

## 大江流域큰물관리지원체계에 대한 연구

조명봉

수력발전소에서 장마철전력생산량을 늘이고 큰물피해를 막는 문제는 본질에 있어서 큰물관리를 최량화하는 문제이다. 이로부터 지난 시기 여러가지 큰물관리최량화수법들이 연구되었으며 큰물관리프로그램들이 개발되었다.[1-4] 그러나 개발된 큰물관리프로그램들은 다음과 같은 일련의 부족점들을 가지고있다.

첫째로, 큰물피해방지를 위주로 하면서 장마철전력생산의 최대화와 연간 또는 다년간 전력생산최대화문제와의 관계를 이론적으로나 실천적으로 원만히 해결하지 못한것이다. 즉 큰물조절을 기본사명으로 하는 저수지들의 큰물처리문제에 많이 치중하고있다.

둘째로, 운영중의 저수지큰물조절에서 실시간적요구를 충분히 반영하지 못하고 주로 큰물설계를 목적으로 한것이 대부분이다.

셋째로, 수력발전을 기본으로 하는 운영중의 대규모수력발전소들을 위한 큰물관리지원체제로 개발되어 적용되는 체계가 없는것이다.

수력발전소계통에서의 큰물관리지원체계개발의 선행연구정형에 대한 종합분석에 기초하여 우리는 운영중의 대규모수력발전소에서 매개 큰물과정과 장마철기간의 전력생산을 최대로 보장하면서 하류안전통과흐름량을 가능한것 만족시키며 동시에 연간 또는 다년간의 전력생산최량화도 보장하기 위한 큰물관리지원체계의 설계원리와 프로그램적기틀을 밝히는 것을 연구문제로 설정하였다.

이 문제는 최근에大江流域의 큰물관리와 관련하여 실시간관측자료전송체계가 비약적으로 개선되는 현실을 반영한것이다.

여기서는大江流域에 계단식발전소들이 건설되어 운영되는 현실에 맞게 큰물관리의 과학화, 정보화수준을 한계단 높이기 위한 연구에서 얻은 결과를 보기로 한다.

### 1. 큰물관리지원체계의 총설계와 모형구성

#### 1) 큰물관리지원체계의 총설계모형

大江계단식발전소저수지들중에서 큰물조종이 가능한 저수지는 2-12호발전소저수지들이다.

1호발전소저수지는 자연무덤이구조물로서 큰물시기의 인공조절은 1호발전소사용수량범위안에 있으며 그 량은 큰물시기 보잘것없다. 즉 기본큰물조절저수지는 2호발전소저수지이며 나머지 3-12호저수지들은 보조적역할을 한다. 저수지의 큰물최량관리공정의 큰물과정예측에서는 실시간관측강수량과 단기에보강수량, 중기에보강수량 등을 다같이 고려하면서 운동파모형과 단위과정선모형 등을 선택리용한다.

큰물집류과정예측결과를 리용하는 큰물최량조절계산공정에서는 실시간큰물조절과 단기, 중기에보에 기초한 큰물조절이 가능하게 하며 동적계획법과 립자무리탐색법, 유전알고

리듬을 선택리용한다.

큰물집류과정에측은 실시간 류역강수 및 저수지수위-방출정보에 기초한 실시간큰물과정에측과 기상수문국의 류역강수예보(단기 및 중기예보)에 기초하는 큰물과정에측으로 나누어지며 예측내용은 저수지들과 기타 주요지점(합류점 또는 수문관측점)들에 대한 자연류입량(어간류입량)이다.

최량조절방안탐색에서는 목표지점에서의 큰물수위최소화를 목적으로 하는 큰물조절저수지들의 최량방출량을 결정하는데 이때 강물길에서의 근사적인 큰물도달시간을 리용한다.

종합모의분석에서는 저수지들의 큰물조절과정을 조작하고 강물길에서의 큰물변화과정을 시공간수치해석으로 분석하는데 큰물지휘부 성원들의 경험적인 수문조작에 의한 큰물조절과정을 반영하여 최량조절방안탐색결과에 대한 세밀분석을 진행한다.

결심채택작성에서는 종합모의분석결과와 분석공정에 대한 7강큰물지휘부 성원들의 공통적인 견해를 확인하고 지령으로 확정하여 중앙지휘부의 승인을 받는 처리를 진행한다.

큰물지휘자료분석 및 결심채택지원프로그램의 원만한 가동을 보장하기 위한 자료통신 프로그램은 저수지자료통신프로그램과 기상수문자료접수프로그램, 큰물자료봉사프로그램으로 이루어진다.

