

농업용저수지 여수로 게이트 설치현황 조사

Investigation of Installation of Water Gate in Agricultural Reservoir

이광야* · 김해도** · 정광근***

Kwang Ya Lee · Hae Do Kim · Kwang Kun Chung

요 지

수리시설개보수사업을 통해 농업용저수지를 보강하는 방법은 여수로의 통수능력을 증대시키기 위해 물넓이 길이를 확장하는 방법과 예비방류가 가능하도록 부분게이트를 설치하여 홍수조절효과를 기대하는 일정량 방류방식을 혼합한 형태로 설계를 하고 있다. 이는 현실적으로 투자가 가능한 예산범위 안에서 최소한의 피해를 줄이기 위해 적절히 적용가능한 방법이다. 하지만 아직까지 게이트의 설치 위치나 형식에 관한 고찰이 없었으며 홍수배제능력검토 방법 또한 일관성 있게 이루어지고 있지 않다. 그리고 유지관리측면에서도 현재 많은 문제점이 나타나고 있다. 비상게이트 설치에 따라 홍수기시 하류지역의 침수피해가 발생하며 유지관리비용도 과거에 비해 상당히 늘어나고 있다. 하지만 최근 국내 기상여건하에서 저수지제체 안전도를 높이기 위해서는 농업용저수지에도 여수로 게이트가 반드시 필요한 실정이다.

농업용저수지의 설계홍수량 증가에 따라 홍수량 배제시설의 규모도 커져야 하나 지형적인 여건상 물넓이의 확장이 불가능한 지역도 많으며 물넓이 시설의 확장으로 인해 저수지 하류지역의 피해에 따른 민원도 제기됨에 따라 농업용저수지 여수로 게이트의 합리적이고 표준화된 모델이 제시되어야 할 것으로 판단된다.

핵심용어 : 부분게이트(비상수문), 예비방류(사전방류), 홍수조절, 재해대비 보강

1. 서 론

우리나라 전체 저수지는 17,913개이고 한국농촌공사 관할 저수지는 3,321개이며 이중 게이트가 설치 또는 계획된 저수지는 178개소로 전체의 5%내정도이다. 게이트가 설치되어 있지 않은 농업용 저수지는 자연조절 방식을 적용하고 있기 때문에 방류량의 조절이 불가능하고 홍수시 만수위 이상의 수량을 그대로 여수로 물넓이로 월류하는 방식으로 홍수 조정능력이 없다. 더욱이 저수위 관리시 이수측면의 유지관리가 이루어지고 있기 때문에 홍수기에 제한수위를 설정하여 운영하기도 어려운 실정이다. 또한 1945년도 이전에 축조한 저수지가 전체에 54%에 상당하는 등 재해에 대비한 보수보강이 시급한 상황으로 인식되고 있다. 저수지 같은 대형 수리구조물이 태풍이나 집중호우에 파괴될 경우 '02년 태풍루사 내습시 강원도 지역의 피해상황과 같이 막대한 인명·재산상이 피해가 예상되므로 농림부에서는 2003년도에 저수지, 양배수장 등 비교적 큰 수리시설물의 안정성을 높일 수 있는 재해대비 수리시설 설계기준을 개정하였고 매년 수리시설개보수 사업으로 노후화된 시설물의 보수·보강을 시행하고 있다.

