

소수력발전소의 경제성 있는 지점선정을 위한 간편한 타당성 검토

김 상승*

The convenient adequacy review of economical feasibility selecting Hydraulic Power Plant branches.

sang-seung kim

Abstract : 1982년 동력자원부의 「소수력개발방안」에 의해 민간인이 소수력발전사업에 참여할수 있는 제도가 만들어진 이후 초기단계에는(1985년 ~1995년) 많은 사업자가 소수력발전사업에 참여하여 성공도 하고 실패도 하였지만 1995년 이후에는 수자원공사, 농촌공사, 그리고 지방자치단체 만이 소수력발전소 건설에 참여하였다 소수력발전소 건설을 위한 입지선정은 가장 중요하지만 입지선정에 대한 아무런 안내서와 발표자료도 없다. 이에 소수력 사업을 하면서 경험과 자료를 바탕으로 작성하였다.

1. 서론

소수력 발전소를 건설하려면 입지 선정이 매우 중요하다.

다른 에너지보다 입지를 어떤곳에 선정하는가에 따라 그 성패의 변화폭이 매우 크다고 말할수 있고 입지 선정이 잘못되면 사업추진자의 피해도 대단히 크다고 말할 수 있다.

그러나 현재까지는 소수력 발전소 입지선정을 위한 안내서나 기법이 발표된 예가 없다.

소수력의 사업추진현황을 검토하면 사업허가 전에 사업계획서 작성 및 사전환경성검토 비용이 약 2억 ~ 2억5천 만원이 소요되며 이에 따른 여러 가지 비용까지 생각하면 허가전에 선투자가 최소 3억원 ~ 5억원 정도가 소요됨을 알 수 있다.

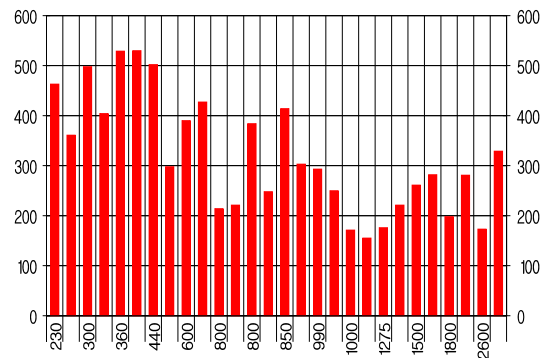
만약에 이러한 많은 비용을 투자하고 사업추진이 불가능하거나 투자비용이 많아 사업에 실패한다면 경제적손실이 매우 크다고 할수 있을 것이다.

따라서 매우 미흡하지만 다년간 소수력사업을 추진하면서 축적된 자료를 기준으로 경제성 있는 소수력 발전소 지점선정 기법에 대해서 발표하고자 한다.

2. 본론

가. 최근 사업허가를 얻기 위해 사업신청된 각 발전소별 예상 건설비 조사

그래프1. 사업용량별 예상 건설단가 조사표

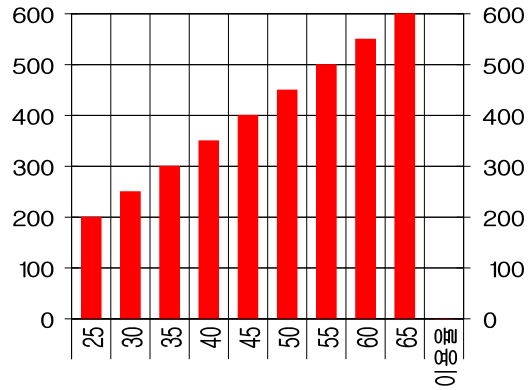


* 주식회사스크린에너지
E-mail : ksangseung@korea.com
Tel : (043)733-5331
Fax : (043)733-5320

상기표에서와 같이 같은용량의 발전소건설에 투자되는 비용이 매우큰 차이가 나는 것을 볼수 있고 또한 규모가 적은 곳에서 건설단가가 큰 것을 알 수 있다.

