

댐 프로젝트의 Fast Track에 관한 연구

○윤 재호¹⁾, 김 동권²⁾, 신 은우³⁾, 문 영일⁴⁾

1. 서론

대형 국책공사 수행 시 현재 가장 큰 문제점은 공기지연과 이로 인해 공사비가 증액되는 점이며, 이에 따른 적기 미준공 시에는 이차로 인한 증액비용과 시설물의 이용연기에 따른 편익손실은 국가 전체의 경쟁력 저하로 이어진다. 특히 사회간접자본의 대표적인 시설인 댐 건설사업과 같이 기획단계인 예비조사, 타당성분석에서부터 설계단계, 구매단계, 시공단계 및 유지관리단계까지 건설 Project Life Cycle(이하 생애주기)이 긴 대형 프로젝트인 경우, 발주단계에서 전통도급 방식이든, TURN KEY방식이든 관계, 재원부족, 이권 및 토지 보상 등 여러 문제들 때문에 전체공사를 한번에 발주하지 못하고 차수별 혹은 연차별로 발주하는 경우가 많다.

이러한 경우, 공기가 연장되므로써 건설공사중의 RISK에 노출되는 시간 또한 길어져 공사외적 요소인 홍수나 기타 천재지변에 더욱 장기간 불안정한 상태로 대처해야 하며, 공사비 증가는 물론 민원이나 환경 문제 등 예상치 못한 비용이 투입되는 결과가 발생하기도 한다. 이런 공사를 만약 차수별 혹은 연차별로 발주하지 않고 전체공사물량을 계속비로 발주한다면, 초기투입비용은 증가할지 모르지만 공사기간을 줄일 수가 있고 RISK에 노출되는 기간도 줄게 되어 RISK비용 또는 사업예비비의 투입이 줄어드는 효과가 있으며, 특히 공기단축에 의해 사용료 증대 등의 기타 수입을 증가시킬 수 있다.

따라서 본 연구에서는 기 완공된 댐과 건설중인 댐의 자료를 활용하여, 우리나라의 댐 종류, 주요 댐의 수자원 특성, 주요 댐의 건설생애주기별 공기분석과 그에 따른 사업비분석을 고려하여 더욱 효율적이고 자본기회비용(Capital Opportunity)면에서 최적인 발주 및 건설 모델을 도출하였다. 이 성과를 토대로 앞으로의 발주에 있어 Fast Track방식을 하나의 새로운 방향으로 제시하여 댐프로젝트의 건설 수행능력 향상에 한 방향을 제시코자 한다.

2. 본론

2-1. 우리나라의 댐 종류

우리나라 댐은 정부에 등록된 것을 기준하면 1종 시설물 45개소, 2종 시설물 20개소, 농업용수 댐 721개소 등 총 786개소가 있다. 이 중 1종 시설물을 기준하면 다목적댐 16개소와 발전용댐 13개소와 용수전용댐 21개소가 있으며, 유형별 자세한 내용은 표 1과 같다.

2-2 다목적 댐 특징

우리나라의 다목적댐은 기존댐인 섬진강댐, 남강댐, 소양강댐, 안동댐, 대청댐, 충주댐, 합천댐, 주암댐, 임하댐, 부안댐 등 10개댐이 있고, 99년 현재 건설중인 밀양댐, 남강댐(보강), 용담댐, 횡성댐, 영월댐, 탐진댐 등 6개댐이 있으며, 계획댐은 지천댐, 마곡천댐, 적성댐, 제2수어댐, 화북댐, 상옥댐, 길안댐, 금산댐 등 7개댐이 있다. 우선 기존댐과 건설중인 댐인 섬진강댐, 남강댐, 소양강댐, 안동댐, 대청댐, 충주댐, 합천댐, 주암댐, 임하댐, 부안댐, 밀양댐, 남강댐(보강), 용담댐, 횡성댐, 영월댐, 탐진댐 등 16개 댐에 대한 수자원 특성은 아래 표 2와 같다.

