

# 저수용량을 기준으로 한 댐 재개발의 경제성 분석

○문영일\* 이창해\*\* 신희범\*\*\* 박래건\*\*\*\*

## 1. 서론

우리나라는 증가하는 용수수요에 대한 안정적인 생·공용수 공급, 수력발전, 하천생태계 유지를 위한 하천유지용수 공급 및 하천 연안지역의 홍수피해 경감 등을 목적으로 이미 많은 댐들이 건설되어 왔다. 그리고, 장래 물부족, 기후변동 등으로 물 문제가 21세기 전 세계적인 이슈로 대두되고 있어 이러한 사회·시대적인 환경변화에 부응하기 위해서는 지속적으로 신규 수자원의 확보가 요구되고 있다. 그리고, 수자원장기종합계획(2001)에 따르면 2011년의 용수수요가 약 370억 $m^3$ 으로 추정하고 있어 용수수요 대비 공급량이 물수지 분석결과 노후 수도관 개량, 절수기 설치 등 물수요관리를 적극 추진하고 또한 기존댐 연계운영 등 최적화 기법을 통하여 절감하는 경우에도 약 12억 $m^3$ 의 물부족 현상이 나타난다. 이와 같은 12억 $m^3$ 은 댐건설에 의한 신규 수자원 확보가 필요한 것으로 분석되었지만 그 동안의 지속적인 댐건설 및 국토개발 등으로 댐건설 적지 감소, 지가상승 등에 따른 보상비 증가, 환경영향에 대한 문제제기 등으로 인해 신규댐 건설은 많은 어려움에 부딪히고 있다. 이런 신규댐 건설의 대체방안으로 기존댐 재개발(rehabilitation of dams) 방안을 고려할 수 있다. 재개발의 장점으로는 기존댐의 계획시에 조사된 자료를 활용할 수 있기 때문에 댐의 계획과 설계에 소요되는 기간 단축을 통한 공사비 절감, 유하량, 홍수량 등의 수문자료의 경우 기존댐을 이용한 관측자료의 정밀도가 높기 때문에 댐 규모 계획 등에서 신뢰도를 높일 수 있고, 무엇보다도 총사업비의 큰 몫을 차지 하고 있는 수몰 보상비를 줄일 수가 있다. 이와 같이 신규 수자원 확보방안으로 부각된 댐 재개발 방안에 대하여 경제성 분석을 위하여, 본 연구에서는 신규댐 건설과 기존댐 재개발의 저수용량 1톤당 건설단가를 비교 분석하였다.

## 2. 목적에 따른 분류

국내의 댐 재개발에 대한 자료는 매우 부족한 상태이고, 이에 대한 연구 또한 미비한 상태이다. 댐 재개발에 대한 자료는 1992년 건설부 댐계획과장인 박준기의 「기설댐의 재개발에 관한 연구」가 처음이고, 2000년 수자원정보지 통권14호 실린 한국수자원공사

---

\* 서울시립대 토목공학과 부교수  
\*\* 대진대학교 환경공학과 부교수  
\*\*\* 삼안건설기술공사 상무  
\*\*\*\* 서울시립대 토목공학과 석사과정

댐환경처의 정성영의 「기존댐 재개발 방안」이 있다. 저수용량 확보를 위한 기존댐의 재개발 방법으로는 댐체 증고와 저수지 준설이 있다. 치수와 이수측면에서 볼 때 지형과 지질적으로 증고가 가능한 댐에 대해서는 증고에 의해 추가 저수용량을 확보할 수 있다. 댐 증고는 증고 높이에 비해 확보되는 저수용량이 크며, 댐지점의 지질 및 지형 등 각종 기초자료가 이미 확보되어 있고 기술적으로 유리한 면이 있다. 또한, 추가 수몰지역이 적어 사업비가 저렴하며, 신규댐과는 달리 댐 증고에 따른 민원발생 등 댐건설 반대가 적어 사업추진에 유리한 점을 가지고 있다. 지형·지질적으로 또는 댐 형식상 기존댐체의 증고가 곤란한 경우 기존댐 하류의 적정지점에 신규댐을 건설하는 방안도 있다. 이때 신규댐 건설은 새로운 유역에 댐을 건설하는 것과는 다른 개념이다.

