

산업기반기술설명회

청정 생산기술의 현황 및 적용기법

이 홍 기 박사
한국생산기술연구원 국가청정생산지원팀

청정생산기술의 현황 및 적용기법

이 홍기, 전 경진

한국생산기술연구원 국가청정생산지원센터

I. 청정생산기술의 개요

1. 청정생산(Cleaner Production)의 도입 배경

범국가적으로 환경오염문제가 심화되면서 이를 해소하기 위한 사후처리적 일반환경 기술 및 오염관리는 제조산업관련 기업의 환경비용지출이 급격히 증가하게 되었다. 그 결과로 제품의 제조원가 상승을 초래하여 기업의 경쟁력을 약화시키는 원인을 제공하는 것뿐 아니라 환경오염물질의 발생을 억제할 수 없어 자연생태계의 지속적 파괴를 초래하고 있다. 이에 따라 사후처리개념의 일반환경기술이 환경오염문제의 근원적인 해결책이 될 수 없다는 것을 인식하게 되면서 환경오염에 대응하는 방식에 있어서 새로운 개념, 즉 산업발전과 환경보전을 병행 실천할 수 있는 청정생산 개념을 도입하게 되었다.

이러한 추세에 따라 최근 국내에서도 산업육성정책에 따라 청정생산개념을 제조산업에 도입하기 시작하였고 청정생산기술의 개발 및 보급·확산을 추진하기 위한 법적근거 및 추진기관을 조직하였다. 표 1에는 청정생산기술의 기본 추진배경을 다시 요약하여 정리하였다.

표 1 : 청정생산개념의 도입 배경

구분	내용
자연생태계의 자정 능력 한계점 도달	<ul style="list-style-type: none"> ○ 환경오염물질의 타 물질로의 단순 전환과 자연생태계내 지속적 잔존에 따른 환경파괴 ○ 폐기물 및 부산물의 재 자원화율 저조에 따른 천연자원 고갈
국내외 환경규제 강화 및 무역규제수단 활용	<ul style="list-style-type: none"> ○ '92년 리우선언 이후 200여개의 환경규제 국제협약이 체결로 새로운 무역규제 수단으로 등장한 환경규제는 제품 및 생산공정까지 확대추세 ○ 미국, EU, 일본등 선진국가의 환경정책도 점차 비관 무역장벽의 양상 ○ 90년대이후 국내 환경규제가 지속적으로 강화
일반환경기술(EOP)의 기술적 한계점 도달	<ul style="list-style-type: none"> ○ 다이옥신, 중금속, 유해가스 등 2차 환경오염물질 배출과 그에 따른 사후 환경처리비용 증가 ○ 다양한 환경오염물질에의 원천적 대응 어려움에 따른 근원적인 오염물질 최소화 기술의 필요성 대두

2. 청정생산기술의 개념

청정생산(Cleaner Production)의 개념은 천연자원으로부터 원료를 추출, 제품으로 산, 유통, 자연생태계로 폐기될 때까지의 모든 단계에서의 효율을 극대화함으로써 환경오염물질 발생을 원천적으로 방지, 최소화하여 환경보전과 제조원가 절감을 병행 실현하는 생산방법을 의미한다. 즉, 제품생산과 관련된 모든 과정에서 효율을 높여 오염물질의 발생을 근원적으로 감소시키는 경제적이고 환경친화적 기술로서 "Better Production and Less Pollutants" 개념의 생산기술이다. 따라서 청정생산기 각 제조단계에서 환경오염물질을 최소화하는 기술이므로 일반환경기술이 아닌 환경보전형 생산기술을 말한다.

