

다목적 필댐 여유고의 설계기준 검토

심 명 필*

1. 서 론

국내 댐 시설기준에서 필댐의 여유고는 어떠한 악조건에서도 홍수가 댐마루를 월류하지 않도록 최고수위(Highest Water Level)에 파랑고 등을 감안한 여유고를 두도록 규정하고 있다. 본 고에서는 필(fill)댐 설계시, 최대 홍수위에 여유고를 고려하는 문제와 관련하여, 국내 설계기준을 검토하고자 한다. 『여유고』라 함은 설계 최고수위와 댐 마루의 표고차를 말하며, 설계 최고수위라 함은 보통은 설계 홍수위를 말하나, 수문식 여수로의 댐에서는 상시만수위 또는 홍수조절시의 만수위가 설계홍수위보다 높을 경우에는 그 최고수위를 말한다. 단, 댐 마루는 댐의 상류측 비탈머리의 표고로 하고, 더 쌓기는 포함하지 않으나, 물결막이의 높이는 포함시킬 때도 있다. 필댐의 여유고는 어떠한 악조건에서도 홍수가 댐마루를 넘지 않도록 충분히 크게 잡아야 한다(댐 설계기준, 1993). 따라서, 여유고와 관련된 설계기준을 검토하기 위해서는 최고수위의 산정배경에 관한 검토가 선행되어야 한다. 필댐의 설계 최고수위의 기준이 되는 설계 홍수량을 산정하는 방법으로는, 설계빈도 홍수량이나 가능최대홍수량(Probable Maximum Precipitation; PMF)을 이용할 수 있으며, 설계빈도 홍수량을 이

용하는 경우에는, 월류의 위험성을 고려하여 일반적으로 설계빈도 홍수량의 20% 정도(또는 다른 안전치)를 더 고려하여 설계홍수량으로 결정한다. 그러나, 대댐의 경우, 가능최대홍수량을 설계 홍수량으로 이용하는 것이 보다 국제적인 추세이다. 따라서, 빈도 홍수량을 이용하여 설계홍수위를 산정한 국내 기존댐의 경우, 필댐의 월류 위험성을 제고하여, 여유고와 관련한 설계기준에 대한 세밀한 검토가 필요하다.

2. 국내 다목적 필댐의 설계 최고수위 검토

표 1에 나타난 바와 같이 국내 다목적 필댐의 경우, 계획 빈도별 홍수량에 안전치(안전계수)를 고려한, 설계빈도 홍수량을 기준으로 설계 최고수위(설계 홍수위)를 결정하고, 여기에 여유고를 더하여 core crest를 설정한후, 다시 더돌기를 더하여 정상표고를 결정하였다고 볼 수 있다. 따라서, 대댐의 경우 일반적으로 PMF 홍수량을 기준으로 설계 최고수위를 결정하는 경향과는 다소 거리가 있음을 알 수 있다. 그러나, core crest는 모두 PMF 수위보다 높으므로, 기존 국내댐의 경우, PMF 유입시 core crest까지를 최대 홍수위 한계로 보아 댐 계획이 가능한지의 여부를 검토해볼 필요가 있을 것이다.

* 인하대학교 토목공학과 교수

표 1. 국내 다목적 댐댐의 여유고 비교표

(단위 : EL. m)

구분	안동댐	임하댐	주암댐	소양강댐
① 정상표고 (②+⑤)	166.0	168.0	115.0	203.0
② Core crest (③+④)	165.4	167.5	114.0	202.6
③ 설계홍수위	162.5 (200년×2.4)	164.7 (200년)	111.0 (200년×1.2)	200.5 (1,000년)
④ 여유고 (단위 : m)				
-파고	2.9	2.8	3.0	2.1
-수문조작실수대비	1.4	1.3	1.5	1.4
-댐 형식 및 중요도	0.5	0.5	0.5	0.7
	1.0	1.0	1.0	0.7
⑤ 더둑기 (단위 : m)	0.6	0.5	1.0	0.4
⑥ 최대확률 홍수위	163.9	165.8	111.57	-
⑦ 계획홍수위	161.70	164.7	110.5	198.0

