

시멘트업종 온실가스

감축전략 및 성과

2019. 11. 27





1. 시멘트업종 개요

1.1 시멘트업종 현황

1.2 시멘트산업 특성

1.3 시멘트 생산공정 및 온실가스 배출현황

1.4 시멘트업종의 온실가스 규제 대응 현황

1.5 원단위 통계 도출

1.1 시멘트업종 현황

■ 시멘트 제품 및 특성

- 시멘트는 석회석을 기반으로 한 건설자재로 사회와 경제의 기반 마련을 위한 필수 자재
- 제품은 크게 포틀랜드 시멘트와 혼합 시멘트로 나뉘며 각각의 제품들은 전방산업의 다양한 수요에 대응

구 분	제 품	설 명	2차 제품
포틀랜드 시멘트	보통(1종)	토목, 건축의 각 공사에 사용하는 보편적인 시멘트	[모르타르] - 시멘트에 모래 및 기타 혼화재가 첨가되어 물만 부어 사용할 수 있는 제품 [레미콘] - 시멘트, 골재, 혼화재의 재료를 혼합한 아직 굳지 않은 콘크리트 [콘크리트 파일] - 공장에서 미리 타설하여 양생한 콘크리트 제품
	중용열(2종)	단기보다 장기 강도를 강화시킨 제품	
	조강(3종)	조기에 고강도를 나타낼 수 있도록 한 시멘트	
	저열(4종)	수화열이 최저인 시멘트	
	내황산염(5종)	황산염에 대한 저항성을 강화한 시멘트	
혼합 시멘트	고로 슬래그	제철소 고로슬래그와 혼합한 시멘트	
	플라이애시	발전소 부산물과 혼합한 시멘트	
특수 시멘트	백색시멘트	착색성분 제거한 시멘트	
	알루미나시멘트	알루미나 함량 50%이상인 시멘트	

■ 시멘트업계 개황

- 시멘트업계는 석회석 채광에서부터 완제품인 시멘트를 제조하는 설비까지 갖춘 주요 7개 업체 및 반제품·시멘트 완제품을 구매하여 슬래그시멘트 제품으로 가공하여 판매하는 중소형 업체로 구성

■ 시멘트산업의 위상

- 시멘트산업의 매출액은 약 5조원(2018년 기준)으로 국내 제조업 총생산액의 0.3%, 비금속 광물의 14.1%를 차지
- 전세계 시멘트 생산량은 4,249백만톤이며, 국내 생산량은 약 52백만톤 규모로 세계 12위 수준

<국내 시멘트생산 업체 현황>

구분	쌍용	삼표	성신	한라	한일	한일현대	아세아	합계
설립연월	'62. 5	'57. 6	'67. 3	'78. 1	'61. 12	'64. 9	'65. 11	
생산공장	동해/영월	삼척	단양	옥계	단양	영월/단양	제천	
생산능력 (천톤)	14,758	10,045	9,686	8,184	7,131	6,864	4,146	60,814
생산량 ('18년 천톤)	12,031	8,010	7,228	6,008	6,441	4,837	3,681	48,236

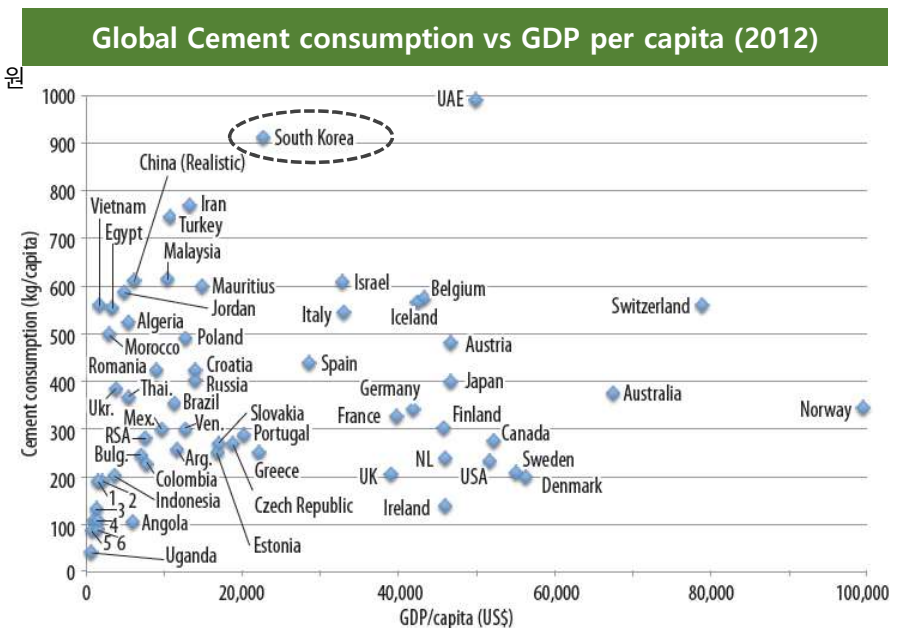
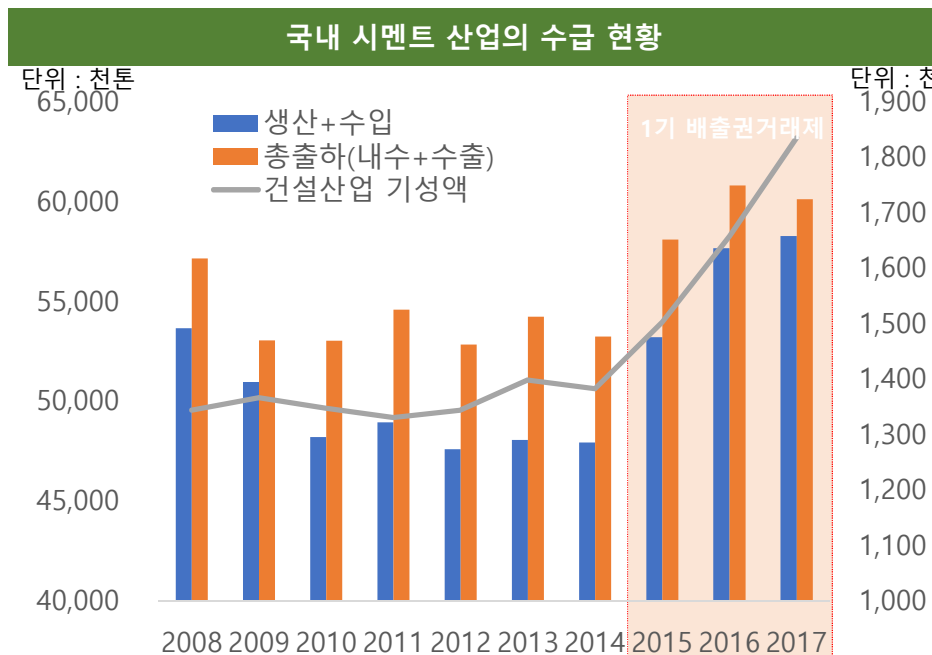
<주요 시멘트 생산국 현황>

