

전력계통에서의 다목적댐 수력발전계획

김승호, 고영환, 황인광
한국수자원공사 댐설비처

hydraulic-power generation of electricity plan of multi-purpose dam in electric power system

Kim Seung Hyo, Ko Young hoan, Hwang In Kwang
Korea Water Resources Corp. Dam Facilities & Generation Dept.

Abstract - To provide electricity power of good quality, it is essential to establish generation of electricity plan in electric power system based on accurate power-demand prediction and cope with changes of power-need fluctuating constantly.

The role of hydraulic-power generation of electricity in electric power system is of importance because responding to electric power-demand counts on reservoir-type hydraulic-power generation of electricity which is designed for additional load in electric power system. So hydraulic-power generation of electricity must have fast start reserve.

But the amount of water, resources of reservoir-type hydraulic-power generation of electricity is restricted and multi-used, so the scheduling of management by exact forecasting the amount of water is critical. That is why efficient hydraulic-power generation of electricity makes a main role on pumping up the utility of energy and water resource.

This thesis introduced the example of optimal generation of electricity plan establishment which is used in managing reservoir-type hydraulic-power generation of electricity.

1. 서 론

전력계통 운영에서 고려하여야 할 전력공급의 주요 과제는 크게 수요의 양적 충족과 공급되는 전력의 품질수준 유지를 들 수 있다.

수요의 양적 충족은 기본적으로 수요의 평균수준에 대응하는 설비규모와 시시각각으로 변화하는 수요량의 변동에 대응하는 능력으로 구별할 수 있다.

전력회사들은 짧게는 주야간의 시간대별 수요의 불규칙적 변동과 주기적 변동으로부터 요일별, 계절별 길게는 장기적인 전력계통수요의 변화에 대응하여야 한다.

이를 위하여 전력수요를 기저부하와 중간부하 그리고 첨두부하로 나누어 각기 다른 발전원의 운전특성을 활용하여 대응하는 것이 보통이다.

수력발전의 경우 기동과 정지가 용이하며 부하추종능력이 우수하므로 첨두부하용 전원(peak shaving units)으로 인식되고 있다. 그러나 경우에 따라서는 수력발전소가 자류식(run-of-river)으로 운영되어 기저부하용으로 쓰이는 이용될 수 없는 경우도 있으며 첨두부하용 설비로 활용되기 위해서는 소위 저수지식 수력발전이 아니면 안된다.

전력수요의 양적충족이라는 관점에서 볼 때 기저부하용 전원은 안정적으로 많은 양의 전력을 공급해줄 수 있는 능력과, 첨두부하용 설비의 경우는 속용성 있게 많은 부하변동을 흡수해줄 수 있는 능력이 있어야 한다.

따라서 저수지식 수력발전소는 오랜 시간 안정적으로 많은 전력을 공급해야하는 것이 아니라 짧은 시간이라도

큰 부하변동을 흡수할 수 있어야 하고, 항상 발전가능한 상태(저수확보상태)를 유지 해야한다.

전력의 품질은 크게 무정전과 전압 및 주파수의 유지로 나누어 생각할 수 있다. 정전의 경우는 주로 발전소나 송배전설비의 돌발적 고장이 문제가 되므로 예방정비를 통하여 해결할 수 있으며, 전압 및 주파수유지는 전력망의 지역별 부하와 공급의 균형을 얼마나 유지하느냐에 달려 있다.

특히, 고도의 정밀산업분야에서 중요한 문제가 되는 것은 전력의 주파수 조절 문제인데 주파수의 변동은 국지적인 것이 아니고 전력계통의 수요와 공급의 균형이 시시각각으로 변화함에 따라 영향을 받는다. 이 균형은 수요측면에서 대동력 부하의 기동 정지 등에 의하여 충격을 받을 수 있고 공급측면에서는 대규모 발전설비의 고장정지 등에 의하여 영향을 받을 수 있다.