다. 건설비와 이용율에 의한 경제성 추정

그래프2 건설비와 이용율



나. 최근 건설 완료 혹은 추진중인 발전소별 건설비와 예상운전 이용율 조사

표1. 일반 및 공공

구분	설비 용량 (kw)	발전량 (Mwh)	이용 율 (%)	총사업비 (백만원)	평균건설 단가 (천원/kw)
				합계	
태안	2,200	7,284	37.8	6,268	2,849
삼천포	2,965	15,130	58.3	9,647	3,254
곡성	2,020	6,355	35.9	10,403	5,150
공산	100	-	-	600	6,000
울현	560	2,230	45.4	1,666	2,980
평균	1,569	7,700	44.35	5,717	4,047
고문	1,500	5,251	40.0	4,750	3,134
한강	2,480	18,699	86.1	10,301	4,154
분천	1,500	5,284	40.2	4,290	2,860
동진강	850	4,984	66.9	3,522	4,143
용주	980	5,451	63.5	4,460	4,551
한터	990	5,243	60.4	3,700	3,737
홍천	2,940	10,280	39.9	6,558	2,231
평균	1,606	7,884	56.7	5,369	3,544

그래프3. 매출액과 이자

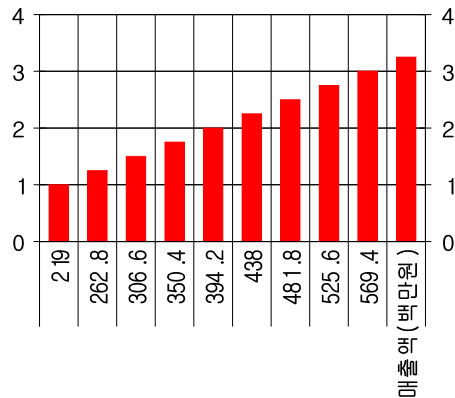


표2. 수자원공사

구분	설비 용량 (kw)	발전량 (Mwh)	이용 율 (%)	총사업비 (백만원)	평균건설 단가 (천원/kw)
				합계	
성남1	340	2,592	87	1,374	4,041
성남2	360	2,200	69.8	1,903	5,286
달방	170	1,102	74	1,010	5,941
광동	230	1,194	59.3	1,065	4,630
대곡	300	2,548	97	1,493	4,977
평균	280	1,927	78.6	1,369	4,975
운문	700	4,846	79	2,991	4,273
장흥	800	4,522	64.5	1,767	2,209
대청	800	5,263	75.1	3,071	3,839
평균	767	4,877	72.6	2,610	3,440
밀양	1,000	7,000	61.5	2,866	2,205
횡성	1,000	5,600	63.9	2,504	2,504
용담2	1,800	11,400	72.3	3,558	1,977
주암	1,000	4,986	56.9	2,997	2,997
안동	1,500	10,167	77.4	3,915	2,610
충주	3,000	9,941	37.8	9,856	3,285
평균	1,600	8,182	58.4	4,283	2,596

※ 경제성 > 운영비+건설비이자=2억원+건설비이자 ... 시설용량 1,000kw인 경우

상기그래프에서와 같이 경제성은 이용율이 높아지면 건설단가가 높아져도 괜찮은 것으로 판명됐으며 경제성의 판단은 표준운영비를 설정하여 검토한 것임.

라. 경제성 있는 발전소 지점 선정요령

소수력발전소는 낙차와 유량에 따라 시설규모가 정해지며 낙차는 취수설비의 높이에 결정되면 유량은 유역면적에 의해 결정된다.

상기표에서 조사된 것과 같이 발전소 이용율은 최소 35.9% ~ 최대 87%가 되며 이것은 현재 운영 중인 일반 소수력 발전소의 이용율 25% ~ 50% 에 비해 매우 높음을 알수 있고 이에 따라 준공후 이용율이 떨어지면 발전소 운영에 매우 큰 타격을 줄 것으로 예상된다.

1) 낙차

우리나라의 취수보는 대개 1~2m 높이 정도이며 이곳에 어떤 가동보 설비를 설치하면 그 가동보 높이만큼은 더 높은 낙차를 얻을수 있으며 용량에 따라 높이의 최저치가 결정될수 있으나 가능하면 4m 이상의 낙차를 얻을수 있어야 경제성이 있다고 할수 있다.

2)유량

우리나라의 강우량은 연1200m/m ~ 1400m/m 정도이며 최근에는 그 강우량의 대부분 6월~9월에 내리고(전체의 68%) 나머지는 갈수기에 해당한다.

