

< 論 文 >

홍수시 충주댐 運營方案의 比較檢討
 (A Comparative Study of Reservoir Operations
 for Flood Control of the Chungju Dam.)

이 길 성*
 Kil Sung Lee
 정 동 국**
 Dong-Kug Chung

Abstract

To develop a simulation strategy of multi-reservoir operation in flood season, the single dam operations method for the Chungju dam are investigated in the Han river basin. Thus, spillway rule curve, rigid ROM, and linear decision rules are applied for flood control operations, subject to the restrictions imposed by the river and the reservoir characteristics. The storage and release characteristics of each operation scheme for the design flood are compared with simulation technique and control/utility efficiencies for several floods are calculated. The variation of control coefficients with respect to the return period are also examined. As the results of this comparative study, the optimal operation method can be selected in terms of the magnitude of flood. With inflow forecasting, the flood control operation can be greatly improved by variable coefficients rigid ROM and linear decision rules.

要 旨

홍수시 한강수계 댐群의 Simulation에 의한 연계 운영방안을 개발하기 위하여 충주댐 단일 운영 방안들을 비교 검토한다. 따라서, 本 論文에서는 저수지 및 하도 특성을 고려하여 수립된 제약조건과 빈도별 유입량 자료를 사용하여 Spillway rule curve에 의한 방안과 Rigid ROM, 그리고 Linear Decision Rule에 의한 방안을 수립하였다. Simulation에 의하여 각 운영방안의 설계홍수에 대한 저류 및 방류특성을 비교하고, 여러가지 빈도에 대한 조절율 및 이용율을 산출하였으며, 조절상수의 설계빈도에 따른 변화를 검토하였다. 이와같은 비교검토 結果, 홍수크기에 따른 최적방안을 제안하고, 유입량의 예측에 따른 조절상수의 산정에 의하여 Rigid ROM과 Linear Decision Rule에 의한 방안 적용의 효과를 개선할 수 있다.

1. 序 論

댐의 운영방안을 조작기간 단위의 측면에서 分類하면 용수공급이나 發電등의 利水 關係에서 장기운영방

안^(3,5,6)(Long-term Operation)과 홍수시의 治水 關係에서 단기운영방안^(9,10,19)(Short-term Operation)이 있고, 댐의 構成면에서는 단일댐 운영방안^(5,18)(Single Reservoir Operation)과 댐군의 연계 운영방안^(3,8,12,18)(Multi-reservoir Operation)으로 분류한다. 운영방안의

* 서울대학교 공과대학 토목공학과 조교수
 ** 서울대학교 공과대학 토목공학과 박사과정

해석방법에는 線型計劃法^(7,8,19)(LP), 動的計劃法^(4,6,7,8)(DP), 그리고 非線型計劃法⁽⁷⁾(NLP) 등과 같은 최적화(Optimization)기법과 Simulation 기법이 있다. 남한강에 多目的댐인 충주댐이 今年末 完工됨에 따라 북한강의 소양강댐과 함께 洪水期(6~9月)에 Simulation에 의한 이들 댐의 연계운영방안 개발을 위하여 충주댐 단일 운영방안을 비교 검토한다.

本 論文에서는 短期·單一댐 운영방안에 관한 것으로 충주댐 및 저수지의 특성과 下流河道의 通水能등을 고려하여 수립된 水理·水文學的 制約條件과 충주댐의 빈도별 流入量 資料中, 여수로의 洪水流入水文學曲線(200년 설계빈도)을 使用하여 既 開發된 Spillway Rule Curve⁽¹⁴⁾ (SRC)에 의한 방안과 現在 소양강댐 運營方案인 Rigid ROM⁽¹⁾, 그리고 Linear Decision Rule^(11,13)(LDR)에 의한 방안에 대하여 Simulation 기법을 적용하였다. 또한 各 運營方案을 여러가지 빈도(재현기간 5년~P

MF)의 유입수문곡선에 대하여 민감도 분석을 하여 洪水時 충주댐의 운영방안을 비교 검토하였다. 그러나, 하도 및 저수지의 洪水追跡에 의한 남·북한강 合流點의 유량을 고려한 分析은 본 연구에서 제외하였다.

2. 水理·水文學的 制約條件의 樹立

2.1. 流入量 資料

충주댐의 빈도별 유입수문곡선 자료는 1917~76년 사이의 부분시계열(Partial Duration Series) 홍수량 자료를 사용하여 빈도 분석한 충주댐 설계보고서⁽¹⁷⁾의 결과중, Gumbel 방법에 의한 것은 표 2.1과 같고, 여수로 설계홍수($T_r=200$ 년 빈도)는 그림 2.1과 같다.

각 빈도별 유입수문곡선은 PMF 수문곡선의 중거를 첨두유량 I_p 의 비로서 산정하고 첨두유량 발생시간 T_p 는 고정된 常數로 취급하였다.