저수지자료통신프로그램은 매 저수지에 설치된 자료수집기로부터 관측자료를 실시간적으로 수집하고 일정한 시간간격으로 저수지별시단평균값을 계산하며 결심채택지원체계에서 산출된 방출지령을 해당 저수지의 자료전송수집기에 전달하는 역할을 수행한다.

기상수문자료접수프로그램은 주요지점들에서 큰물시기 형성되는 자연류입량예보자료를 비롯한 기상수문국의 각종 관측 및 예보자료를 실시간적으로 수집하여 7강큰물지휘부의 자료기지에 구축하는 역할을 수행한다.

큰물자료봉사프로그램은 7강큰물지휘부에 구축된 시단평균관측자료와 지령자료들을 중앙큰물지휘부와 기상수문국 등 련관단위들에 봉사하는 역할을 수행한다.

## 2) 부분모형

### ① 큰물집류과정에측모형

큰물집류과정에측모형의 기본모형인 운동과모형의 방정식계는 비탈면에서의 류출과정계산모형과 강물길에서의 류출과정계산모형으로 이루어져있다.

이 모형들은 해석적인 방법으로 풀기 힘들다. 따라서 이 방정식들은 반음계차도식을 리용하여 수치계산모형으로 전환하여 풀이를 얻는다.

### ② 큰물최량조절방안탐색모형

큰물최량조절방안탐색문제에서는 반드시 대역적최량풀이를 얻어내야 하는데 이 문제를 해결하기 위하여 립자무리최량화(PSO)방법을 기초로 하여 대역적탐색능력이 강한 최량탐색프로그램모듈을 개발적용하였다.

### ③ 저수지계류출조절모의모형

저수지계류출조절모의모형은 혼합형저수지계에서의 개별적인 저수지들을 기본요소로 설정하고 저수지계의 류출조절과정을 통일적으로 모의분석하기 위한 모의모형이다.

### ④ 큰물흐름변형과정모의모형

큰물흐름변형과정모의모형은 비정상흐름1차원모형과 수문방출조건, 지류류입, 섬이

있는 경우의 내부경제점처리방법들로 이루어져있다. 물흐름운동의 기본방정식계는 물흐름련속방정식과 운동방정식으로 이루어져있으며 물흐름운동의 기본방정식계에 대한 수치계산은 프레이스만음계차도식을 리용하였다.

### 3) 프로그램설계

프로그램은 JAVA언어로 작성하여 조작체계에 의존하지 않게 하며 CPU 700MHz이상, RAM 128MB이상에서 동작할수 있도록 한다.

#### ① 큰물집류과정예측(운동과, 단위과정선, 지모파라미터)

갯강큰물집류과정예측프로그램은 갯강류역에 내린 강수량자료를 리용하여 갯강류역의 여러 지점들에서 큰물과정을 계산하는 프로그램이다.

이 프로그램의 기본기능을 보면 강수량접수기능, 실시간예보기능, 경향예보기능으로 구성되어있다.

또한 보조기능으로서 표자료, 그래프, 지도형식의 현시기능과 습윤지표와 강수과정선택을 위한 설정기능이 있다. 계산된 모든 큰물과정자료는 자료기지에 보관되며 큰물지휘결심채택을 위한 조절모의에 리용된다.

#### ② 큰물최량조절방안탐색

큰물최량조절방안탐색프로그램은 크게 큰물과정예보자료접수부분과 조절방안탐색부분으로 이루어져있다.

큰물예보자료접수부분에서는 예보의 종류(방향예보, 실시간예보)를 설정하고 예보자료의 원천을 지정한다. 또한 어떤 모형의 예보결과를 받아서 처리하겠는가를 설정한다.

조절방안탐색을 위한 조건설정부분에서는 탐색을 저수지들의 시각별방출량으로 하겠는가, 수문개방대수로 하겠는가를 설정한다. 다음 하류보호지점들의 안정상문제를 고려하여 상류지점들의 방출량을 제한하기 위한 제한량을 설정한다.

제한설정은 표준으로 되어있으며 방출량과 방출대수 두가지 경우에 각이한 값으로 설정할수 있다.

조절방안탐색결과현시부분에서는 해당 지점들의 류입과정과 조절된 방출과정을 표와 그래프를 통하여 현시하며 자료기지에 보관한다.

#### ③ 저수지조절 및 큰물변화과정종합모의분석과 결심채택지원자료출력

이 프로그램의 첫번째 대면부는 갯강저수지체계모의기초자료설정대면부이다.

여기서 필요한 모의자료들의 설정 및 변경을 진행하며 실시간전송자료들은 수정불가능으로 설정하였다.

모의가 진행된 다음 결과분석을 진행한다. 표 및 그래프분석, 화상 및 동화상에 의한 직관분석 등 여러가지 측면에서 필요한 분석을 진행하여 설정된 모의조건하에서의 큰물조절효과성을 평가한다.