표4. 남원소수력지점 월별 유하량

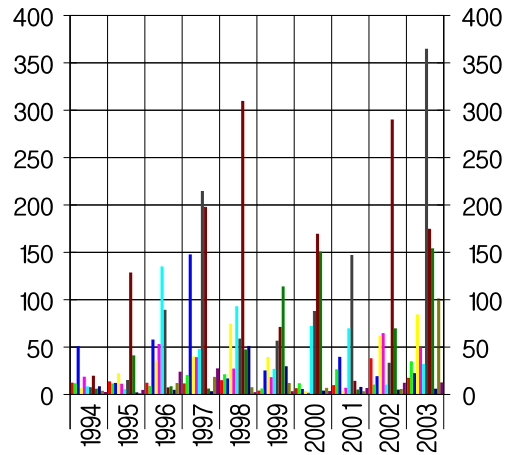
년도	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	총계
1994	12.05	11.30	50.49	6.59	18.24	8.04	7.03	19.22	5.56	8.13	3.46	2.08	152.19
1995	13.43	11.23	11.61	21.87	10.85	5.15	14.72	128.30	40.70	1.71	0.85	4.23	264.65
1996	11.85	8.50	57.38	35.32	52.75	134.70	88.93	6.90	8.11	4.39	11.51	23.44	443.78
1997	11.17	20.04	147.25	39.63	38.92	47.38	214.18	197.53	5.68	2.83	18.14	27.09	769.84
1998	14.50	20.87	16.45	74.18	26.81	92.54	58.38	309.43	46.95	50.68	7.16	1.94	719.89
1999	3.51	5.76	24.85	38.98	17.83	26.60	56.29	70.79	113.59	29.29	11.53	2.85	401.87
2000	6.16	11.26	5.31	3.15	1.40	71.65	87.57	169.05	150.29	3.63	6.39	2.98	521.84
2001	9.22	26.00	39.26	3.52	6.68	69.34	146.69	13.81	4.82	7.50	2.80	6.31	335.95
2002	37.66	10.03	18.82	61.41	64.17	10.02	32.87	289.78	69.36	4.61	5.28	11.83	615.84
2003	17.02	34.44	21.95	84.04	49.10	31.57	364.41	174.41	153.79	5.59	100.88	12.22	1048.42
평균	14.0	15.9	39.3	36.9	28.7	49.7	107.1	137.9	59.9	11.7	16.8	9.5	527.4

◎ 우리나라에서의 강우현황 및 유출량현상

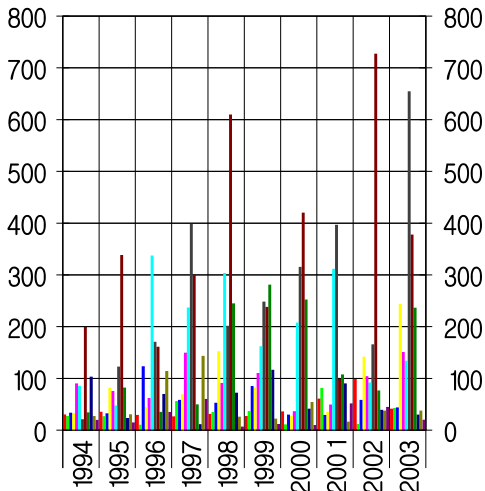
표3. 남원소수력지점 연강우량

년도	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	총계
1994	29.4	26.2	32.7	31.9	89.4	84.9	20.1	198.4	33.3	102.5	26.4	18.8	694
1995	34.7	25.9	31.6	81.3	74.7	46.8	121.8	337.3	381.3	22.3	29.7	13.8	901.2
1996	28.6	9.7	122.6	43.4	61.0	336.5	169.9	160.3	34.3	69.0	113.2	34.0	1182
1997	25.6	55.0	57.4	68.3	148.9	236.1	397.8	299.0	48.9	10.5	142.5	59.3	1549
1998	30.4	34.5	52.1	151.5	89.9	302.7	200.8	608.8	244.1	71.4	25.2	6.0	1817
1999	26.3	36.0	84.0	81.6	109.4	161.0	247.5	237.3	280.3	115.8	21.5	10.7	1411
2000	35.4	10.2	29.2	26.6	35.5	206.8	314.6	419.4	251.3	40.6	53.1	8.7	1431
2001	60.1	80.6	28.4	34.1	48.5	310.8	395.8	97.6	106.7	89.5	15.5	50.7	1318
2002	98.1	11.2	57.6	141.0	103.3	91.3	164.9	726.4	75.7	38.3	36.7	43.8	1588
2003	40.4	41.8	43.1	242.4	150.1	133.3	653.7	377.1	235.5	29.0	36.9	19.2	2002
평균	40.9	33.1	53.9	90.2	91.1	191.0	268.7	346.2	139.1	58.9	50.1	26.5	1389