-
- 1) 현대건설 토목사업본부 이사
 - 2) 현대산업개발 토목 1팀 차장
 - 3) 시설안전기술공단 댐항만실장
 - 4) 서울시립대학교 토목공학과 조교수

표 1. 우리나라의 댐 종류별 분류

구분	개수	댐명
다목적 댐	16	중력식 심진강댐, 충주댐, 합천댐
		사력댐 남강댐, 소양강댐, 안동댐, 주암본댐, 주암조절지댐, 임하댐, 횡성댐
		혼합식 대청댐
		차수댐 부안댐, 용담댐, 밀양댐, 탐진댐, 영월댐
발전용 댐	13	중력식 화천댐, 춘천댐, 의암댐, 청평댐, 팔당댐, 괴산댐
		사력댐 강릉댐, 무주(상)댐, 무주(하)댐, 삼랑진(상)댐, 삼랑진(하)댐, 청평양수댐
		혼합식 보성댐
용수전용댐	21	수어댐, 영천댐, 운문댐, 보령댐, 하동댐, 덕동댐, 백곡댐, 경천댐, 경천지댐, 탐정지댐, 대아댐, 예당호댐, 청천댐, 사연댐, 장성댐, 나주댐, 담양댐, 성주댐, 동화댐
		차수댐 동복댐, 평화의댐

표 2. 다목적 댐 종류

구분	유역면적 (km ²)	댐높이 (m)	댐길이 (m)	댐면적 (m ²)	만수면적 (km ²)	총저수용량 (백만톤)	유효저수량(백만톤)	
기 존 댐	심진강	763	64	334	21,376	26.5	466	347
	남강	2,280	21	975	20,425	30	136	109
	소양강	2,703	123	530	65,190	64.3	2,900	1900
	안동	1,584	83	612	50,786	51.5	1,248	1000
	대청	4,134	72	495	35,640	64.3	1,490	790
	충주	6,648	98	447	43,806	86	2,750	1789
	합천	925	96	472	45,312	23.4	790	560
	주암본댐	1,010	58	330	19,140	33	457	562
	임하	1,361	73	515	37,595	26.4	595	424
건설 댐	부안	59	50	282	14,100	3.03	42	36
	밀양	95.4	89	535	47,615	2.2	74	70
	용담	930	70	498	34,860	36.2	815	672
	횡성	209	48.5	206	9,991	5.82	87	73
	탐진	193	53	403	21,359	10.27	183	171
남강보강	2,285	34	1126	38,284		309	700	
영월	2,267	98	325	31,850		698	524	

2-3. 주요 다목적 댐별 건설현황

상기 우리나라의 다목적댐중 기존댐이거나 건설중인 댐 중 총 저수용량이 5 억톤 이상인 소양강댐, 안동댐, 대청댐, 충주댐, 합천댐, 임하댐, 용담댐 등 7개 댐을 연구의 대상으로 하였다. 이들 댐들의 공기 및 사업비는 표 3과 같으며, 용수량 및 발전량은 아래 표 4와 같다.

2-4 공정 분석

가. 댐별 단계별 시공공기 분석

아래 표 3에서 댐별 건설생애주기의 단계별 공기를 정리하면 표 5와 같이 단계별 실적공기를 분석할 수 있다. 이 분석에 의해 우리나라의 댐 건설의 특징을 살펴보면, 건설생애주기에 있어서 예비조사, 타당성분석단계, 설계단계, 시공단계가 연속적으로 이루어지지 않고, 불필요한 로스타임인 dummy가 많아 총 사업공기가 필요 이상으로 길어짐을 알 수 있다.

표 3. 주요 다목적댐 공기 및 사업비(단위 백만원)