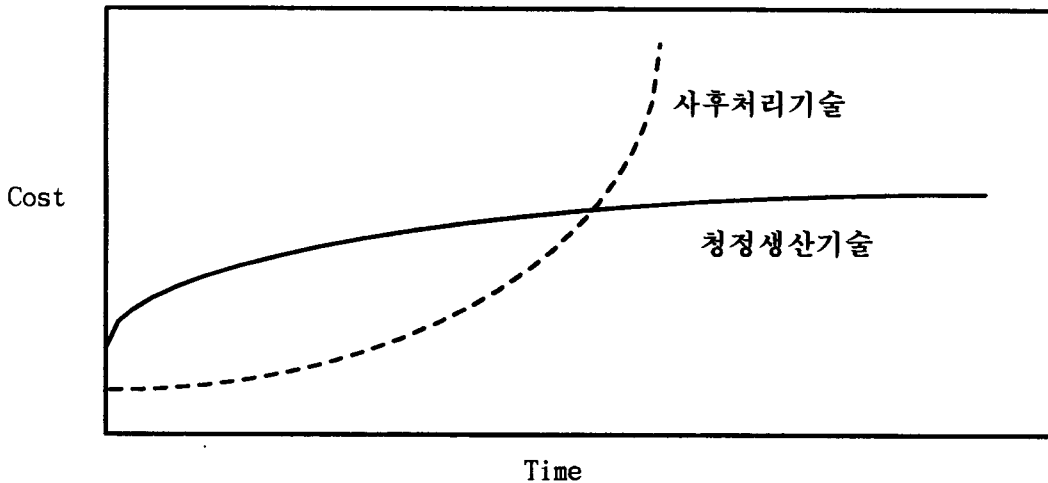


그림 1 : 시간의 경과에 따른 경제적 효과 비교

청정생산을 실천하기 위한 사전검토 및 그의 성과를 분석할 때는 제조원가 및 투자회수기간(payback period)의 산정을 위한 경제성평가와 환경오염부하 저감효과를 나타내는 지표는 중요한 분석자료로서 활용되고 있다. 이는 청정생산개념이 단순히 오염물질처리개념이 아니라, 생산활동 전 과정의 효율향상을 통한 기업이윤을 제고하고 동시에 각 생산단계에서의 환경오염물질 부하저감을 통한 추가적인 경제부담을 제거하여 궁극적으로는 기업의 경쟁력을 강화하는데 그 목적이 있다고 할 것이다. 이를 통해 지속적인 산업경제발전과 환경보전이 동시에 가능한 것이다. 그림 1에서는 청정생산기술의 적용시 시간에 따른 경제적 효과를 일반환경기술과 비교한 것을 나타내었다. 사후처리기술에 대비하여 청정생산기술은 환경비용의 저감과 생산성향상에 의해 제조원가의 상승이 둔화되어 시간이 경과함에 따라 경제적인 효과를 얻을 수 있게 된다. 그림 2에서는 청정생산개념을 도식하여 다시 나타내었다.

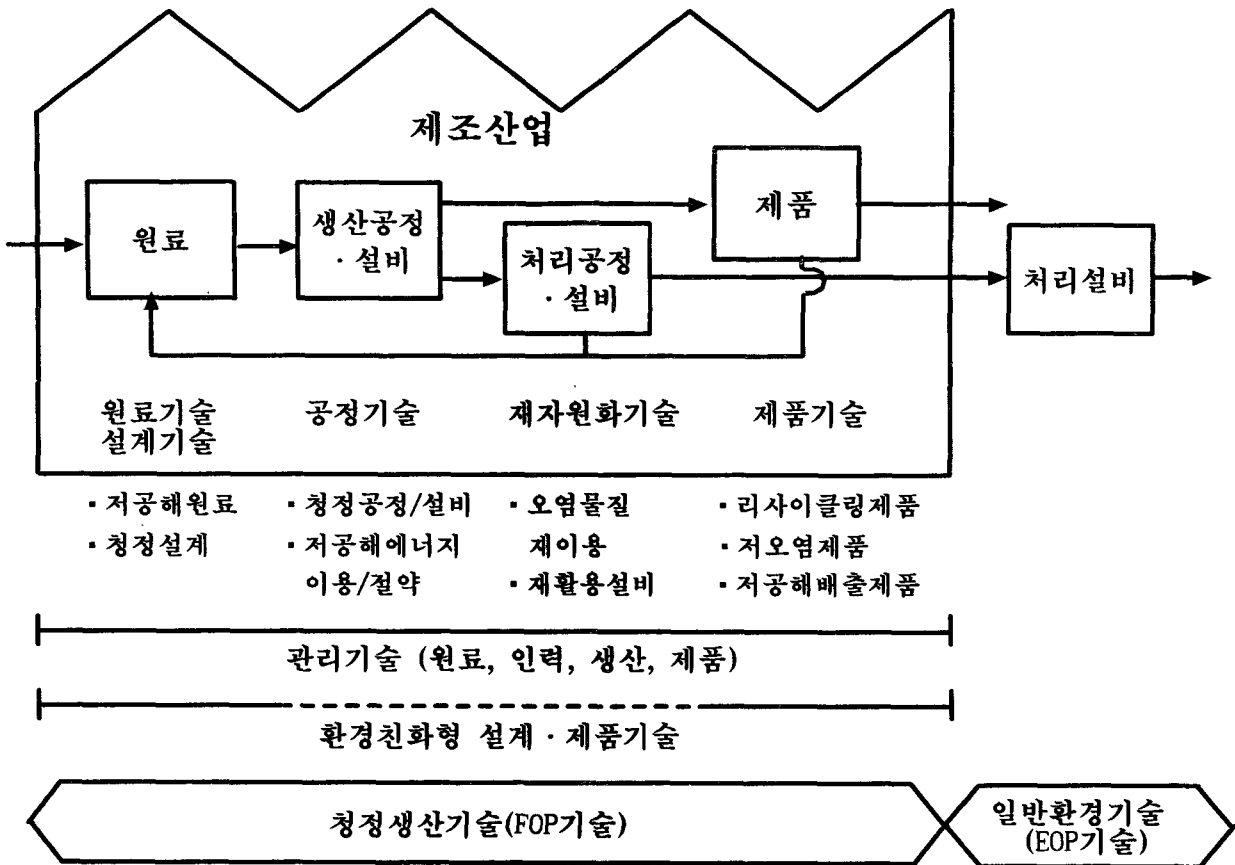


그림 2 : 청정생산기술의 개념도

현재 국내에서는 기존의 사후처리(End-of-Pipe)방식인 일반환경기술의 새로운 대안으로 사전처리(Front-of-Pipe)방식의 청정생산기술이 환경오염문제를 해결하는 근본적 해결책이라는 것을 인식하고 있음에도 불구하고 청정생산개념이 산업체로의 도입이 원활히 이루어지지 못하고 있는 실정이다. 그 원인은 청정생산 개념에 대한 기술수요자측의 이해부족 및 실천의지 결여에도 있지만, 청정생산기술은 생산관련 전 공정 및 설비에 대한 상세한 이해와 분석을 통해서만 적용 혹은 개발되는 특성과 생산공정의 변경·단축 등의 개발단계를 포함하고 있어 보수적인 현장기술자를 변화시키는데 어려움이 있다. 또한 한국과 같이 대부분 생산기술을 선진국으로부터 이전 받은 기술도입국의 경우 청정생산기술의 현장 적용시 추가적인 기술도입비용이 발생 할 수 있기 때문이다. 따라서 환경오염문제를 해결하는데 있어서 소각로, 배가스처리설비, 집진기 등 처럼 별도의 모듈화형태를 가지고 생산공정과 운영방식과는 별도로 특정분야에 집중 개발될 수 있는 전통적인 환경기술에 더욱 의존하고 있는 양상을 나타내고 있다. 참조로 표 2에서는 청정생산기술과 일반환경기술과의 상대적 비교를 다시 나타내었다.