표 2.1. 빈도별 첨두유량

| | | | | | | | | |
|-----------------------------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Tr(yr.) | 5 | 10 | 25 | 50 | 100 | 200 | 500 | PMF |
| I_p (m ³ /sec) | 7490 | 9160 | 11300 | 12900 | 14400 | 16000 | 18000 | 26680 |

표 2.2. 저수위에 따른 저류량 및 방류량

| 제 약 조 건 | 저수위 H(m) | 저류량 S(×10 ⁶ m ³) | 방류량 O(m ³ /sec) | 비 고 |
|---------------------|----------|---|----------------------------|--------------------------------|
| Spillway Crest | 126.0 | 1200.0 | 0.0 | 홍수 조절 용량 600Mm ³ |
| 제한수위 | 138.0 | 2027.0 | 7627 | |
| 지정수위 ¹⁾ | 139.5 | 2158.0 | 9147 | |
| 홍수위 | 145.0 | 2627.0 | 16000 | |
| Dam Crest | 147.5 | 2909.0 | 19500 | 참고문헌 2 |
| 무해방류량 | 130.4 | 1482.0 | 1500 | |
| 한계방류량 ²⁾ | 141.8 | 2373.0 | 11900 | |

주 1) 홍수발생시 홍수조절 시작 수위

2) 댐 하류하도의 제방설계 유량(100년 빈도)

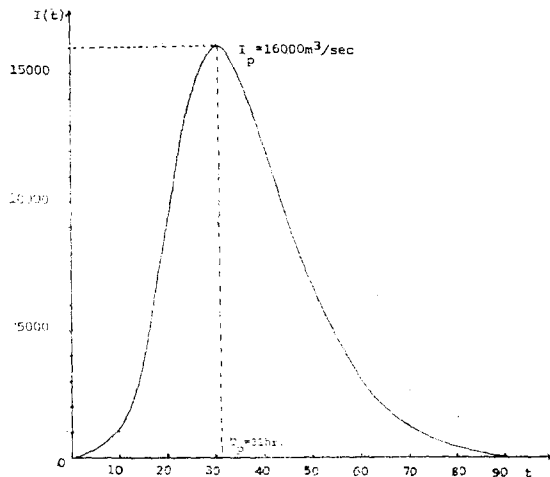


그림 2.1. 200년 빈도 유입수문곡선

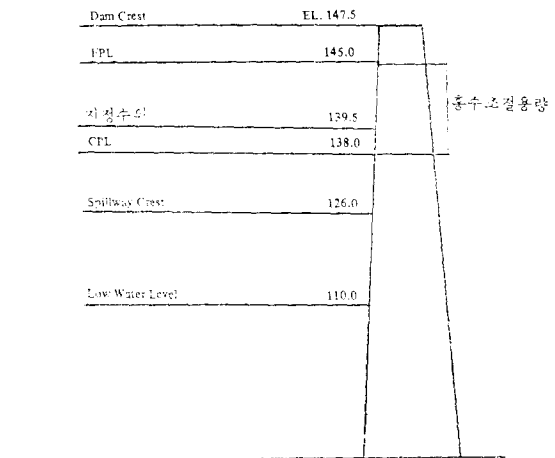


그림 2.2. 저수지의 저수위 모형도

2.2. 貯水池特性

총주댐 설계보고서^(14,15,16) 및 한강하천 정비 기본계획⁽²⁾에 따른 저류량 S 및 방류량 O에 관한 제약조건은 표 2.2와 같고 이를 圖示하면 그림 2.2와 같다.

2.3. Storage Indication Curve의 도출

총주댐 Storage Indication Curve의 도출을 위한 H-S 관계⁽¹⁵⁾(그림 2.3)와 H-O 관계⁽¹⁴⁾(그림 2.4)는 다음과 같다.

$$S = 7.131 \times 10^9 - 1.540 \times 10^8 H + 8.459 \times 10^5 H^2$$

$$O = n \cdot C' \cdot B \cdot H^{3/2}$$

여기서, O; 월류 유량(m³/sec)

n; 수문의 개수(6개)

C'; 월류 계수(산출방법은 참고문헌 14. 참조)

B; 수문의 폭(15.5m)

이상의 관계로부터 Spillway Crest 를 고려한 최귀분석에 의하여 구한 Storage Indication 식은 다음과 같다. (상관계수 r=0.998, 자유도 (D.F.)=26)

$$O = 0.3632(SI - 1,200)^{1.4705}$$

여기서, SI = S + 1/2 O · Δt, Δt = 3,600 sec

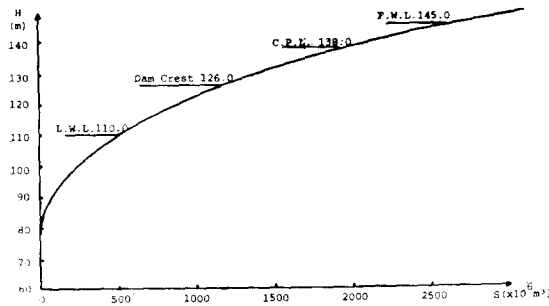


그림 2.3. Storage Capacity Curve

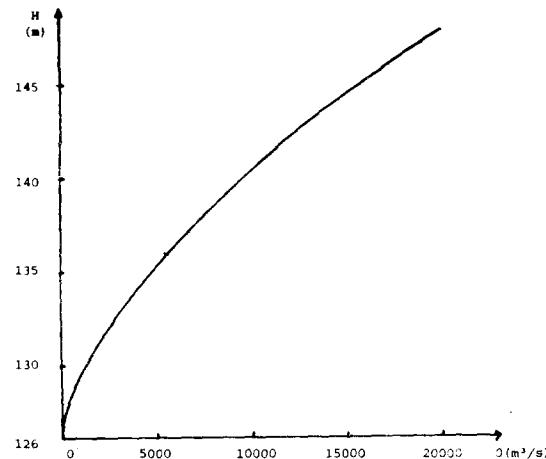


그림 2.4. Spillway Discharge Capacity Curve

3. 총주댐 운영방안의 作成

총주댐 운영방안으로는 수문조작을 고려한 SRC⁽¹⁴⁾에 의한 방안과 일정률—일정량 방류를 행하는 Rigid ROM, 그리고 LDR을 적용할 수 있다. 각 방안의 作成時 공통적으로 고려한 기본방침은 아래와 같다.

