

냉동기

3-5. 냉동기 관리방법 개선으로 전력절감

업종	자동차부품	전기, 전자, 반도체	기타
해당			0

3-5. 냉동기 관리방법 개선으로 전력절감

가. 현황 및 문제점

당 사업장에 냉수를 공급하기 위하여 스크류 냉동기 2기가 설치되어 있으며 가동상태를 진단하여 문제점을 개선코자 한다.

(1) 증발기 열교환 불량

상기 현황분석 Data를 통하여 스크류수냉식 냉동기에서 COP가 1.55는 매우 저조한 것으로 정격 3.39의 45(%)에 불과하여 그만큼 소비전력이 낭비되고 있다. 그 원인은 진단 시 여러 운전조건을 고려해 볼 때 증발기쪽열교환 부위에 스케일이 많이 고착되었을 것으로 추정된다.

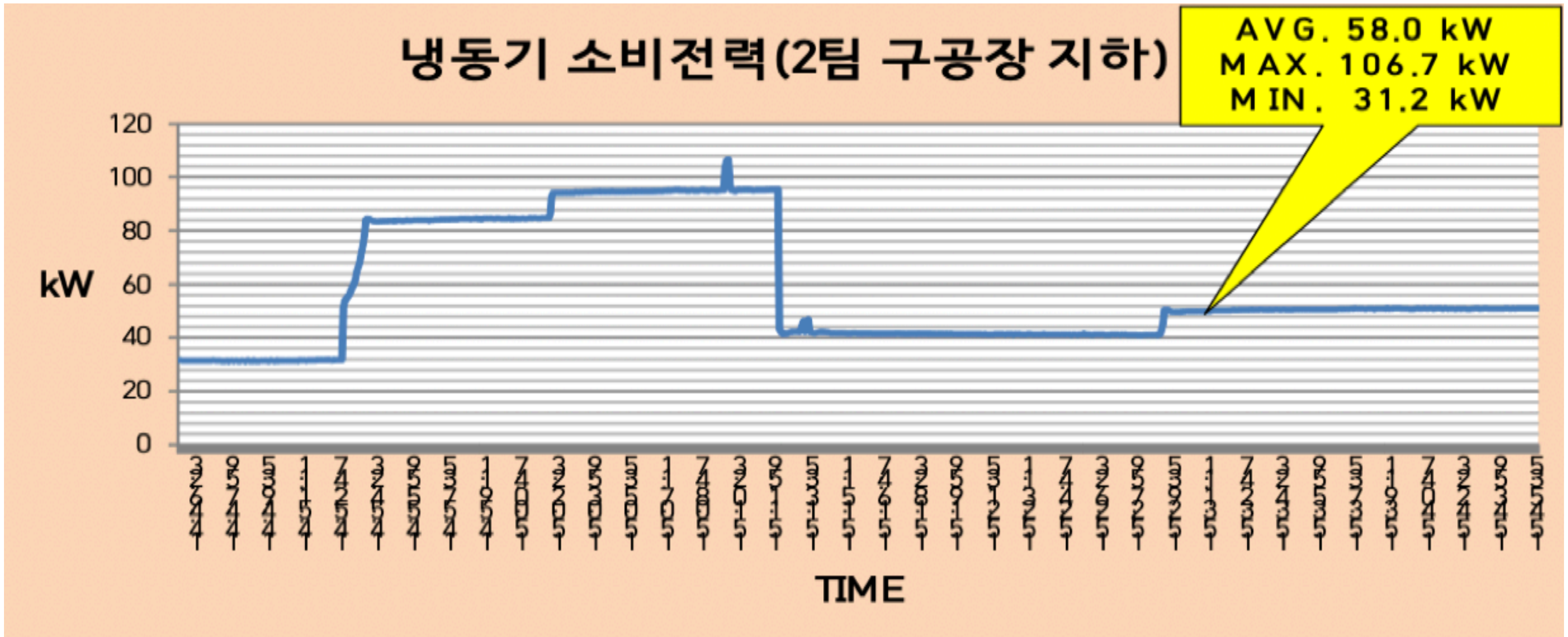
(2) 냉각수 부족

고압쪽(응축기) 냉각수량이 정격 74.8(m³/h)보다 적은 50.19(m³/h)가 흐르고 있었다. 이것은 겨울철이나 저부하시는 문제없는 것으로 생각되나 고부하시나 여름철에는 고압상승과 소비전력 증가의 주원인이 될 수 있다.