표 2 : 청정생산기술과 환경기술과의 비교

항목	청정생산기술	일반환경기술
개발 목적	산업구조의 환경친화적 전환을 통한 기업의 경쟁력 강화	환경규제에 대응 오염물질처리 및 관리 기술개발로 환경보전과 국민 복지증진
기술 개념	환경오염물질의 사전처리(FOP)기술 개념의 생산기술	환경오염물질의 사후처리(EOP)기술 개념의 환경보건기술
특징	<ul style="list-style-type: none"> ○ 환경오염물질 발생의 최소화 - 사전예방, 원천적 제거 ○ 비교적 높은 초기 투자비용 ○ 생산공정에의 통합으로 초기투자비 회수 가능 - 환경부하 및 제조원가 저감 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 2차 환경오염물질 발생 - 다이옥신, 중금속, 유해가스 ○ 상대적 낮은 초기 투자 비용 ○ 생산공정과는 별도 운영으로 경제적 부담 가중 - 환경부하 및 제조원가 상승
개발 방법	<ul style="list-style-type: none"> ○ 생산공정의 이해와 시스템적 접근을 통해서만 개발 가능 - 기존의 생산공정에 통합 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 생산공정과 운영수단과는 별도로 특정 환경분야 집중 개발 가능 - 별도의 모듈화: 조각로, 집진기

3. 청정생산기술의 분류

청정생산기술은 협의의 개념으로서 업종별 제품생산 등의 전 과정에서 적용될 수 있는 설계기술, 생산공정기술, 원료·제품기술, 재자원화기술 등으로 다음과 같이 구분하여 설명 할 수 있다.

- 설계기술 : 제품의 기초설계 단계부터 저공해, 저 폐기물, 리사이클링, 에너지 효율 등을 고려한 환경친화형 제품설계기술
 - 전과정 제품평가기술(LCA), 환경친화형 설계기술(DfE, LCD)
- 생산공정기술 : 생산공정의 효율증대 및 기술개선 등을 통한 환경오염물질 배출을 원천적으로 사전 예방하거나 최소화 할 수 있는 기술
 - 단위공정 축소, 공정개선 및 최적화, 생산공정관리
- 원료·제품 대체기술 : 원료의 변경에 의한 총 발생 오염물질을 감소시키거나 환경 친화적 제품으로 전환시키는 기술
 - 이차 환경오염물질 발생 원료 등의 대체 가능한 청정원료
 - 기존 제품 대비 환경 친화적 제품 제조 및 설계
- 재자원화기술 : 생산 공정중 배출되는 폐기물 혹은 부산물을 간단한 가공 및 조작에 의해 공정내에서 재사용(Reuse)하거나 새로운 공정을 적용하여 유가물질 회수 혹은 타 산업에서 재활용(Recycling)되어 환경오염부하를 저감하는 기술

- 산업활동 중 발생하는 부산물의 공정내 재순환 혹은 자원 수명연장
- 산업폐기물의 재자원화 혹은 유가물질 회수

청정생산의 개념을 적용하여도 산업활동 중 필연적으로 발생하는 산업오염물질의 처리기술은 사후처리기술개념에 근접하나 오염물질처리가 생산공정에 통합되어 제조공정에 영향을 미치는 경우 광의의 청정생산기술로서 분류 할 수 있다.

- 산업오염물질처리기술 : 산업오염물질의 중화, 소각, 고용화 등과 폐수처리 후 방류와 같이 산업오염물질을 자연생태계에 방출하기전 무해화하는 기술
 - 산업활동 중 필연적으로 발생하는 산업오염물질의 무해화

4. 국내외 청정생산관련 활동 현황

현재 청정생산기술은 범국가적으로 UNEP-IE(UN Environmental Program-Industry an Environment)를 중심으로 점차 확산되어 가는 추세에 있으며 국내에서도 한국생산기술연구원내 국가청정생산지원센터를 거점으로 청정생산기술의 개발 및 이전·확산 사업이 추진되어 지고 있다. 청정생산기술의 발전연혁은 살펴보면 아래와 같다.