그래프5. 남원소수력지점 월별 유하량



그래프4. 남원소수력지점 연강우량



◎ 외국의 강우현황과 유출량현황

표5. (아프간)주요지역 강우현황

구분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	평균
아프간	45.0	51.0	67.0	50.0	25.0	6.0	10.0	9.0	4.0	11.0	16.0	32.0	326.0
카불	34.0	60.0	68.0	72.0	23.0	1.0	6.0	2.0	2.0	4.0	19.0	22.0	313.0
자불	33.1	58.6	62.3	84.5	33.1	1.2	5.3	1.1	2.1	2.4	20.2	26.2	330.0

표6. panjshir river의 월 유출 분포

구분	월 유출분포(%)												연간 유출량
	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	
Low year	1.5	1.5	2.4	7.3	31.5	27.9	10.2	6.4	3.7	3.2	2.6	1.8	39.2
Mean year	1.6	1.5	2.1	5.2	13.5	33.6	23.5	8.6	3.8	2.7	2.1	1.8	55.7
High year	1.6	1.4	2.3	4.5	10.6	30.7	26.5	11.9	4.3	2.4	2.0	1.8	69.8

상기표에서 보는것과 같이 우리나라는 외국에 비해 강우빈도 및 유출량의 변화가 매우 큰 것을 알수 있고 특히 6월-9월 사이에 연중 강우량의 68% 가 내리는 것을 볼수 있고 이것은 강우량의 대부분은 발전용수이고 사용치 못하고 그냥 흘러 버릴 수밖에 없다는 것을 알수 있다.

따라서 현재 국내에서 운영되고 있는 소수력발전소는 25% ~ 50% 정도의 이용율을 갖고 있다.

이런 자료에 의해 유출자료를 계산하게 되는데 초기발전소 위치선정시는 정확도가 높은 자료를 얻기가 어려워 간편하게 유역면적 km^2 × 연강수량 m/m × 유출계수 × 1000 = 연간 총유출량 m^3 라는 공식으로 대략의 유출량을 계산하여 참고로 쓸수 있고 좀더 구체적으로 검토가 진행되면 하천관리청에서 조사 관리하고 있는 “하천정비기본계획서”가 있는데 이 자료에는 하천의 각종자료가 조사되어 있고 비교적 정확한 유량자료도 있으므로 그 자료를 사용하면 초기 검토자료로는 매우 훌륭하다.

3)손익계산

손익계산은 발전소지점으로서 적정인지, 개발을 추진해야 할지등 매우 중요한 항목이다.

개발가능하려면 매출액 > 운영비+이자 이어야 하며 운영비는 1개 발전소당 최소 2억여원 정도가 소요되며 이자는 년5%을 적용하면 최소한의 원가계산은 가능할 것으로 판단됨.

※ 실제의 이자는 약 연7% 정도가 적정함

4)지점선정요령

1000kw의 발전소를 건설할려면 앞에서 언급한 것과 같이 낙차 4m에 유량이 31.1 m^3/sec 이상이 되어야 한다

($p=9.8 \times q \times h \times$ 수차발전기 종합효율)
 낙차는 실제 취수설비의 구조에 의해 결정되므로 문제가 없으나 유량은 이용율이 몇%이냐에 따라 큰차이가 나며 이용율 40%을 만들려면 연 392백만톤의 물이 발전사용수량으로 있어야 한다. 이런정도의 물이 흐르려면 우리나라의 경우 연강수량이 1300 m/m 를 가정할 때 유역면적이 최소 755 km^2 정도는 되어야 하는 것으로 계산된다
 (392백만톤 = 유역면적 km^2 × 연강수량 m/m × 유출계수0.6 × 1000 ÷ 이용율40%)

3. 결론

지금까지의 발표내용은 초기 입지선정시 대략의 타당성을 검토할 때 사용할수 있는 방법을 제시하였으며 실제로 사업을 수행할시 설계용역회사에 의뢰하여 정확한 자료를 만들어야 한다.

또한 같은 위치라 할지라도 경제성 있는 건설방법을 찾는것도 매우 중요하다.

※ 입지선정시에 또 주의해야 할 것은

1. 홍수시의 상황을 고려할것
2. 송배전선로가 가까이 있는곳
3. 수몰지가 없는곳
4. 접근이 용이한곳
5. 민가가 비교적 없는곳
6. 주위에 수질오염 설비가 없는곳 등을 고려하는 것이 좋을 곳이다.

4. 후기

본 연구는 소수력발전소를 건설하고 운영하면서 얻어진 경험과 소수력의 자체 기본연구의 일환으로 수행되었다.