이와 같이 불연속적인 대규모 수급불균형과 연속적으로 일어나는 불규칙 변동에 대응하기 위하여 전력계통에서는 항상 공급능력의 예비력을 확보하여야 하는데, 이는 가동중인 발전기의 최대출력을 다 이용하지 않고 남겨두는 spinning reserve와 짧은 시간안에 기동되어 계통에 병입될 수 있는 fast start reserve의 두가지로 나누어 생각할 수 있다.

spinning reserve로 운영되는 발전소의 경우는 감당할 수 있는 출력범위와 미세조절능력에 의하며, fast start reserve로 운영되는 발전기의 경우에는 계통에 갑작스러운 공급부족사태가 왔을 때 전력량을 극대화하면서 계통의 부담을 극소화하는 방향으로 이루어져야 한다.

이러한 능력을 갖추기 위해서는 저수지식 수력발전이 필수적인데, 저수지내의 수자원을 얼마나 효율적으로 사용하느냐에 따라 전력품질이 결정되는 것으로 정확한 예측 및 계획발전이 그만큼 중요하다 하겠다.

2. 본 론

2.1 수력발전계획의 개요

합리적인 다목적댐 수력발전소 운용계획 수립에 있어서는 수계에서 주어진 제한 제한조건의 범위내에서 예측된 하천 유출량을 이용하여 고리기간의 전력 및 용수수급상의 요청을 최대한 살리고, 하천 유지용수, 댐하류 용수공급량 및 홍수조절을 위한 제한수위 등 각종 제약조건을 만족하는 공급신뢰도를 최대로 하는 동시에 추후 전력 및 용수 공급력의 안정적인 확보를 위해 수력발전소 사용수량을 결정하는 것이다.

① 구체적으로 수력발전소 운용계획에 있어서는 다음 각 항을 검토하여야 한다.

[수급상의 요청]

- 최대 수요전력에 대한 첨두 발전
- 하류발전소의 갈수를 보급하기 위한 보급방류(연접수계의 최상류에 위치하고 있는 경우)
- 전력계통 운전예비력으로서의 기대
- 전력계통 주파수 조정 운전

[계약 조건]

수문특성상 규칙, 댐관리, 용수공급등에 관한 계약을 기초로

- o 생·공·농업용수 등을 위한 책임방류량 및 유지수위
- o 홍수조절을 위한 수위조정
- o 상·하류의 상황(수계특성, 하천상황에 의한 방류제한 사용수량 변동 제한)
- o 유량의 특성(풍·갈수의 출현 확률)

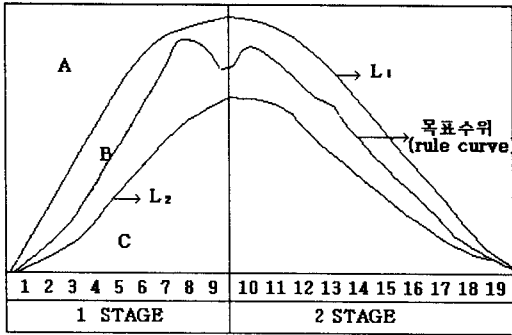
② 다음으로 대표적인 연도(평수년, 과거의 평균 유량 등에 의한)의 과거 유입량, 사용수량 등을 사용하여 ①의 각 조건을 만족하는 수위계획, 용수공급력을 순,월별 정도 단위로 검토한다.

③ ②의 계산결과를 기초로 저수지 사용수량 규칙을 작성한다.

저수지 이용규칙은 대체로 목표수위 및 기존사용수량을 정하고 하류 발전소의 하천유출량을 고려하여 발전소가동율을 높이는 규칙을 추가하는 경우도 있고, 저수지, 하천유출량의 특성, 수계계통의 용수수요 변동특성 등에 의해서 연구되고 있다.

④ ③의 저수지 사용규칙에 근거하여 과거 매일의 사용수량 실적을 산정한 후 수위-전수비, 수위-최대사용수량, 최대출력 상관관계 추이를 검토하여 발생전력량을 산정한다. ①의 각 조건을 검토하여 <그림1>과 같이 저수지 사용규칙을 확립한다.

