

ASEM빌딩의 보일러 자동 블로우다운 및 폐열회수 시스템에 의한 에너지 절감

홍병철/한국스파이텍스사코(주) 기술영업본부

1. 서언

보일러 급수에는 원수 (Raw Water) 및 수처리 약품에 의한 용존고형물이 함유되어 있으며 보일러에서 증발이 이루어지면 보일러수의 총 용존고형물 (Total Dissolved Solids : 이하 TDS)은 농축된다.

이러한 용존고형물의 농도를 조절하지 않으면 보일러 수면에 거품을 형성하게 되어 결국 증기사용 시스템으로 불순물이 녹아있는 물이 증기와 함께 공급되는 캐리오버(Carry Over)가 발생되고 이 증기속에 포함되어 있는 불순물은 전열면과 부속기기에 쌓여 시스템의 전열효율과 생산성을 저하시키게 된다.

이러한 문제를 피하기 위해서는 보일러 수처리 관리기준에 의한 보일러수의 TDS농도를 유지해야 하며 결국, 운전중인 고온, 고압의 보일러 관수를 버려야 하는 또다른 문제가 발생한다.

따라서 보일러 블로우다운 시스템은 TDS 농도 관리 뿐 아니라 에너지 절감이라는 두마리의 토끼를 잡을 수 있도록 시스템이 구성되어야 하며 ASEM빌딩에 적용된 보일러 자동블로우다운 및 폐열회수 시스템의 사례를 들어 그 표준을 제시코자 한다.

2. 보일러 자동 블로우다운 및 폐열회수 시스템의 구성 및 필요성

2.1 상부 블로우다운 시스템 (Total Dissolved Solids 콘트롤)

보일러의 기본적인 수처리방법으로는 경수를 연수로 만드는 이온교환수지탑(경수연화기)을 사용하는 것인데, 이러한 수처리 방법은 보일러내에서 스케일을 형성하는 불순물인 Ca^{++} 이나 Mg^{++} 이온을 스케일이 형성되지 않는 용해성 불순물인 Na^{+} 이온으로 그 화학적인 형태만을 변형시키기 때문에 원수중에 함유된 TDS는 수처리후에도 계속 존재하게 된다.

또한 보일러수의 pH조절, 탈산소제, 기타 청관제 등의 사용으로 보일러수에는 TDS형태의 불순물이 포함되어 있을 수 밖에 없게 되며, 미량의 불순물은 보일러가 가동됨에 따라서 보일러수에 농축되고 결국 TDS농도가 어느 일정하고 이상이 되면 포밍 (Foaming)이나 프라이밍(Priming)이 발생되어 보일러수가 넘어가는 캐리오버현상이 일어나게 된다. 한편 보일러수가 농축될 때 전열면에 접하고 있는 보일러수에서 국부농축에 의한 스케일이 생성되는 현상이 일어나게 된다. 보일러 전열면의 스케일은

보일러 전열효율을 저하시켜 보일러의 효율을 떨어 뜨리고 결국 연료 사용량을 증대시켜 국부적으로 전열면의 과열과 심할 경우 드림이나 튜브를 손상 시킨다. 또한 캐리오바현상은 보일러에서 공급되는 증기속에 다량의 수분이 포함되어 증기의 건도가 낮아지고 수분속에 포함된 TDS성분이 증기사용 시스템의 각종 콘트롤 밸브의 시트면에 고형물을 퇴적시켜 원활한 작동을 방해하며 각종 열교환기의 전열면에 오염을 가속화시켜 열전달 효율을 떨어뜨리고 스팀트랩을 막히게 하는등 증기사용시스템 전체에 커다란 부작용을 일으키기 때문에 이러한 문제를 방지하기 위해 상부 블로우다운 시스템은 보일러 운전시 반드시 필요한 장치중의 하나이다.

따라서 보일러의 운전시간 중에 농축된TDS 농도를 적정수준 이하로 유지하기 위해서는 연속적인 블로우다운이 필수적으로 요구된다.

2.2 하부 블로우다운 시스템

보일러수의 수처리 결과로 발생하는 여러가지 슬러지들은 보일러 내부에서의 대류현상에 의해서 순환된다. 그러나 보일러 가동시간이 증가되면 보일러수의 슬러지는 증가하게 되고 이것은 순환관을 막히게 하거나 과열을 일으킬 수 있으므로 이러한 슬러지 퇴적물이 형성되기전에 보일러 하부로부터 침전된 고형물을 제거하는 것이 필요하다.

