

관개저수지의 홍수유입량 예측

Forecasting the Flood Inflow into Irrigation Reservoir

문종필 * (충남대) · 엄민용(충남대) · 박철동(충남대) · 김태철(충남대)

Moon, Jong Pil * · Eum, Min Yong · Park, Cheol dong · Kim, Tai Cheol

Abstract

Recently rainfall and waterlevel are monitored via on-line system in real-time bases. We applied the on-line system to get the rainfall and waterlevel data for the development of the real-time flood forecasting model based on SCS method in hourly bases.

Main parameters for the model calibration are concentration time of flood and soil moisture condition in the watershed. Other parameters of the model are based on SCS TR-55 and DAWAST model. Simplex method is used for promoting the accuracy of parameter estimation.

The basic concept of the model is minimizing the error range between forecasted flood inflow and actual flood inflow, and accurately forecasting the flood discharge some hours in advance depending on the concentration time. The flood forecasting model developed was applied to the Yedang and Topjung reservoir.

1. 서 론

홍수시 댐저수지의 홍수조절효과를 높이기 위해서는 강우와 유량의 실시간 자료취득과 이에 의한 유입량 예측을 통하여 신속하고 정확한 댐운영 의사결정이 이루어져야 한다. 또한 댐저수지 상류유역에 발생한 호우에 의한 유입량을 정확하게 산정하여 상·하류 하천의 침수피해를 최소화할 수 있는 적정 방류량을 결정해야 한다.

현행 홍수예경보시스템은 큰 하천이나 다목적댐에서는 강우와 하천수위의 원격관측과 홍수 예측모형에 의하여 비교적 잘 관리하고 있다. 그러나 큰 하천과는 달리 농촌유역이 대부분인 관개저수지의 유입량을 지배하는 유입하천은 중소하천으로서 홍수예경보시스템은 미비한 실정이며 홍수도달시간이 짧아 홍수예경보를 위한 예지시간(leading-time)도 짧아 보다 정확하고 신속한 홍수예측이 필요한 것이 사실이다. 제약조건이 많은 중소하천의 홍수예경보시스템을 보다 완벽히 갖추어내는 것이 현실적으로 필요한 과제이며 이 시스템은 큰 하천이나 다목적댐에서의 홍수예경보시스템의 기본적인 모형이 될 수 있다.

이 연구에서는 전국 각 읍·면사무소에 설치되어 있는 내무부 방재시스템에서 대상 저수지 유역의 강우자료를 실시간으로 전송받아 강우-유출모형에 연결, 입력하여 실시간으로 관개저수지의 홍수유입량을 산정 또는 예측하였다. 홍수유입량 해석에는 유효우량 추정이 중요하고, 유효우량은 유역 토양수분상태가 가장 중요한 인자이므로 강우-유출모형은 이를 고려하고 있는

DAWAST(1992, 김)모형을 적용하였다.

모형 매개변수로는 첨두홍수량을 지배하는 홍수도달시간(T_c)과 유효우량을 지배하는 유역토양수분량(S_a)을 취하였다. 매시간 전송되는 실시간 강우자료를 이용하여 유출량을 산정하고 실제의 유출량과의 오차를 최소화하기 위해 홍수가 시작된 과거시점부터 현재 실시간으로 관측된 홍수자료를 모두 취하여 가장 실측치와 근사한 홍수량을 예측하였다. 모형의 보정에는 자동보정기법인 최적화기법을 적용하였으며 특정한 산정기준을 최소화시키는 매개변수를 결정하여 보다 신뢰성있고 정확한 홍수유입량을 산정하였다.

2. 실시간 홍수유입량예측 모형의 흐름도

이 모형의 전체적인 구성은 실시간 강우자료와 DAWAST 모형으로부터 S_a 값을 입력받아 유출량을 산정하고 실시간 저수위를 입력받아 실측 유출량을 산정하고 최적화기법에 의하여 예측치와 실측치와의 오차를 자동보정하는 절차를 매시간 반복 수행하여 보다 정확하고 신뢰성있는 홍수유입량을 산정하도록 구성되어져 있으며 흐름도는 그림.2 과 같다.

2.1 실시간 강우

1996년부터 내무부 방재시스템의 일환으로 구축된 강우관측소와 수위관측소로부터 실시간으로 저수지 상류유역의 강우자료와 수위자료를 1시간 간격으로 전송받아 모형에 적용하였다.