저수지 사용규칙을 작성할 경우에는 필요한 전력수급계약을 유지하고 전력원가를 최소화 하는 배려가 필요하며 장래 출수예측 오차등을 충분히 고려하는 연구가 필요하다.



< 그림 1 > rule curve

- A : 최대발전영역
- B : 전력수급상 사용수량을 결정하는 영역(단, 중부하 및 갈수기 용수공급에 대비하여 목표수위에 가깝게 운용한다.)
- C : 침투부하(하류용수 공급포함) 발전등을 제외하고 최대한 수위를 확보하는 영역
- L1 : 여수로 방류를 억제하므로써 수자원을 효율적으로 조절할 수 있는 상한수위
- L2 : 최갈수년도의 공급능력 확보를 위한 제한수위
 - 1 STAGE : 홍수기(6/21~9/20)
 - 2 STAGE : 갈수기(9/21~6/20)

2.2 발전계획의 계산

2.2.1 계산개요

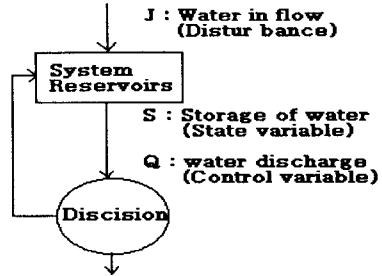
다목적댐 수력발전소 운용계획의 의사결정은 <그림2>와 같이 몇 개 저수지를 포함한 수력계통 이라고 하는 계의 제어문제로 해석하여 계를 지배하는 미분방정식은

$$\frac{ds(t)}{dt} = Q(t) - J(t) \dots\dots\dots (1)$$

S(t) : 저 수 량 (m³)

Q(t) : 사용수량 (m³/sec)

J(t) : 유 입 량 (m³/sec)



< 그림 2 > Reservoir System

저수지의 미분방정식 (1)는 다음과 같이 상태변화로 바꿔 쓸 수 있다.

$$S_{i+1} = T (S_i, Q_i, J_i) = S_i - Q_i + J_i \dots\dots\dots (2)$$

에서 수력발전소 운영문제는 기간별 다단결정 과정으로 해석하여 t=0에서 T까지를 N등분 한다. 즉 전체시간을 T/N으로 계속적인 구절로 생각하면

$$S_{i+1} = \frac{S(t_{i+1})}{T/N}$$

: 시간 ti+1 은 저수량을 시간대의 길이로 나눈 값으로 m³/sec가 된다.

$$S_i = \frac{S(t_i)}{T/N}$$

: 어떤 시간 ti에 저수량을 시간대의 길이로 나눈값으로 m³/sec가 된다.

$$S_i = \frac{1}{T/N} \int_{t_i}^{t_{i+1}} J(t) dt$$

: 시각 ti에서 ti+1까지의 간격의 평균 유입량(m³/sec)

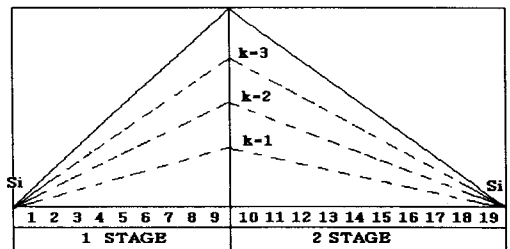
$$Q_i = \frac{1}{T/N} \int_{t_i}^{t_{i+1}} Q(t) dt$$

: 시각 ti에서 ti+1까지의 간격의 평균 사용수량(m³/sec)

우선 유입량 J_i가 정해져 있는 것으로 결정과정중 제어량을 결정하는 것은 SP(S₁, S₂, S₃ ... S_i ... S_N : Q₁, Q₂, Q₃ ... Q_i ... Q_N)으로 이것은 어느것이나 Vector 량으로 계속하여 불확실한 유입량의 영향하에 있다. 현재부터 미래의 어느 시점까지 기간동안 2.1장에서 언급한 제반량을 충족하는 조건에서 제어를 행하지 않으면 안된다.

