

건축기계설비 설계적인 측면에서의 Value Engineering

한정교 / 건축기술개발부 차장

그 래에 우리는 VE(Value Engineering)라는 용어를 많이 들어왔다. 또한 각 건설관련기관이나 건설업체에서는 기술수준의 향상과 경쟁력의 확보차원에서 VE를 적극 도입하고 연구 발표하는 등 관심을 높이고 있다.

건설분야에서의 VE는 주로 공사수주 이후에 최저의 비용으로 각 공정에서 요구되는 기능을 최적의 상태로 만족시키기 위하여 공법, 자재 등 모든 요소를 대상으로 개선점을 찾는 것이라고 할 수 있다. 여기에는 프로젝트의 질이 우선되어야 하겠으나 공사비의 절감측면 또한 공사의 질 못지않게 중요한 요소라 하겠다. 즉, 프로젝트의 질이나 기능 또는 성능을 기존의 수준 이상으로 유지시키면서 프로젝트가 갖고 있는 잠재적인 공사비 절감요인을 찾아내어 건물주와 시공자에게 이익이 돌아갈 수 있도록 하는 것이 중요하다 하겠다.

이러한 Value Engineering의 결과로 얻어진 공사비 절감액은 건물주와 시공회사가 50/50 혹은 60/40의 비율로 분배함으로써, 건물주는 공사비용을 적게 부담할 수 있고 시공자는 적은 공사금액으로 많은 이윤을 낼 수 있을 뿐 아니라 회사의 이미지에도 크게 기여할 수 있게 될 것이다.

설계측면의 Value Engineering

VE는 주로 시공현장이 주체가 되어 수행하는 것으로 인식되기 쉬우나 설계단계에서의 VE 역시 중요한 역할을 하고 있다고 본다. 설계와 시공을 일괄로 수행하는 Turn-Key 입찰공사나 대안입찰공사에 VE를 적용하여 치밀한 설계로 공사비를 낮추고, 결과적으로 타사와의 경쟁에서 우위를 점할 수 있도록 할 수 있기 때문이다.

최근에 우리나라에서도 엔지니어링의 중요성을 인식하여 정부에서 발주하는 많은 공사를 Turn-key 방식으로 수행하고 있어 이러한 Value Engineering의 역할이 더욱더 필요하게 되었다.

본고에서는 건축설비의 설계과정에서 공통적으로 고려할 수 있는 Value Engineering 사례들을 예로 들어 이해를 돕고자 한다.

설계상의 안전율(Safety Factor)

냉난방부하계산시 고려되는 열전도부하, 태양열부하, 내부부하, 침입외기 등은 일정 기준에 의한 자료를 사용하고 있으며, 설계자는 발생될 수 있는 모든 가능한 상황들을 검토하고 설계 자료를 정확히 적용하여 냉난방부하를 계산함으로써 불필요한 안전율의 적용을 배제할 필요가 있다. 보통 부하계산시 적용하는 안전율은 5%~10%로 중대규모의 건물일 경우 그에 따른 장비용량증가 및 공사비증가를 무시할 수가 없다.

설비용 장비들(냉동기, 보일러, 냉각탑 등)은 대부분이 표준제품으로 되어 있고 그 표준품은 정격용량의 몇단계로 구분되어 있어 장비의 선정시 안전율이 과다하게 되면 한단계 큰 장비를 선정해야하는 경우가 발생할 수도 있다.

예를들어 부하계산상의 냉방부하가 900,000 Kcal/h(298USRT)인 경우 안전율을 5% 이상 보게 되면 300USRT의 냉동기대신 350USRT의 냉동기를 사용해야 하는 것이다.

냉온수의 온도차(Temperature Differential)

냉수 또는 온수를 이용하는 냉난방 시스템에서 냉온수

의 공급온도와 환수온도와의 차이를 결정하는 것은 여러가지 측면에서 매우 중요하다. 온도차를 크게 함으로써 배관경과 그에 따른 부속설비(보온재, 밸브류, 파이프행거 등)를 최소화하고, 순환펌프의 용량을 줄일 수 있어 공사비 뿐만 아니라 동력비도 줄일 수 있는 이점이 있기 때문이다.