다목적댐이나 전면게이트가 설치되어있는 일정규모 이상의 큰 농업용 저수지는 별도의 운영조

* 한국농촌공사 농어촌연구원 책임연구원 · E-mail : kylee@ekr.or.kr

** 한국농촌공사 농어촌연구원 주임연구원 · E-mail : searoad@ekr.or.kr

*** 한국농촌공사 농어촌연구원 책임연구원 · E-mail : kkchung@ekr.or.kr

작지침을 작성하여 이에 따라 홍수시에 게이트를 조작을 하여 홍수를 조절하고 있다. 하지만 중규모 이하 농업용 저수지에 대해서는 2000년 이전까지는 수리시설개보수 사업을 통해 저수지 개보수를 시행할 경우 기존시설의 형태를 그대로 유지하는 방식으로 이루어져 왔다. 하지만 '02년 태풍 루사 및 집중호우로 인해 강원도에 위치한 농업용저수지가 붕괴되었고, 김해시 화포천유역에 많은 농경지가 침수되어 인명과 재산피해가 발생한 것을 계기로 기존농업용저수지도 홍수조절능력이 필요한 것으로 판단하여 재해대비 설계기준이 개정되었고 그 이후부터 농업용저수지를 개보수할 때 부분게이트를 설치하여 홍수기 전에 예비방류로 홍수조절용량을 확보하도록 하였다.

재해대비 설계기준 개정 적용요령(2004, 한국농촌공사)에서는 물넓이 부분게이트에 대해 “설치 위치”, “설치목적”, “실바닥표고와 방류시간”에 대한 기준과 설계요령을 기술하였다. 먼저 부분게이트 설치위치 유의사항으로 게이트의 설치위치를 물넓이의 상류 또는 하류에 설치할 수 있도록 규정하고 있으며 고려사항으로 ① 필요로 하는 저수위까지 예비방류가 가능한 위치, ②접근성, ③ 측수로 및 방수로 수리현상, ④ 기초지반상태 등을 제시하였다. 부분게이트의 설치 목적으로는 ① 홍수배제 능력의 증대 ②홍수조절을 위한 저수량의 예비방류, ③ ①②가 복합된 경우라고 명시하고 있다. 문비의 실바닥표고 결정 및 방류시간의 고려사항에서는 방류시간에 미치는 요소가 문비의 단면 크기와 바닥표고로 결정되므로 설계시 신중히 고려할 것으로 기술하였다. 하지만 실제 부분게이트를 설계할 경우에서는 설계기준에서 제시한 3가지 항목 외에도 설계자가 결정해야 할 부분이 상당히 많이 남아 있다.

본 연구는 최근에 개보수대상 저수지에 설치되고 있는 게이트의 설치방법, 설치년도 분석 및 게이트 문비 및 인양 형식 조사를 통해 각 도별로 설치되고 있는 부분게이트가 당초 설치목적에 잘 부합되고 있는지를 분석하고 우리나라 실정에 적합한 중소규모 농업용저수지에 적정한 여수로 게이트형식을 도출하고자 한다.

2. 저수지 게이트 설치현황

2.1 도별 게이트 설치방법 및 설치년도

전면게이트가 설치된 저수지는 주로 저수용량이 비교적 큰저수지로 홍수조절효과를 부여하고 있고 부분게이트가 설치된 저수지는 주로 저수용량이 비교적 작은 저수지로서 개보수사업시 설계 홍수량 증가에 따라 홍수배제능력을 키우는 목적과 사전방류를 통해 홍수조절효과를 부여하는 목적으로 만들어졌다. (표 1)은 한국농촌공사 관할 농업용저수지중 게이트가 설치된 현황으로서 공사관할 3,321개소중 게이트가 설치되거나 계획된 저수지는 178개소(2006년)로 집계되었다.

표 1. 게이트 설치 농업용저수지 현황

단위 : 개소

구분	게이트 설치 저수지	게이트 설치방법		게이트 설치년도		
		전면게이트	부분게이트	'00년 이전	'00 ~ '03	'03 이후
경기	39	6	33	22	16	1
강원	2	2	0	0	2	0
충북	34	3	31	32	1	1
충남	22	10	12	3	8	11
전북	20	12	8	5	15	0
전남	34	19	15	3	22	9
경북	8	5	3	3	5	0
경남	18	4	14	13	4	1
제주	1	-	1	-	-	1
계	178	61	117	81	73	24

케이트 설치방법은 물넓이 상단 전면을 수문으로 설치하는 전면케이트설치 저수지는 61개소이고 물넓이 일부분을 수문으로 설치하는 부분케이트 설치 저수지는 117개소로서 전면케이트에 비해 2배 이상 많았다. 도별로는 경기도가 39개소가 가장 활발히 케이트를 설치하였으며 그 다음으로 충북이 34개소로 많이 설치되었다.