홍수조절, 발전, 목적별 용수배분을 재분배를 위한 저수지 운영시스템을 변경하기 위해서는 기존댐에 취수설비나 방류설비를 새롭게 설치하거나 변경하여야 한다. 이 방법은 총저수용량 중에서 각 목적별 저수용량 재배분만을 변경하는 것으로 수중공사 등으로 시공상 어려움을 동반하는 경우도 있으나, 효과는 투자비에 비하여 비교적 크다고 할 수 있다.

표 1. 목적에 따른 댐 재개발 방법

기존댐 재개발	저수용량 증대	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 기존 댐 증고</li> <li>· 기존 댐 주변에 신규댐 건설</li> <li>· 저수지 준설</li> </ul>
	댐 및 저수지의 기능유지 및 개선	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 댐체 및 기초의 개·보수</li> <li>· 취수구조물의 신설 및 변경</li> <li>· 방류설비/여수로 신설 및 변경</li> <li>· Sediment Control Dam 건설</li> <li>· Sand flushing Facility 설치</li> </ul>
	운영 Rule 변경	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 용량의 재분배</li> </ul>

### 3. 국내 재개발 댐 현황

일본과 미국 등에서는 기존댐의 재개발이 활발하게 진행되는 것에 비해 국내는 아직 재개발 사례와 연구가 미진한 상태이다. 국내의 기존댐 재개발 사례는 1965년 섬진강댐을 시작으로 남강댐, 동북댐 가창댐 등이 있다. 이 중에서 다목적댐은 섬진강, 남강댐이고, 생공용수댐으로는 가창댐, 동북댐이 있고, 농업용수댐은 대아, 금풍, 양촌 등 17개소가 조사되었다.

표 2. 국내 댐 재개발 현황

재개발 방법 \ 댐 구분	댐 구분			계
	다목적댐	생공용수댐	관개용수댐	
증 고	-	1	13	14
주변 신규댐 건설	2	1	4	7
계	2	2	17	21

표 3. 다목적댐 및 생공용수댐 재개발 4개소 현황

구 분	섬진강댐	동북댐	가창댐	남강댐
재개발시기	1965년	1985년	1986년	1999년
댐 용 도	다목적댐	생공용수용	생공용수용	다목적댐
재개발내용	기존댐 하류 신규 건설	기존댐 하류 신규 건설	기존댐 증고 (16m)	기존댐 하류 신규 건설
저수용량	당초:60백만m' 증고:466백만m'	당초:2.6백만m' 증고:99.5백만m'	당초:2.0백만m' 증고:9.1백만m'	당초:136백만m' 증고:309백만m'

표 4. 재개발된 농업용수댐 17개소 현황

구분	댐명	위치	착공년도	준공년도	저수용량(천m <sup>3</sup> )	총사업비(천원)
신규 건설	금 풍	전남 남원	1957	1971	1,980	121,516
	주 남	경남 창원	1970	1976	6,680	1,228,689
	양 촌	전남 해남	1972	1973	2,800	55,317
	대 아	전북 완주	1983	1989	54,640	16,517,000
댐체 증고	달 창	경북 달성	1963	1972	5,500	595,310
	대 덕	전남 장흥	1970	1971	990	142,376
	덕 곡	경남 사천	1970	1972	820	60,302
	구 만	전남 고흥	1970	1976	1,760	421,424
	대 보	경북 달성	1972	1974	380	89,843
	기 계	경북 포항	1972	1975	700	400,004
	우 천	강원도 횡성	1972	1976	1,020	376,340
	천 장	충남 청양	1975	1979	2,170	1,399,503
	송 선	경북 경주	1977	1978	1,970	208,427
	서 산	충남 서산	1978	1982	3,060	2,166,504
	동 강	경북 달성	1985	1988	1,370	1,685,020
옥 계	충남 청양	1985	1992	3,270	4,406,248	

#### 4. 댐 재개발의 경제성

##### 4.1 비교 방법

댐 재개발 사업비에 대한 경제성 분석을 위하여 대체적으로 자료수집이 양호한 다목적 댐을 먼저 고려해 보았다. 다목적댐의 경우 섬진강댐과 남강댐이 기존댐 하류에 신규 건설을 한 재개발사례이나 기존댐과의 사업비를 단순히 비교하기에는 어려움이 따른다. 먼저, 남강댐의 경우 다목적댐 중에서 보상비가 81%로 가장 많아 저수용량에 비해 총사업비가 커, 저수용량당 건설단가를 구하여 다른 댐과 비교하기에는 무리가 있었다. 또한 섬진강댐은 준공년도가 가장 빠른 1965년으로 분석된 저수용량당 건설단가를 단순히 금리를 고려하여 변환한 후 최근에 건설된 댐과 단순비교하기에는 어려움이 있었다. 따라서, 본 연구에서는 농업용수댐 중 1970~1996년까지 재개발된 17개소의 댐과 340개소의 댐을 대상으로 댐의 착공년도와 준공년도를 고려하여 건설시기가 비슷한 댐끼리 분류하고 총사업비를 2002년로 환산한 후 저수용량으로 나누어 비교하였다. 형식에 있어서는 대부분의 댐이 코어형 필댐(Core Earth Dam)으로 거의 비슷한 형식을 가지고 있기 때문