하지만 너무 큰 온도차를 적용할 경우에는 유량 밸런스의 어려움, 터미널장비의 과대, 코일저항의 증가 등 역효과가 발생할 수 있으므로 적절한 온도차를 선정하는 것이 필요하다.

국내에서 사용하는 냉온수 온도차는 일반적으로 냉수의 경우 5℃, 온수의 경우 10℃정도를 사용하고 있으나 지역난방일 경우 2차측의 온수온도차를 15℃~20℃로 사용토록 권장하고 있다. 참고로 난방용량이 300,000Kcal/h인 온수배관의 온도차에 따른 배관경의 크기를 <표 1>에 비교 예시한다.

<표 1> 온도차에 따른 배관경의 변화

온도차℃	유량 LPM	배관경 mm
10	500	100
20	250	80
30	167	50

· 난방부하 300,000Kcal/h 기준

냉온수의 온도차를 결정하는데 잊지 말아야 할 것은 선정된 온도차를 장비제조업체(냉동기, 보일러, 냉각탑 등)에 문의하여 제품의 성능이 확보되는지를 확인하는 것이다.

덕트의 크기결정(Air Duct Sizing)

덕트의 크기를 결정하는 방법에는 등압법(Equal Friction Method), 등속법(Equal Velocity Method), 정압재취득법(Static Regain Method) 등이 있다. 일반적으로 사용하기 쉽고, 빠르며, 공사비면에서도 저렴한

등압법을 주로 이용하고 있다. 하지만 이 방법은 에어 밸런스의 어려움과 짧은 덕트에서 유속에 의한 소음문제를 안고 있다.

따라서 소음이 허용치 이상일 경우에는 정압재취득법에 의해 덕트의 크기를 결정하는 것이 유리하다. 이 정압재취득법에 의한 덕트 Sizing은 공사비가 다소 상승할 수 있으나 에어밸런스와 소음문제를 많이 해소시킬 수가 있다.

덕트의 설계를 어떤 방법으로 결정하는 것과 관계없이 설계자는 경제적인 덕트설계를 하기 위해서 덕트의 모양을 고려해야한다. <표 2>에는 덕트의 아스펙트비(Aspect Ratio)에 따른 공사비의 변화율을 나타낸다. 덕트의 아스펙트비가 클 경우에는 공사비가 상승할 뿐만 아니라 공기의 저항을 증가시켜 동력의 상승요인으로도 작용을 한다.

<표 2> 덕트의 아스펙트비에 따른 공사비 변화율

덕트의 모양	아스펙트비	공사비 변화율
원형덕트	-	0.65
사각덕트	1 : 1	1.00
	1 : 2	1.12
	1 : 3	1.27
	1 : 4	1.43
	1 : 5	1.63
	1 : 6	1.84
	1 : 7	2.07

배관경 결정(Pipe Sizing)

배관경의 결정은 경제적이고 에너지절약적이며 정숙한 유체의 흐름이 되도록 선정해야 한다. 여러 책자에 배관경을 결정할 수 있는 도표들이 있으나 불행히도 관경결정의 가이드라인을 제시하고 있는 것은 없다. 여기서는 HPAC에서 제시하고 있는 경제적인 배관경 선정기준을 <표 3> 및 <표 4>에 참고로 수록한다.

펌프(Pump)

일반적으로 펌프를 설치할 때에 100%의 Standby

〈표 3〉 강관(Schedule 40)의 배관경 선정기준

유량 LPM	선 정 기 준
0~40	마찰저항 80mmAq/m 기준하여 선정
40~110	유속 1.2m/s 기준하여 선정
110~5,500	마찰저항 40mmAq/m 기준하여 선정
5,500 이상	유속 3m/s 기준하여 선정