케이트 설치년도는 2000년 이전이 81개소로 대부분 신규축조당시 설치된 저수지이며 2000년 이후에 설치된 저수지는 개보수 사업을 통해 설치된 저수지이다.

2.2 도별 케이트 문비 및 인양형식별 분류

우리나라 농업용저수지에 적용된 케이트의 문비형식과 케이트 이양형식은 다음 (표 2)와 같다. 케이트 문비 형식으로 슬라이드방식이 84개소로 가장 많았으며 그 다음으로 전도방식이 61개소로 많았다. 레디알 방식은 총 30개소로 주로 유역면적이 상당히 2500ha 이상의 대규모 저수지에 모두 설치되었다. 케이트 인양형식은 유압식이 94개소로 가장 많았으며 그다음으로 편액형식이 49개소로 많았다. 편액형식은 인력으로 인양하는 방식으로 대부분 1990이전에 설치된 저수지에 적용되었다.

표 2. 케이트 문비형식 및 케이트 이양형식별 분류

구분	소계	케이트 문비 형식(개소)				케이트 인양 형식(개소)			
		레디알	슬라이드	전도	기타*	편액	와이어로프	유압	기타*
경기	39	4	35	0	0	21	4	14	0
강원	2	2	0	0	0	0	2	0	0
충북	34	2	2	30	0	1	4	29	0
충남	22	4	10	7	1	7	4	10	1
전북	20	10	9	0	1	1	10	8	1
전남	34	3	19	12	0	15	3	16	0
경북	8	4	1	2	1	0	4	3	1
경남	18	1	8	9	0	4	1	13	0
제주	1	0	0	1	0	0	0	1	0
계	178	30	84	61	3	49	32	94	3

*기타 : 전북:사이펀 형식, 경북:로울러케이트

3. 결과 및 고찰

대부분의 중·소규모 농업용저수지는 1970년 이전에 축조되었으며 그 당시 물넓이 설계기준은 100년빈도 홍수량 배제로서 자연식 물넓이로도 설계기준에 충분히 만족했기 때문에 규모가 작은 저수지는 특별한 홍수조절이 의미가 없었다. 하지만 1970년이후 유역면적이 비교적 큰 저수지가 축조되면서 홍수조절기능이 없이는 홍수시 급격한 수위상승에 따른 재당월류의 위험과 유입홍수가 그대로 방류되면서 하류지역의 홍수피해가 커질 수 있기 때문에 농업용 저수지에서도 댐 파괴로 인한 인명과 재산피해가 클 것으로 예상되는 일정규모 이상의 댐에 대해서는 홍수조절기능 확보가 필요해졌다. 농업생산기반정비기준 필댐편에서는 저수지 규모에 따른 홍수조절방법을 설정

① 유역면적이 $5km^2$ 이하이거나 홍수도달시간이 1시간 미만인 농업용저수지는 원칙적으로 홍수조절용량을 고려하지 않음

하였으며 이 기준에 의거해서 홍수조절이 필요한 저수지에 대해서는 전면케이트 또는 부분케이트를 설치하였다. (표 1)에서와 같이 2000년 이전에 설치한 케이트저수지는 81개소로 이곳은 홍수조절기준에 의거하여 축조당시부터 홍수조절을 목적으로 설치되었던 저수지이다. 하지만 2000년부터 건설되었던 여수로 케이트는 대부분 수리시설개보수사업시 설치된 것으로 설계시 홍수량설계기준의 변경 때문에 과거보다 2배 이상의 홍수 배제량이 요구되었다. 그래서 설계기준을 만족하기 위해서는 물님이 길이를 확장해야 했는데 지형적으로 적정 물님이 길이가 확보되지 않는 저수지에는 모자란 홍수배제능력을 키우기 위해 부분케이트가 도입되었다.