여유고는, 『어떠한 악조건에서도 홍수가 댐마루를 월류하지 않도록 최고수위에 파랑고등을 감안한 여유고를 두도록』 규정되어 있다. 표 1에 의하면, 국내 기존댐의 경우, 설계 홍수위를 기준으로 여유고를 고려한 운영계획이 설계에 반영되어 있으나, 최대확률홍수(PMF)에 대해서는 여유고를 고려한 운영계획이 설계에 반영되어 있지 않으므로, 최대확률홍수(PMF)에 대한 운영계획을 설계에 반영하는 문제를 검토해볼 필요가 있을 것이다. 다목적용 댐의 제원과 관련한 일관된 설명을 위해 그림 1을 기준으로 전개하고자 한다. 비월류부(심벽재 정고, core crest) 높이는 기준 홍수위(H)에 여유고의 높이(h)를 더하여 결정되며, 기준 홍수위로는 계획 홍수위(상시 만수위), surcharge 수위, 설계 홍수위 등이 선정될 수 있다. 여유고의 높이는 일반적으로 파고(h1), 수문조작실수대비(h2), 댐형식 및 중요도(h3), 이상홍수량에 의한 수위상승고(h4) 등이 고려될 수 있다. 국내 댐시설기준의 여유고 항에서는 여유고를 식 (1)과 같이 같이 고려하도록 되어 있다.

3. 국내 다목적 댐의 여유고 검토

국내 댐시설 기준(건설부, 1993)에서 댐댐의 여

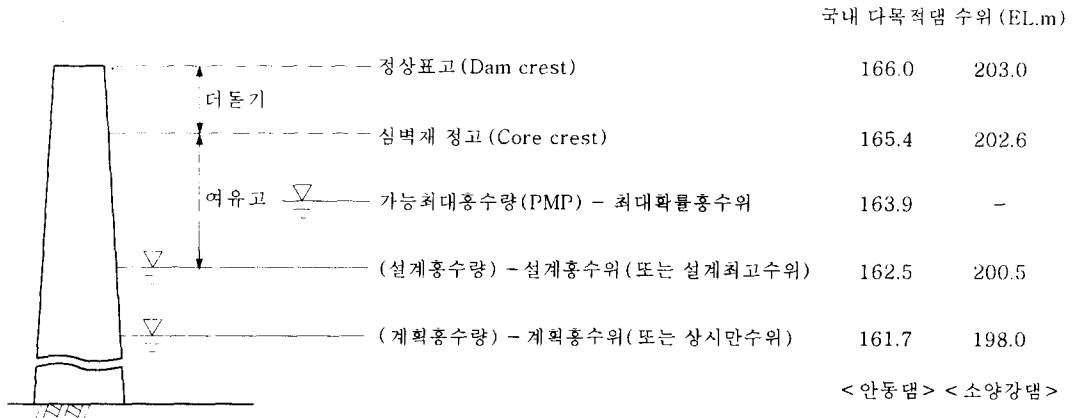


그림 1. 국내 다목적댐의 기준 홍수위

$$\begin{aligned}
 \text{여유고} = & \text{파고} \\
 & + \text{이상홍수에 의한 수위상승고 (빈도홍수를 설계 홍수량으로 채택하는 경우)} \\
 & + \text{여수로 형식에 의한 안전고} \\
 & + \text{안전고 (보통 1.0, 수문식 0.5, 기타 0.0m)}
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

식 (1)의 이상홍수에 의한 수위 상승고의 경우에는 다음과 같이 규정되어 있다. 『설계홍수량을 기준으로, 가능 최대홍수량을 채택하는 대규모 댐의 경우에는 고려하지 않으나, 빈도홍수량을 채택하는 가물막이 댐이나 소규모 댐의 경우에는 설계홍수량의 1.2배 이상의 이상홍수에 의한 수위상승을 고려해야 한다. 이상홍수에 의한 수위의 증가량은 월류부에서 낙하시키는 것을 전제로 하고 이에 대한 여유고 검토에서는 저수지의 저류효과를 고려해도 좋다』. 땔댐의 여유고 높이를 산정하는 설계기준(ICOLD, 일본, 국내 하천시설기준)은 나라별로 약간의 차이가 있으나, 본 고에서 참고한 설계기준의 경우에는, 표 2와 같이 땔댐의 경우 모두 여유고를 고려하도록 규정되어 있다.

표 2. 여유고와 관련한 국내의 설계기준

기준 홍수위	설 계 기 준		
	ICOLD	일 본	국 내
계획홍수위 Surcharge 수위	$h_1+h_2+h_3$	$h_1+h_2+h_3$	$h_1+h_2+h_3+h_4$
설계 홍수위	$h_1+h_2+h_3+h_4$		

* 세부적인 내용은 참고문헌 참조

국내 땔댐의 경우, 설계홍수량은 (계획)빈도홍수량에 계수(1.2, 2.4)등을 곱하여 설계홍수위를 결정하고 여기에 일본식 설계기준에 의해 여유고를 더하여 core crest 높이를 결정하고 더뎛기 높이를 더해 정상표고를 결정한것으로 추론된다. 그러나, 계획홍수량을 기준으로, 이상홍수에 대한 고려를 이미 설계홍수량에 반영했다면 국내의 설계기준을 따른것으로도 볼 수 있다. 이는 계획홍수량과 설계홍수량간의 명확한 사전 이해를 요하는 것으로, 계획홍수량과 설계홍수량의 개념이 서로 다르다면 일본을, 동일하다면 국내 규정을 따른 것으로 각각 추론이 가능하다.