즉 다목적댐 저수지는 댐하류의 농업, 생·공 용수 수요에 의한 제한적 책임방류량과 홍수조절을 위한 제한수위 저수지의 제한 등 제약조건이 많다.

본 장에서는 유입량 J(t)는 확정적으로 주어지는 것으로 취급하여 <그림3>과 같이 수계 일괄 시스템에 의한 수급계획을 1개댐의 문제로 취급하며 초기저수량 S_i(K)



< 그림 3 > 저수량 합성도

와 목표저수량 $S_0(K)$ 정수로 취급하면 개략적인 기준사 용수량 $Q_0(j)$ 를 결정할 수 있다.

$$Q_0(j) = \frac{\sum_{k=1}^j \sum_{l=1}^k S_l(k) + \sum_{k=1}^j \sum_{l=1}^k F_l(k) - \sum_{k=1}^j \sum_{l=1}^k S_0(k)}{n \times j} \quad (3)$$

단, $k = 1, 2, 3 \dots n \rightarrow$ 대수
 $j = 1, 2, 3 \dots n \rightarrow$ 기간
 $F_l =$ 유입량 (m^3)

여기서 기준사용수량 $Q_0(j)$ 에 의한 전력공급량 P_j 는
 $P_j = Q_0(j) \times R_t \times (1 - \delta) \quad (4)$

전 기간의 공급량 누계 TP는

$$TP = \sum_{j=1}^n P_j \quad (5)$$

에서 각 수력발전소 전력수급계약에 의한 연간 공급기준 량 SP에 대하여 공급량 누계는 오차허용폭 $2\Delta\delta$ 에 수렴하여야 하는데 <그림4>와 같이 초기 산정치 TP_i

$$TP_i = \left(\sum_{j=1}^i Q_{Dj} \times R_T \times (1-\delta) \right) \quad (6)$$

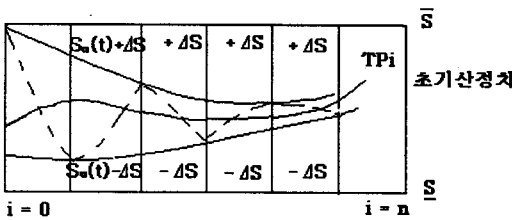
단 : $i =$ interval

가 SP에 대하여 오차허용폭 $2\Delta\delta$ 의 증가이 있을 경우 목적저수량 $Q_0(t)$, 시간(state)에서 허용범위 $2\Delta\delta$ 에 의 해 TP_i 는 반복 계산되며 $Q_0(t)$ 시각에서의 (\bar{S}_0, S_0)는

$$\bar{S}_0(t) = S_0(t) + \sum_{i=1}^n \Delta S$$

$$S_0(t) = S_0(t) - \sum_{i=1}^n \Delta S \quad (7)$$

로 SP에 수렴하여 기준사용수량 Q_D 에 대한 수력발전소 초기 운용계획을 계산할 수 있다.



< 그림 4 > 저수지 증분 계산

2.2.2 수식모형

2.2.2.1 사용수량

우리나라의 강우특성이 7, 8, 9월에 65%이상 편중되어 있어 홍수기간동안 수력발전소 여수로 방류량 및 발전사 용수량은

$$S_{j+1} = S_j + F_{ij} - Q_{Dj} - Q_{Wj} \quad (8)$$

$$Q_{Wj} + Q_{Dj} = F_{ij} - (S_{j+1} - S_j) / T_j \quad (9)$$

단, $T_j = j$ 기간의 시간 interval

여기서 Q_{Dj}/T_j 는 수차의 특성상 Governor Full Open 시의 최대치 Q 와 수차출력의 하한 Limit시의 최소치 Q 에 대하여 (Q, Q)의 폐구간 집합 Q 의 요소가 되어야 한다.