하부블로우다운은 간헐적으로 실시하는 것이 유리하며, 그동안 수동밸브 조작으로 실시하여 왔으나 최근에는 타이머를 이용한 자동시스템의 도

입이 증가하는 추세이다.

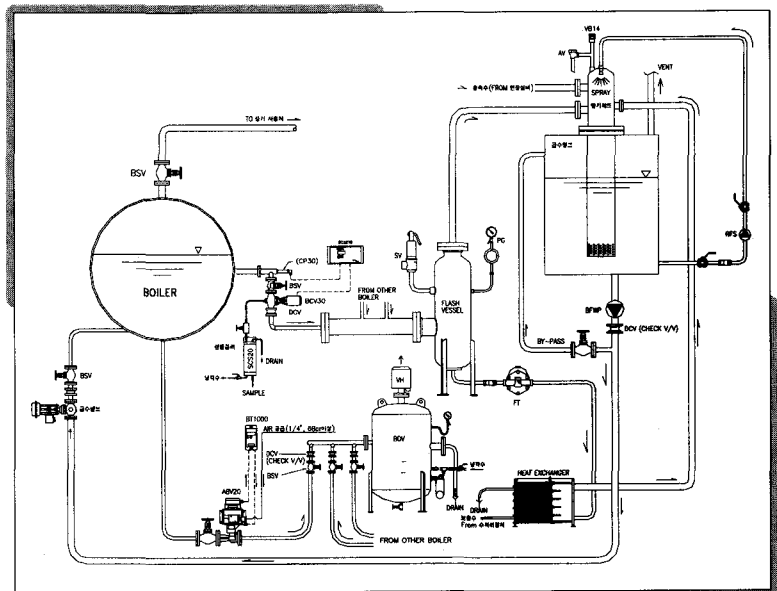
2.3 폐열회수 시스템

상부 블로우다운 시스템을 통하여 배출되는 보일러 관수는 고온, 고압수로써 이를 그대로 대기로 버리게 되면 재증발 현상에 의해 많은 에너지 낭비와 환경문제를 일으키기 때문에 블로우다운 되는 고온수의 열량을 회수하기 위한 시스템으로서 플래쉬베셀 (Flash Vessel)과 소형 판형 열교환기로 구성된다.

2.4 탈기시스템

보일러로 급수되는 물에는 산소, 이산화탄소 등 여러종류의 기체 성분이 포함되어 있으며 특히 산소는 보일러 부식의 최대 원인중의 하나이다. 따라서 양질의 급수를 보일러로 공급하기 위해서는 이러한 용존산소의 농도를 최대한 낮게 유지시키는 탈기시스템이 필요하다.

ASEM 컨벤션센터 보일러 브로우다운 시스템 계통





3. 보일러 자동블로우다운 & 폐열회수 시스템에 의한 에너지 절감

3.3 에너지 절감액

3.1 운전조건

- (1) 보일러 타입 : 노통 연관식
- (2) 보일러 용량 및 대수
 - 8ton 1대
 - 15ton 5대
- (3) 운전압력 8kg/cm²
- (4) 보일러 효율 85% (추정)

(1) 습증기 및 스케일로 인한 연료 증가량 및 금액 (절감액)

보일러에 블로우다운 시스템이 설치되어 있지 않아 관수내의 이물질 농도가 기준치를 초과하여 운전 될 시, 보일러수와 증기가 함께 배출되는 캐리오바현상으로 증기의 건도가 낮아지며(5%), 보일러 및 증기사용 설비의 전열면에 스케일이 부착된다.

그런데 습증기는 건포화증기에 비해 보유열량이 적고 습증기에 함유된 스케일은 열전달을 방해하여, 증기사용설비에서 필요로 하는 증기량은 상대적으로 증가하게 된다. 결국 증가된 증기를 생산키

3.2 보일러 증기 생산량

(1) 보일러 실제운전 기간 (1/1~8/28) 중 증기 생산량 - 실측기준

구 분	B-1	B-2	B-3	B-4	B-5	B-6	B-7	TOT(ton)
보일러 용량 (ton/hr) (A)	8	15	15	15	15	15	15	
운전시간 (1/1~8/28) (B)	889.5	1,321	1,145.5	1,526.5	1,407	1,111.5	163.5	
증기생산량 (Ton) A * B	7,116	19,815	17,182.5	22,897.5	21,105	16,672.5	2,452.5	107,241