국 가	중국	인도	미국	베트남	이란
생산량 ('18년, 백만톤)	2,350	303	89	82	70
국 가	인도네시아	이집트	일본	러시아	한국
생산량 ('18년, 백만톤)	69	64	61	54	52

■ 시멘트 수요와 공급

- 시멘트의 수요는 전방산업인 건설산업에 직접적인 영향을 받고 있음
- 시멘트의 수요는 경제발전과 함께 증가하는 것이 일반적

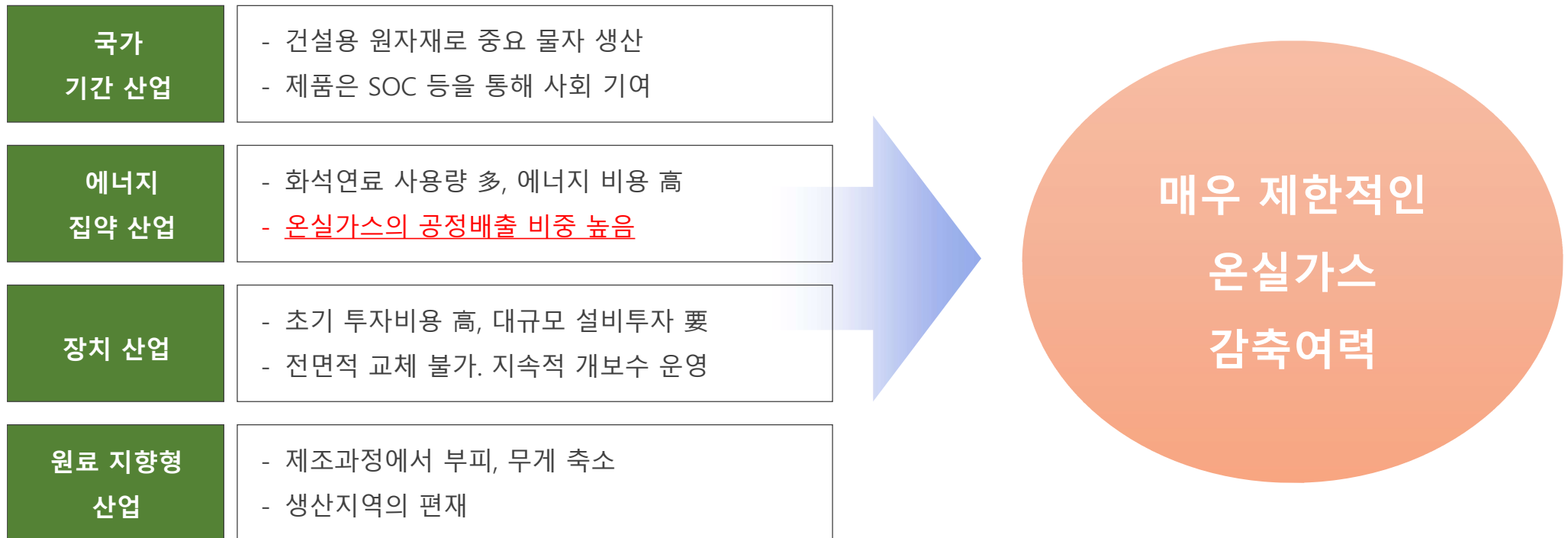
→ 우리나라 역시 지속적인 경제 발전과 함께 증가 추세 지속



1.2 시멘트산업 특성

■ 산업 특성

- 시멘트산업은 국가 기간산업이며 대표적인 에너지 집약 산업
- 시멘트산업의 특성 상 온실가스 감축 여력이 매우 제한적일 수 밖에 없음



■ 산업 내 경쟁

- 국내 시멘트 산업은 상위 7개사의 과점적 경쟁 시장 구조
- 안정적 수익보다 다양한 위험요소 존재

에너지가격에 따른 수익 변동성

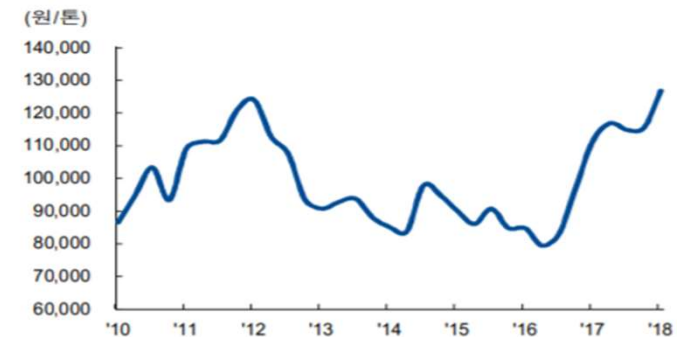
점유율을 위한 과도한 가격 경쟁 (덤핑)

