

남 정 일
이 경 재
최 수 현
이 상 화*

한전 기술연구원
한전 기술연구원
한국동력자원연구소
한국동력자원연구소

1. 서론

수력발전소의 최적운용은 어느 기간에 댐에 유입되는 수자원을 효율적으로 사용하는데 있다. 즉,

- i) 평상시에는 유입되는 물을 전력수요변동에 대응하면서 화력발전과 협조하여 해당기간 중의 연료비를 최소화시키며,
- ii) 홍수기나 갈수기에는 각각 홍수피해의 경감과 용수확보가 가능하도록 운용하여야 한다.

이와 같은 물의 효율적 사용을 위하여는 근본적으로 각 댐으로의 물의 유입량이 정확히 예측되어야만 한다. 특히, 유입량의 변동이 많은 강우시의 유입량 예측은 일일 발전계획 및 주간 발전계획에 반영되어야 하며 급격한 증가가 예측될 때에는 홍수피해 경감을 위한 댐의 수문조작계획에도 참고된다.

본 연구에서는 강우시 댐으로의 물의 유입량을 예측 계산하기 위한 전산 모델을 개발하였으며 춘천댐을 대상으로 과거의 실측치와 비교분석하였다.

2. 예측이론 및 전산프로그램

유역에 내린 비는 유역의 피복상태 및 토양의 함수조건(含水條件)에 따라 부분적으로 손실되고 나머지는 하도로 유입된다. 이때 댐으로의 최종 유입량을 계산하기 위하여 여러 관련이론^{1,2)}이 개발되었으나 본 연구에서는 저류함수법을 사용하였다.

가. 유역의 저류량(S)과 유출량(Q)

강우에 의한 단위면적당 유출량(q)과 저류량(S)

은

$$r - q = \frac{dS}{dt} \quad (1)$$

$$S = Kq^p \quad (2)$$

여기서 r=유역의 평균강우량, K,p=유역의 저류상수. 유역에서의 시간별 총유출량은 다음과 같이 계산된다.

$$Q(t) = f \cdot q \cdot A / 3.6 + Q_B \quad (3)$$

식(3)에서 f와 A는 각각 유출계수 및 유역면적이며 Q_B는 기저유량으로서 강우가 시작하기 전 유역에서의 유출량을 말하며 전기 강우들에 의한 유역의 습윤상태에 의해서 값이 달라진다.

$$f = \begin{cases} f_1, & \sum r \leq R_{sa} \\ f_{sa}, & \sum r > R_{sa} \end{cases} \quad (4)$$

여기서 f₁=초기유출율, f_{sa}=포화유출율, ∑r=누가강우량(累加降雨量), R_{sa}=포화누가강우량.

한편 식(3)에서 계산된 유역유출량 Q(t)는 지체시간 T_b를 지나서 하도로 흘러들어간다.

나. 하도의 저류량(S)과 유출량(Q)

하도의 유출량은 다음과 같이 계산될 수 있다.

$$I - O = \frac{dS}{dt} \quad (5)$$

$$S = \begin{cases} KO^p - T_r O, & 0 \leq O_c \\ KO_c^p - T_r O_c + 0.5(O - O_c), & O > O_c \end{cases} \quad (6)$$

$$(7)$$

여기서 I=하도의 상류 유입량, O=하도의 유출량, S=하도의 저류량, K,p=하도의 저류상수, T_r=하도의 지체시간.

윗식에서 경계유량 Q_c는

$$Q_c = \left(\frac{T_r + 0.5}{KP} \right)^{\frac{1}{p-1}} \quad (8)$$

이상에서, 주어진 유입량에 따른 유출량 O가 계

산림지역에서와 마찬가지로 지체시간 도후에 하도 출구에서 유출된다. 시간별 총유입량 예측은 각림의 지형특성에 따라 구분된 유역과 하도에 대하여 앞에서 거론된 방법으로 각각 계산하여 합성하게 된다.

다. 전산프로그램

개발된 전산프로그램의 구성은 그림 1.과 같다.