- '72.02 인간환경에 관한 스톡홀름 UN선언 : 유엔환경계획(UNEP)설립
 - '85.3 오존층 보호를 위한 비엔나 협정
 - '87.9 오존층 파괴물질(CFC 등)규제에 관한 몬트리올 의정서
 - '89.3 바젤협약 : 유해폐기물의 국가간 이동 및 그 처리 통제
 - '89.3 UNEP IE 회의 : CP(Cleaner Production) 첫 언급
 - '90.3 UNEP IE, UNIDO : CP 프로그램 발족 - 영국런던
 - '92.5 기후변화협약 채택 : INC(정부간 협상위원회) 5차 회의
- '92.06 환경과 개발에 관한 리우선언 : 유엔환경개발회의(UNCED)
 - 국제환경보호대책 『Agenda 21』 채택
 - Cleaner Production 프로그램 채택
- '95.12 『환경친화적산업구조로의 전환촉진에 관한 법률』 제정
 - '99.1.29 『국가청정생산지원센터』 지정

청정생산관련 국제기구 및 조직 중 대표적인 유엔환경계획(UNEP)은 생산기술문제를 인류의 생존 및 지구환경 차원에서 해결하기 위해 개발도상국에 청정생산지원센터 설립추진을 재정적 정책적으로 지원하고 있고, 아시아생산성기구(APO)에서는 한국, 일본 등 아시아 태평양지역의 18개 가입국의 상호협력을 통해 생산성향상과 청정생산기술보급을 위한 각종 연수, 세미나, 연구조사, 홍보·출판 등의 사업을 수행

중에 있다. 아시아개발은행(ADB)은 청정생산기술개발과 이를 위한 기술원조, 조사활동, 장기저리 등 특별업무를 수행하고 있고 APEC산업과학기술실무그룹(APEC ISTWG CP T/F)은 청정생산전략에 관한 공동연구추진과 훈련과정운영 등에 대한 사업을 추진중이며 특히 청정생산기술의 새로운 평가방법, 전자산업과 컴퓨터분야의 청정생산방안 등에 대한 연구를 수행 중에 있다.

개발도상국들은 UNEP의 지원으로 국가청정생산센터를 지정하여 청정생산기술개발 및 보급사업 진행하고 있으며 중국, 인도, 브라질, 멕시코, 체코 등 15개국이 지정되어 활동 중에 있다. 국가청정생산지원센터(NCCP)는 청정생산관련 범국가적 지원 정책 추진과 UNEP, APO, USAEP 및 국가간 협력사업에 대한 대외 창구로서의 역할을 담당하고 있다. 오스트리아, 캐나다, 스웨덴, 일본, 대만, 덴마크 등 기술선진국들은 UNEP의 지원 없이 독자적으로 국가청정생산지원센터를 지정하여 운용하고 있다.

국내에서는 청정생산기술의 개발 및 보급, 국제협력 등을 위해 '95년 12월 『환경친화적산업구조로의 전환촉진에 관한 법률』 제정하여 청정생산기술사업에 대한 법적 지원 근거를 마련하였고 '99년 1월 한국생산기술연구원내 국가청정생산지원센터를 지정하여 청정생산기술개발사업의 총괄조직으로 운영되고 있다. 또한 '98년 『조세감면규제법』 시행령 및 시행규칙의 개정하여 청정생산을 위한 시설투자기업에 대한 세제지원 근거 마련하였다.

5. 청정생산기술사업 추진 현황

청정생산기술의 개발 및 보급을 위해 청정생산기술사업은 '95년 12월부터 3개 사업으로 구분하여 추진하고 있으며 사업내용 및 목적은 다음과 같다.

- 청정생산기술개발사업 : 청정생산기술의 연구개발 및 그의 보급을 지원하여 환경친화적 산업발전을 촉진하고 기업의 국제 경쟁력 제고
- 청정생산기술개발지원센터사업 : 산업자원부장관이 관계 중앙행정기관장과 협의하여 업종별 특화기술을 보유한 전문연구기관을 청정생산기술개발지원센터로 지정하여 청정생산기술개발을 촉진하고 중소기업의 애로 해소를 위한 기술지원
- 청정생산기술기반조성사업 : 청정생산기술의 개발에 필요한 기반이 취약한 중소기업을 지원하기 위한 기술인력, 기술정보, 연구개발 시설 등의 기반조성

청정생산기술사업을 통해 지원되는 과제형태는 일반과제, 공유과제, 중대형과제로 구분하며 일반과제 및 중대형과제의 경우 기업의 참여를 전제로 정부에서 개발사업

비를 최대 75%까지 지원하며, 공유과제의 경우 정부에서 개발사업비 전액을 지원하고 있다. 표 3에는 지원과제 형태별 사업내용을 다시 정리하여 나타내었다.

표 3 : 청정생산기술사업에 의해 지원되는 과제 형태

구분	사업내용
일반과제	개별기업의 기술력 향상 및 경쟁력 확보를 위하여 기업의 참여를 전제로 한 기술개발 과제
공유과제	기술개발 성과를 업종별 공유할 수 있는 과제 또는 성공 가능성이 적어 연구개발 투자에 위험이 따르는 기술개발 과제
중대형과제	단위과제로 기술개발을 추진하기에는 사업의 성과가 청정생산기술 사업목표 달성에 미약하여 세부과제 기술개발의 조합을 통해 업종내 시너지 효과를 낼 수 있는 기술개발 과제

그림 3에서는 청정생산기술사업의 추진체계를 다시 나타내었다. 청정생산기술개발 사업은 사업의 투명성 및 조직운영의 효율성 제고를 위해 외부평가단이 구성되어 청정생산기술사업의 객관적 평가를 담당하고 있으며, 심의결과에 대한 이의신청제도를 도입하여 과제평가에 있어서 공정성을 확보하고 있다. 또한 사후평가제도를 도입하여 기술개발 완료 후 실제 현장적용시험과 개발기술의 보급을 5년간 시행하고 그 기간동안의 성과분석을 통해 최종 성공 여부를 판정한다.