강화되는 환경규제로 인한 비용 증가

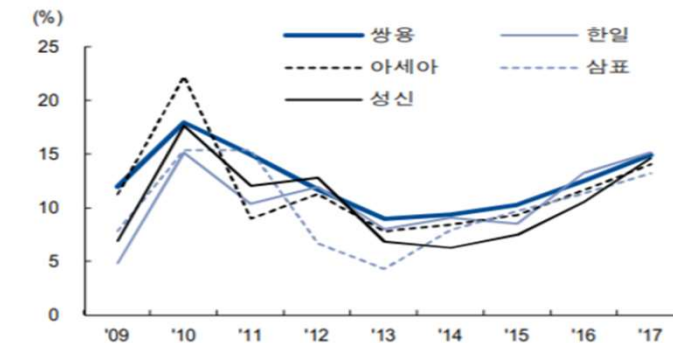
시멘트 산업의 수익구조

구분	내용		비중
매출액	생산실적 X 판매가격 (기준 가격은 고정)		100
매출원가	원재료비	석회석, 점토, 산화철 등	35
	연료비	유연탄 가격에 연동	20~25
	전력비	유연탄 가격에 연동	10~15
	감가상각비	킬른(Kiln)등 기계장치	10
판관비	급여		3~5
	운반비	유가 연동	5~8

석탄의 수입 가격 추이 (관세청)



시멘트 업체 별 기준 가격 대비 인하율

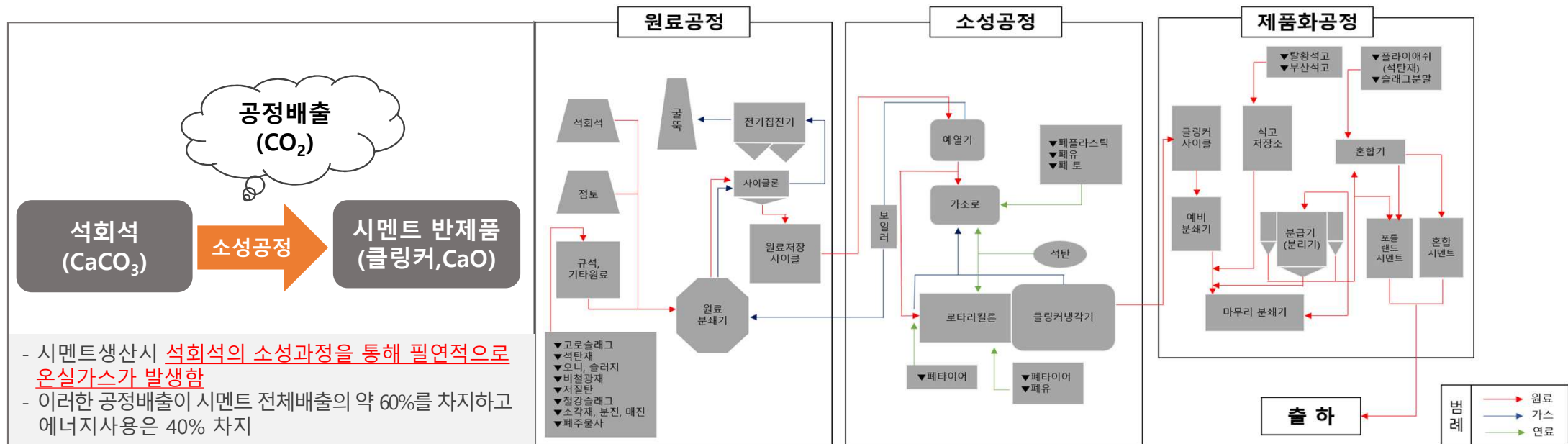


1.3 시멘트 생산공정 및 온실가스 배출현황

■ 시멘트 생산공정

- 시멘트는 크게 채광, 원료, 소성, 제품화 공정을 통해 생산됨
- 온실가스 배출비중은 소성공정에서 약 96%의 온실가스가 배출되며 이 중 공정배출이 약 60% 차지

<시멘트 생산공정 모식도>



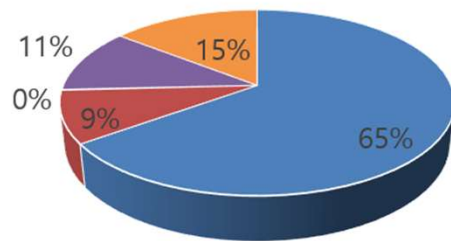
■ 온실가스 배출현황(에너지원별)

- NETIS 통계 상 공정에서 석탄의 사용이 점차 감소

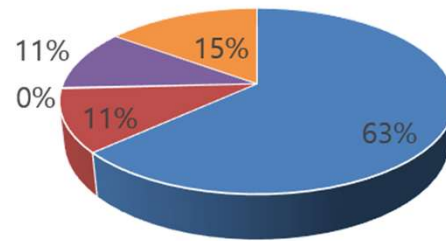
→ 연료전환을 통한 성과(석탄에서 폐합성수지 등 기타연료와 재생유로의 전환)