구 분		예비 조사	타당성조사	기본계획.설계	실시 설계	시 공
소양강댐	공기	-	'66.12~'68. 3	'67.10~'68. 3	'69. 4~'69.11	'67. 4~'73.12
	사업비					32,085
안 동 댐	공기	'66. 6~'67.12	'71. 1~'71.12	-	'72. 1~'77. 5	'71. 4~'77. 5
	사업비		213			40,361
대 청 댐	공기	'68.4 ~'72. 2	'72. 6~'73.10	-	'73. 6~'74. 8	'75. 3~'81. 6
	사업비					155,733
충 주 댐	공기	'68. 5~'71.12	'75.12~'77. 3	-	'78. 5~'86. 1	'78. 6~'86. 1
	사업비				103	555,114
합 천 댐	공기	'66.11~'72. 3	'73.10~'73.12	'74. 6~'74.12	'82. 7~'83.12	'82. 4~'89.12
	사업비					262,400
임 하 댐	공기	'77.10~'79. 9	'81. 5~'83. 8	'83.10~'84.12		'84.12~'93.12
	사업비					333,076
용 담 댐	공기	'87.11~'88.12	'89.12~'90. 8	'90.11~'91.12		'90.12~'00.12
	사업비		506	1,312		1,437,450

표 4. 주요 다목적댐 용수량 및 발전량

구 분	총저수용량 (백만톤)	년간 용수 공급량(백만톤)				년간발전량 GWH/년	시설용량 (천kW)
		생공용수	관계용수	유지용수	총 용수용량		
소 양 강	2,900	1,200	13	-	1,213	353.0	200.0
안 동	1,248	450	300	176	926	89.0	90.0
대 청	1,490	1,300	349	-	1,649	196~240.0	90.0
충 주	2,750	2,731	315	334	3,380	844	412.0
합 천	790	520	32	47	599	232	101.3
임 하	595	364	13	215	592	96.7	50
용 담	815				650		24.4

표 5. 댐별 생애주기 단계별 공기(월)

구 분	예비조사	dummy	타당성	dummy	설계	dummy	시공	총공기
소양강댐	-	-	16	13	7	-31	80	85
안 동 댐	19	37	11	1	64	-72	73	133
대 청 댐	47	4	16	-3	14	7	75	160
충 주 댐	44	48	16	14	90	-88	91	215
합 천 댐	65	19	14	92	17	-18	92	281
임 하 댐	24	20	27	2	15	0	108	196
용 담 댐	14	12	9	3	13	-12	120	159
평 균	36		16		31		91	183

나. 총 저수량 및 전면적기준에 의한 표준공기 산정

표 6에서는 표준공기를 구하기 위하여 공기, 사업비, 저수량, 댐체 전면적을 상호 연계하여 보았다. 이 때 공기는 실제 시공공기이고, 사업비는 현재가치로 환산(이자율 12% 적용)하였으며, 저수량은 총 저수량이고, 댐체 전면적은 댐 높이와 길이를 곱한 수치로 하였다. 우선 총 저수량을 기준으로 한 분석에서 시공공기 대비 저수량은 준공연도가 70년대인 소양강댐이 36.25 백만톤/월에서 준공연도가 2000년도인 용담댐이 6.7 백만톤/월로서, 준공연도가 늦을수록 수치가 낮아짐을 볼 수 있는데, 이는 저수량대비 시공단가가 많아짐을 나타낸다. 또한 댐체 전면적기준에서 역시 시공월대비 단위면적비가 소양강댐의 815(m²/월)에서 용담댐 219(m²/월)까지 준공연도가 늦을수록 분석치가 낮아지고 있음을 알 수 있으며, 이 역시 연도가 흐를수록 사업비가 증가함을 나타낸다.

- 즉 70년대 준공한 공기대비 댐체 면적의 평균치는 755m²/월이고 80년대 준공한 댐의 평균치는 483m²/월이고 90년대 준공한 댐의 평균치는 320m²/월로 나타나 있다. 이를 종합적으로 검토하면,
- (1) 준공 연도가 늦을수록 건설공기가 길어지는 것으로 보인다. 이는 계약면에서는 차수별 계약이 이루어졌고, 각종 공사법규강화에 따른 것이고, 공사측면에서는 직접시공에서 하청으로 인한 품질관리강화, 사회측면에서 민원 다발, 환경문제의 대두 등으로 인한 공기지연이라 하겠다.
 - (2) 시공연도가 늦을수록 사업비가 증가하는 경향이 있고,
 - (3) 조사후 설계, 설계후 시공착수가 늦어져 단계별 공기가 길어짐을 알 수 있다.

