

03. 태국의 댐 현황

Ruetaitip Mama, 충남대학교 토목공학과 수공 및 환경전공 박사과정
 강태운, 충남대학교 국제수자원연구소 연구원
 Chayapa Chayavivattanawong, 충남대학교 토목공학과 수공 및 환경전공 석사과정
 정관수, 충남대학교 토목공학과 교수

1. 서론

태국은 동남아시아의 인도차이나반도 중앙부에 위치한 국가이다. Figure 1과 같이 북서쪽으로 미얀마, 북동쪽으로 라오스, 동쪽으로 캄보디아, 남쪽으로 말레이시아와 국경을 접하고 있으며, 서쪽으로 안다만해, 남동쪽으로 시암만에 면한다. 태국은 적도부근에 위치하여 열대성 기후를 가지기 때문에 덥고 습한 계절이 연중 오래 지속된다. 태국은 겨울, 건기, 우기 3계절이 지배적이며 우기는 4월부터 6월까지이다. 우기는 보통 폭우를 동반하며 빠르게는 3월 또는 5월에 시작되며 공식적으로는 6월과 늦으면 8월까지 시작한다. 이때에 장마가 가장 활발히 발생하며 홍수를 초래하게 된다. 겨울은 일반적으로 11월에서 2월까지이다. 태국의 이러한 기후특성은 매우 심한 수문학적 변동을 야기할 수 있으며 이로 인해 가뭄과 홍수가 빈번하게 발생하게 된다. 또한 태국의 총 면적은 513,000km²이며 인구는 6400만 정도이다.

전국적인 연평균 강수량은 1,600mm이며 특히, 5월에서 8월 사이에 85~90%의 강우량이 발생한다. 태국의 북쪽과 남쪽은 폭우가 빈번하게 발생하며 최북단의 경우 평균강수량 이하를 나타낸다. 태국의 유역의 경우 25개의 분류와 254개의 지류가 위치하며 총 유역 유출량은 220,000MCM(Million Cubic Meter), 1인당 이용가능 수자원은 3,300m³/year으로 이는 태국인구의 물 수요량이 비교적 높다는 것을 보여준다. 2014년 현재는 태국 유역

의 총 저수량은 79,200 MCM 이며 이는 유역 총 유출량의 36%에 해당한다. 또한, 100MCM 정도의 큰 규모의 저수지는 거의 총 용량의 90%정도를 차지하는 것으로 알려져 있다.



Fig. 1 태국의 위치 (www.ttooying.com,2014)

2. 태국의 댐 현황

태국의 유역유출은 우기인 5월에서 8월에 최고조가 된다. 또한, 홍수기는 85%의 총 유출이 발생하는 6월에서 12월 사이이며 평수기는 1월에서 6월이다. 1950년부터 정부는 Figure 2와 같이 4000개 이상의 크고 작은 규모의 댐을 건설해왔다. 대부분의 댐은 작은 규모이며 중대규모의 댐은 Table 1처럼 거의 400개에 달한다.

태국국민의 56%는 농업에 종사하고 있다. 더군다나, 총 물 사용량의 71%는 농업에 쓰여진다. 나머지는 산업(4.6%)과 환경유지관리(22.4%)에 쓰이고 있다.

그만큼 이에 따르는 수자원관리가 매우 필요한 실정이다. 따라서, 태국에서는 댐을 관개수로 역할을 감당하는 것을

우선으로 하며 홍수조절을 위한 저수, 수자원공급, 관개, 생활용수, 에너지생산, 등으로 활용하고 있다.

2011년에는 대규모 홍수가 발생하였는데 이는 댐에 관한 근본적인 변화를 가져왔다. 2011년 이후, 태국정부는 홍수 보호계획과 대규모 홍수보호 효과 제안 등의 다양한 사업을 시작했다. “Design of the Infrastructure for Sustainable Water Resources Management and Flood Prevention, the Kingdom of Thailand”는 태국의 대규모 국책사업으로서 홍수조절을 주된 목적으로 하고 있다. 이 사업은 Figure 3과 같이 21개 댐이 7개 유역(Ping, Yom, Nan, Pasak, Chi, East-coast Gulf, Sakrakrang)에 건설되는 계획을 포함하고 있다.