앞서 설명한 대로 재해대비설계기준에 의해 부분케이트의 목적은 홍수배제량 확보뿐만 아니라 사전방류로 2가지가 있는데 대부분의 중소규모 농업용저수지와 그 하류하천의 설계빈도가 다르기 때문에 하류하천의 개수 없이 단순 저수지의 홍수배제량 증가는 곧바로 하류하천의 피해로 이어진다. 충북지역에서 이러한 피해사례가 발생하였고, 2003년 이후에 설치된 케이트는 재해대비 설계기준을 바탕으로 주로 사전방류의 목적으로 부분케이트가 설치되고 있다. 하지만 케이트의 가장 근본적인 목적은 저수지 제체안전을 위한 적정 홍수배제량의 확보로서 저수지 파괴로 인한 피해는 케이트 방류로 인한 하류 농경지 침수정도로 끝나는 것이 아니라 하류지역 대규모 재해로 이어지므로 적정 홍수배제량의 확보가 가장 선행되어 중요한 목적으로 다루어져야 할 것으로 판단된다.

케이트 문비형식은 레디알, 슬라이드, 전도 및 기타 방식으로 레디알방식은 전체중 30개소로 17%정도이지만 규모가 큰 저수지는 대부분이 레디알 방식을 선택하고 있으나 최근에는 중규모 저수지의 경우는 설치비 및 유지관리가 편리한 전도방식을 선택하고 있다. 슬라이드 방식의 경우 84개소로서 전체 약 50%를 차지하였는데 설치가 다른 방식에 비교적 간단하면서 방류효과가 크기 때문에 대부분 부분케이트 방식에 이용되었다. 하지만 2002년 태풍루사 내습시 슬라이드 방식의 부분케이트에 나무가 끼어 작동이 안 된 사례가 있었으며 그 동안 하천 취입보에 주로 사용되던 전도방식이 개량되어 안전성이 확보된 뒤로 2003년 이후에 설치된 저수지에는 대부분 전도방식을 이용하고 있다. 도별로 문비형식을 비교하면 경기도의 경우 슬라이드 방식은 39개소중 35개소로 거의 대부분을 차지하고 있으며, 반면 충북의 경우는 34개소중 30개소가 전도방식으로 지역별로 큰 편차를 보이고 있다.

케이트이 인양형식은 과거 설치비용이 적을 경우는 편책을 주로 사용하여 2000년 이전에 설치된 케이트중 슬라이드 방식은 99%가 편책 방식으로 사람이 직접 수문을 인양하도록 설치되어 있다. 현재 많이 사용하고 있는 방식은 유압식으로 전체 50%정도를 차지하고 있으며 이외에 와이어 로프방식이 18% 정도로 과거 유압방식의 문제점인 유류누수에 의한 환경오염방지 목적으로 사용되었다. 인양형식 역시 문비형식과 마찬가지로 도별로 사용방법에 큰 차이를 보이고 있다. 결국 설계자 의지로 다양한 방법이 적용되고 있는데 안전성과 유지관리 편리성이 확보된 상태에서 설계가 이루어져야 하나 지역적 특성보다는 도별로 일관된 케이트 방식을 고수하고 있기 때문에 매년 유지관리에 많이 비용과 노동력이 소요되고 있다. 따라서 향후 개보수에 의한 케이트 설치시 설계홍수량 증가에 따라 배제시설의 규모도 커져야 하나 지형적인 여건상 물님이의 확장이 불가능한 지역도 많으며 물님이 시설의 확장으로 인해 저수지 하류지역의 피해에 따른 민원도 제기됨에 따라 저수지용 케이트의 합리적이고 표준화된 모델이 제시되어야 할 것으로 판단된다.