표 6. 댐별 시공성분석

구 분		소양강댐	안동댐	대청댐	충주댐	합천댐	임하댐	용담댐
준 공 년 도		1973	1977	1981	1986	1989	1993	2000
시 공 공 기 (월)		80	73	75	91	92	108	120
사업비 (백만원)	당 초	32,085	40,361	155,733	555,114	262,400	333,076	1,437,450
	현가(백만원)	1,102,936	831,112	2,008,971	4,268,387	1,417,218	1,208,262	2,399,626
저수량 기 준 (백만톤)	총 저 수 량	2,900	1,248	1,490	2,750	790	595	815
	분 배	380	666	1348	1552	1794	2031	2944
	석 석	36.25	17.10	19.87	30.22	8.59	5.51	6.79
전면적 기 준	댐 면 적 (m ²)	65,190	50,786	35,640	43,806	45,312	37,595	34,860
	분 배	17	16	56	97	31	32	69
	m ² /월	815	696	475	481	493	348	291

다. 댐별 적정공기 산정

표 6에서 시공성을 분석한 데이터는 월 저수량 기준값과 월 댐체 전면적 기준값 중 현실성에 가장 가까운 댐체 전면적 기준값에 의한 공기조정법을 선택하였다. 이는 월당 댐체 전면적값①을 합한 3,599m²을 댐체의 수 7로 나누어 평균값② 514m²/월을 구하고, 각 댐의 전면적값에 평균값 514m²/월로 나누어 댐별 조정 시공공기를 표 7과 같이 구하였다. 그리고 예비조사, 타당성조사, 설계공기산출은 평균값② 514m²/월을 각 댐별 실적치 m²/월에 나누어 비율③을 구한 다음, 표 5에서 구한 생애주기 단계별 평균공기에 비율③을 곱하면 댐별 단계별 조정공기를 표 7과 같이 구할 수 있다.

여기서 특이한 것은 소양강댐과 안동댐은 실 시공공기가 조정공기 보다 짧거나 비슷함을 알 수 있는데, 이는 이들 2개 댐이 새마을 운동이 한창이던 시절 초 틀판작업을 했기 때문이다. 그러므로 뒤에 논할 Fast Track 도입시 댐별 편익 및 비용산정엔 두 댐을 제외한 대청댐, 충주댐, 합천댐, 임하댐, 용담댐의 5개 댐 위주로 논하도록 하겠다.

