

보일러

1-2. 보일러 폐열회수로 연료절감

업종	자동차부품	전기, 전자, 반도체	기타
해당	○		

1-2. 보일러 폐열회수로 연료절감

가. 현황 및 문제점

당 사업장은 각 공정에 스팀을 공급하기 위하여 보일러를 항시 가동하고 있으며, 각 공정의 가열, 온도유지, 난방 등을 위하여 가동되고 있는 보일러는 폐열회수기(급수예열기, 공기예열기)의 미설치로 인해, 배가스 온도가 매우 높아(185℃) 많은 폐열이 발생 되고 있지만, 흡입되는 연소용공기 온도는 18(℃)로 비교적 낮은 온도로 운전되므로 보일러의 성능이 낮아 연료가 낭비되고 있다.

(1) 보일러 열정산 및 성능 분석

[표 1-1] 보일러 성능분석 결과 [2022.02.08. 10:07 ~ 11:07]

구분	단위	측정치	비고
		관류형	
용량	t/h	6	3대가동(통합 측정)
연료 사용량	Nm ³ /h	252.1	사용연료 LNG
스팀 발생량	t/h	3.644	
스팀 압력	kg/cm ² .g	5.7	
연소공기온도	℃	18	
배기가스온도	℃	147	통상 100 이하
배기 O ₂ 성분	v %	4.6	
배기 CO 성분	v %	0	불완전연소 없음
공기비	-	1.278	기준 1.2 이하 산업통상자원부 고시 2018-135호
효율	%	89.5	통상 90% 이상
부하율	%	60.7	

[표 1-2] 보일러 열정산 출열분석 결과

구분	항목	열량(kcal/Nm ³)	비율(%)
입열	연료의 발열 및 입열량	9,344	100
	발생증기 흡수열	7,893	84.5
출열	배기가스 손실열	856	9.2
	불완전연소의 손실열	0	-
	단속운전 Air Purge 손실	0	-
	방열 및 기타 손실열	595	6.4
	계	9,344	100

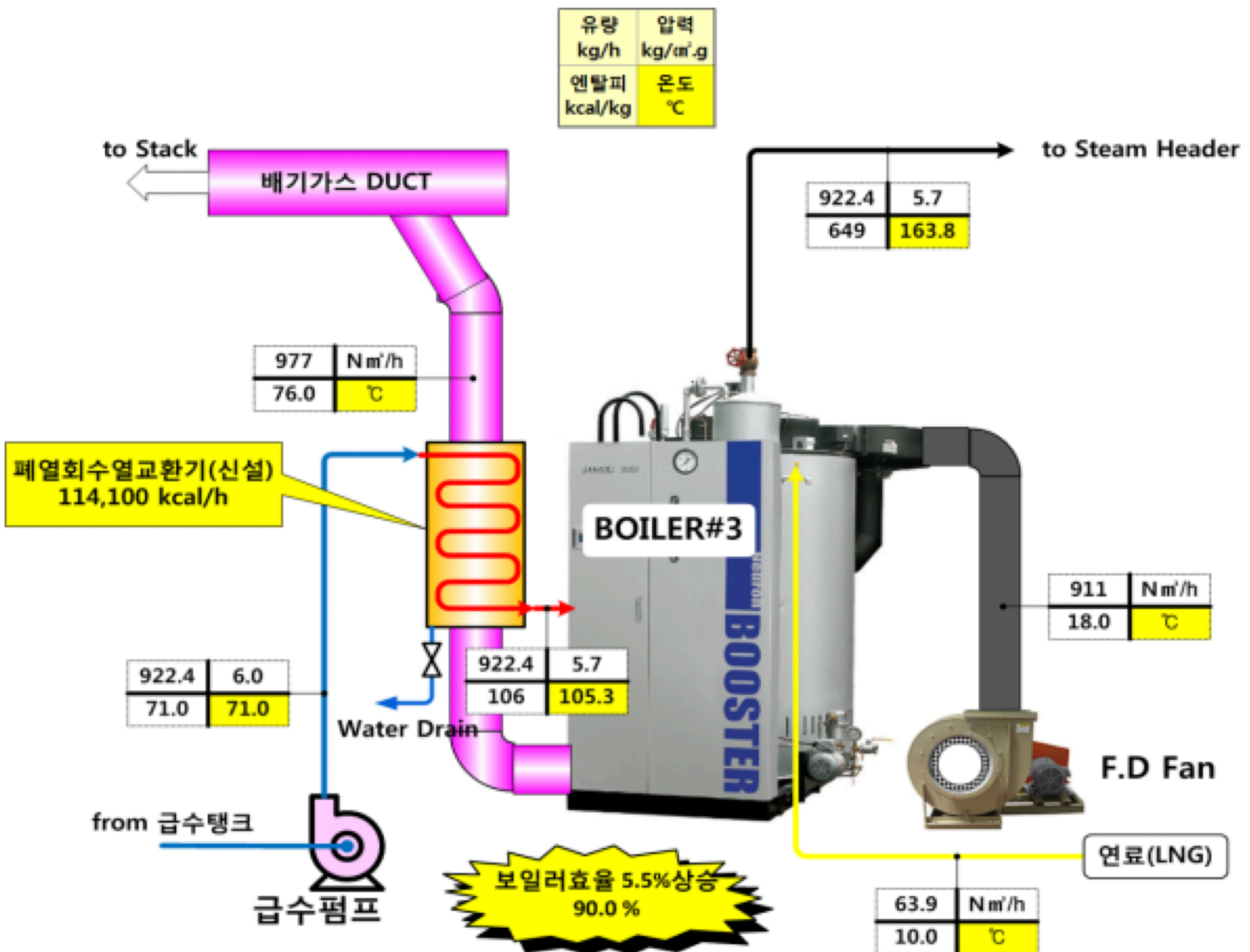
상기[표 1-2]에서 연료(LNG)입열량 중 유효하게 사용된 "발생증기의흡수열"이 84.5(%)로 통상 90(%)보다 약 5.5(%) 낮게 산출되는 주 원인은 보일러 급수예열기 등(폐열회수 장치)이 없어 배기가스온도가 높을 수밖에 없으므로 열효율이 낮게 측정 될 수밖에 없다.