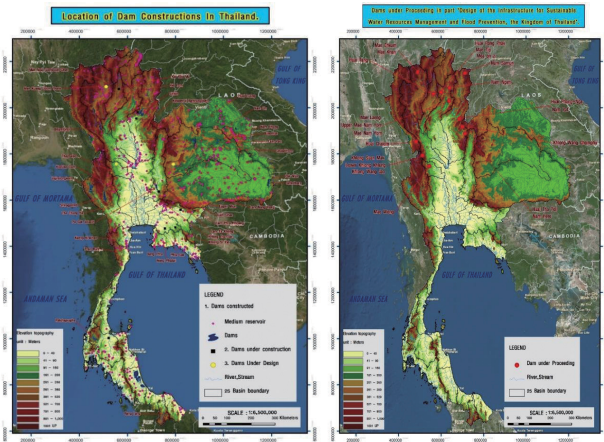


Fig. 2 2014년도에 태국의 댐건설 현황

Fig. 3 태국의 2012년도 홍수조절개발 현황



Fig. 4 수코타이지역에 위치한 Saritphong 댐 (www.sadoodtasukhothai.com,2014)

Table 1 태국의 중규모댐 현황 (Unit: MCM)

지역	대형		중형		총합계	
	개수	총용량	개수	총용량	개수	총용량
North	7	24,715	73	873	80	25,588
North-East	12	8,323	265	2,004	277	10,327
Middle	3	1,360	12	141	15	1,501
West	2	26,605	8	132	10	26,737
East	5	1,173	51	631	56	1,804
South	4	8,194	39	584	43	8,778
Total	33	70,370	448	4,365	481	74,735



3. 태국 댐 발전사

댐에 관한 태국의 역사적 사례를 살펴보면 고대왕국인 수코타이 왕조시대로 거슬러 올라간다. 그 중 Ramkhamhaeng 왕의 통치기간동안 (1279-1298)에 댐을 다양한 목적으로 이용했다는 사례가 있다. Saritphong 댐 또는 Thamnop Phra Ruang 댐은 고대에 건설된 댐으로서 Figure 4와 같이 하안보다 높게 흙을 쌓아 만들었다. 또한 방수로와 터널을 파서 물을 수송했던 파이프 시설도 있었는데 이는 나중에 Traphang Ngoen 저수지와 Traphang Thong 저수지 수자원을 대도시와 수코타이 왕조의 왕궁으로 수송하는 용도로 활용하기도 하였다.

1900년부터 태국의 주요사업은 농업으로서 지속적인 작물의 다양화와 특성화를 통해 국제적으로 매우 성공하였다. 태국에서 쌀은 자국의 가장 중요한 곡식 중 하나이다. 이는 해외수출의 주요 품목이기도 하였다. 또 다른 주요 생산물은 고무, 곡식, 설탕 등이 있다.

이 시기에 국내소비와 농업, 산업의 발전함에 따라 물의 수요도 증가하기 시작하였다. 이에 따라, 태국정부는 수자원을 우선적으로 수도권을 중심으로 개발하기 시작했다. 또한 현대식 시공기술을 이용하여 대규모 콘크리트 댐도 개발하였다. 이 때에 태국최초의 대규모 댐인 Chao Phraya



Fig.5 NakornSawan에 위치한 Chao Phraya 댐 (www.rid.co.th, 1957)

댐이 건설되게 된다. 이 댐은 1902년에 착공하였으나 두 차례의 시공중단을 겪었다. 첫 번째 시공중단의 배경에는 정부의 개발과 관련이 있다.

정부는 그 당시, 댐 뿐만 아니라 여러 분야에 대한 사업을



Fig.6 Pranakorn SriAyudthaya에 위치한 Rama VI 댐 (www.rid.co.th, 1924)

종합적으로 추진하고 있었다. 이로 인해, 댐 건설에 대한 자본부족이라는 어려움을 초래하게 된 것이다. 두 번째 이유는 1913년에 1차 세계대전이 일어난 것에 있으며 이 시기의 태국경제는 매우 어려운 상황 속에 있었다.

이후, 1952년에 태국정부는 1800만 달러를 세계은행에서 차관하여 그 자본으로 댐을 시공하였으며 이를 통해 1957년에 Figure 5와 같이 Chao Phraya 댐을 준공하였고 10년에 걸쳐 Rama VI 댐도 1924년 11월 29일에 준공하였다. Rama VI 댐은 태국수도의 저지대로 흐르는 Pasak 강에 위치한 관개용 댐이다. 이 댐에는 Figure 6과 같이 6개의 12.5m의 수문이 설치되어 있으며 총 연장70m이다.