② 만수면적이 유역면적의 1/30 보다 크고 홍수도달시간이 상당히 긴 경우에는 홍수조절을 고려함
100년빈도에서 200년빈도로 변경됨

5. 결 론

안전성이 확보되고 유지관리가 편리한 농업용 저수지 여수로 게이트의 전국 설치현황 조사를 통해 합리적이고 표준화된 모델을 찾기 위해 게이트 설치현황을 조사하였다. 조사방법은 도별로 게이트 설치방법 및 설치년도를 조사하였고 게이트 문비 및 인양형식을 조사하여 분류하였다.

조사결과 2000년 이전에 설치한 게이트 저수지는 홍수조절기준에 의거하여 축조당시부터 홍수조절을 목적으로 설치되었던 저수지이다. 하지만 2000년부터 건설되었던 여수로 게이트는 대부분 수리시설 개보수사업시 설치된 것으로 설계기준의 변경 때문에 과거보다 2배 이상의 홍수 배제량이 요구되었다. 그래서 설계기준을 만족하기 위해서는 물넓이 길이를 확장해야 했는데 지형적으로 적정 물넓이 길이가 확보되지 않는 저수지에는 모자란 홍수배제능력을 키우기 위해 부분게이트가 도입되었다. 하지만 하류하천 개수 없이 홍수배제능력을 키우다 보니 방류시 하류하천 침수가 발생하였고 이로 인해 사전방류의 목적으로 현재 부분게이트가 설치되고 있다. 하지만 게이트의 가장 근본적인 목적은 저수지 체체안전을 위한 적정 홍수배제량의 확보로서 저수지 파괴로 인한 피해는 게이트 방류로 인한 하류 농경지 침수정도로 끝나는 것이 아니라 하류지역 대규모 재해로 이어지므로 적정 홍수배제량의 확보가 가장 선행되어 중요한 목적으로 다루어져야 할 것이다. 결국 국 설계홍수량 증가에 따라 배제시설의 규모도 커져야 하나 지형적인 여건상 물넓이의 확장이 불가능한 지역도 많으며 물넓이 시설의 확장으로 인해 저수지 하류지역의 피해에 따른 민원도 제기됨에 따라 저수지용 게이트의 합리적이고 표준화된 모델이 제시되어야 할 것으로 판단된다.

감 사 의 글

본 연구는 농림기술관리센터(ARPC)의 농림기술개발사업 연구비지원에 의해 수행되었습니다.

참 고 문 헌

1. 김영한, 오정선, 서일원(2003). “수치모형을 이용한 댐 상류 및 여수로 수리현상 해석” Analysis of Hydraulic Characteristics Upstream of Dam and in Spillway Using Numerical Models. 한국수자원학회논문집, 제36권 5호, pp.761~776.
2. 김필식, 김선주(2005). “소규모 댐의 효율적 관리를 위한 운영기법” Operation Method for the Effective Management of Small Dams. 한국수자원학회 학술발표회 논문집, pp.299~303.
3. 김필식, 김선주, 신문호(2004). “하류부 홍수영향을 고려한 댐 최적수문조작” Optimum Dam Gate Operation Considering Downstream Flood Effect. 한국수자원학회 학술발표회, pp.303~307.
4. 송시훈, 임기석, 자홍기, 이순탁(2001). “극한 호우시 소류지 방수로의 통수능력 해석” Capacity Analysis of Mminor Dam Spillway in Extreme Storm. 한국수자원학회 학술발표회 논문집 (I), pp.441~446.
5. 심명필, 이재형, 권오익(1993). “예비방류에 의한 홍수조절 방안 연구” 수공학연구발표회논문집, pp.247~255.
6. 최홍석, 안상로, 신은우(2004). “수치모형을 이용한 여수로의 수리학적 방류능력검토” Hydraulic Evaluation Of Dam Spillway Discharge Using Numerical Model. 한국수자원학회 학술발표회, pp.952~956.
7. 김현주, 오금호(2003). “재난관리를 위한 지역위험도 평가 및 적용에 관한 연구” A Study on the Regional Vulnerability Assessment and its Application for the Disaster Management. 국립방재연구소.