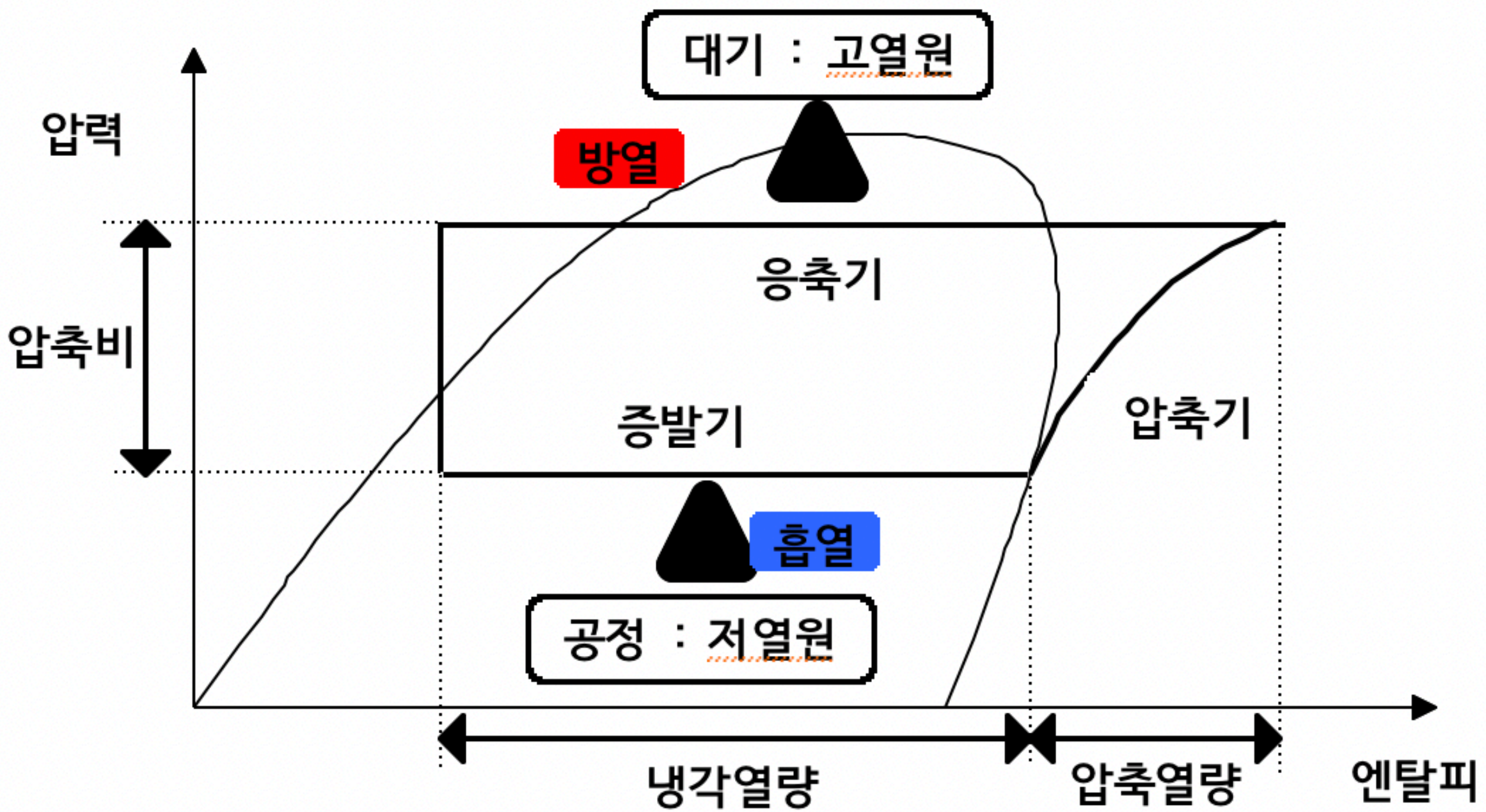
[표 3-2] 정격 성적계수 추정

측정항목			설비구분		비고
측정일시			구공장 지하1층 냉동기 #1		
			2021. 10. 27 14:46 ~ 15:46		
구분	항목	단위	정격	측정	
냉각 부하	소비전력	kW	99.1	58.0	전력분석계
	냉수 입구온도	°C	12.0	13.8	3회 측정 평균치
	냉수 출구온도	°C	7.0	12.7	3회 측정 평균치
	냉수량	m³/h	55.70	70.09	초음파유량계 측정치
	냉각 열량	kcal/h	288,600	77,094	
		usRT	95.4	25.5	
	부하율	%		26.7%	정격대비
응축기	냉각수량	m³/h	74.8	50.19	초음파유량계 측정치
냉동기 성능	COP		3.39	1.55	
	정격대비			45.6%	
	전력효율	kW / RT	1.04	2.28	
냉동기 형식			Screw Type 수냉식		
사 용 냉 매			R-407		
설 치 년 도			2016. 02		
제 작 자			센추리		

3-5. 냉동기 관리방법 개선으로 전력절감



[그림3-1] 냉동기 소비전력 Pattern



(1) 냉동기 성능 분석

100 RT 냉동기의 운전효율(COP)은 평균 1.55으로 정격 3.39의 45.7(%)로 매우 저조하여 전력효율 정격(1.04 kWh/usRT) 보다 약 123(%) 이상 더 소비하고 있다.

일반적으로 냉동기 성능이 많이 떨어지는 것은 특별한 고장이나 노후되지 않은 이상 고압(응축기 쪽)이나 저압(증발기)쪽에 세관 불량으로 볼 수 있는데 당 공장은 정기적인 세관(년 1회 이상)을 시행하고 있으나 저압(증발기)쪽은 세관을 하지 않은 것으로 파악 되었다.