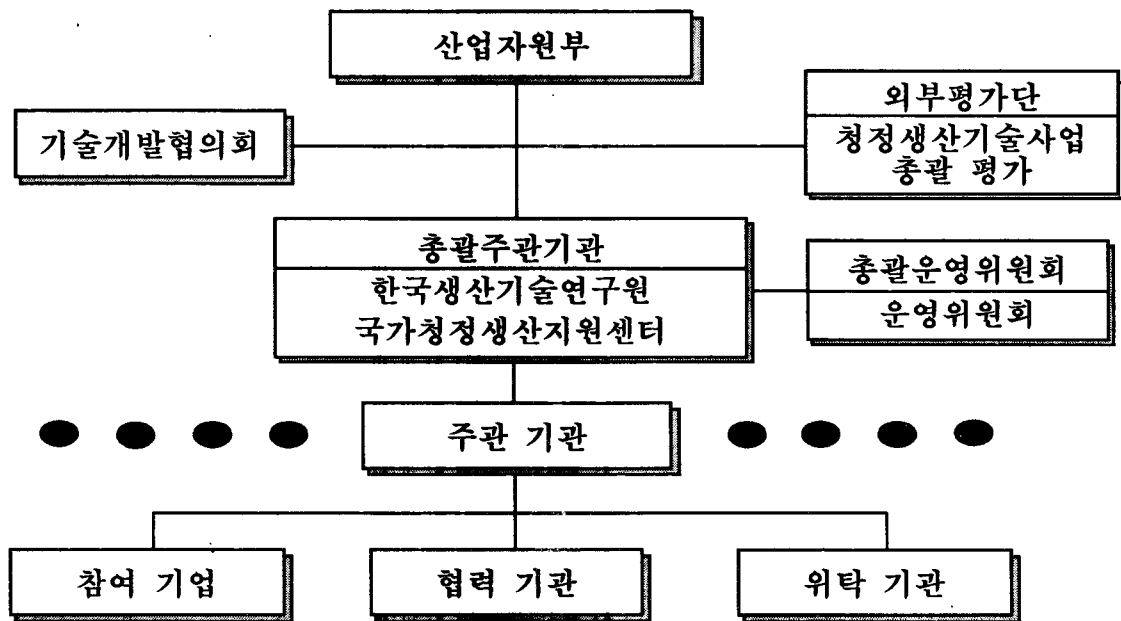


그림 3 : 청정생산기술사업의 추진 체계

청정생산기술사업은 업종별 혹은 업종간 공동사업으로 구분하여 청정생산기술의 개발 및 이전·확산을 지원하고 있으며 업종구분은 다음과 같다.

- 철강, 비철금속, 도금, 주물, 금속가공, 염색, 피혁, 제지, 전자, 반도체, 자동차, 시멘트, 정밀화학, 석유화학, 환경친화제품, 생물, 환경설비(소각, 집진, 폐수, 폐가스) 등

표 4 : 청정생산기술사업의 지원과제 및 개발사업비 현황

연도	지원과제수			사업비현황 (백만원)		
	신규	계속	계	정부출연금	민간부담액	계
1995	15	-	15	2,188	1,621	3,809
1996	19	14	33	4,062	3,459	7,521
1997	77	20	97	12,000	6,509	18,509
1998	76	76	152	17,400	9,977	27,377
1999	145	92	237	30,000	14,309	44,309
합계	332	202	534	65,650	35,875	101,525

표 4에는 '95년이후 '99년말 까지의 연구개발과제와 개발사업비의 지원현황을 다시 나타내었다. 청정생산기술사업을 통해 지원되는 각 업종별 개발기술분야를 살펴보면 협의의 청정생산기술의 개발비율이 약 75%를 상회하고 있으나 재자원화기술 중 재활용기술개발과 산업오염물질처리기술개발의 비율이 아직 높고 본래의 청정생산 개념의 과제 발굴 및 도출이 활발히 이루지지 못하고 있는 실정이다. 이러한 상황은 국내 산업체에서 청정생산개념을 정확히 이해하고 있지 못함을 단적으로 보여주고 있다. 따라서 본 사업을 통해 청정생산개념과 적용기법에 대한 홍보·교육을 강화하고, 지속적으로 산업체를 청정생산 방향으로 유도하고 필요한 청정생산기술과 관련정보를 보급하여 나가야 할 것이다.

II. 청정생산기술의 적용기법

1. 청정생산기술의 적용 방법

일반적으로 청정생산기술의 생산공정에의 적용방법은 개별기업 혹은 단위사업장별, 업종별 그리고 공단·지역별로 구분하여 실천계획을 수립 할 수 있다. 청정생산기법을 적용하는 방식 및 절차는 각 업종별 생산공정, 제품, 폐기물·부산물 등의 형태에 따라 부분적으로 상이한 점이 있으나 근본적으로 실행단계에서는 기본 틀에서 크게 벗어나지 않는다. 참조로 표 6에서는 대상별 청정생산기법을 적용하기 위한 예비조사내용 및 절차를 다시 나타내었다.