Table 2는 태국의 대규모 댐의 위치 및 준공시기 등을 나타낸다. 여기서, 1960년부터 1969년 사이에 건설되었던 흙댐과 록필댐의 경우, 새로운 공학적 기술에 따라 시공된 것이다.

이 댐들은 주로 전력발전과 관개수로의 목적으로 이용되었다. Bhumilbhol 댐은 태국최초의 전력발전 댐이며 Figure 7과 같다. 이는 동남아시아 유일의 콘크리트 아치형 댐이다. 1980년부터 1999년 사이에는 태국의 경제가 급성장하는 시기이다. 때문에 태국내 산업과 농업도 급성장하였고 이에 따라 수자원의 수요가 대규모로 급증했다.

따라서, 태국정부는 Table 2와 같이 이 기간 동안 18개의 댐을 건설하여 충분한 용수공급과 전력생산을 추진하였다. 더불어 태국정부는 농업용수공급 및 생활용수공급과 홍수 조절을 위해 1980년부터 2000년 이전까지 12개의 다목적댐(RID)을 건설하였다. 또 다른 6개 댐(EGAT)의 목적은

전력생산을 주안으로 하였다. 1986년에는 Figure 8과 같이 Vajiralongkorn 댐을 건설하였으며 콘크리트 차수형식 괴담 시공방식을 이용하기도 하였다.

또한 이 시기에는 CFRD(Concrete Face Rockfill Dam)도 널리 시공되었는데 시공비용이 저렴하고 비교적 안정성이 좋은 특징을 가지고 있다. 그러나 이러한 유형의 댐은 균열과 누수가 쉽게 발생 할 수 있다는 단점도 있다.

Table 2 태국의 대규모 댐의 현황(Unit, MCM)

기간	Royal Irrigation Department, RID (Multiple Purpose)						Electricity Generating Authority Of Thailand, EGAT						개수
	댐	유형	준공	최대용량	유역	지역	댐	유형	준공	최대용량	유역	지역	
1960s -1969s	Lam Phra Phloeng	Earthfill Dam	1967	242	Mun	Northeast	Bhumibhol	Concrete Arch	1964	13,462	Ping	West	6
	Lam Ta Khong		1969	367	Mun	Northeast	Nam Phung	Rockfill Dam	1965	165	Mun	Northeast	
	Kaeng Krachan		1966	900	Petchaburi	West	Ubonrat	Rockfill Dam	1966	2,263	Chi	Northeast	
1970s -1979s	Kio Lom	Concrete Dam	1972	106.22	Wang	North	Sirikit	Earthfill Dam	1977	9,510	Nan	North	6
	Nam Un	Earthfill Dam	1973	774	Khong	North	Chulabhorn	Rockfill Dam	1973	188	Chi	Northeast	
	Bang Phra		1975	123	East-Coast Gulf	East	Sirindhorn	Rockfill Dam	1971	1,966.50	Mun	Northeast	
1980s -1989s	KraSieo Dam	Earthfill Dam	1981	390	KraSieo	Central	Srinagarind	Rockfill Dam	1980	17,745	Mae Khong	Northeast	12
	Pran Buri		1982	390	West-Coast Gulf	West	Bang Lang	Rockfill Dam	1981	1,420	Mae Khong	South	
	Lam Nang Rong		1982	196.67	Mun	Northeast	Vajiralongkorn	CFRD	1986	8,860	Khwaee Noi	West	
	Huai Luang		1984	182.75	Khong	Northeast	Tha Thung Na	Rockfill Dam	-	28.8	Khwaee Yai	West	
	Lam Pao		1984	2450	Chi	Northeast	Ratchaprapha	Rockfill Dam	1987	5,638.80	Ta Pee	South	
	Mae Ngat Somboon Chon		1985	325	Ping	North							
	Thapsalao		1988	190	SakaeKrang	Central							
1990s -1999s	Mae Kuang Udom Thara	Earthfill Dam	1993	295	Ping	North	Pak Mun	RCC	1994	-	Mun	Northeast	6
	Nong Phlalai		1993	208.85	East-Coast Gulf	East							
	Upper Mun		1995	350	Mun	Northeast							
	Lam Chae		1998	325	Mun	Northeast							
	Pa Sak Jolasid		1999	960	Pasak	Central							
2000s - Present	Khlong Si Yat	Earthfill Dam	2002	450	Bang-prakong	Central						5	
	Phra Sae		2004	322.2	East-Coast Gulf	East							
	Khlong Tha Dan	RCC	2004	226	Nakorn Nayok	Central							
	Kio Kho Ma	Earthfill Dam	2008	208.6	Wang	North							
	Khwaenoï Bamrungdaen	CFRD	2008	861	Nan	North							
Total			23			12						35	