에 크게 고려하지 않았고 형상계수는 지형적 특성에 따라 저수용량에 미치는 영향이 달라지므로 형상계수는 고려하지 않았다. 사업기간과 준공년도가 다르기 때문에 기준년을 2002년으로 했다. 특정다목적댐법 시행령 8조에 의해 이자율 및 건설이자율은 건교부 장관이 관계 중앙행정기관장과 협의를 하여 결정하도록 되어 있다. 그리고, 댐 시설기준에 보면 관례적으로 이자율을 8~10%로 적용하고, 기존 다목적댐의 타당성 조서 보고서에 의하면 할인율은 8~12%를 적용하였다. 따라서, 본 논문에서는 이자율을 6%, 8%, 10%, 12%를 적용 총사업비를 건설기간동안 등가지불로 가정한 후 식 (1)과 같이 등가지불 복리계수(equal series compound amount factor)를 사용하여 준공년도의 가치로 변환하였다. 또한 변환된 준공년도의 가치는 식 (2)의 복리계수(compound amount factor)를 사용하여 2002년의 가치로 환산하였다.

$$\left(\frac{F}{A}\right)_n^i = \frac{(1+i)^n - 1}{i} \quad (1)$$

F는 준공년 환산 총사업비, A는 연간사업비, i는 이자율 그리고 n은 연차이다.

$$\left(\frac{F}{P}\right)_n^i = (1+i)^n \quad (2)$$

F는 2002년 환산 총사업비, P는 준공년 환산 사업비, i는 이자율 그리고 n은 연차이다.

#### 4.2 경제성 분석

저수용량 1톤당 건설단가에 있어서 신규로 건설된 댐과 재개발된 댐을 비교해 보면 작게는 약 20%, 크게는 거의 80%의 차이를 보인다. 표 5는 17개소의 재개발 농업용수댐 중 신규 건설단가의 비율이 가장 큰 차이를 보이는 양촌댐과 가장 작은 차이를 보이는 기계댐, 저수용량이 가장 큰 대아댐을 보여주고 있다. 양촌댐의 저수용량 1톤당 건설단가는 비슷한 시기에 새로이 건설된 삼길, 두만, 군암, 개운댐 건설단가의 10%정도 밖에 미치지 않는다.

전체적으로 저수용량 1톤당 건설단가는 준공년도가 최근일수록 높아진 것을 볼 수가 있다. 이는 수물보상비의 증가로 인한 총사업비의 증가가 큰 요인인 것이다. 저수용량이 같은 댐들도 형식, 지형, 지역특색, 형상계수, 수물보상비, 유역면적 등에 따라 사업비가 다양하다. 이들 요소 중에서 시대에 따른 수물보상비의 변화를 주목할 필요가 있다. 같은 위치에 형상계수가 같고 유역면적이 비슷한 경우라도 1960~1980년까지는 총사업비에 대한 보상비의 비율이 50%이하를 유지했다. 하지만 1980년 이후 총사업비에 대한 보상비의 비율이 급격히 증가한 것을 아래의 표 6의 다목적댐의 보상비 비율을 살펴 보면 알 수 있다.

표 5. 재개발 댐과 신규 댐의 저수용량과 사업비 비교 (이자율 8%적용)

댐 명	착공년도	준공년도	저수용량(천m <sup>3</sup> )	총사업비(천원)	환산총사업비(천원)	건설단가(원)
양촌	1972	1973	2,800	55,317	515,404	184
삼길	1971	1973	280	51,549	499,508	1,784
두만	1970	1973	480	141,864	1,430,349	2,980
군암	1971	1974	1,210	201,763	1,883,595	1,557
개운	1971	1974	1,280	227,731	2,126,024	1,661
평균 단가						1,996
기계	1972	1975	700	400,004	3,457,694	4,940
중북	1971	1975	580	418,903	3,769,614	6,500
내정	1974	1975	450	309,427	2,471,722	5,493
화북	1971	1975	610	358,082	3,222,299	5,282
창수	1971	1975	480	381,830	3,436,002	7,158
평균 단가						6,108
대아	1983	1988	54,640	16517,000	56,922,018	1,042
요룡	1982	1988	2,210	5425,348	19,483,361	8,816
월산	1982	1988	1,790	3450,376	12,390,901	6,922
죽전	1982	1988	2,550	8657,012	31,088,836	12,192
평균 단가						9,310