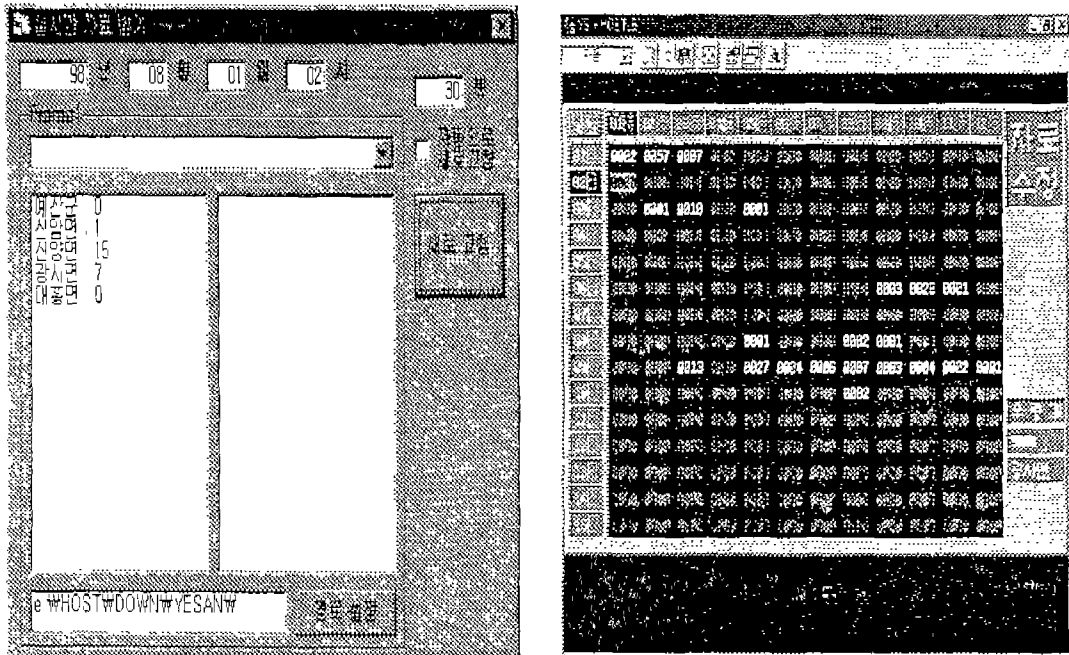


그림.1 내무부 방재시스템(강우관측소)에서 전송받은 실시간 강우관측자료

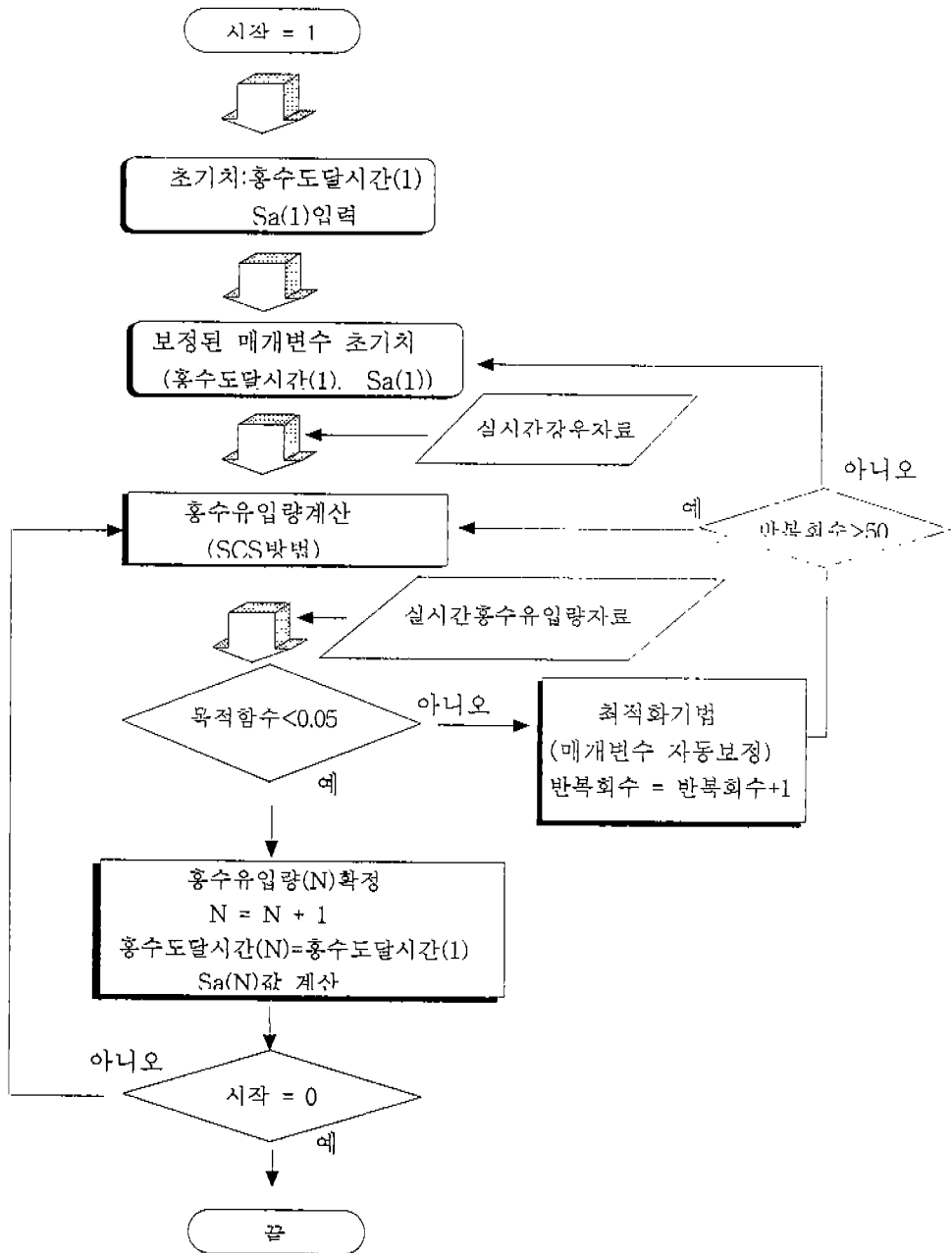


그림.2 실시간 홍수유입량예측 모형의 흐름도

2.2 저수지 홍수유입량 예측

댐터에서의 실시간 홍수예측은 홍수도달시간이 3~9시간이하인 유역에서는 강우-유출모형을 추천하고 있어, 실시간 홍수예측모형(강우-유출모형)에 의하여 저수지 홍수유입량을 예측한다.

$$Q_{st} = \frac{(P - 0.2S_{at})^2}{(P - 0.8S_{at})} \quad (1)$$

$$I_t = P_t - Q_{st} \quad (2)$$

$$S_{at} = S_{at-1} - I_t \quad (3)$$

$$T_p = D/2 + T_{lag} \quad (4)$$

$$T_{lag} = 0.6 T_c \quad (5)$$

$$Q_p = 0.2082 \times A \times \frac{r_e}{T_p} \quad (6)$$

여기서

T_p : 피크시간(hr), T_b : 기저시간(hr), T_c : 홍수도달시간(hr)

A : 유역면적(km²) r_e : 유효우량(mm), Q_p : 피크홍수량(m³/s)

2.2.1 SCS 무차원단위도

SCS무차원단위도는 CN 에 의하여 유효토양수분을 고려하여 유효우량을 추정하고, 단위시간 당 단위 유효우량에 의한 유출형태를 무차원단위도로 가정하고 피크시간과 피크홍수량을 식 (4), (6)에 의하여 구한다. SCS무차원단위도를 충남대학교의 시험유역인 방동저수지(대전광역시 유성구 세동 소재)에서 93년 8월8일에서 8월9일사이에 발생한 홍수사상에 적용한 결과는 그림. 4와 같다.