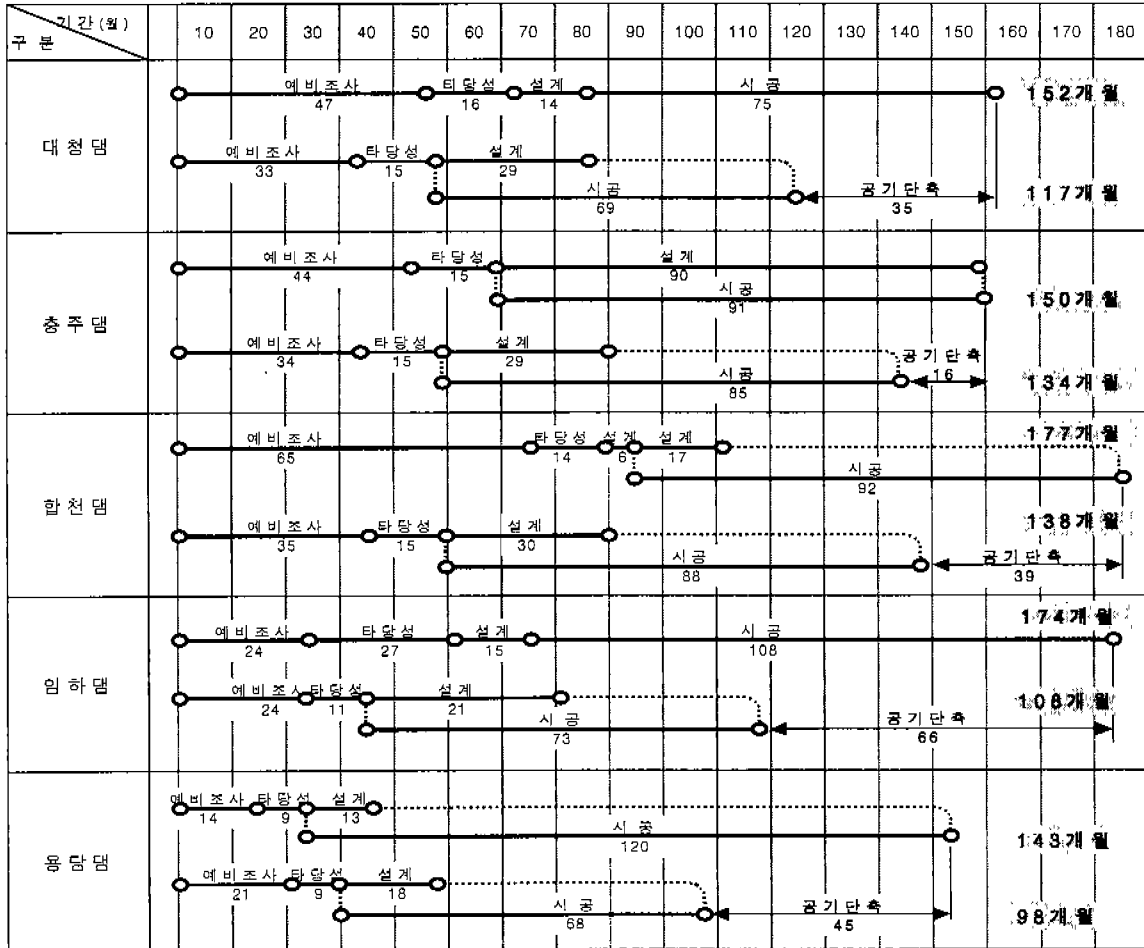
표 7. 단계별 적정공기 산정

구 분	댐 면적 (m ²) ①	조정 시공공기산정			예비조사 36월×③	타당성조사 16월×③	설계 31월×③
		실적치 m ² /월	비율③	월 ①÷②			
소양강댐	65,190	815	1.59	127	57	25	49
안 동 댐	50,786	696	1.35	99	47	22	42
대 청 댐	35,640	475	0.92	69	33	15	29
충 주 댐	43,806	481	0.94	85	34	15	29
합 천 댐	45,312	493	0.96	88	35	15	30
임 하 댐	37,595	348	0.68	73	24	11	21
용 담 댐	34,860	291	0.57	68	21	9	18
평 균		② 514					

라. 라이프사이클에 의한 실공정 對 Fast Track 도입시의 공정 비교

표 5에서 얻은 댐별 생애주기 단계별 실제공기와 표 7에서 얻은 생애주기 단계별 적정공기를 아래 표8에 삽입하면 실공정 對 Fast Track도입시 공기가 비교되며 그 차이가 공기 단축월이 된다.

표 8. 실공정 對 Fast Track도입시 공정 비교



2-5 Fast Track도입에 의한 종합분석

가. 편익 분석

댐 개발의 목적은 생활용수, 공업용수, 농업용수, 수력발전, 홍수조절, 하천유지용수확보, 위락 및 휴식, 어류 및 야생동물보호, 산불방지, 레크레이션개발 등이라 할 수 있다. 댐의 목적별 비용 배분 방식에는 여러 방법이 있지만, 이 논문에서는 표 4에서 제시된 용수편익, 발전편익, 시설편익 위주로 현 단계에 의하여 각 댐별 편익비용을 표 9와 같이 구하였다.

나. 비용분석

표 8에서 구한 공기단축기간과 표 9에서 구한 댐별 연간 총 편익을 활용하여 공기단축기간동안의 댐별 총편익을 구하면 아래 표 10과 같다. 여기서 단축기간내 순편익을 구하기 위해선 총편익비용과 편익비용비를 이용하여야 하는데, 이를 위해 한국 수자원공사(1998)에서 언급한 편익비용비를 활용하였다. 이렇게 얻은 순편익비용과 총 건설비용 현재가를 비교하면 표 10과 같다. 아래 표의 결과치를 종합적으로 분석하여 보면 Fast Track기법을 도입하여 공기단축을 했을 때, 공

기단축에 의해서 얻은 순 편익비용을 갖고 댐을 하나 더 건설할 수 있음을 알 수 있다.