구분	석탄	석탄비중	석유	기타연료	석유+기타 비중	열에너지	도시가스	전력	계	(단위: 천톤)
2017	8,881	51%	3,611	1,908	32%	123	69	2,904	17,495	
2016	10,468	58%	2,719	2,017	26%	126	54	2,819	18,204	
2015	10,265	59%	2,145	2,129	25%	137	42	2,682	17,399	
2014	10,727	63%	1,845	1,805	22%		32	2,548	16,956	
2013	10,646	62%	2,041	2,162	24%		16	2,330	17,195	
2012	10,224	62%	2,304	1,632	24%		12	2,367	16,539	
2011	10,901	65%	1,520	1,886	20%		22	2,422	16,752	
2010	9,909	70%	1,464	423	13%		3	2,357	14,157	

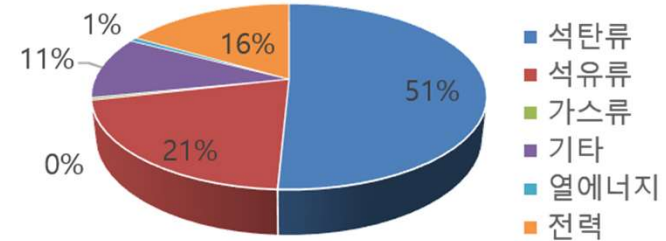
2011년



2014년



2017년



※ 참고: 공정배출 미포함

■ 온실가스 배출현황(설비별)

- 시멘트산업의 설비 중 화석연료 의존도가 높은 보일러 및 오븐에서 발생하는 온실가스가 83.8%를 차지하며 그 외 설비는 전력사용 비중이 높음

(단위: 천톤)

구 분	석 탄	석 유	기타 연료	열 에너지	도시 가스	전 력	계	비중	비 고
보일러용	795	31	-	-	8	-	834	4.8%	생산 공정용 일반보일러 또는 자가발전용 보일러
오븐용	8,086	3,461	1,908	123	27	122	13,726	79.0%	용광로, 전로, 용해로, 킬른 등
동력용	-	-	-	-	-	2,177	2,177	12.5%	자가발전용 디젤기관, 가스터빈 등 내연기관
공정용 히터 및 건조기	-	2	-	-	26	514	541	3.1%	건조설비, 히트펌프, 냉동기, 열교환기, 반응기, 염색기, 유체관로설비
기타	-	-	-	-	8	92	100	0.6%	공정설비 이외 난방, 조명 등
계 (비중)	8,881 (51.1%)	3,493 (20.1%)	1,908 (11.0%)	123 (0.7%)	69 (0.4%)	2,904 (16.7%)	17,378		

- 시멘트산업의 온실가스 배출 특성(높은 공정 배출, 화석연료 高비중 불가피 등) 감안하면 감축여력은 제한적으로 평가

1.4 시멘트업종의 온실가스 규제 대응 현황

■ 시멘트업종 분류

- 시멘트업종의 KSIC 기준은 크게 세분류의 2331, 자세히는 세세분류의 23311 업종
- 시멘트업종만의 현황 파악을 위한 범위는 23311로만 한정하는 것이 타당

전 체				on K-ETS, TMS			
소분류	세분류	세세분류	사업장 개수	구분 업종	업체 수(e)	배출량(e)	ETS 2기 유무상
231 유리 및 유리제품 제조업			1,943	유리	약 20개	390만 톤	무상
232 내화, 비내화요업 제품 제조업			2,655	요업	약 10개	250만 톤	무상
233 시멘트, 석회, 플라스터 및 그 제품 제조업	2331 시멘트, 석회, 플라스터 및 그 제품 제조업	23311 시멘트 제조업	104	시멘트	약 20개	4,320만 톤	무상
		23312 석회 및 플라스터 제조업	82	시멘트	약 15개	175만 톤	무상
	2332 콘크리트, 레미콘 및 기타 시멘트, 플라스터 제품 제조업		2,730	시멘트	약 5개	20만 톤	유상

*온실가스 규제 대상 업체 수 및 배출량은 연도 별, 제공되는 Data에 따라 차이가 있음

출처: (전체 업체수) 통계청 전국사업체 조사(2017년도), (배출권거래제 업체 수, 배출량) 온실가스종합정보센터

■ 배출권거래제 대응 현황

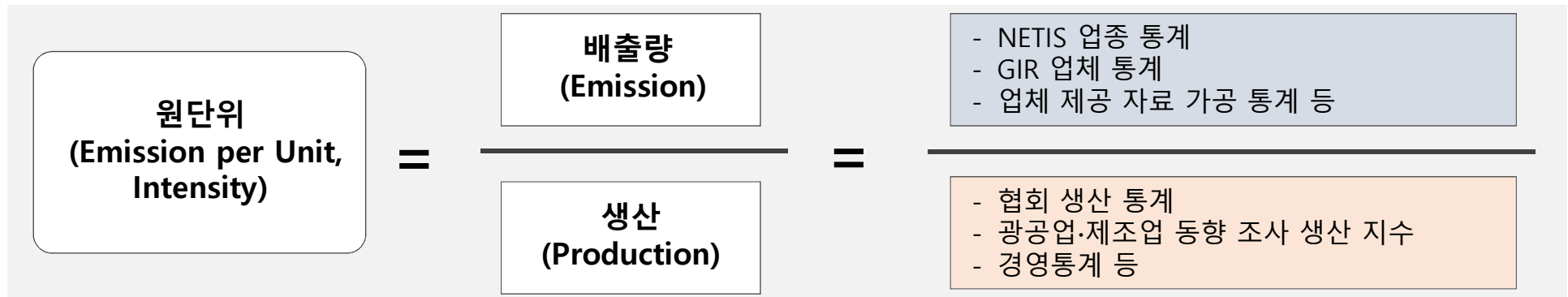
- 배출권거래제의 시멘트업종 내 시멘트업체 외 석회석 및 플라스터(생석회 제조업체) 등이 있으나, 시멘트업체들의 배출량은 업종 배출량의 약 96%로 절대 다수를 차지하고 있음