표 5 : 청정생산 실행을 위한 예비 조건 및 절차

단계	항목	수행내용
1.	현황분석	○에너지 및 물질수지 조사 : 단위사업장, 업종, 지역별 ○주변현황조사 : 환경영향, 경영상황, 기술수준, 제품, 구성원의식
2.	적용대상선정	○청정생산 적용대상 검토 : 대상 목록 작성 ○적용대상별 연계성 분석
3.	우선순위선정	○우선순위 결정을 예비 평가 : 경제성분석, 환경영향평가 ○적용기술의 난이도 및 기대효과 분석
4.	수행계획수립	○실행계획수립 : 실천프로그램 기획, 인적·물적자원 확보 ○실행계획 분석 및 타당성검토
5.	개선방안제시	○개선방안 및 효과제시 : 실행계획설명 및 실행효과 주지 ○청정생산 기법 실행 : 사업장인력/전문가 추진운영팀 구성

표 6 : 청정생산기술 적용 방법 및 절차

단계	항목	수행내용
1.	대상 제조설비의 단위공정의 이해와 분석	○단위공정(Unit process)의 목록 작성 ○공정흐름도(Process Flow Diagram) 구성
2.	공정내로 투입되는 물질 (Process Input)의 분석 및 규명	○공정내 사용되는 투입 자원의 종류 및 총량 분석 ○투입 원료의 저장 및 취급 손실량 분석 ○각 구성장치 및 단위공정별 용수 사용량 측정 ○폐기물 및 부산물의 재이용량 측정
3.	공정외로 배출되는 물질 (Process Output)의 분석 및 규명	○공정의 배출 물질의 분석·규명 및 목록 작성 ○폐수 흐름 및 유출에 대한 적산 및 분석 ○적치 및 종말처리되는 폐기물량
4.	물질수지(material balance)에 대한 분석 및 조사	○공정 유입과 배출되는 물질정보에 대한 목록 작성 ○예비 물질수지표 도출 및 작성 ○불균형물질수지(material imbalance)에 대한 검토 ○물질수지표 개선 및 최종 작성
5.	청정생산 실행	○명확한 폐기물 저감 대책 수립 ○대상폐기물 선정 ○중장기적 폐기물 저감 대안 및 기술 개발
6.	경제성평가 및 실행계획 수행	○제조원가 및 기대효과 분석 ○투자 회수기간 산정

표 5에 기술된 예비조사내용 및 실천계획에 따라 선정된 대상 생산공정의 청정생산 실행방법은 단위사업장, 업종별 그리고 공단·지역별 공통으로 적용할 수 있다. 우선순위에 의해 선정된 대상 공정은 표 6에서 기술한 내용 및 절차에 준하여 청정생산 적용 실행계획을 수행하게 된다. 청정생산의 실행을 위해서는 생산공정 및 설비를 구성하는 단위공정의 이해와 그의 기능을 세밀하게 조사하여 정리하고 공정의 분석을 위해 공정흐름도(Process Flow Diagram)를 재구성 할 필요가 있다. 공정으로

입·출되는 모든 자원의 물질정보를 얻고 분석하기 위해 물질수지표(material balance sheet)를 작성한다. 작성된 예비 물질수지표를에서 공정 입출물질의 불균형수지(material imbalance)를 보상하고 최종 물질수지표를 작성·분석하여 문제성 대상폐기물을 선정한 후 이를 저감 할 수 있는 방법과 적용기술을 선택 혹은 개발하게 된다. 이때 청정생산 실행전후 기대이익과 환경부하저감 효과를 분석하여 투자회수기간을 산정하고 실행하고자 하는 청정생산기술의 경제성 및 환경성평가를 하게된다.

2. 청정생산 개념의 적용 사례

금속제조산업중 철강업종에서 청정생산 개념을 도입한 것으로 대표적인 사례는 일관제철소의 제선공정과 주조공정에 적용된 용융환원제철법과 Strip Casting기술이다. 용융환원제철법은 기존 고로제철법과는 달리 철광석이 분광상태로 직접 장입되고, 점결탄보다 가격면에서 저렴한 일반탄의 사용이 가능하여 소결공정과 코크스 제조공정이 생략된다. 그 결과로 설비투자비는 물론 선철 제조비용에서 15~30%정도 저렴한 것으로 알려져 있다. 현재 포항제철에서 가동중인 Corex공정의 경우 용선제조 원가가 고로법에 비해 32%의 원가절감을 보이고 있다. 또한 Dust, SOx, NOx 등 배가스에 의한 환경오염부하도 현저한 감소효과를 보이고 있다. Strip Casting기술 경우도 열연공정을 단축하고 연주 및 압연설비의 간략화를 통해 획기적인 원가절감과 환경성을 개선하고 있다. 이미 언급한 바와 같이 이러한 제조기술들은 한국과 같이 생산기술을 대부분 선진국으로부터 도입한 기술도입국이 청정생산개념을 공정에 적용할 때 기술이전에 대한 추가비용을 지불해야 하는 사례를 보여주고 있다.