- (1) 여수로 설계홍수는 200년 빈도 유입수문곡선으로 한다.
- (2) 홍수개시전 초기수위는 제한수위 138.0m로 유지한다고 가정한다.
- (3) 주어진 설계홍수에 대하여 최고 저수위는 홍수위 145.0m 이하가 되도록 한다.
- (4) 방류량은 가능한 한 한계방류량 11900m³/sec를 초과하지 않도록 한다.
- (5) 방류량은 자유월류시 저수위에 따른 최대 방류능력(Storage Indication Eq.)을 초과할 수 없다.
- (6) 홍수 감쇄기에는 방류량이 유입량을 초과하는 시각부터 방류량과 유입량을 같게 하여 일정 저수위를 유지한다.
- (7) 저수지 추적에 적용하는 연속방정식은 $(I_1 + I_2)/2 - (O_1 + O_2)/2 = (S_2 - S_1)/\Delta t$ 를 사용하고, 조절방류시에 방류량 O₂와 저류량 S₂는 반복계산에 의하여 계산오차를 줄인다.

그러나, 각 방안의 서로 다른 특성은 표 3.1과 같이 SRC와 LDR은 수위의 변동에 따라 방류량이 결정되고, Rigid ROM은 유입량의 함수로 방류한다.

Rigid ROM의 경우, 홍수조절을 시작하는 지정수위 139.5m는 저수위가 이를 초과하는 시점에서 유입량이 큰 경우에 방류량이 급격히 변화하므로 고려하지 않았다. 또한, SRC에 의한 방안은 홍수위 이하에서 한계방류량 11,900m³/sec을 초과하게 되므로 제약조건에서 한계방류량에 관한 것을 제외하였다.

표 3.1. 각 방안의 개요

| 운영방안 | 조절방법 | 지정수위 | 한계방류량 |
|-----------|------|------|-------|
| SRC | f(H) | 고 려 | 불고려 |
| Rigid ROM | f(I) | 불고려 | 고 려 |
| LDR | f(H) | 고 려 | 고 려 |

3.1. SRC에 의한 운영방안

Spillway Rule Curve⁽¹⁴⁾는 日本共營(株)에서 댐의 여수로 설계時 200년 빈도 홍수를 100년 빈도 홍수로, 500년 빈도 홍수를 200년 빈도 홍수의 첨두유량으로 감소시키기 위한 수문조작을 위하여 저수위를 홍수

위 이하로 조절하면서 방류하도록 작성된 것으로 그림 3.1과 같고 조작순서는 다음과 같다.

- ① 홍수초기에 $I(t) \leq 200m^3/sec$ (지정유량에 해당) 이면 $O(t) = I(t)$, 따라서 $H(t) = 138.0m$ (일정수위)
 - ② $138.0m < H(t) \leq 139.5m$ 이면 $O(t) = 200m^3/sec$ (일정량 방류)
 - ③ $139.5m < H(t) \leq 145.0m$ 이면 Spillway Rule Curve 에 따라 방류
- 단, $H(t) > 145.0m$ 이면 자유유통 방류

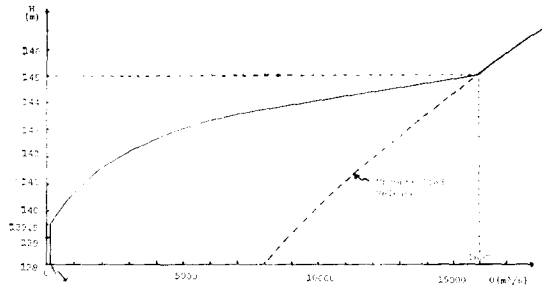


그림 3.1. Spillway Rule Curve

3.2. Rigid ROM

댐의 운영방안으로 Rigid ROM을 적용하기 위해서는 우선 일정량—일정량 방류를 위한 일정량을 산정해야 한다. 따라서, 저수위의 변화에 따른 최대 방류능력을 고려하면서 200년 빈도 유입수문곡선에 대하여 최고저수위가 145.0m 가 되도록 일정량을 산정한다.