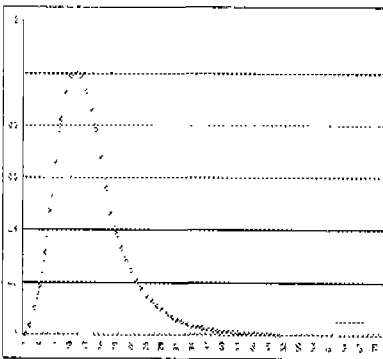


그림.3 SCS 무차원단위도

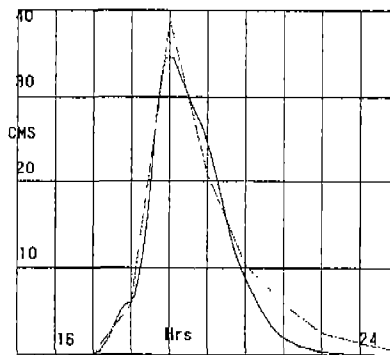


그림. 4 SCS 무차원단위도의 적용 예

2.2.2 모형의 보정

모형의 보정은 관측유출량과 추정유출량과의 차를 최소화시키는 매개변수의 값을 추정하는 과정이며 모의발생을 양호하게 하는 매개변수의 조합중에서 하나의 매개변수 조합을 선정하는 과정이다. 이 모형에서는 매개변수로 홍수도달시간 T_c 와 유역토양수분량 S_a 를 선정하여 SCS TR-55 와 DAWAST 모형으로부터 초기치를 결정하였으며 최적화기법의 하나인 Simplex 방법에 의하여 매개변수를 보정하여 홍수유입량을 예측하였다. 또한 최적화기법은 모형의 특성에 적합한 목적함수가 선정되어야 하는데 이 연구에서는 여러가지 목적함수중 HEC-1 모형에 사용되는 홍수부에 비중이 큰 형태인 다음식을 적용하였다.

$$F = \sum_i w_i \times [Q_o(i) - Q_e(i)]^2 \quad (7)$$

여기서, $w_i = (Q_o(i) - Q_e) / (2 \times Q_e)$

3. 모형의 적용 및 고찰

3.1 적용 대상

충남 예산군에 위치한 유역면적이 373km²인 예당저수지와 충남 논산시에 위치한 219km²의 유역면적을 가진 탐정저수지에 적용하였다. 예당저수지는 1989년, 1992년, 1995년 1999년에 발생 한 홍수사상을, 탐정저수지는 1995년, 1997년, 1998년에 발생한 홍수사상에 적용하였다. 매시간 매개변수 홍수도달시간과 S_a 값을 예측유출량과 실측유출량과의 오차를 줄이는 목적함수를 선정, 보정하여 홍수유입량을 예측하였다.

3.2 강우자료

예당저수지의 홍수유입량 예측에 사용된 강우량 자료는 1995년이전의 자료는 예당농지개량 조합 관리부의 협조로 상류유역 7개소의 강우관측자료를 구득하였고 1999년 자료는 내무부 방재시스템에서 실시간으로 자료를 전송받아 사용하였다. 탐정저수지의 강우자료는 금강홍수통제소의 협조로 논산시 양촌면의 시간별 강우자료를 구득하여 홍수유입량 예측에 자료로 사용하였다. 시간별 저수지 홍수유입량자료를 작성하기에 많은 어려움이 있었으며 내무부 방재시스템의 강우관측소 지베면적에서 탐정저수지 상류유역이 멀리 떨어져 있어 자료의 신빙성이 떨어져 유역의 중심부에 있는 양촌면의 강우관측소의 자료를 사용하였다.

3.3 관개저수지의 홍수유입량 예측

이 모형을 예당저수지와 탐정저수지의 홍수유입량 예측에 적용한 결과는 그림과 같다.