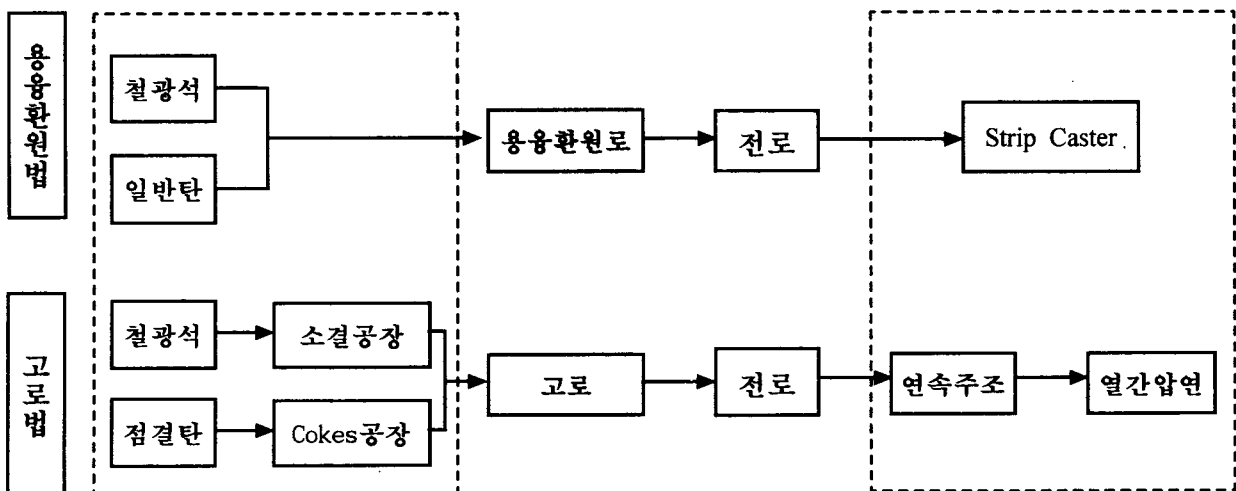


그림 4 : 용융환원법과 고로법의 공정비교

향후 철강업종에서 청정생산개념을 도입하여 우선적 해결해야 할 것으로서는 EU 집행위원회가 채택한 탄소세 도입 권고안을 해결하기 위한 철강제조공정에서의 이산화탄소 배출저감을 위한 노력 일 것이다.

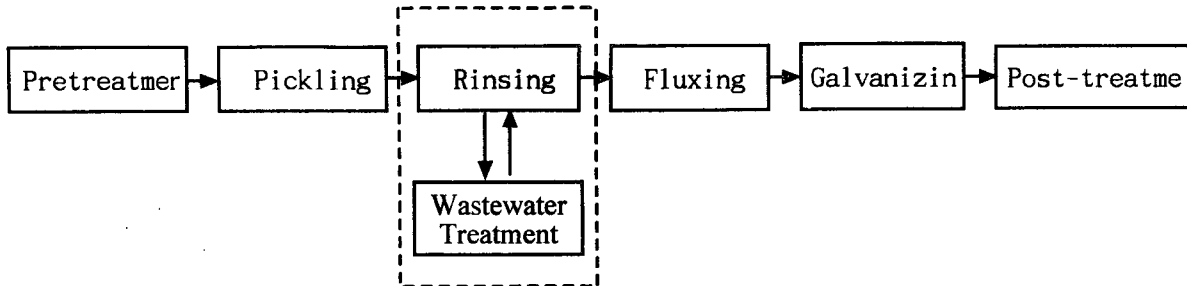


그림 5 : 청정생산 적용 일반용융아연도금 공정도

그림 5에서는 용융아연도금공장에서 청정생산기술을 도입하여 제조원가 및 환경오염부하를 저감한 사례를 보여주는 용융아연도금공정의 흐름도를 보여주고 있다. 청정생산기술개발사업을 통해 지원된 본 과제는 산세처리후 수세공정을 제거하고 공정별 반응기구를 분석하여 효율적인 액관리 및 분석방업을 통해 공정최적화를 통해 생산성향상과 환경개선효과를 동시에 얻을 수 있었다. 표 8에서는 청정생산기술을 도입하여 원가 절감효과를 금액으로 산정한 것이며 폐수처리장의 인원을 생산현장으로 투입하여 얻은 효과까지 포함 연간 약 총 7천만원정도의 비용절감 효과를 얻을 수 있었다.

표 8 : 청정생산 적용시 연간 생산원가 절감효과

항목	구분	기존공정	개선공정	절감효과		단가
		톤/년		톤/년	천원/년	원/톤
Acid Pickling	황산(98%)	378	176	▽ 202	+24,240	120,000
	염산(35%)	-	664	△ 664	-73,040	110,000
	용수	3,335	1,477	▽ 1,858	+ 587	312
	스팀	5,860	4,606	▽ 1,254	+16,997	13,554
	폐산	3,713	2,317	▽ 1,396	+62,820	45,000
Fluxing	염화아연	34,625	12,763	▽ 21,862	+24,048	1,100,000
	염화암모늄	54,008	13,262	△ 40,746	-15,483	380,000
	암모니아(28%)	-	3,734	△ 3,734	- 1,494	400,000
합 계					38,852	

청정생산에서 청정생산공정기술과 함께 개발해야 할 중요한 기술은 원료·제품 대

제기술이다. 이러한 청정생산기술은 환경오염문제가 각종 환경규제국제협약에 의한 무역규제수단으로 활용되어 점차 제품 및 생산공정까지 확대하는 추세에 있어 더욱 시사하는 바가 크다. 그 대표적 사례로 OECD 무역환경전문가 합동회의에서 논의되어 2003년 1월부터 시행되는 6가크롬 함유 자동차부품 장착 차량의 OECD내 수입금지조치이다. 6가크롬 대체물질 개발은 독일, 미국, 일본 등에서 오래전부터 연구개발 되어 왔으나 가격과 성능면에서 실용화되지 못하고 있으나 최근 새로운 무역규제수단으로 등장함으로써 관심이 집중되고 있다. 따라서 환경오염물질 발생 가능한 원료 및 제품의 제조공정에서의 공정최적화를 통한 환경문제의 해결도 필요하지만 환경친화적 원료 및 제품의 개발에도 집중적 지원을 통한 시장선점 기회를 확보해야 할 것이다. 이러한 추세에 따라 청정생산기술사업을 통해 Ni-W계 합금도금과 6가Fe계 대체물질개발을 지원하고 있으며 현 수준은 6가크롬의 60~70%정도의 성능을 보이고 있다. 또 다른 대안으로 6가크롬 대체 건식도금기술로 이온도금기술 개발을 지원 중에 있으나 높은 설비투자비와 함께 제조원가가 높아 현재 고부가가치 제품에 국한 적용 가능하다.