표 6. 다목적댐의 보상비 비율

댐명	공사년도	사업비(억원)				보상비 비율(%)
		총사업비	공사비	보상비	관리비	
섬진강	61-65	80	69	4	7	5
남강	61-70	66	29	30	78	45
안동	71-77	404	190	138	75	34
소양강	67-73	321	211	78	32	24
대청	75-81	1557	657	781	120	50
충주	78-86	5551	2727	2744	81	49
합천	82-89	2624	1136	943	545	36
주암	84-92	3628	1963	1308	356	36
임하	84-93	3331	917	2027	386	61
남강보강	87-99	7092	1099	5757	24	81
부안	91-96	621	260	323	38	52
용담	90-01	9047	2441	6326	279	70
형성	90-01	1573	400	1113	60	71
밀양	90-01	1345	851	408	86	30
탐진	96-03	2200	725	1361	114	62

그리고, 17개 재개발 댐의 저수용량 1톤당 전체평균 건설단가와 340개 신규댐의 저수용량 1톤당 전체평균 건설단가를 비교해 보았다.

저수용량 1톤당 전체평균 건설단가에 있어서 기존댐 재개발은 이자율 적용에 따라 신규 댐 건설단가의 29~32%정도이다. 참고로 댐건설장기계획(2001)에 물 1m<sup>3</sup>을 얻기 위한 다 목적댐 건설단가로 안동댐('77) 4.0원, 합천댐('89) 40.0원, 부안댐('96) 159.7원의 비용이 든

다고 언급되어 있으나, 이는 용수개발비용을 연간용수공급량으로 나누어 댐 준공년도의 건설단가를 나타내는 것으로 본 연구의 건설단가와와는 차이가 있다.

표 7. 이자율에 따른 신규 건설과 재개발 비용

구분 \ 이자율	6%	8%	10%	12%
재 개발	1,479원	2,322원	3,668원	5,824원
신규 건설	5,349원	7,952원	11,971원	18,227원
비율(재개발/신규)	28%	29%	31%	32%

## 6. 결론

물그릇의 가격은 천차만별이다. 제품크기, 재질, 제조회사, 제조년도 등에 따라 가격은 틀려진다. 좋은 재질로 만들어진 작은 물그릇이 별로 좋지 않은 재질의 큰 물그릇보다 가격이 비쌀 수 있다. 즉, 이는 저수용량이 작은 댐이 저수용량이 큰 댐보다 건설비가 많은 사례가 다소 조사되었으나, 대체로 댐의 저수용량이 증가함에 따라 건설비가 증가하는 것이 일반적이다. 따라서, 신규댐 건설과 기존댐의 재개발을 저수용량 1톤당 건설단가로 비교해 본 결과 기존댐 재개발을 통하여 신규 수자원을 확보하는 방안이 신규댐 건설단가의 약 30% 정도로, 신규댐 건설보다는 기존댐의 재개발을 통한 저수용량 확보가 유리하다는 것을 알 수 있다. 그러므로, 수자원 확보를 위해 댐 건설 적지감소, 보상비 증가, 환경문제 등으로 어려움이 많은 신규댐 건설의 대체방안으로 기존댐 재개발이 적합하다고 판단된다.

## 감사의 글

본 연구는 21세기 프론티어연구개발사업인 수자원의 지속적 확보기술개발사업단의 연구비지원(과제번호2-4-1)에 의해 수행되었습니다.

## 참고문헌

- 건교부 (1991). 하천환경관리기본조사·연구
- 건교부 (2001). 댐건설장기계획(2001~2011)
- 농업기반공사(2001). 농업용저수지증설현황
- 박준기 (1990). 既設댐의 再開發에 關한 研究, 수자원학회 논문집 23(2) pp. 195-199
- 정성영 (2000). 기존댐 재개발 방안, 수자원정보지 통권14호.
- JANCOLD (1997). Current Activities On Large Dams In Japan