또한, 고압쪽(응축기) 냉각수량이 정격 74.8(m³/h)보다 적은 50.19(m³/h)가 흐르고 있었다.

3-5. 냉동기 관리방법 개선으로 전력절감

나. 개선 방안

(1) 증발기 세관 실시

냉수쪽의 증발기 세관을 바로 시행하여 성능을 개선 시킨다. 냉수쪽은 냉각수가 소비되는 곳이 아니기 때문에 경수연화장치, 자기식 수처리기 등을 사용하여 Water Scale 생성이 최소화 될수 있도록 하며, 정기적인 세관을 시행하여야 한다.

(2) 냉각수 유량 증대

(가) 정격 냉각수량 계산

$$\begin{aligned} \text{정격 냉동기 용량} &: 95.4(\text{usRT}) \times 3,024(\text{kcal/h} - \text{usRT}) \\ &= 288,490(\text{kcal/h}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{압축기 열량} &: 99.1(\text{kW}) \times 860(\text{kcal/kW}) \\ &= 85,226(\text{kcal/h}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{정격냉각수량} &= \frac{(\text{냉각용량} + \text{압축기열량})\text{kcal/h}}{\text{비중량}(\text{kg/m}^3) \times \text{비열}(\text{kcal/kg}^\circ\text{C}) \times (\text{냉각탑유입온도} - \text{출구온도})^\circ\text{C}} \\ &= \frac{(288,490 + 85,226)\text{kcal/h}}{1000(\text{kg/m}^3) \times 1.0(\text{kcal/kg}^\circ\text{C}) \times (37 - 32)^\circ\text{C}} \\ &= 74.8(\text{m}^3/\text{h}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{(나) 증대 물량} &= 74.8 - 50.19 \\ &= 24.61(\text{m}^3/\text{h}) \end{aligned}$$

다. 기대효과

설비전력 절감량 [MWh/년]	설비전력 절감율 [%]	절감량 [toe/년]	절감액 [백만원/년]	투자비 [백만원]	투자회수기간 [년]	온실가스 저감량 [tCO2eq/년]
147.91	48.3	33.87	18.05	11.50	0.64	67.80

(1) 계산 기준

- (가) 전력 단가: 122(원/kWh)
- (나) 개선 전: 운전전력 58.0(kW)
- (다) 개선 전 COP: 1.55
- (라) 개선 후 COP: 3.0
- (마) 연간가동시간: 5,288(h/년)
- (바) 절감율 계산

$$\begin{aligned} \text{절감율}(\%) &= \frac{\text{개선후COP} - \text{개선전COP}}{\text{개선후COP}} \times 100 \\ &= \frac{3.0 - 1.55}{3.0} \times 100 = 48.3(\%) \end{aligned}$$

3-5. 냉동기 관리방법 개선으로 전력절감

(2) 연간 전력절감량

$$\begin{aligned}
 &= [\text{개선 전 소비전력(kW)}] \times [\text{절감율(\%)}] \times \text{연 가동시간} \\
 &= 58.0(\text{kW/h}) \times 48.3(\%) \times 5,280(\text{h/년}) \\
 &= 147,914[\text{kWh/년}] \\
 &\quad \rightarrow 147.91(\text{MWh/년}) \times 0.229(\text{toe/MWh}) \\
 &= 33.87[\text{toe/년}]
 \end{aligned}$$

(3) 설비전력 절감율

$$\begin{aligned}
 &= \text{전력 절감량}[\text{kWh/년}] / \text{개선전 전력사용량}[\text{kWh/년}] \times 100 \\
 &= 147,914[\text{kWh/년}] / 306,240[\text{kWh/년}] \times 100 \\
 &= 48.3[\%]
 \end{aligned}$$

(4) 연간 절감액

$$\begin{aligned}
 &= \text{연간 전력절감량}(\text{kWh/년}) \times \text{전력단가}(\text{원/kWh}) \\
 &= 147,914(\text{kWh/년}) \times 122(\text{원/kWh}) \\
 &= 18.05[\text{백만원/년}]
 \end{aligned}$$

(5) 투자비 : 11.50[백만원]

항목	내역	단가(천원)	수량	금액(천원)
	증발기 세관 100 RT	5,000	2	10,000
	기타 제비용 15%			1,500
	계			11,500

(6) 투자비 회수기간

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\text{예상투자비(백만원)}}{\text{절감금액(백만원/년)}} \\
 &= \frac{11.50}{18.05} = 0.64[\text{년}]
 \end{aligned}$$

(7) 온실가스 저감량

$$\begin{aligned}
 &= \text{탄소저감량}(\text{tc/년}) \times (\text{이산화탄소 분자량/탄소분자량}) \\
 &= 18.49(\text{tC/년}) \times (44/12)(\text{CO}_2\text{eq/C}) \\
 &= 67.80[\text{tCO}_2\text{eq/년}]
 \end{aligned}$$