3.2.1. 일정량 일정량의 산정

200년 빈도의 유입수문곡선에 대하여 아래식에서 계산된 총저류량이 홍수조절용량 $600M_m^3$ 이 되도록 산정한다. (그림 3.2)

$$S_t = (1 - CR) \int_{T_0}^{T_P} I(t) dt + \int_{T_P}^{T_E} I(t) dt - (T_E - T_P) \cdot I(T_E)$$

여기서, S_t ; 총 저류량

CR ; 일정률 (= $O(t)/I(t)$, $t < T_P$)

T_0 ; 홍수시작 시각

T_P ; I_P 가 일어나는 시각

T_E ; $I(t) = O(t)$ 가 되는 시각

상기식에서 CR 을 0 과 1 사이에서 변화시키면서 S_t 가 $600M_m^3$ 이 되도록 Simulation 한 결과 산정된 값들은 아래와 같다.

$$CR = 0.507$$

$$O_{const} = 8112.0m^3/sec$$

3.2.2. 운영방안

- ① $O(t) = 0.507I(t)$, $t \leq T_P$ (일정률 방류)

- ② $T_P < t \leq T_E$; $H(t) \leq 145.0m$ 이면 $O(t) = 0.507I_P$ (일정량 방류)

- ③ $t > T_E$; $H(t) \leq 145.0m$ 이면 $O(t) = I(t)$ (일정수위) 단, $H(t)$ 가 145.0m 이고 $I(t)$ 가 O_{const} 와 홍수위의 최대방류능력 $16,000m^3/sec$ 사이이면 $I(t)$ 만큼 방류하여 홍수위 부근에서 방류량의 진동을 없애고 $H(t)$ 가 145.0m 를 초과하면 자유유통 방류한다.

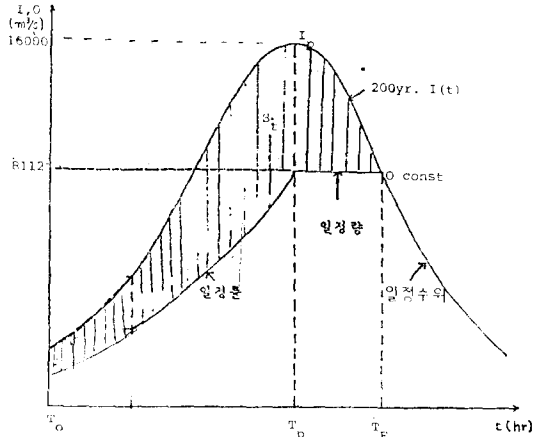


그림 3.2. Rigid ROM (Source: 참고문헌 1)

3.3. LDR 에 의한 운영방안

一般的으로 貯水池에서의 방류형태는 저수지를 線型으로 가정하여 $LDR (O = C_1S + C_2)$ 에 따라서 방류할 수 있다. 먼저, 200년 설계빈도 유입수문곡선에 대하여 한계방류량에 대한 제약조건을 만족시키면서 홍수조절용량 $600M_m^3$ 으로 홍수조절이 가능하도록 C_1, C_2 를 산정한다.

3.3.1. 조절상수 C_1, C_2 및 한계방류량이 일어나는 시점에서의 S^* 의 산정

C_2 를 충주댐 설계보고서의 지정유량인 $200m^3/sec$ 로 한 경우와 무해방류량 $1,500m^3/sec$ 로 한 경우에 대하여 지정저류량 $2,158M_m^3$ 을 고려하여 C_1 및 S^* 를 산정한다.

$$O = C_1(S^* - 2,158) + C_2, \quad S^* = \text{Storage}/10^6$$

$$C_1 = (O - C_2) / (S^* - 2,158)$$

상기 식에서 주어진 C_2 에 대하여 S^* 를 $2,352M_m^3$ ($H = 141.8m$, $O = 11,900m^3/sec$)에서 $2,627M_m^3$ ($H = 145.0m$, $O = 16,000m^3/sec$)까지 변화시키면서 Simulation하여 C_1, S^* 를 산정한 결과는 아래와 같다. (그림 3.3)

- i) $C_2 = 200m^3/sec$ 의 경우

$$C_1 = 25.161$$

$$S^* = 2,623M_m^3, \quad H(S^*) = 144.98m$$

$$S_{max} = 2,626M_m^3 (\text{조절용량} = 599M_m^3)$$

$O_p = 11,900 m^3/sec$
 ii) $C_2 = 1,500 m^3/sec$ 의 경우
 $C_1 = 24.947$
 $S^* = 2627 M_m^3, H(S^*) = 145.0m$
 $S_{max} = 2607 M_m^3$ (조절용량 = $580 M_m^3$)
 $O_p = 11,468 m^3/sec$

3.3.2. 운영방안

① 홍수초기에 $I(t) < C_2$; $O(t) = I(t)$, 따라서 $H(t) = 138.0m$ (일정수위)

- ② $138.0m < H(t) \leq 139.5m$; $O(t) = C_2$ (일정량 방류)
- ③ $139.5m < H(t) \leq H(S^*)$; $O(t) = C_1(S(t) - 2,158) + C_2$
- ④ $H(S^*) < H(t) \leq 145.0m$; $O(t) = 11,900 m^3/sec$ (일정량 방류)
- ⑤ $H(t) = 145.0m$ & $11,900 m^3/sec < I(t) \leq 16,000 m^3/sec$; $O(t) = I(t)$ (일정수위)
 단, $H(t) > 145.0m$; 자유유통 방류