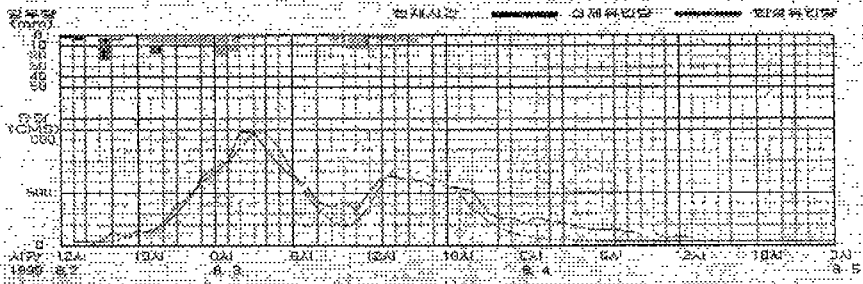


그림.5 1999년 8월2일~8월5일 예당저수지 실시간 홍수유입량 예측

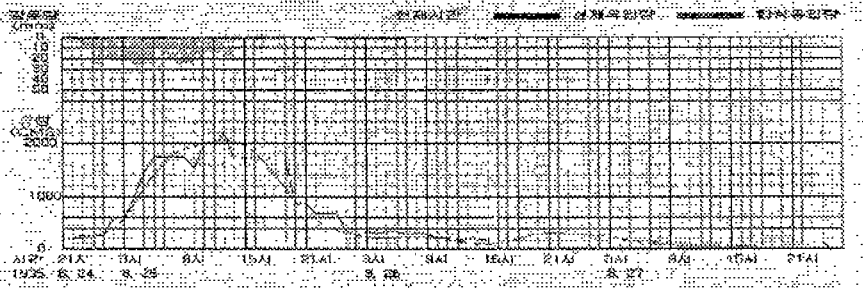


그림.6 1995년 8월23일~8월27일 예당저수지 실시간 홍수유입량 예측

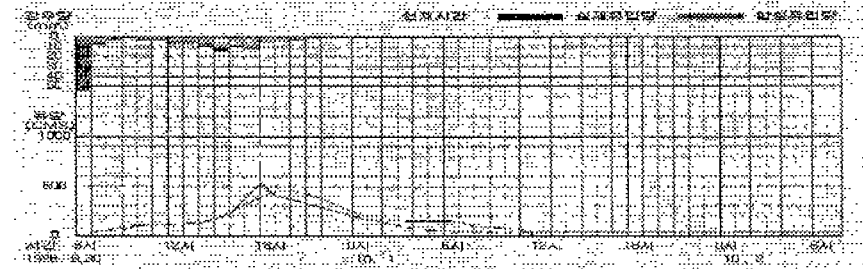


그림.7 1997년 9월31일~10월1일 담정저수지 실시간 홍수유입량 예측

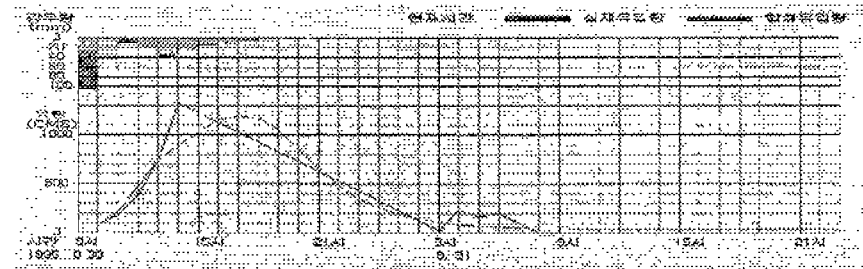


그림.8 1995년 8월30일~8월31일 담정저수지 실시간 홍수유입량 예측

4. 결 론

DAWAST모형으로 유역토양수분량을 추정하고 SCS TR-55 방법으로 홍수도달시간을 산정하여 매개변수의 초기치로 하고 최적화기법으로 매개변수를 보정해가며 홍수유입량을 예측하

도록 모형을 설정하였다. 이 실시간 홍수예측모형을 예당저수지와 탑정저수지에 적용한 결과 홍수유입량과 침투홍수량은 5%이내, 홍수도달시간은 1시간정도의 차이를 보였다. 이 연구에서는 매시간마다 실시간으로 저수지로 유입될 홍수유입량을 예측할 수 있어서 최적방류량 결정과 수문조작, 하류하천의 침수피해에 대해 신속하고 적절하게 대응할 수 있다. 또한 입력자료 구득이 쉽고 모형이 단순하여 전문적 기술과 경험이 없는 수문기술자도 쉽게 홍수관리를 수행할 수 있다.

참 고 문 헌

1. 농림수산부, 1994, 저수지 관리에 관한 연구, 충남대학교 농업과학연구소
2. 김태철, 노재경, 1991, 유역토양수분추적에 의한 유출모형, 한국농공학회지33(4)
3. 김태철, 박승기, 문종필, 1995, 유역토양수분추적에 의한 실시간 홍수예측모형, 한국농공학회지 37(4)
4. 이재형, 선우중호, 정동국, 홍수시 저수지 운영을 위한 시우량 모형, 한국수문학회지. 23(3)
5. 김선구, 최적화기법에 의한 저류함수 유출모형의 자동보정, 충북대학교 대학원 석사학위논문
6. 표영평, 중·소하천에서 홍수유출모형의 매개변수 추정, 조선대학교 대학원 박사학위논문
7. Richard H. Mc, 1982, Aguide to hydrologic analysis uisng scs methods
8. Ven Te Chow, 1964, Handbook of applied hydrology
9. SCS, 1986, Urban hydrology for small watershed, TR-55