또한 Q_{Dj} 는 j시간대 댐하류 용수수량 Q_{Rj} 의 개구간 집합

$$Q_{Dj} \in Q_{Rj} \quad Q_{Dj} = Q_{Rj} \quad (10)$$

이어야 하므로 Q_{Dj} 와 Q_{Wj} 는 아래와 같이 결정된다.

$$\textcircled{1} F_{ij} - (S_{j+1} - S_j) / T_j > Q$$

$$Q_{Dj} = Q$$

$$Q_{Wj} = \{ F_{ij} - (S_{j+1} - S_j) / T_j \} - Q_{Dj} \quad (11)$$

$$\textcircled{2} Q_{Rj} < F_{ij} - (S_j + 1 - S_j) / T_j < Q$$

$$Q_{Dj} = F_{ij} - S_{j+1} - S_j / T_j$$

$$Q_{Wj} = 0 \quad (12)$$

$$\textcircled{3} Q_{Rj} > F_{ij} - (S_{j+1} - S_j) / T_j > Q$$

$$Q_{Dj} = Q_{Rj}$$

$$S_{j+1} = S_j + F_{ij} - Q_{Rj} \quad (13)$$

2.2.2.2 전수비

수차발전기의 이론 출력은

$$P = 9.8 QH\eta T\eta G$$

에서 $\eta T\eta G$ 는 사용수량과 낙차와 함수이므로 저수 지 수위 변동에 따른 비례로

$$D(S_j) = P_j / Q_j \quad (14)$$

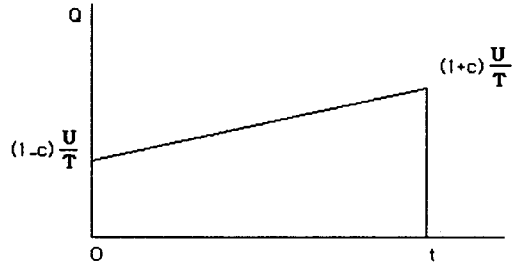
단, P_j : j 시간대의 발전기 출력(k/W)

Q_j : j 시간대의 용수율(m^3/sec)

S_j : j 시간대의 저수량 (m^3)

$D(S_j)$ 저수량 S_j 일 때 전수비 ($kW / m^3/sec$)

저수지에서 j시간대에서 j+1시간대 사이의 수위 변동에 따른 용수율 Q_j 를 살펴보면 Q는 고정적이 아니고 <그림 5>와 같이 변화한다는 것을 알 수 있다.



< 그림 5 > 용수율 변화 특성

① 발전소 출력 및 사용수량 제한

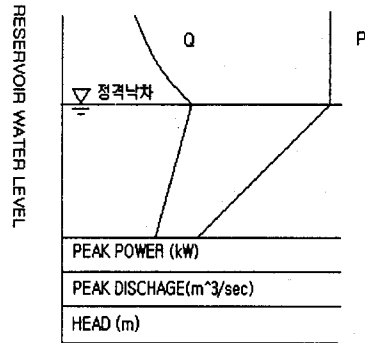
수력발전소 이론 출력 P_{sm} 는

$$P = 9.8 QH \eta T \eta G \quad (19)$$

에서 $\eta T \eta G = Y$ 로 할 경우

$$P_j = T (Q_j, H_j, Y_j) \quad (20)$$

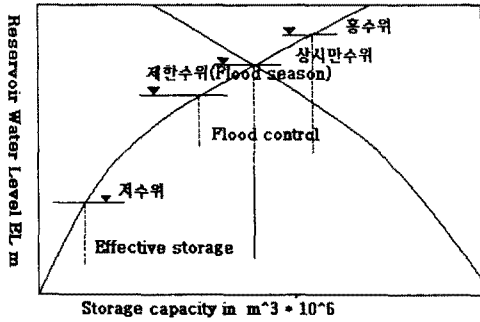
로 Guide Vane Full Open시의 P와 Q, H는 정압력 수 두에 의한 단조 증가함수로 <그림6>과 같이 나타낼 수 있다.



< 그림 6 > 출력대 사용수량 특성 곡선

$$\text{발전출력은 } P < P_t < P \quad (21)$$

$$\text{발전소사용수량 } Q < Q_t < Q \quad (22)$$



< 그림 7 > 저수용량 curve 특성

② 저수지의 제한

각 발전소 저수지의 용량 curve는 <그림7>과 같이 저수위, 상시만수위, 홍수기 제한수위로 표시한다.