(2) 연간 보일러 운전계획 및 예상증기생산량

구 분	보일러 운전시간			소계
	24:00 ~ 06:00 (6hr) 6hr * 25day = 150hr/M	06:30 ~ 19:30 (13hr) 13hr * 25day = 325hr/M	19:30 ~ 24:00 (4.5hr) 4.5hr * 25day = 112.5hr/M	
동계 (12월~2월)	8ton * 1대 → 3,600ton 15ton * 2대 → 6,750ton	15ton * 5대 → 73,125ton	15ton * 2대 → 10,125ton	93,600ton
춘계 (3월~5월)	8ton * 1대 → 3,600ton	15ton * 1대 → 14,625ton	15ton * 1대 → 5,063ton	23,288ton
하계 (6월~8월)	8ton * 1대 → 3,600ton	15ton * 2대 → 29,250ton	15ton * 1대 → 5,063ton	37,913ton
추계 (9월~10월)	8ton * 1대 → 3,600ton	15ton * 1대 → 14,625ton	15ton * 1대 → 5,063ton	23,288ton
계	※ 1개월 25일 가동기준			178,089ton

(주) 1. 보일러 운전시간은 상황에 따라 조정

지상세미나① · ASEM빌딩의 보일러 자동 블로우다운 및 폐열회수 시스템에 의한 에너지 절감

위해 연료가 추가적으로 공급되게 된다.

와 같이 스케일의 두께에 따라 연료 손실율이 증가한다.
또한 전열면에 스케일이 형성될 경우는 아래표

구 분		번호	단 위	실운전기간 사용량 (1/1~8/28)	년간 예상량	비 고
보일러 운전 건도 향상에 따른 절감액	증기생산량	1.	Ton	107,241	178,089	
	운전압력	2.	Kg/cm ²	8	8	
	건도	3.	%	95	95	
	현열	4.	Kcal/kg	177	177	
	건증기 전열	5.	Kcal/kg	662	662	
	습증기 전열 (95%)	6.	Kcal/kg	638	638	
	습증기 생산량(증기 실제 필요량)	7.	Ton	112,857	187,462	(1) ÷ (3) * 100
	습증기 증기량	8.	Ton	5,616	9,373	(7) (1)
	포화수열량 증가량	9.	Kcal	994,032,000	1,659,021,000	(8) * (4)
	보일러 효율	10.	%	85	85	
	LNG 발열량	11.	Kcal/Nm ³	10,500	10,500	
	LNG 추가사용량	12.	Nm ³	111,371	185,885	(9) ÷ (10) ÷ (11)
	LNG 단가	13.	원	417 (난방) 198 (냉방)		
	LNG 추가 사용비 (절감액)	14.	천원	난방 37,200 냉방 4,400 계 41,600	난방 62,000 냉방 7,400 계 69,400	난방=(12) * 0.8 * (13) 냉방=(12) * 0.2 * (13)
스케일 부착 방지에 따른 절감액	생산증기의 전체열량	15.	Mcal	70,993,542	117,894,918	(1) * (5)
	LNG 사용량	16.	Nm ³	6,761,290	11,228,087	(15) ÷ (11)
	스케일 두께	17.	Mm	0.1	0.1	
	연료 손실율	18.	%	1.2	1.2	하단표 참조
	LNG 추가사용량	19.	Nm ³	81,135	134,737	(16) * (18) ÷ 100
	LNG 추가 사용비(절감액)	20.	천원	난방 27,100 냉방 3,200 계 30,300	난방 44,900 냉방 5,300 계 50,200	난방=(19) * 0.8 * (13) 냉방=(19) * 0.2 * (13)

※ 보일러 연간 증기 생산량 중 하계(난방)용 비율이 약 20%이므로 가스요금을 차등 적용

표-1 스케일 부착에 따른 연료 손실율

스케일 두께 (mm)	0.1	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0
연료손실율 (%)	1.2	2.2	4.0	4.7	6.3	6.8



지상세미나① · ASEM빌딩의 보일러 자동 블로우다운 및 폐열회수 시스템에 의한 에너지 절감

(2) 재증발 증기 및 폐열회수로 인한 연료 절감량 및 금액

폐열회수 시스템을 이용하여 고온, 고압의 블로우다운수의 일부는 재증발 증기로 회수하고, 나머

지는 보일러 급수와 열교환시켜 폐열을 회수한 후에 대기로 방출하는 방법으로서, 이때 회수된 재증발 증기와 폐열은 보일러 급수온도를 상승시켜, 증기 발생에 필요한 연료의 절감 효과를 가져온다.