1-2. 보일러 폐열회수로 연료절감

나. 개선 방안

보일러 배기가스 폐열을 회수하기 위하여 배기덕트에 급수예열기를 설치하고 현재 71(°C)로 공급되는 급수와 배기가스(185°C)를 열교환하여 급수온도를 승온하여 연료를 절감한다.

(1) 개선 후 계통도 예시



[그림 1-1] 개선 후 보일러 운전계통도

1-2. 보일러 폐열회수로 연료절감

(2) 배기가스 폐열회수기(급수예열기)용량 계산

[표 1-3] 폐열회수기 용량 계산조건 : 보일러부하 최대치 기준

항목	단위	설정값	항목	단위	설정값
이론공기량(Ao)	Nm ³ /Nm ³	10.405	최대 배기가스량(G)	Nm³/h	2,855
이론배기가스량(Go)	Nm ³ /Nm ³	11.38	진단 시 배기가스온도	°C	185
기존 공기비(m)		1.278	개선 시 배기가스온도	°C	76
연료사용량(F) : 최대치 기준	Nm ³ /h	200	개선 전 급수온도	°C	71
급수량(G1) : 최대치 기준	kg/h	3,000	개선 후 급수온도	°C	계산값

(나) 배기가스량 계산

$$\begin{aligned}
 G &= F \times \{Go + (m - 1) \times Ao\} \\
 &= 200 \times \{11.38 + (1.278 - 1) \times 10.405\} \\
 &= 2,855(\text{Nm}^3/\text{h})
 \end{aligned}$$

(다) 최대 회수가능한 열량

$$\begin{aligned}
 &= \text{최대 급수유량} \times \text{비중량} \times \text{물비열} \times (\text{개선후 급수온도} - \text{개선전 급수온도}) \\
 &= 3.08(\text{m}^3/\text{h}) \times 976(\text{kg}/\text{m}^3) \times 1.0(\text{kcal}/\text{kg}^\circ\text{C}) \times (105.2 - 71)^\circ\text{C} \\
 &= 102,694(\text{kcal}/\text{h})
 \end{aligned}$$

(라) 폐열회수기 용량 계산 : 114,100(kcal/h), 84.5(m³)

다. 기대효과

설비연료 절감량 [천Nm ³ /년]	설비연료 절감율 [%]	절감량 [toe/년]	절감액 [백만원/년]	투자비 [백만원]	투자회수기간 [년]	온실가스 저감량 [tCO ₂ eq/년]
18.02	12.67	18.55	10.51	13	1.24	39.23

1-2. 보일러 폐열회수로 연료절감

(1) 계산기준

- (가) 연간 보일러 LNG 소비량 : 474,190(Nm³/년)-제시치 기준
- (나) 가동 보일러 연료사용 비율 : 30(%)-제시치 기준
- (다) 진단 시 열정산 입열량 : 9,344(kcal/Nm³)
- (라) 개선 전 배기가스 온도 : 185(°C)
- (마) 개선 후 배기가스 온도 : 76(°C)
- (바) 공기비 : 1.278 - 진단 시 기준
- (사) 연료 단가 : 583(원/Nm³)

(2) 연료 절감량

- (가) 절감 가능량(LNG 절감)
 - = {이론배가스량 × (공기비 - 1) × 이론공기량} × 가스비열 × (개선 전 가스온도 - 개선 후 가스온도)
 - = {11.38(Nm³/Nm³) × (1.278-1) × 10.405(Nm³/Nm³)} × 0.33(kcal/Nm³°C) × (185 - 76)°C
 - = 1,184.05[kcal/Nm³]
- (나) 연간 보일러 연료절감율
 - = (Q / Qi) × 100 (%) = {18,023.96(kcal/Nm³) / 142,257(kcal/Nm³)} × 100
 - = 12.67[%]
- (다) 연간 연료절감량
 - = 연간 LNG 사용량 × 가동 보일러 사용비율 × 절감율 = 474,190(Nm³/년) × 30(%) × 12.67(%)
 - = 18,023.96(Nm³/년) × 1.029(toe/천m³) = 18.55[toe/년]

(3) 연간 절감액

= 연간 LNG 절감량(Nm³/년) × LNG 단가(원/Nm³)
 = 18,023.96(Nm³/년) × 583(원/Nm³)
 = 10.51[백만원]

설비명	규격	수량	금액(천원)
폐열회수 열교환기	Shell & tube Type 114,100kcal/h	1	10,000
DUCT 연결공사	실내 공사: 보온덕트	1식	3,000
	계		13,000

(4) 투자비 : 13.00[백만원]

(5) 투자비 회수기간

= 투자비(백만원) ÷ 연간 절감액(백만원/년) = 13.00(백만원) ÷ 10.51(백만원/년)
 = 1.24[년]

(6) 온실가스 저감량

= 탄소저감량(tc/년) × (이산화탄소 분자량/탄소분자량) = 10.7(tc/년) × (44/12)(CO₂eq/C)
 = 39.23[tCO₂eq/년]