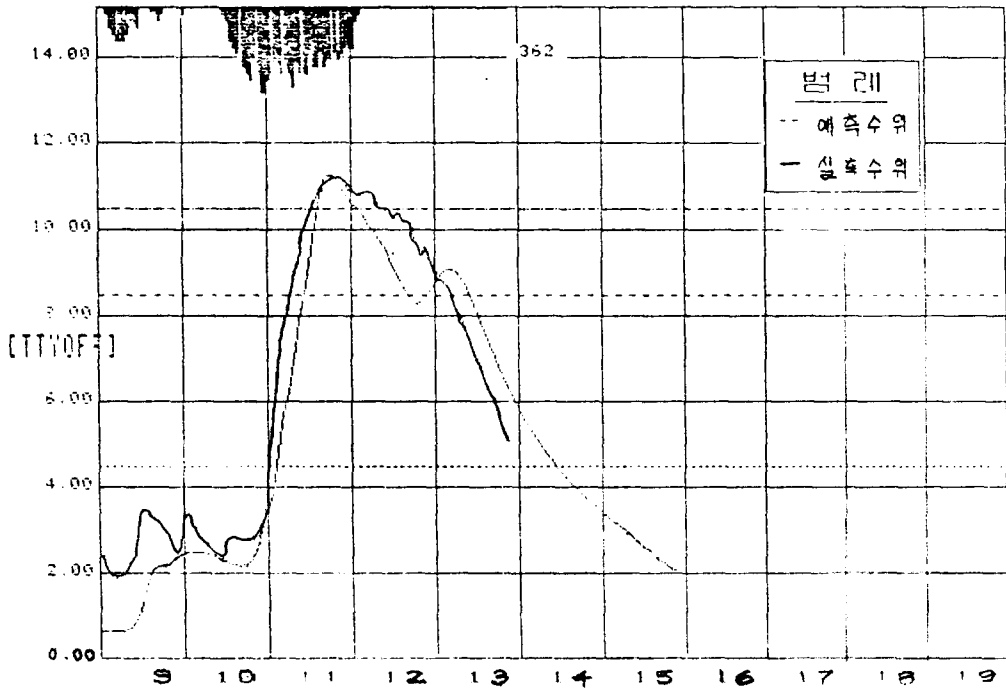


그림 3. 인도교 수위 그래프

3) 결과분석

1990년 홍수상황 발생시의 예측수문곡선과 매개변수 조정을 통한 예측수문곡선을 실측수문곡선과 비교한 결과, 매개변수 조정을 통한 예측수문곡선이 보다 실측치에 가까운 것으로 나타났다.

4. 결론

위의 결과로서 미루어 볼때 우선 유출분석에 사용된 홍수사상별 수문곡선과 유역평균우량주상도 자료의 보강이 이루어져야 하며, 산정된 매개변수값의 정확도가 낮음을 의미하므로 강우-유출 모형인 저류함수 모형에 의한 유출계산의 정확도를 제고하기 위해서는 적어도 수위-유량의 환산이 가능한 주요 8개 지점에 대한 지속적인 유량측정을 통한 검정이 이루어져야 한다.

5. 참고문헌

- 1) Chow, V., T., "Applied Hydrology", McGraw-Hill Book Co., New York, N.Y., 1988.
- 2) 건설부, 한강홍수통제소, 한강홍수예경보, 1979~1991.
- 3) 건설부, 한강홍수통제소, 충주댐 건설에 따른 한강홍수예경보 프로그램 개선 보고서, 1985.
- 4) 건설부, 한강홍수통제소, 한강수계 유출프로그램 개선방안, 1991.