· 강관용 배관경 선정도표 이용

〈표 4〉 동관의 배관경 선정기준

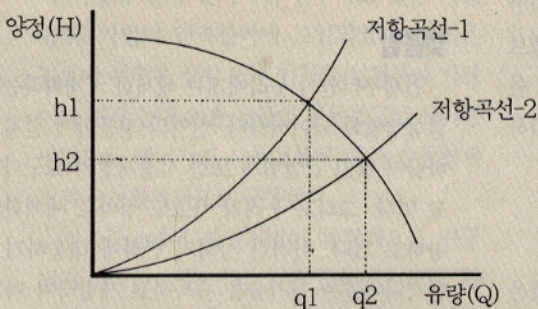
유량 LPM	선 정 기 준
0~30	마찰저항 80mmAq/m 기준하여 선정
30~95	유속 1.2m/s 기준하여 선정
95 이상	마찰저항 40mmAq/m 기준하여 선정

· 동관용 배관경 선정도표 이용

펌프를 설치하는 경우가 많은데, 특수용도의 펌프를 제외하고는 100%의 Standby 펌프를 설치할 필요는 없을 것이다.

대부분의 경우 50%용량의 펌프 2대를 병렬로 설치하는 것으로 충분하다고 본다. 이는 하나의 펌프가 고장이 났을 경우에도 나머지 하나의 펌프는 펌프 특성상 전체 시스템 유량의 70~80%를 담당할 수 있는 능력이 있기 때문에 일반적인 비상시 운전용량으로 적당하다고 보기 때문이다. 이 사항을 펌프의 성능곡선으로 나타내면 아래 그

〈그림 1〉 펌프의 성능곡선



저항곡선-1은 같은 용량의 펌프 2대가 동시에 가동될 때의 배관저항을 나타내고 저항곡선-2는 1대만 가동될 때의 배관저항곡선이다. 이 성능곡선상에서 나타나듯이 펌프 1대 가동시의 유량 q_2 는 펌프 2대가 가동될 때의 시스템 전체유량 $Q(q_1$ 의 2배)의 70~80%를 낼 수 있는 능력이 있다.

림과 같다.

펌프에서의 또다른 공사비 절감방안은 설치공사비가 비싼 Base-mounted Pump대신에 Line-mounted Pump를 사용하는 것이다. 현재 수입품에 의존하고있는 Line-mounted Pump는 펌프 자체의 가격은 고가이나 방진장치 등의 부속설비가 필요치 않고 설치비가 적게 들기 때문에 앞으로 펌프 자체의 가격이 어느정도 인하하면 공사비 뿐만 아니라 유지관리면에서도 매우 유리하다고 생각한 다.

장비의 방진(Equipment Isolation)

우리나라에서는 구동부가 있는 모든 장비에 스프링 방진장치를 설치하고 있으나 이는 재고해야할 사항이다. 다시 말하면 기계실이 별도의 구조체로 되어있고 거주공간과 떨어져 있거나 건물의 구조체를 통한 진동소음이 문제가 되지 않는 경우(예를들면 공장의 기계실 등)에는 건물 구조체가 허용하는 범위에서 스프링방진장치를 설치하지 않아도 된다.

이러한 경우의 장비방진은 콘크리트패드위에 네오프렌 패드를 설치하고 볼트로 직접 고정하는 것으로 충분하다. 물론 장비의 진동으로 구조체에 심각한 영향을 줄 수 있는 경우나, 진동소음이 거주공간으로 전파될 우려가 있는 곳에는 적당한 스프링방진 또는 에어백 방진장치를 설치하는 것이 타당하다 하겠다.

파이프재질의 선정 (Pipe Material)

배관의 종류를 선정하기 위해서는 배관의 재질과 두께에 대한 고려가 있어야 한다.

배관재질의 선정에는 사용하는 액체의 특성을 고려하여 그 액체에 적용할 수 있는 재질을 선정해야하지만 그 중에서도 경제적인 재질을 선정하는 것이 중요하다. 예를들어 강관(Schedule 40)

을 사용하는 냉각수배관을 Schedule 40 또는 Schedule 80의 PVC배관으로 사용하는데 법적인 하자가 없다면 공사비를 30~40% 절감할 수 있을 것이다. 배관두께의 선정에는 크게 압력과 부식여유를 고려하여 선정한다. 즉, 부식이나 침식 등 배관이 손상될 여건에 있는 배관은 그만큼 두꺼운 재질의 배관을 선정해야 하며, 그렇지 않은 배관은 시스템의 압력에 견딜 수 있는 최소한의 두께를 갖는 재질을 선정하는 것이 유리하다.