저수량 제한 $S < S_t < S$ (23)

수위 제한 $H < H_t < H$ (24)

여기서 상시만수위 유효저수량 S_X 와 저수위 유효저수량 0 에서 Q_{Dj} 는 $(0, S_X)$ 의 폐구간 집합 S_N 에 속해야 한다.

$Q_{Dj} \in S_N$ (25)

2.2.3 목적함수 모형

① 초기 입력 조건

목적을 위한 계산의 수준은 홍수기와 갈수기로 구분하여 계산한다.

계산을 위한 초기입력조건은 홍수기전 갈수기의 최저수위를 결정하여 입력한다.

년간을 통한 저수지 최저 확보 저수량 S_i 는

$S_i = S_{min} + Q_R$ (26)

단, $H_i = D(S_i)$

② 연접수계 발전소 목적 함수

수계의 직렬로 연접된 발전소는 상류에 위치한 발전소가 하류 발전소의 갈수를 보충해 주는 보급방류가 필요하다.

어느 기간동안 저수지의 사용수량이 주어졌을 경우 저수지의 수위변동 영향을 고려할때 유입량-사용수량-수위관계에서

$R_j - Q_j - A_j \cdot \frac{dH_j}{dt} = 0$ (27)

대상기간 중에서 총 사용수량이 일정하다는 조건하에서 대상기간의 최초 및 목적 수위가 결정되면

$H_i = 0$ 일정
 $H_f = T$ 일정 (28)

에서 공급계획의 조건식은

$P_T = \sum_{i=1}^n P_i + \sum_{i=1}^n P_{Li} - \sum_{i=1}^n P_{Ri}$ (29)

으로 기간내의 총사용수량 일정조건으로

$Q_{Tj} = \int_0^T Q_{jd} dt$ (30)

발전계획의 문제는

$r_j \frac{dQ_j}{dP_{hj}} \frac{1}{(1 - \frac{\partial L}{\partial P_{hj}})} = r_i \frac{dQ_i}{dP_{hi}} \frac{1}{(1 - \frac{\partial L}{\partial P_{hi}})} = \lambda$ (31)

수력특성식

$Q_j(t) = AP_j(t)^2 - BP_j(t) + C$ (32)

위 두식에서 $P_j(t) = ((\lambda(t) / r_j) = b_j) / (2a_j)$

$Q_j(t) = \lambda(t)^2 / (4a_j r_j^2) - b_j / (4a_j) + C_j$
 고려기간의 24시간 동안 발전기가 운전하고 있고 또한 상한 값에 위반하고 있지 않은 경우는

$Q_j = \sum_{t=1}^{24} Q_{jt}(t) = \sum_{t=1}^{24} \lambda(t)^2 / (4a_j r_j^2) - 24(b_j / (4a_j) - c_j)$ (33)

$r_j = \sqrt{\sum_{t=1}^{24} \lambda(t)^2 / (4a_j b_j)}$

$D_j = Q_{Rj} + 24(b_j / (4a_j) - c_j)$

$Q_j(t) = P_j \cdot R(t) - E_j$ (34)

$R(t) = \lambda(t)^2 / \sum_{t=1}^{24} \lambda(t)^2$

$E_j = b_j^2 / (4a_j) - c_j$ (35)

여기서 $R(t)$ 는 각 시간대에 있어서 사용수량의 배분비를 결정하는 것이다. 이 배분비에서 사용수량은 λ 의 상대적인 크기에 의하여 정하는 것으로 예를 들면 각 시간대의 λ 를 d 배로 해도 배분비는 변하지 않는다. 사용수량을 파라메타로 하고 일괄적으로 정해지는 것은 (33)식에서 표시한다. 연접수계에서의 전사용수량 (30)은 조정지 사용수량에서 상류발전소 사용수량 및 지류 유입량의 합계이다.