단위: 톤

시멘트 (23311)		석회석 및 플라스터(23312)		플라스터 혼합제품(23322)	
쌍용양회공업	11,443,361	(주)백광소재	545,248	한국유에스지보탈	124,563
삼표시멘트	7,235,875	태봉광업 주식회사	265,206		
성신양회(주)	5,602,725	(주)우룡	146,770		
한라시멘트	5,526,550	(주)충무화학정선	152,218		
한일홀딩스	5,517,188	주식회사 경원	136,169		
한일현대시멘트	3,707,397	현대석회(주)	103,587		
아세아시멘트	2,998,658	(주)신동	75,311		
고려시멘트	669,341	광진산업(주)	87,640		
(주)유니온	176,147	담우물산(주)	57,744		
대한시멘트	87,962	부흥석회	51,774		
한국씨엔티(주)	60,435	(주)대유코아	43,102		
에스피네이처	28,010				
계	43,053,649(96.0%)	계	1,664,769(3.7%)	계	124,563(0.3%)

1.5 원단위 통계 도출

■ 원단위 통계 개요



구 분		출처/기간	설 명
배출량	NETIS 업종 배출량 통계	에너지공단 NETIS 통계 ('04~'17년, 소분류 '12~'17년)	- 국가 통계(공개, NETIS) - 일부 샘플 조사를 통한 국가 배출량 추정치
	GIR 배출량 통계	온실가스종합정보센터('11~'17년)	- 국가 통계(공개, GIR) - 업체 단위 명세서 배출량 통계
생산	제조업 동향 조사 생산지수	통계청 광업·제조업 동향 조사 ('10~'17년)	- 국가 통계(공개, KOSIS) - '2015년=100'의 생산량 지수 통계
	생산량 통계	한국시멘트협회 ('11~'17년)	- 협회 통계(공개, 협회 통계) - 시멘트, 클링커 생산량
	업종 경영 통계	한국은행 경제통계 ('10~'17년)	- 국가 통계(공개, ECOS) - 업종 별 재무제표 상 매출액 통계
	업체 별 재무제표 통계	DART ('11~'17년)	- 업체 별 재무제표 통계

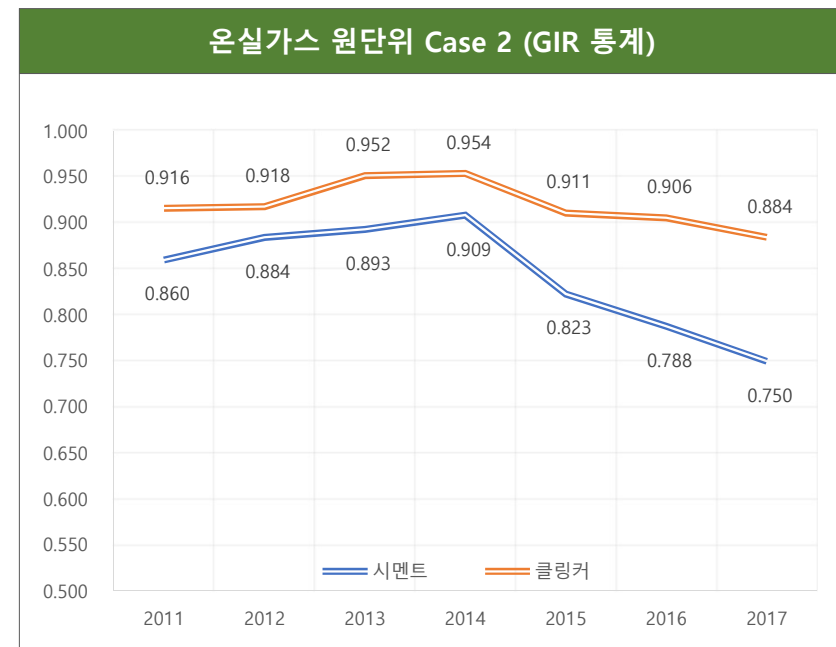
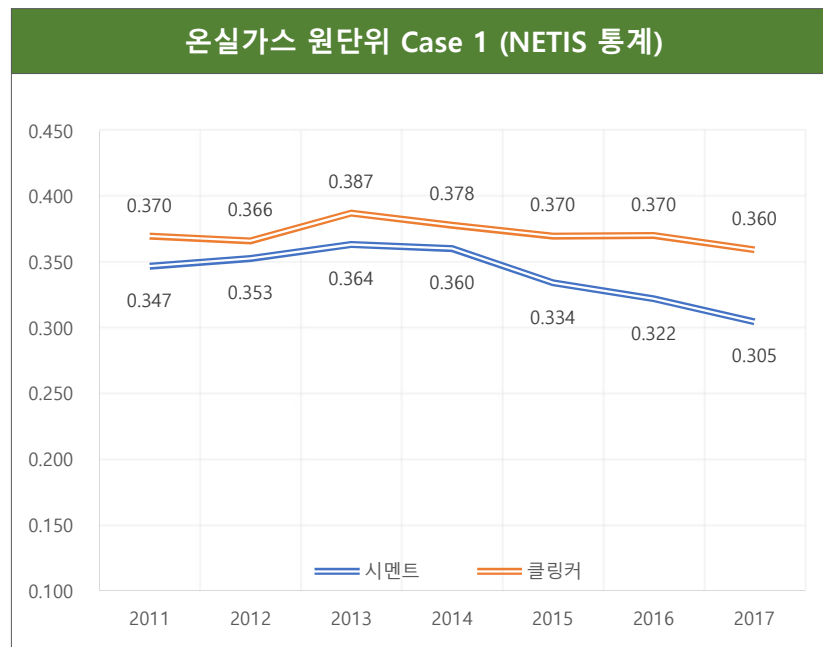
■ 통계의 특성