미국에서 수배관 시스템에 사용되는 파이프의 재질은 일반적으로 Schedule 40 강관을 사용하고 있으며, 이는 부식이 우려되는 개방회로방식에 사용하기에 적당하다고 본다. 그러나 밀폐회로방식의 배관에 두꺼운 스케줄관을 사용하는 것은 재고해야 할 것이다.

또한, 소화배관처럼 물이 항상 충만된 상태로 유지되는 배관은 부식에 대한 우려가 상대적으로 적으므로 수압에 견딜 수 있는 최소한의 두께를 갖는 배관재를 선정하여도 무리가 없다.

밸브류의 선정(Selection of Valve)

밸브선정에 있어서 고려해야 할 사항은 밸브의 기능 외에 밸브자체의 가격과 설치비이다. 일반적으로 65mm 이상의 것은 버터플라이밸브, 50mm 이하의 것은 볼밸브를 사용하는 것이 유리하다. 버터플라이밸브는 밸브자체의 가격은 타 종류의 밸브보다 고가이지만 설치가 매우 쉽기 때문에 경제성이 있다. 또한 볼밸브는 일반 게이트밸브보다 가격이 저렴하고, 동작이 쉽고, 유지보수를 거의 필요로 하지 않은 점에서 유리하다 하겠다.

수처리장치(Water Treatment)

밀폐형 수배관 시스템에 화학적 수처리를 하는 것은 공사비를 낭비하는 것일 뿐만 아니라 건물주에게도 금전적인 도움이 되지 않는다. 왜냐하면 밀폐형 수배관 시스템에서는 배관내의 공기를 배제할 수 있는 적절한 장치가 되어있어 시스템 가동 초기에 배관내의 공기를 배제해 버리므로 그 이후에는 산화작용이 잘 일어나지

않는다.

그러나 냉각탑이나, 에어워셔 같은 개방형 수배관 시스템에는 수처리장치가 필요하다. 이는 시스템이 대기에 노출되어 있고 보충수의 용존산소 등으로 인해 배관이 산화작용을 계속 일으킬 수 있기 때문이다. 또한 배관계통에 인체의 건강을 해칠 수 있는 조류나 박테리아의 서식을 방지하기 위해서도 화학적 수처리가 필요하겠다.

시방서의 작성(Specification)

장비나 자재의 시방서를 작성할 때는 특별한 기능을 유지하기 위해 불가피한 경우를 제외하고는 고유의 제품밖에 사용할 수 없도록 하여서는 안된다. 이렇게 고유의 제품을 시방서에 명기할 경우 그 자재의 가격은 15~20%정도 상승하게 된다. 따라서 동등이상(Approved Equal)이라는 용어 등을 사용하여 여러 업체의 자재를 선택, 사용할 수 있도록 하는 것이 가격상승을 저하시킬 수 있는 방법이라 하겠다.

지금까지 건축기계설비의 설계과정에서 공통적으로 생각할 수 있는 VE 요소들을 예로들어 기술하였으나 이밖에도 공사비를 절감할 수 있는 요소들이 많으리라 본다. 크게는 시스템의 선정에서부터 작게는 배관의 경로를 결정하는 것 까지 세심한 검토와 확인이 필요하다 하겠다.

맺음말

언제부터인가 우리에게는 세계화 국제화라는 단어가 일상생활화 되어버렸다. 산업의 전분야에 걸쳐 개방화 바람이 불고 건설업계 또한 시장개방의 요구가 거세지고 있다. 그리고 우리의 사고도 점차로 세계화의 길로 향하고 있다. 이러한 사회의 변화에 대응하기 위하여 엔지니어들은 신기술을 습득하고 개발하여 자체의 기술능력 향상을 꾀하고 이를 바탕으로 고객의 욕구를 충족시켜줄 수 있는 역할을 담당할 수 있도록 하여야 겠으며, 그 한가지 방법이 Value Engineering을 실현하는 것이라 하겠다. S