결심채택안을 확정하여 자료기지에 전송하며 큰물지휘부 성원들의 각이한 견해를 반영하는 큰물조절재모의를 보장하면서 최종결심채택안에 대한 확정 및 지령작성, 봉사를 보장한다.

#### ④ 저수지자료통신, 기상수문자료접수, 큰물자료봉사프로그램

이 프로그램들은 자료전송과 자료기지관리를 담당하는 기능을 가진다.

## 2. 응용 및 결과분석

새로 설계한 큰물관리지원체계의 정확성과 효과성을 검토하기 위하여 두가지 경우의 큰 물과정을 놓고 분석하였다. 우선 2013년 7월의 큰물과정에 대한 강수량관측과 통보, 당시의 저수지수위상태와 수문조작과정을 그대로 재현하면서 새로 설계한 큰물관리지원체계의 정확성을 분석하였는데 이전의 기상수문관측통보수준에서 검토하였다.

다음 2014년 7월의 큰물과정에 대한 강수량관측과 통보, 당시의 저수지수위상태와 수문조작과정을 그대로 재현하면서 새로 설계한 큰물관리지원체계의 정확성을 분석하였는데 여기서는 새로 구축된 큰물실시간자료전송체계의 가동속에서 검토하였다.(표)

표. 2013년 7월과 2014년 7월의 무더기비과정에 대한 시험결과

지점	구분	큰물마루흐름량				큰물마루출현시간			
		관측값/ ( $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ )	예측값/ ( $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ )	절대오차/ ( $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ )	상대오차 /%	관측시간		예측시간	
Г	종전체계	1 720	1 164	556	32	7월 11일 16시	7월 11일 13시	3	
Л	종전체계	4 300	5 632	1 268	30	7월 12일 13시	7월 12일 13시	0	
평균		3 010	3398	912	31				1.5
1	새 체계	1 903	1 582	321	16.8	7월 26일 11시	7월 26일 12시	1	
2	새 체계	2 736	2 377	359	13.1	7월 26일 11시	7월 26일 13시	2	
3	새 체계	5 273	5 717	444	8.4	7월 26일 13시	7월 26일 13시	0	
평균		3 304	3 225	375	12.8				1

종전체계는 새로 구축한 강수통보체계의 30%이하 가동수준에서 강수량관측자료통보를 3h간격으로 보장한 경우에 해당하는 주요지점에서의 큰물집류과정에측결과이며 새 체계는 새로 구축한 강수량통보체계의 70%이상 가동수준에서 1h간격으로 강수량관측자료통보를 보장한 경우에 대한 예측결과이다.

한편 저수지큰물조절모의에서는 평균상대오차 2%이하의 정확성을 담보하고있으며 강물길큰물변형과정예측모의에서는 상대오차 3%의 정확성을 담보한다.

총적으로 평가하면 종전 강수량관측 및 통보조건 즉 30~70%의 자료보장조건과 3h간격의 통신보장하에서 큰물지휘부 성원들의 경험을 고려하지 않을 때 상대오차 30%정도, 새로 설치된 관측설비 및 통보체계의 100%가동하에서는 상대오차 12%미만의 정확성을 보장할수 있으며 여기에 큰물지휘부 성원들의 경험을 고려하면 상대오차 10%미만의 정확성을 보장할수 있다.

## 맺 는 말

큰물관리지원체계는 모형 및 프로그램구성에서 일반성을 띠고있으므로 다른 류역에서도 쉽게 도입할수 있는 가능성을 가진다.

큰물관리는 물자원의 합리적인 리용 특히 연간 전력생산보장에서 중요한 의의를 가지므로 앞으로 큰물관리지원체계에서 이 측면을 고려하는 문제를 보다 신축성있게 해결하는 것이 필요하다.

## 참 고 문 헌

- [1] 김병연; 기상과 수문, 2, 15, 농업출판사, 주체100(2011).
- [2] 조명봉; 정보기술을 리용한 물자원관리, 중앙과학기술통보사, 3~86, 주체91(2002).
- [3] S.K.Gupta; Modern Hydrology and Sustainable Water Development, Wiley—Blackwell, 20~69, 2011.
- [4] Elizabeth M. Shaw; Hydrology in Practice, Spon Press, 155~385, 412~457, 2011.

주체107(2018)년 1월 5일 원고접수

## Study on the Flood Management Support System in “太” River Basin

*Jo Myong Bong*

In this paper, we considered the research results for the flood management in “太” river basin where the stairstep hydropower stations were located.

The results consist of the total design model, the partial model, the calculation program and their operation results.

This flood management support system is able to suggest the decision for one cycle of flood within 10minutes.

Key words: stairstep hydropower stations, flood management support system