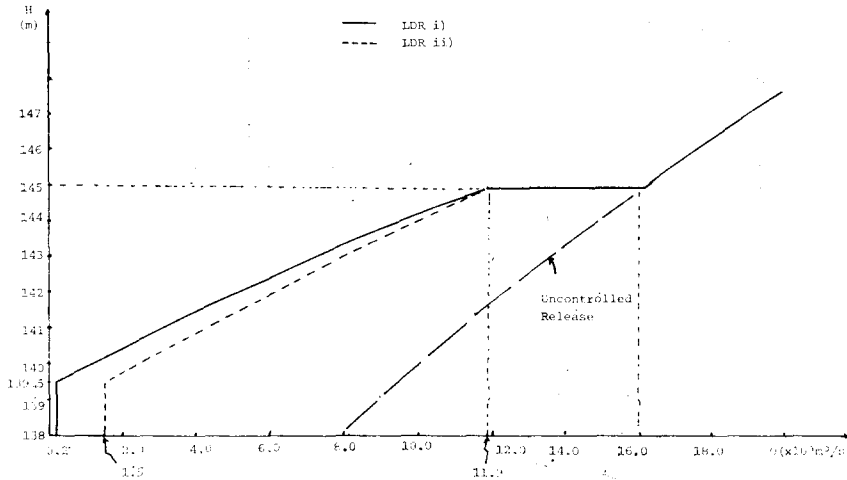


그림 3.3 Linear Decision Rule

4. 運營方法의 比較分析

4.1. 설계홍수에 대한 저류 및 방류특성의 비교

200년 빈도 유입수문곡선에 대한 각 방안의 저수위에 따른 방류형태는 그림 4.1과 같다. 그림에서 보면,貯水位가 대략 143.0~144.0m 구간 이전까지는 방류의 크기가 Rigid ROM, LDR, SRC 순으로 나타나지만, 이후에는 SRC, LDR, Rigid ROM 순으로 나타난다. SRC와 LDR 방안에 의한 초기방류의 수직구간은 지정수위의 고려에 의한 일정량 방류를 나타내고 Rigid ROM의 수직구간은 T_p 이후의 일정량 방류를 나타낸다. 그리고, Rigid ROM과 LDR 방안의 수평구간은 저수위가 홍수위 145.0m에 이르르면(유입량이 저수위 145.0m에서의 방류능력 16,000m/sec까지의 범위내에 있으면) 유입량만큼 방류하게 된다.

그림 4.2는 200년 빈도 유입수문곡선에 각 방안을 저수위 및 방류량의 변화를 나타낸 것으로서, 저수위의 변화형태는 유사하다. 방류형태는 Rigid ROM의 경우, 홍수초기에 많이 방류하고 T_p 이후에 일정량 방

류를 하고 있으나, SRC에 의한 방류는 홍수초기에 적고 T_p 이후에 많아서 한계방류량을 만족시키지 못한다. LDR에 의한 방류는 Rigid ROM과 SRC에 의한 방류의 중간형태를 나타낸다.

4.2. 조절용 및 이용율에 따른 우선순위

200년 빈도 홍수에 대하여 산정된 각 방안을 재현기간 5년~PMF에 적용하여 각 빈도별 홍수에 대한 조절효과를 댐 下流部의 홍수피해를 줄이기 위한 침투유량의 조절과 홍수조절용량의 효율적인 운용과 이용의 관점에서 비교검토한다.

SRC, Rigid ROM, 그리고 LDR에 의한 운영방안을 적용한 결과, 침투유량의 조절효과면에서 보면 표 4.1과 같이 200년 빈도 이하의 홍수에 대해서 SRC방안은 홍수가 커짐에 따라 조절효과가 감소하고 50년 이상의 빈도 홍수에 대해서 한계방류량 이하로 조절할 수 없으나, Rigid ROM 및 LDR방안은 거의 일정한 조절효과를 나타내고 한계방류량 이하에서 조절이 가능하다. 또한, 홍수조절 용량의 이용율 관점에서는 표 4.2와 같이 200년 빈도 이하의 홍수에 대하여 200년 빈도의 경우를 제외하고는 SRC방안이 좋으나, 200년