2.2.4 연접수계 발전소 계산모형

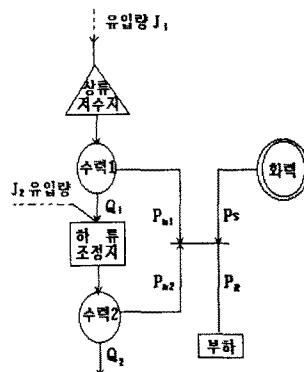
수화력 병용계통에서 1개의 수계에 2개의 수력발전소가 있는 경우 <그림8>과 같이 수력기 2개와 화력기 1개의 문제로 간략화할 때 상류의 발전소에서 하류의 발전소까지 유입량의 지연시간을 무시할 경우, 경제 운용의 조건식은 수급균형 조건식에서

$P_s + P_{h1} + P_{h2} - P_R = 0$ (36)

고찰기간을 T 라 할 경우 이 기간내의 총사용수량이 일정하다는 조건에서 아래 식이 성립된다.

$W_1 = \int_0^T Q_1 dt$

$W_2 = \int_0^T (Q_2 - Q_1) dt$ (37)



P_s : 시

각 t 에서의 화력기출력

P_{h1} : 시각 t 에서의 수력기출력

P_{h2} : 시각 t 에서의 수력기출력

P_R : 시각 t 에서의 전력부하

W_1 : 시각 t 에서의 총사용수량

W_2 : 시각 t 에서의 총사용수량

Q_1 : 시각 t 에서의 사용수량

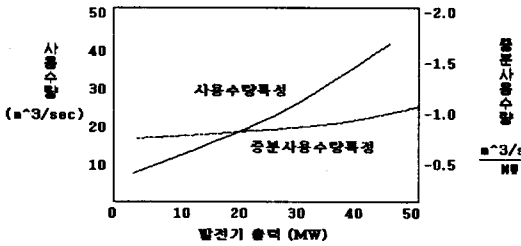
Q_2 : 시각 t 에서의 사용수량

< 그림 8 > 수화력 계통

이상의 조건에서와 같이 대상기간중의 화력발전기의 총 연료비를 최소로 하는 조건식은 라그랑지의 미정계수법 및 변분법을 사용하여 아래와 같이 구한다.

$$\frac{dF}{dP_s} = (r_1 - r_2) \frac{dQ_1}{dP_{H1}} = r_2 \frac{dQ_2}{dP_{H2}} = \lambda \dots (38)$$

여기서 r_1 및 r_2 각각 상류 및 하류발전소의 총사용수량 일정조건에 대하여 라그랑지 미정계수에서 상하류발전소의 물의 증분 단가이다.



< 그림 9 > 수력기의 사용수량 및 증분사용수량 특성

$$\left. \begin{aligned} r_1 - r_2 &= r_A \\ r_2 &= r_B \end{aligned} \right\} \dots (39)$$

이러면, (38) 식에서

$$\frac{dF}{dP_s} = r_A \frac{dQ_1}{dP_{H1}} = r_B \frac{dQ_2}{dP_{H2}} = \lambda \dots (40)$$

로 수화력 병용계통에서의 연결수계 협조방정식이 성립된다

즉 연결수계의 경제운용은 상하류 발전소가 총사용수량이 일정조건을 만족하는 각각에 일정한 증분사용수량 단가에서 운용하는 것으로,

충주수력을 예로들 경우, 상류에 충주 제1수력과 하류에 충주제2수력이 1수계에 연결하여 운영하는 수력발전소로서 충주제1수력은 정격낙차 57.5 m에서 1 unit당 197 m³/sec 사용수량으로 4×100MW 시설용량을 갖는 2.6시간 침투 발전소이고 충주제2수력은 정격낙차 9.2 m에서 1 unit당 75.3 m³/sec 사용수량으로 2×6,000kW 시설용량을 갖는 24시간 기저수력발전소로서 <그림 10>과 같이 충주제1수력 침투발전사용수량 Q_1 과 제2수력 지류유입량 Q_2 를 일정방류 (발전방류+여수로방류)로 조절하는 방류량 Q_0 는

$$\begin{aligned} Q_0 &= q(d) + \frac{10 \times 10^6}{3,600 \cdot (24-t)} \\ &= q(d) + \frac{2780}{24-t} \dots (41) \end{aligned}$$