- 각 통계 별로 특성이 있으며, 원단위 산정 시 이를 반영할 필요 있음
- 시멘트업종 특성 상 배출량 통계는 GIR 통계가, 생산량은 협회의 시멘트 생산량 통계가 적합할 것으로 판단
- 일부 통계는 타 업종과 혼합되어 있어 시멘트 대표 7개사의 통계를 활용해 별도로 산출하여 검토

구 분	특성 및 Issue
NETIS 업종 배출량 통계	- 전수+샘플링을 통한 업종 별 국가 전체 사용량 통계로 <u>업종 전체 커버</u> - NETIS 통계는 에너지사용량 통계로 시멘트 산업의 공정배출을 반영하지 못함
GIR 배출량 통계	- GIR 명세서 배출량은 다배출 업체(ETS or TMS 대상)의 업체 배출량. <u>업종전체 커버X</u> - 업체의 본 사업외 타 사업부문의 배출량도 포함
제조업 동향 조사 생산지수	- 원단위 산정 시 CO₂톤/물량 톤 or CO₂톤/금액 개념이 아닌 'CO₂톤/지수(index)' - 지수의 기준연도에 따라 산정 결과에 차이 발생 가능
생산량 통계	- 클링커, 시멘트 생산량 수집 가능 (최종제품 기준으로는 시멘트가 더 적절) - 국가 전체를 커버하지는 않으나, 거의 대부분(90% 이상) 커버 추정
업종 경영 통계	- KSIC의 소분류(233)까지만 통계 제공 : 레미콘, 생석회 등 업체 포함되어 <u>시멘트(23311) 별도 구분 불가</u>
업체 별 재무제표 통계	- 사업보고서, 감사보고서 <u>미공개 업체의 내용 확인 불가</u> - 회사 내 다양한 사업부가 있으나 공시되지 않는 경우 - 사업의 양수/양도, 분할/합병 등의 이벤트가 있는 경우 통계의 연속성 문제

■ 원단위 산정(통계별)

- Case1. NETIS 통계 활용 원단위 = NETIS 배출량 / 업종 생산량
- Case2. GIR 통계 활용 원단위 = GIR 시멘트제조 업체 배출량 / 업종 생산량
- 시멘트의 원단위가 클링커 원단위 대비 감소폭이 큼 → 시멘트생산시 혼합재, 대체재 사용에 대한 실적



■ 원단위 동향 분석

- Case 2. 기준으로 원단위의 세부 분석을 위해 원단위의 수치를 분해

→ '11년 대비 '17년 Fuel Mix, 에너지원단위 모두 개선

원단위 동향 분석						
원단위	$\text{온실가스 원단위} = \frac{\text{온실가스 배출량}}{\text{생산량}} = \frac{\text{2nd depth}}{\text{3rd depth}}$					
	$= \frac{\text{온실가스 배출량}}{\text{에너지 사용량}} \times \frac{\text{에너지 사용량}}{\text{생산량}} = \frac{\text{온실가스 배출량}}{\text{에너지 사용량}} \times \frac{\text{에너지 사용량}}{\text{매출액}} \times \frac{\text{매출액}}{\text{생산량}}$					
원단위	온실가스 원단위 (tCO ₂ /ton)	Fuel Mix (tCO ₂ /TJ)	에너지 원단위 (TJ/ton)	Fuel Mix (tCO ₂ /TJ)	에너지 원단위(금액) (TJ/십억원)	제품 단가 (십억원/ton)
2011년	0.860	0.191	4.510	0.191	54.593	0.086
	↓	↓	↓	↓	↓	↓
2017년	0.750	0.186	4.032	0.186	47.925	0.088
CAGR	-1.73%	-0.60%	-1.14%	-0.60%	-2.15%	0.37%