표 9. 현단계에 의한 연간 편익 산출

구 분	용수 편익(단가:1000원/㎥)		발전편익(단가:20원/Kwh)		시설편익(단가:20만원/KW)		총 편익
	Mm ³	백만원	GWH	백만원	천kW	백만원	
대 청 댐	1,649	1,649,000	240.0	4,800	90.0	18,000	1,671,800
충 주 댐	3,380	3,380,000	844.0	16,880	412.0	82,400	3,479,280
합 천 댐	599	599,000	232.0	4,640	101.3	20,260	623,900
입 하 댐	592	592,000	96.7	1,934	50	10,000	603,934
용 담 댐	650	650,000			24.4	4,880	654,880

표 10. Fast Track도입시 댐별 편익 및 비용

구 분	단축공기		연간 편익 비용 ② (백만원)	총편익 ③ = ①×② (백만원)	편 익 비용비④	순편익비용 ⑤ = ③÷④ (백만원)	댐 사업비 ⑥(백만원)	대 비 ⑤÷⑥
	(월)	(년)①						
대 청 댐	35	2.92	1,671,800	4,881,656	1.44	3,390,046	2,008,971	1.69
충 주 댐	16	1.33	3,479,280	4,627,442	2.03	2,279,528	4,268,387	0.53
합 천 댐	39	3.25	623,900	2,027,675	1.22	1,662,029	1,417,218	1.17
입 하 댐	66	5.5	603,934	3,321,637	1.06	3,133,620	1,208,262	2.59
용 담 댐	45	3.75	654,880	2,455,800	1.86	1,320,323	2,399,626	0.55
계	-	-	-	22,194,866		11,785,546	11,302,464	1.04

3. 결 언

프로젝트 생애주기에 있어서 Fast Track도입의 중요성은 기획단계에서부터 완공에 이르기까지 불필요하거나 중복된 공정을 단축하여 최적의 사업비로서 편익을 도모하는데 있다. 이는 사회간접 자본의 투자시에 최소한의 사업비로 최대한의 효용을 얻는 경제성의 원리에 부합할 뿐 아니라, 물 부족국가로서 원활한 수자원공급을 위해 매우 중요한 요소 중의 하나이다. 또한 타당성 검토후 장기 건설을 유보하면 민원/환경 등의 각종 문제점이 야기되어 공사에 막대한 지장을 초래하고 사업비의 증가의 원인이 된다는 점을 볼 때 계획된 공사시기 내에 완공을 이룬다는 점은 매우 중요하다. 더불어 앞에서 서술한 바와 같이 Fast Track에 의한 공기단축을 이룰 경우에 홍수조절로 인한 편익 외에도 용수공급과 발전설비 시설편익 등으로 인한 각종 편익을 얻을 수 있으므로 매우 유용한 방법이라 하겠다. 결론적으로 각 단계별 dummy를 없애고 년차공사의 개념을 없애기 위해, Fast Track을 활용한 댐건설 발주를 할 경우 사업비의 절감효과를 얻음은 물론 단축기간에 의한 편익비용으로 또 다른 댐 건설을 촉진할 수 있을 것이다.

4. 참고문헌

- 안동다목적댐 타당성 조사보고서, 1971, 건설교통부·한국수자원공사
- 대청다목적댐 타당성 조사보고서, 1973, 건설교통부·한국수자원공사
- 합천다목적댐 타당성 조사보고서, 1974, 건설교통부·한국수자원공사
- 주암다목적댐 타당성 조사보고서, 1979, 건설교통부·한국수자원공사
- 입하다목적댐 타당성 조사보고서, 1983, 건설교통부·한국수자원공사
- 용담다목적댐 타당성 조사보고서, 1990, 건설교통부·한국수자원공사
- 영월다목적댐 타당성 조사보고서, 1992, 건설교통부·한국수자원공사
- 김용현, 2000, 예비타당성 조사의 추진방향, 토목, 제 48권 제 3호
- 수자원개발의 경제성분석 모델 개발, 1998, 한국수자원공사
- 한국수자원공사 홈페이지 인터넷 자료, www.kowaco.or.kr