로 나타낼 수 있으며 충주제1수력의 사용수량 Q_p 는

$$Q_p = p(d) + q(p) - \frac{10 \times 10^6}{3,600t} = q(d) + q(p) - \frac{2,780}{t} \dots (42)$$

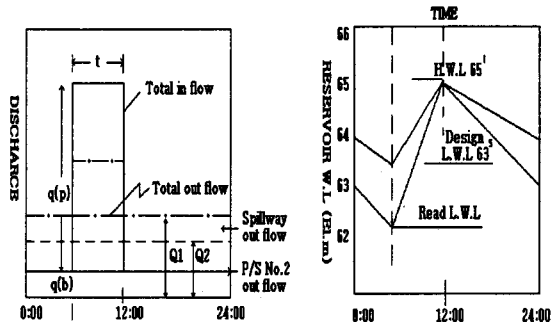
상기 41식에서의 Q_0 는 j시간대의 남한강 하류 용수 필요량 RRI의 부등식 제한조건의 개구간 조합이어야 한다.

$$RRI_j \in Q_{0j} \dots (43)$$

여기서 충주제2수력의 저수용량이 $26 \times 10^6 m^3$ 이므로 충주제1수력 침투 방류에 대한 공용량 V는

$$V = q(p) \cdot \left(t - \frac{t^2}{24} \right) \times 3,600 \dots (44)$$

로 나타낼 수 있다.



- 단, $q(b)$: 조절지 지류유입량(m^3/sec)
- Q_1 : $Q_2 +$ Spillway Out Flow (m^3/sec)
- Q_2 : 충주제2수력 사용수량(m^3/sec)
- $q(p)$: 충주제1수력 사용수량(m^3/sec)

< 그림 10 > Discharge Regulation

3. 결 론

본 연구는 현업에 종사하면서 수력발전소의 발전사용수량을 결정하는 알고리즘을 수학적방법으로 요약 설명하였다.

다목적법의 여러기능을 만족하는 최적화이론은 수학적 연구가 발전되면서 최적의것을 수학의 해로서 구하고 있으며, 수학의 해에 의해 계획을 결정하는 방법을 수리계획법(Mathematical Programming)라 불리우는 경우도 있다.

이러한 방법으로 극치법(EP법), 탐색이론(ST법), 선형계획법(LP법), 비선형계획법(NP법), 동적계획법(DP법), 변분법(VP법), 최대원리법(MP법)등의 기법이 있으나 이는 어디까지나 수학적 이론이므로 우리나라 다목적법의 적용에 있어서는 국토지형, 문화적 차이, 경제수준등을 고려한 물리적, 사회적인 개념을 조합한 계획모형을 수학적이론을 바탕으로 제 정립해야 한다.

최근 수자원개발의 어려움, 기상이변 속출등으로 기개발된 수자원의 효율적 이용이 상당히 요구되고 있는 실정으로 효율의 극대화는 계획과 실제운영의 시행착오를 얼마나 줄여느냐 하는 것에 달려 있다.

전력기술인의 한사람으로 다목적법 수자원의 이용의 극대화하는 문제는 정확한 계획에 의한 수력발전이 달려있고, 이에 따라 전력계통의 안정화 및 양질의 전력수준유지가 가능하리라 생각한다.

[참고문헌]

- [1] 한국수자원공사 "발전계획전산화 보고서" 1985.4
- [2] 한국수자원공사 "충주수력발전소 최적계획에 관한 연구보고서" 1987.12
- [3] 한국과학기술원, 한국수자원공사 "다목적법 수력발전의 경제성평가 및 전력요금 산정방안에 관한 연구" 1994.1
- [4] 한국수자원공사 "발전계획이론습득을 위한 수리계획법 연구" 1994.12
- [5] 한국수자원공사 "실시간물수지 분석에의한 다목적법 운영관리방안" 1998.12