이미 언급한 바와 같이 환경문제가 무역규제수단으로 제품 및 생산공정까지 확대되는 추세에 있어 용접분야에서도 이에 대한 근원적인 대책이 필요하다. 따라서 작업환경을 개선할 수 있는 용접공정 및 설비의 개발과 유해물질의 발생이 없는 용접재료의 개발 등에 우선적으로 지원될 필요가 있으나 청정생산개념을 적용한 과제도출이 활발히 이루어지지 못하고 있는 상황이다. 현재 용접분야에서 청정생산기술개발사업을 통해 무역환경규제에 대비한 2개 사업이 지원되고 있다. 용접재료 개발로는 유해물질인 카드뮴 함유 은납용접봉의 환경친화적 대체재료 개발이 수행되고 있으며 신제품의 제조원가부분에서 경쟁력 확보가 가능하면 수출 등을 통한 개발성과가 기대된다. 용접장치분야에서는 작업환경 개선 및 공정효율성 향상을 위한 초박판용 프라즈마용접기 개발이 수행 중에 있으며 수입대체에 의한 원화절감과 금속분진 및 유해가스 발생저감 등의 환경오염부하 저감효과를 기대 할 수 있다.

III. 청정생산기술사업의 향후 추진 방향

1. 과제 발굴 및 선정

과제발굴 및 선정의 기본방향은 청정사업 목표인 “환경친화적 산업구조로의 변환”에 부합하는 광범위한 청정생산 개념의 과제를 도출하기 위해 Bottom-Up방식인 수요조사공고를 통한 사업제안요구서를 공모하고 Top-Down방식인 업종별 기술기획연구회를 운용하여 국가청정생산지원센터와 업종별 관련 전문가의 정기적 기술협의 등을 통한 과제 도출을 병행 실시해야 할 것이다. 본래의 청정생산개념의 오염물질

최소화기술로서 청정생산공정기술, 청정제품·원료기술 등과 재자원화기술인 재사용(Resuse)기술 및 재활용(Recycling)기술에 집중 지원하며 그에 따른 과제 선정 기준은 다음과 같이 정리 할 수 있다.

- 환경오염물질 저감효과와 가격 경쟁력을 동시에 만족하는 과제에 국한
- 경제성 (제조원가, 투자회수기간) 및 환경개선 목표치 평가를 통한 선정
- 업종별 중요한 현안문제점 등을 해결 할 수 있는 기술개발과제
- 업종별 필요기술의 우선 순위에 따른 과제 선정

2. 향후 청정생산기술사업 추진 방향

청정생산개념의 산업현장에의 조기정착을 위해서는 현장애로 청정생산기술 및 필요공유기술의 지속적 조사·발굴과 청정생산기술의 적용기법개발 및 이전·확산에 중점을 두어야 한다. 청정생산기술의 현장보급의 가속을 위해 업종별 우선순위에 따라 공통 적용 가능한 공유과제 형태의 기술개발과제와 중단기적으로 청정사업의 효과가 크게 나타날 수 있는 시범사업 등 대형화과제 중심으로 지원 할 필요가 있다.

연구개발내용은 경제성을 고려한 생산공정의 최적화 및 친환경적인 제품의 개발과 제조산업 발생 부산물 및 폐기물의 제조공정내에서의 재자원화기술에 집중화되어야 할 것이다. 또한 공정·생산방법에 관한 무역환경규제를 해결하는 과제를 중점 발굴 지원하고 필요시 업종별 특화 전문연구기관과의 협력으로 해외 선진기술 연구 및 습득을 통한 기술이전 사업을 병행해야 할 것이다. 따라서 지역별 업종 특화기술을 보유한 전문연구기관을 지역청정생산지원센터(RCCP: regional center for cle production)로 육성 발전시켜 국가청정생산지원센터(NCCP: national center for cl production)의 기능과 역할을 분담·공유하여 현장밀착형 청정생산기술의 개발과 보급을 촉진시킬 필요가 있다.

현재 청정생산기술사업은 중소기업체의 공동화를 방지하기 위해 영세업체가 주를 이루는 3D업종 중심으로 기술개발을 지원하고 있으나 전 사업체로의 파급효과는 아직 미미한 수준에 있다. 단기간 내에 청정생산기술의 개발과 보급을 위해 효율적인 추진전략 및 업종별 달성목표 등의 수립이 필요하나 영세업체 중심 업종의 기초자료 부족으로 실행이 어려운 실정이다. 따라서 기술수요자를 위한 각종 산업통계 및 기술정보의 수집·관리·활용 등을 위해 지속적인 현장실태조사를 통한 기본자료 확보는 업종별 연구기획과제 등을 통해 해결해야 될 문제이기도 하다.