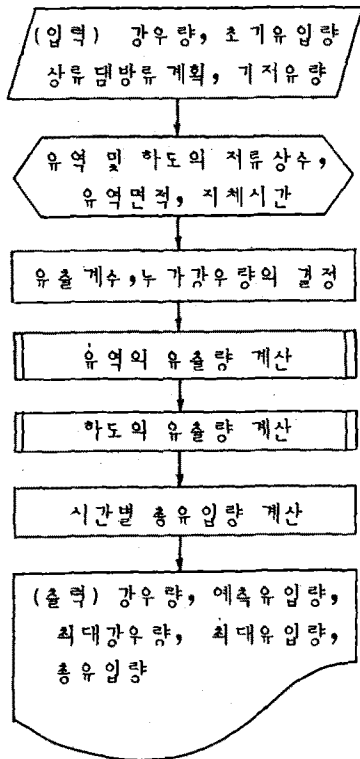


그림 1. 시간별 유입량 예측 계산 흐름도

3. 춘천댐

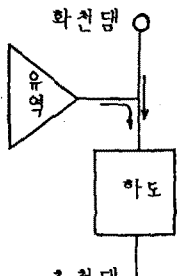


그림 2. 춘천댐 유역-하도 모형

춘천댐은 그림2에서 보는 바와 같이 한개의 유역(유역면적 $A=785.67 \text{ km}^2$)과 한개의 하도로 구분되며, 화천댐 방류량(사용수량포함)의 영향을 받는다.

○ 유역의 시간별 강우량 : 강우량 관측소

가 별도로 운영되지 않고 있어 춘천댐과 화천댐 강우량의 평균치 사용.

○ 기저유량(Q_B) : 실제로는 시간의 함수이나 본 모형에서는 강우 개시전의 춘천댐 유입량에서 화천댐 방류량(사용수량 포함)을 감한 값을 사용하였으며 상수로 간주.

○ 저류상수 및 지체시간 : 지형인자들에 의해 결정되는 값으로 과거의 실적자료를 분석하여 결정.

(표 1) 유역 및 하도의 저류상수

	저류상수		지체시간
	K	P	T
유역	26.9	0.293	0.824
하도	34.57	0.705	0

○ 유출계수 및 포화누가 강우량 : 유역에서 강우가 방출

으로 침투되는 정도를 나타내는 유출계수(E)와 포화누가 강우량(R_{sa})은 기저유량(Q_B)의 적경관계식으로 유도하여 산출.

그림3은 개발된 프로그램으로 과거의 강우량을 이용하여 계산한 결과(점선)와 실적유입량(실선)을 비교한 것으로 좋은 결과를 보여주고 있다.

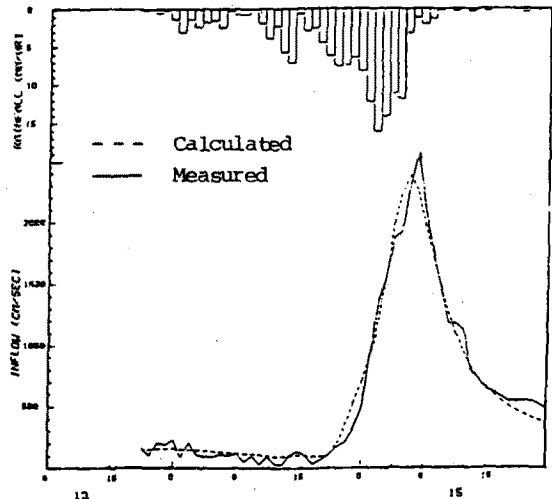


그림 3. 유입량계산 (82. 8. 13, 20:00 - 8. 15, 24:00)

4. 결론

유역면적이 적고 화천댐의 조절영향을 받는 춘천댐은 본인구의 예측계산모형으로서 비교적 좋은 예측결과를 얻을 수 있는 것으로 판단된다.

앞으로도 강우자료의 보완, 기저유량(Q_B)의 시간에 따른 변화와 각종 계수들의 실시간 계산등에

관한 연구가 보완되면 더 좋은 결과를 얻을 것으로 기대된다.

참고 문헌

1. R.K.Linsley, Jr. et al, Hydrology for Engineers, McGraw-Hill, Tokyo, 1975

2. 선우주호, 수문학, 동명사, 1983

3. 건설부, "충주 다목적댐 건설에 따른 한강 홍수예경보 프로그램 개선", 중간보고서, 1984