2. 시멘트업종의 온실가스 감축 노력

2.1 시멘트업종 주요 감축 사례

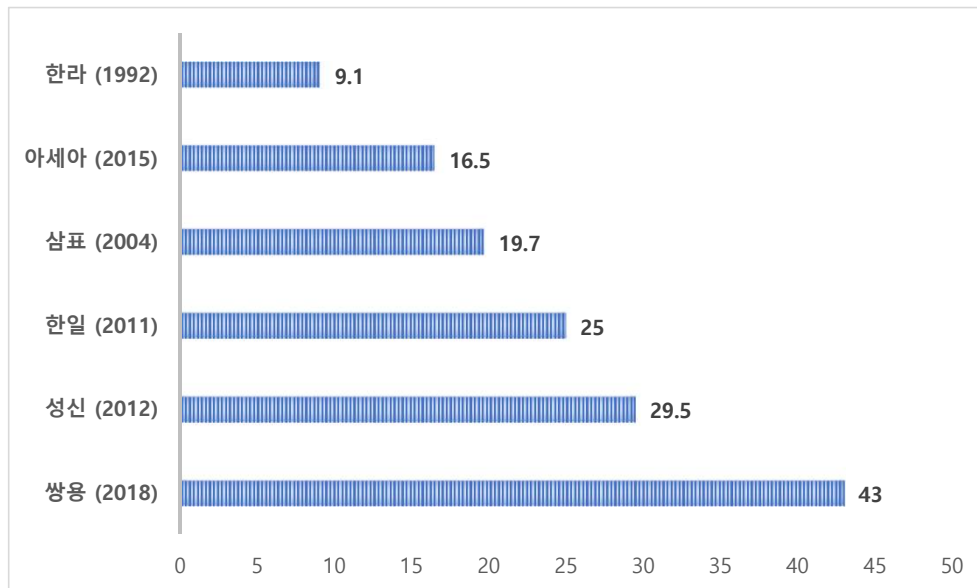
2.2 시멘트업종 사회적 및 해외 감축 사례

2.1 시멘트업종 주요 감축 사례

(1) 폐열회수(폐열발전)

- 고온의 소성로를 사용하는 시멘트업종에서는 발생하는 배기가스를 회수해 열을 재이용하거나 전력을 생산하고 있음
- 클링커를 생산하는 대형시멘트사의 경우 대부분 폐열발전 설비를 보유

<국내 시멘트업계 폐열발전 규모현황> 단위: MWh



<국내 시멘트업계 폐열발전 도입사례>



<쌍용양회 폐열설비>

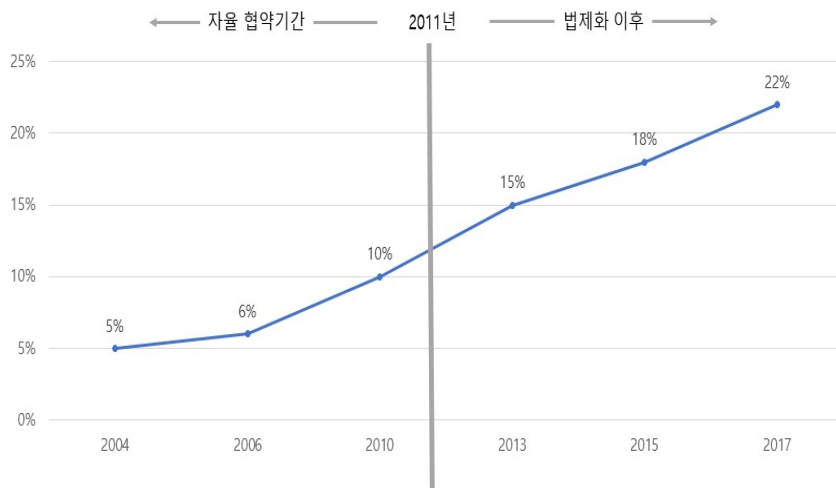
- 가동개시 : '18. 9월 - 투자 기간/금액: 26개월 / 약 1천억원
- 예상 발전량: 28MWh (전체 전력 사용량 중 33%)
- 비교: 전세계 시멘트 생산공장 폐열발전 중 최대 규모

(2) 연료 및 원료 전환

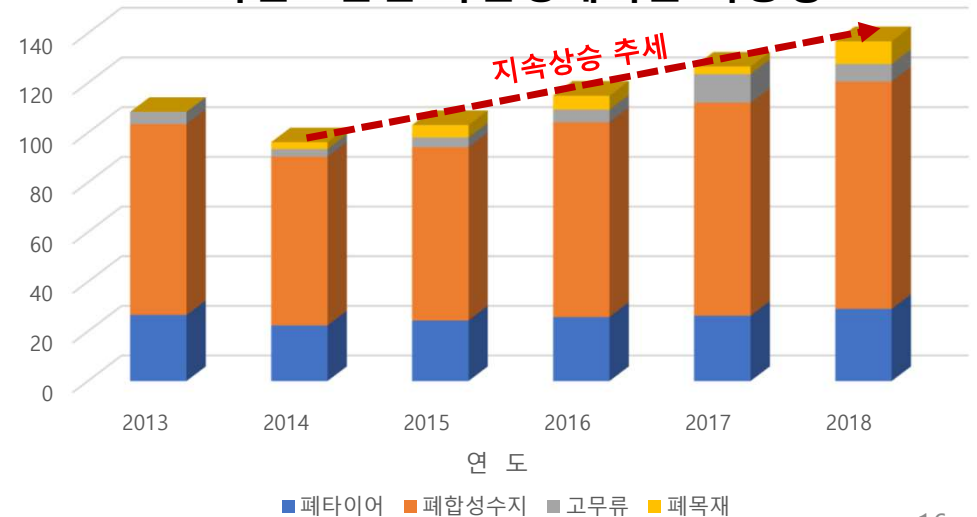
- 시멘트업계는 생산공정에서 사용되는 원료와 연료를 순환자원으로 대체해 온실가스 감축 및 폐기물 매립 등으로 발생하는 사회적 갈등 해소에 기여하고 있음

① 연료전환 : 시멘트업계는 연료로 사용되는 유연탄의 20%이상을 가연성폐기물로 대체하여 사용하고 있으며
'18년 기준으로 약 137만톤의 가연성폐기물을 대체연료로 사용하고 있음