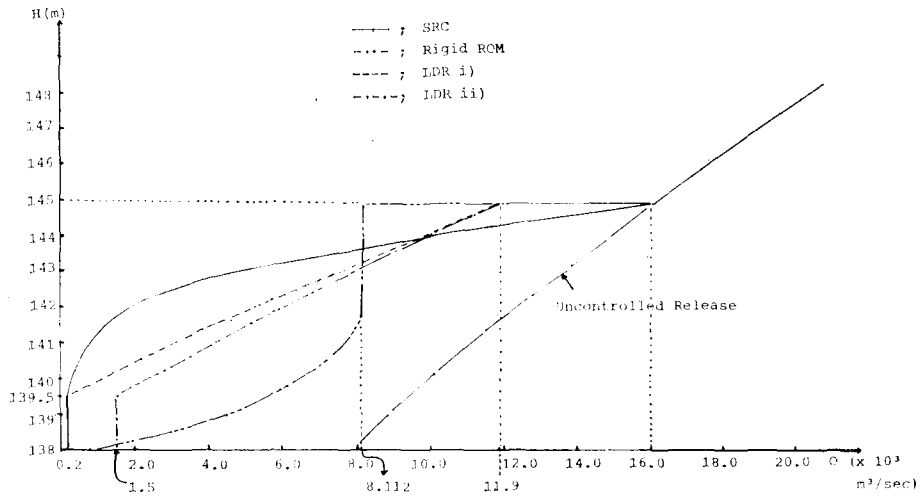


그림 4.1. 200년 빈도 홍수에 대한 각 방안의 저수위에 따른 방류형태

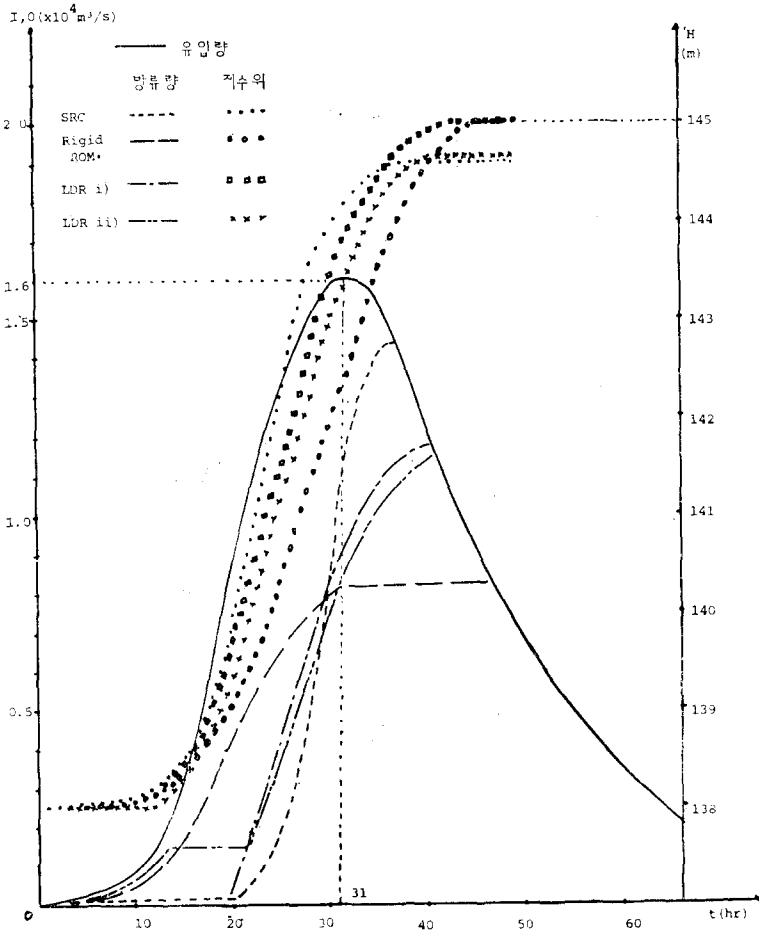


그림 4.2. 200년 빈도 홍수에 대한 각 방안의 방류량 및 저류량

표 4.1. 각 방안에 대한 최대방류량 및 조절율의 비교

| 빈 도 (yr) | I _P (m ³ /s) | O _P (m ³ /sec) | | | | 조 절 율 (%) | | | |
|-------------|------------------------------------|--------------------------------------|-----------|--------|---------|-----------|-----------|--------|---------|
| | | SRC | Rigid ROM | LDR i) | LDR ii) | SRC | Rigid ROM | LDR i) | LDR ii) |
| 5 | 7490 | 4637 | 3797 | 5263 | 5009 | 38.09 | 49.31 | 29.73 | 33.12 |
| 10 | 9160 | 6512 | 4644 | 6601 | 6307 | 28.91 | 49.30 | 27.94 | 31.15 |
| 25 | 11300 | 8749 | 5729 | 8286 | 7925 | 22.58 | 49.30 | 26.67 | 29.87 |
| 50 | 12900 | 10526 | 6540 | 9528 | 9135 | 18.40 | 49.30 | 26.14 | 29.19 |
| 100 | 14400 | 12195 | 7301 | 10705 | 10269 | 15.31 | 49.30 | 25.66 | 28.69 |
| 200 | 16000 | 13790 | 8112 | 11900 | 11468 | 13.81 | 49.30 | 25.63 | 28.33 |
| 500 | 18000 | 16017 | 13838 | 16478 | 15252 | 11.02 | 23.12 | 8.46 | 15.27 |
| PMF | 26680 | 20211 | 19310 | 20711 | 20391 | 24.25 | 27.62 | 22.37 | 23.57 |

주) * 조절율 = (I_P - O_P) / I_P

표 4.2. 각 방안에 대한 최고저수위 및 홍수조절 용량의 이용율의 비교

| 빈 도 (yr) | H _{max} (m) | | | | 이 용 율 (%) | | | |
|-------------|----------------------|-----------|--------|---------|-----------|-----------|--------|---------|
| | SRC | Rigid ROM | LDR i) | LDR ii) | SRC | Rigid ROM | LDR i) | LDR ii) |
| 5 | 142.9 | 141.2 | 141.8 | 141.3 | 70.00 | 45.71 | 54.29 | 47.14 |
| 10 | 143.3 | 142.0 | 142.5 | 142.0 | 75.71 | 57.14 | 64.29 | 57.14 |
| 25 | 143.8 | 142.9 | 143.2 | 142.85 | 82.86 | 70.00 | 74.29 | 69.29 |
| 50 | 144.1 | 143.6 | 143.8 | 143.5 | 87.14 | 80.00 | 82.86 | 78.57 |
| 100 | 144.35 | 144.2 | 144.3 | 144.1 | 90.71 | 88.57 | 90.00 | 87.14 |
| 200 | 144.6 | 145.0 | 145.0 | 144.65 | 94.28 | 100.00 | 100.00 | 95.00 |
| 500 | 145.1 | 145.0 | 145.1 | 145.0 | 101.43 | 100.00 | 101.43 | 100.00 |
| PMF | 148.0 | 146.8 | 147.6 | 147.4 | 142.86 | 125.71 | 137.14 | 134.29 |