4. PMF를 설계홍수량으로 사용하는 외국의 여유고 규정 검토

외국의 예에서, PMF를 사용한 경우에는, 많은 설계자들이 여유고를 단지 0.5~1.0 m(Dams and Extreme Floods, 1992), 0.5~0.7 m(ANCOLD

Bulletin No. 79, 1988)를 취하는 경우도 있으나, 이들 값들은 주로 풍속에 관계된다. 미국에서는 여유고(3~4.5 m)를 요구하고 있고, 유럽의 경우, Austria, France, Germany, Ireland, Swiss 등은 최소 여유고를 규정하지 않으나, 핀란드(최소 0.3~0.4 m), 노르웨이(0.5 m), 영국(0.3~0.6 m), 유고슬라비아(1.5~2.0 m)에서는 최소 여유고를 규정하고 있다(Water Resources & Reservoir Engineering, 1992). 외국의 예를 검토한 결과, 땔댐의 경우에 여유고를 두는 것이 일반적이나, PMF를 설계홍수위로 선정한 경우에는, 여유고를 두지 않거나 약간만을 고려해도 된다는 제안이 있기도 하다. 그러나, 이는 홍수와 바람이 무관하다는 기상학적인 조건을 전제로 하는 경우이다. 본 고에서 검토하고자 하는 내용과 가장 유사한 사례로서, PMF를 사용하여 설계홍수량을 재평가하여, 여유고를 1.4 m에서 0 m로 변경한 Split Rock Dam(호주)의 예가 있으나, 여유고란 설계나 시공에서 위험이나 미지의 오차에 대한 임의의 안전치이므로 여유고를 무시하는 것은 일반적이라 할 수 없다(ANCOLD Bulletin No. 79, 1988). 땔댐의 파괴에서 보면(Safety of Existing Dams Evaluation and Improvement, 1983), 월류에 의한 파괴가 가장 많으므로, PMF를 고려한 경우라도 여유고는 필수적이라 생각된다.

5. 결 론

그동안 국내 다목적댐의 설계에 사용된 최대확률강우량(PMP)값은 강우지속기간은 72 시간, 유역면적은 3,000 km²로 가정할 경우, 약 600~700 mm 정도인 것으로 생각된다. 그러나, 최근 이와 비슷한 호우가 실제로 발생하고 있다. 예로서, 1996년 7월 임진강 유역에서 발생한 호우는 일부 지역이 700 mm가 넘었고, 1990년 9월 남한강 유역의 호우도 이와 상당히 근접했고, 수년전의 충남 서천이나 형산강 유역의 호우의 크기도 우리가 사용한 PMP와 거의 비슷한 값이다. PMP와 비슷한 호우가 자주 발생한다는 것은, 우리나라의 PMP가 다소 낮게 산정된 것으로 보여지며, 우리나라와 같은 호우대로 볼 수 있는 중국이나 일본에서는 하루

에 1,000 mm가 넘는 강우도 발생한 경우도 있다. 결과적으로, 우리나라의 다목적댐의 설계에 적용한 PMF(최대확률홍수)는 현기준 보다 다소 높게 산정되어야 하며, 여유고의 설정여부는 해당지역의 홍수, 풍속등의 기상학적인 조건에 많은 영향을 받으므로, 여유고의 충분한 확보가 필수적이라 할 수 있다.

참 고 문 헌

1. 댐시설기준, 건설부, 1993.
2. 댐설계기준에 대한 비교검토, 건기원, 1986.
3. 다목적댐의 건설-설계 1편, 일본 건설성 하천국, 1987.
4. ANCOLD Bulletin No. 79, Australian 대담회, 1988.
5. Water Resources & Reservoir Engineering, Parr et. al.,1992.
6. Dams and Extreme Floods, International Symposium, 1992.
7. Handbook of Applied Hydrology, Chow, 1964.
8. Davis' Handbook of Applied Hydraulics(4/e), Vincent, 1972.
9. Handbook of Applied Hydraulics, Davis, 1980.
10. Safety of Existing Dams Evaluation and Improvement, National Academy, 1983. ☞