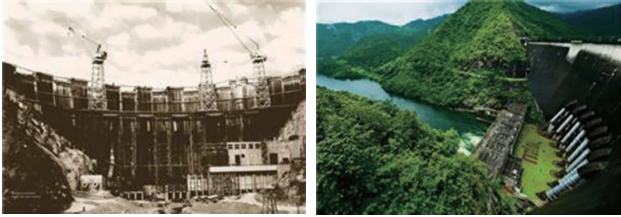


Fig.7 콘크리트 아치형인 Bhumibhol 댐 (www.egat.go.th, 1964)

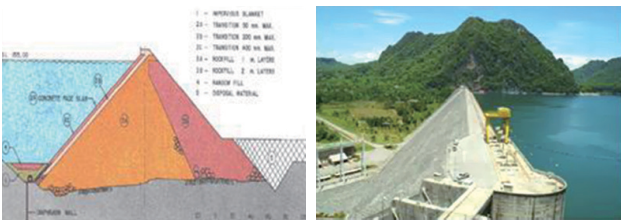


Fig.8 CFRD기술을 이용하여 시공된 Vajiralongkorn 댐 (www.gerd.eng.ku.ac.th, 1986)



Fig.8 CFRD기술을 이용하여 시공된 Vajiralongkorn 댐 (www.gerd.eng.ku.ac.th, 1986)

이 시기에 주목할만한 댐은 1994년에 준공한 Pak Mun 댐이 있다. 이 댐은 기존 시공방법인 RCC(Roller-compacted Concrete Dam)와는 다른 공법으로 시공되었다.

2000년부터 현재까지는 태국 유역의 공간제약으로 인하여 중소규모의 댐을 시공하는 경향이 있었으나 때때로 대규모로 시공된 댐도 있었다. 특히, 2004년에 완공한 Klong Tha Dan 댐은 Figure 9와 같으며 총 연장 2,720m로 세계에서 가장 긴 댐이다. 이 댐은 또한 Pak Mun 댐과 같은 RCC 공법으로 시공되었다.

4. 결론

과거 50년 동안 태국정부는 국가사업에 따라 수자원관리를 위해 다양한 규모의 댐을 시공해왔다. 하지만 근래(2014년)에는 자국 내에 댐의 건설로 인한 환경변화의 위험성을 인식한 시각이 많아지면서 수자원개발에 난항을 겪고 있다. 현재 시공된 댐의 수는 과거에 비해 많지는 않지만 댐의 노후화에 따른 댐 안정성과 지속적인 운영 및 유지를 위한 연구들이 필요한 실정이다. 따라서, 이를 위한 연구와 과제들(홍수경보, 침투, 유사 또는 댐 파괴 등)의 시행이 필요할 것으로 판단된다.

감사의 글

본 연구는 국토교통부 물관리연구사업의 연구비지원(11기 술혁신C06)에 의해 수행되었습니다.

[References]

ONESDB (Office of the National Economic and Social Development Board). (2014). The National Economic and Social Plan 1-11th 1961-2016, "www.nesdb.go.th".

RID (Royal Irrigation Department). (2014) Strategic Plan of RID 2013-2016, "www.rid.go.th".

Soralump, S., Jinakunwipat, M. (2009) The Opportunity to Break Down Vajiralongkorn Dam, VaSoKho.52/01.

GERD (Geotechnical Engineering Research and Development Center).

Soralump, S., Thongthamchart, C., and Chaisakaew, V. (2009). 30 Years Instrumentation Behavior of Srinagarind Dam and Analysis of Warning Criteria, Proceeding of Long Term Behavior of Dams conference 2nd, pp. 871-876.

THAICID (Thai National Committee on Irrigation and Drainage). (2014) Introduction of Thailand. "www.icid.org/cp_thailand".