주) * 이용율 = (최고저수위 - 제한수위) / (홍수위 - 제한수위)

표 4.3. 빈도별 홍수에 대한 각 방안의 우선순위

| 빈 도 | | Operation Method | | | |
|----------|------------------|------------------|-----------|--------|---------|
| | | SRC | Rigid ROM | LDR i) | LDR ii) |
| 200yr 이하 | H _{max} | 1 | 3 | 2 | 4 |
| | O _P | 4 | 1 | 3 | 2 |
| 200yr 이상 | H _{max} | 4 | 1 | 3 | 2 |
| | O _P | 3 | 1 | 4 | 2 |

빈도 이상의 홍수에 대해서는 Rigid ROM 이 가장 좋은 방안이다. 이상의 두 관점에 대하여 조절효과를 순위별로 나타내면 표 4.3과 같다.

4.3 조절상수의 설계빈도에 따른 변화

여러가지 빈도(재현기간 5년~PMF)에 대하여 Rigid ROM 의 일정률 CR 과 LDR 의 C₁, S* 를 산정한 결과

는 그림 4.3 과 같다. Rigid ROM 의 CR 은 홍수가 커짐에 따라 증가하는데, 대략 500 년 빈도까지 완만하게 증가하고 그 이상이 되면 매우 급속하게 증가하다가 자유일류 방류에 이르게 된다. 그리고, LDR 의 상수 C₁, S* 는 200 년 빈도 이하에 대해서는 일정하지만 대략 500 년 빈도까지 민감하게 변하고 그 이상에 대해서는 한계방류량의 제약조건은 만족하지 못한다.

또한, 이와같이 산정된 계수를 사용하여 계산한 최대방류량 및 최고저수위를 200 년 실제빈도의 조절상수에 의한 결과와 비교하면 표 4.4 와 같다. Rigid ROM 의 경우에 빈도별 상수를 적용한 결과, 방류량을 감소시키면서 홍수조절용량을 전부 활용하지만, LDR 은 200 년~500 년 빈도에 대해서만 이같은 효과를 얻을 수 있다. 따라서 LDR 에 의한 홍수조절의 경우 200 년 빈도 이상의 홍수에 대해서만 그 유입량 예측이 필수적이나, Rigid ROM 의 경우는 모든 빈도에 대하여

표 4.4. 조절상수 변화에 따른 최대방류량 및 최고저수위

| 빈도 (yr) | Op(m ³ /sec) | | | | | | Hmay(m) | | | | | |
|------------|-------------------------|--------|---------|------------------|--------|---------|----------------|--------|---------|------------------|--------|---------|
| | 200년 빈도에 대한 상수 | | | Variable Coeffs. | | | 200년 빈도에 대한 상수 | | | Variable Coeffs. | | |
| | Rigid ROM | LDR i) | LDR ii) | Rigid ROM | LDR i) | LDR ii) | Rigid ROM | LDR i) | LDR ii) | Rigid ROM | LDR i) | LDR ii) |
| 5 | 3797 | 5263 | 5009 | 1236 | 5263 | 5009 | 141.2 | 141.8 | 141.3 | 145.0 | 141.8 | 141.3 |
| 10 | 4644 | 6601 | 6307 | 2427 | 6601 | 6307 | 142.0 | 142.5 | 142.0 | 145.0 | 142.5 | 142.0 |
| 25 | 5729 | 8286 | 7925 | 4102 | 8286 | 7925 | 142.9 | 143.2 | 142.85 | 145.0 | 143.2 | 142.85 |
| 50 | 6540 | 9528 | 9135 | 5418 | 9528 | 9135 | 143.6 | 143.8 | 143.5 | 145.0 | 143.8 | 143.5 |
| 100 | 7301 | 10705 | 10269 | 6710 | 10705 | 10269 | 144.2 | 144.3 | 144.1 | 145.0 | 144.3 | 144.1 |
| 200 | 8112 | 11900 | 11468 | 8112 | 11900 | 11468 | 145.0 | 145.0 | 144.65 | 145.0 | 145.0 | 144.65 |
| 500 | 13838 | 16478 | 15252 | 9882 | 11900 | 11900 | 145.0 | 145.1 | 145.05 | 145.0 | 145.0 | 145.0 |

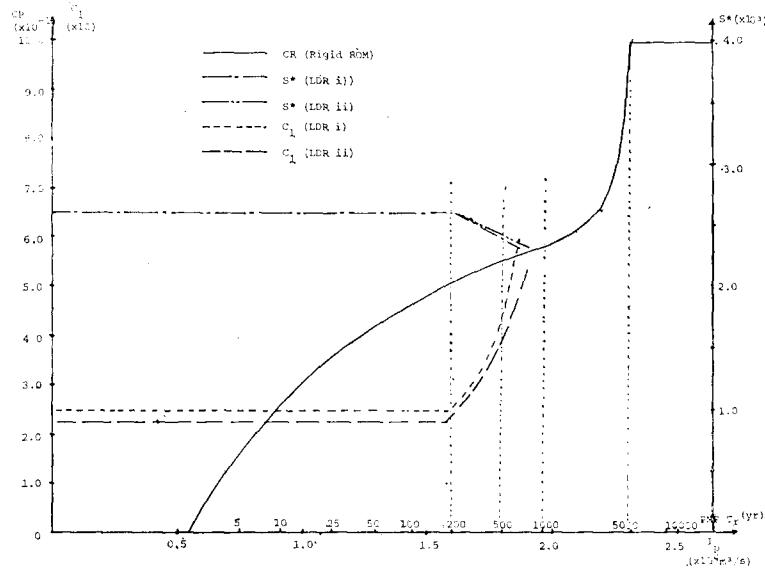


그림 4.3. 조절상수의 설계빈도에 따른 변화

필요하다.