구 분		번호	단 위	실운전기간 사용량 (1/1~8/28)	년간 예상량	비 고
블로우 다운량	증기생산량	1.	Ton	107,241	178,089	
	급수 TDS 농도	2.	PPM	150	150	
	관수 TDS 농도	3.	PPM	3,000	3,000	
	블로우다운량	4.	Ton	5,644	9,373	$\{(1) * (2)\} \div \{(3) - (2)\}$
재증발 증기	운전압력	5.	Kg/cm ²	8	8	
	재증발 증기압력	6.	Kg/cm ²	0.5	0.5	
	운전압력 현열	7.	Kcal/kg	177	177	
	재증발 압력 현열	8.	Kcal/kg	110	110	
	현열차이	9.	Kcal/kg	67	67	(7) (8)
	재증발증기 증기잠열	10.	Kcal/kg	533	533	
	재증발율	11.	%	13	13	(9) ÷ (10)
	재증발증기 회수량	12.	Ton	734	1,219	(4) * (11) ÷ 100
	재증발증기 전열	13.	Kcal/kg	643	643	
	재증발증기 열량	14.	Kcal	471,962,000	783,817,000	(12) * (13)
회수	보일러 효율	15.	%	85	85	
	LNG 발열량	16.	Kcal/Nm ³	10,500	10,500	
	재증발 증기의 LNG 환산량	17.	Nm ³	52,880	87,823	(14) ÷ (15) ÷ (16) * 100
	LNG 단가	18.	원/ Nm ³	417 (난방) 198 (냉방)		
	LNG 절감금액	19.	천원	난방 17,600 냉방 2,100 계 19,700	난방 29,300 냉방 3,500 계 32,800	난방=(17) * 0.8 * (18) 냉방=(17) * 0.2 * (18)
	폐열 회수	열교환기 유입량	20.	Ton	4,910	8,154
유입온도		21.	°C	105	105	
배출온도		22.	°C	40	40	
열교환기 폐열회수량		23.	Kcal	319,150,000	530,010,000	(20) * ((21)-(22))
회수된 폐열의 LNG 환산량		24.	Nm ³	35,759	59,385	(23) ÷ (15) ÷ (16)
LNG 절감금액		25.	천원	난방 11,900 냉방 1,400 계 13,300	난방 19,800 냉방 2,400 계 22,200	난방=(24) * 0.8 * (18) 냉방=(24) * 0.2 * (18)

(3) 총 절감액

절감내용	절감금액 (천원)	
	실 운전기간 절감액	예상 연간 절감액
습증기 발생억제	41,600	69,400
스케일 발생억제	30,300	50,200
재증발 증기회수	19,700	32,800
폐열회수	13,300	22,200
합 계		

4. 맺음말

보일러 블로우다운 및 폐열회수 시스템의 적용은 계속 증가하는 추세로서, 그 효율성 및 가치에 대해서는 일반 건물 뿐 아니라 공장 프로세스에서도 증명되고 있다.

또한 최근 유가상승 등에 의해 에너지 단가의 상승이 예상되는 시점에서 ASEM 빌딩의 경우 예상 연간절감금액은 실제 운전시간을 고려한 절감금액을 보더라도 계산된 금액보다 실제 연간운전시 더욱 증가될 것으로 예측된다.

환경우수 아파트 10월부터 시범인증

10월부터 초고속 정보통신 아파트에 이어 '환경아파트' 인증이 선보인다.
 건설교통부는 아파트 단지의 환경 친화성을 높이기 위해 10월부터 '주거환경 우수주택 시범 인증제'를 도입키로 했다고 밝혔다.
 주거환경이 쾌적하고 친환경적인 자재를 사용한 신축 아파트를 선정해 일단 1~3등급 시범 인증을 부여키로 한 것이다. 건교부는 환경부가 도입추진하고 있는 그린빌딩 인증제도 이와 유사한 측면이 있다고 보고 이 두가지 제도를 통합해 내년 2월부터 '환경친화주택(그린빌딩)' 본인증을 주기로 했다.
 평가항목은 △ 토지이용과 교통 △ 에너지와 자연 △ 생태환경 △ 실내환경 등 4개 분야에서 총 34개 항목에 이른다.
 총 100점 만점에 90점 이상을 받으면 1등급, 75점 이상은 2등급, 60점 이상은 3등급을 각각 부여한다.
 대한주택공사 산하 주택연구소가 희망업체의 신청을 받아 시범 인증을 주며 현재 삼성물산, 현대건설, 대우건설 등 10여개사가 이미 신청한 상태이다.