5. 結 論

홍수시 총주댐 운영방안으로 SRC, Rigid ROM, 그리고 LDR에 의한 방안을 여러가지 빈도의 홍수에 대하여 적용하여 비교검토한 결과, 아래와 같은 결론을 얻었다.

- (1) 홍수의 크기에 따른 분석에서 50년 빈도 이하의 홍수는 SRC 방안, 50년~200년 빈도의 홍수는 LDR 방안, 200년~500년 빈도의 홍수는 Rigid ROM, 그리고 500년 이상의 홍수에 대해서는 자

유일류 방류에 의한 것이 최적으로 판단된다.

- (2) 유입량 예측이 가능한 경우에는 Rigid ROM은 모든 홍수에 대하여, LDR 방안은 200년 빈도 이상의 홍수에 대하여 각각 일정률과 C_2 , S^* 를 선정함으로써 홍수조절 효과를 높일 수 있다.

홍수기에 한강 댐群的 홍수조절용량의 효율적인 이용과 하류부의 홍수피해를 최소화하기 위해서는 화천, 소양강 및 총주댐의 연계 운영방안의 개발에 대한 연구와 함께 기간별 실측치 대체에 의한 조작방안이나 Fully Automatic Adaptive Control 방안에 대한 연구를 추가함으로써 실용적이고 효율적인 홍수조절 방안이 강구되어야 한다.

謝 辭

본 연구는 충주 다목적댐 건설에 따른 한강 홍수에
경보 프로그램 개선에 관한 사업으로 수행된 것으로서
연구수행에 도움을 준 건설부 한강 홍수통제소에 감사
하는 바이다.

參 考 文 獻

1. 건설부, 충주 다목적댐 건설에 따른 한강 홍수에
경보 프로그램 개선 2차 중간보고서, 한강 홍수통
제소, 1984. 12.
2. 건설부, 한강 하천경비 기본계획, 1977. 12.
3. 권오현, 함세진, “북한강 댐군의 최적운영을 위한
시스템 모델의 개발”, 土木學會 論文集, 제 28 권
제 4 호, pp. 95~104, 1980. 8.
4. 김치홍, “*Dynamic Programming*에 의한 洪水調
節”, 土木學會 論文集, 제 20 권 제 2 호, pp. 9~
21, 1972. 6.
5. 서남수, 윤용남, “單一多目的댐의 최적운영방안을
위한 시스템의 모의기법의 응용”, 土木學會 論文
集, 제 26 권 제 3 호, pp. 99~104, 1978. 8.
6. 양홍직, “*Dynamic Programming*에 의한 최적제
어”, 전기학회지, 제 22 권 제 2 호, pp. 61~67,
1973. 3.
7. 이길성, “저수지 최적운영을 위한 시스템 해석 기
법의 적용”, 한국 수문학회 특강교재, 1983. 7. 30.
8. Becker, L., and W. W-G. Yeh, “*Optimization of
a Multiple-Reservoir System*,” WRR. 10(6), pp.
1107~1112, 1974.
9. Jamieson, D.G., “*A Short-Term Control Strategy
for Multipurpose Reservoir Systems*,” WRR.
8(4), pp. 911~920, 1972.
10. Jamieson, D.G., D.K. Smith, and J.C. Wilkinson,
“*Evaluation of Short-Term Operatinal Policies
for a Multipurpose Reservoir System*.” J. of
Hydrology, Vol. 28, pp. 191~213, 1976.
11. Louks, D. P., and P.J. Doreman, “*An Evaluation
of Some Linear Decision Rules in Chance-Con-
strained Models for Reservoir Planning and
Operation*,” WRR. 11(6), pp. 777~782, 1975.
12. Meredith, D. D., “*Optimal Operation of Multiple
Reservoir System*,” ASCE, Vol. 101, No. HY2,
pp. 299~312, 1975. 2.
13. Nayak, S. C., and S.R. Arora, “*Linear Decision
Rule: A Note on Control Volume Being Con-
stant*,” WRR. 10(4), pp. 637~642, 1974.
14. Nippon Koei, Chungju Multipurpose Dam Project;
Hydraulic and Structural Calculation Report Vol.
1, 1979. 9.
15. Nippon Koei, Chungju Multipurpose Dam Project;
Operation and Maintenance Manual Draft Vol.1
Civil Structures, 1984. 5.
16. Nippon Koei, Final Detailed Design Report of
Chungju Multipurpose Dam Project, 1979. 4.
17. Nippon Koei, Preliminary Design Report of Ch-
ungju Multipurpose Dam Project, 1978. 5.
18. Schultz, G. A., and E. J. Plate, “*Developing
Optimal Operating Rules for Flood Protection
Reservoirs*,” J. of Hydrology Vol. 28, pp. 245~
264, 1976.
19. Windsor, J.S., “*Optimization for the Operation
of Flood Control System*,” WRR. 9(5), pp. 1219
~1226, 1973.