<시멘트산업 연료대체 비율 추이>

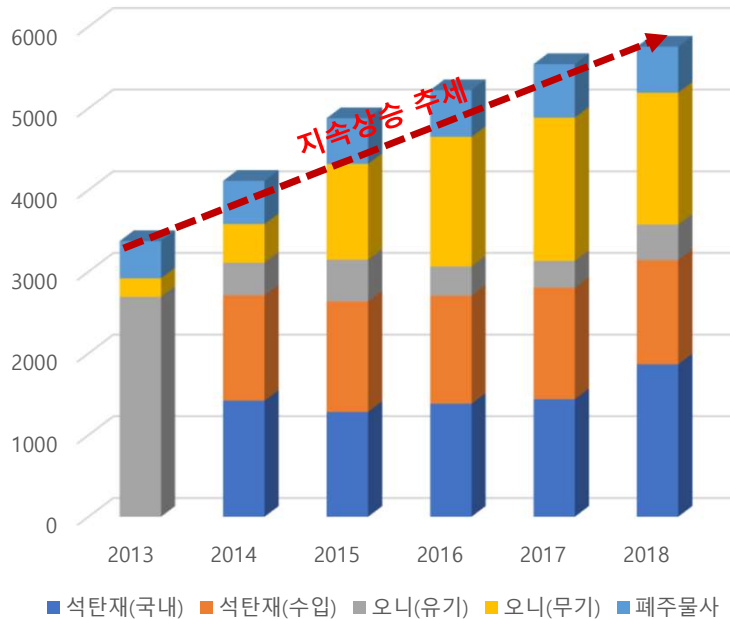


<시멘트산업 가연성폐기물 사용량> 단위 : 만톤



② 원료전환 : 시멘트업계의 순환자원 부원료의 사용량은 매년 약 10% 증가하고 있으며, 시멘트업계는 부원료 중 비탄산염 원료의 사용으로 온실가스 감축과 폐기물 매립비용 절감 및 자원순환 사회 전환에 기여 ➡ **사회적 온실가스 감축 효과 (배출량 증가 억제)**

<순환자원 원료 사용 현황> 단위 : 천톤



<자원순환 사회 전환 기여 사례>

연탄재 수거 및 홍보활동



2016년 연탄재 재활용 실적

구분	1월	2월	3월	4~10월	11월	12월	합계
반입량(톤)	1,515	1,440	1,136	593	834	1,279	6,797

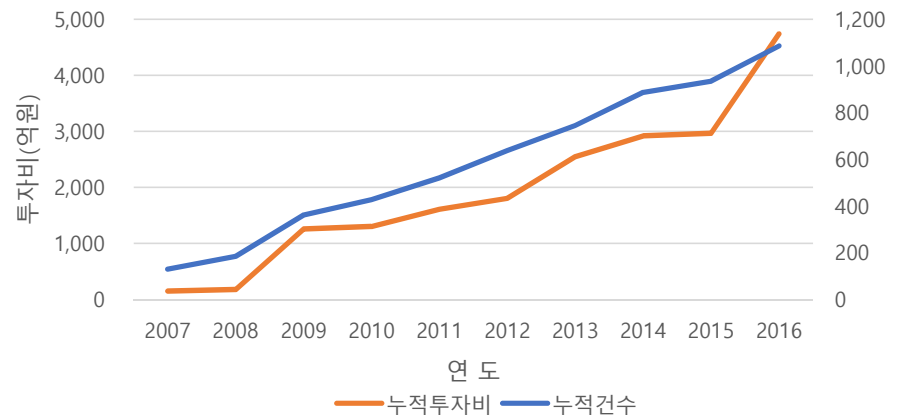
* '15, 11 ~ '17, 4 누계 : 12,232톤



(3) 공통기기 효율개선/ 공정 효율개선

- 시멘트업체들은 생산공정에서 사용되는 공통기기를 고효율의 제품으로 교체하거나 원료 이송방법, Fan 운전방법 개선, 단열강화 등 생산공정 효율을 개선하기 위해 지속적으로 노력하고 있음

<시멘트업종 효율개선 활동 실적>



구 분	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
건 수	130	55	177	66	93	117	107	142	48	151
투자비	151	26	1,080	50	305	195	744	371	45	1,774

<A사 석회석 입도 개선 사례>



<B사 Duct 개선 사례>

Description ¹⁾	AS-4S ²⁾		TO-BE ³⁾	
Gas flow ¹⁾	Spray tower → EP → Bag House ¹⁾		Spray tower → Bag House ¹⁾	
Operation Mode ²⁾	EP Fan ²⁾	Bag House Fan ²⁾	EP Fan ²⁾	Bag House Fan ²⁾
	Running ³⁾	Running ³⁾	Stop ³⁾	Running ³⁾
Diagram ⁴⁾ (Gas Flow) ⁵⁾				

구 Fan		Before	After	차이	
EP fan	R/M run	(kW/h)	3,636	3,586	0
	R/M stop	(kW/h)	2,416	0	-2,416
Average		(kW/day)	79,653	64,577	-15,077
EP 하전		(kW/day)	3,600	2,664	-936
EP 하부 수송line		(kW/day)	216	160	-56
Total saving power		(kW/day)	-16,069 (-5,479 MW/year)		
전력원단위 절감		(kWh/t-ce ⁶⁾)	-0.78		

2.2 시멘트업종 사회적 및 해외 감축 사례

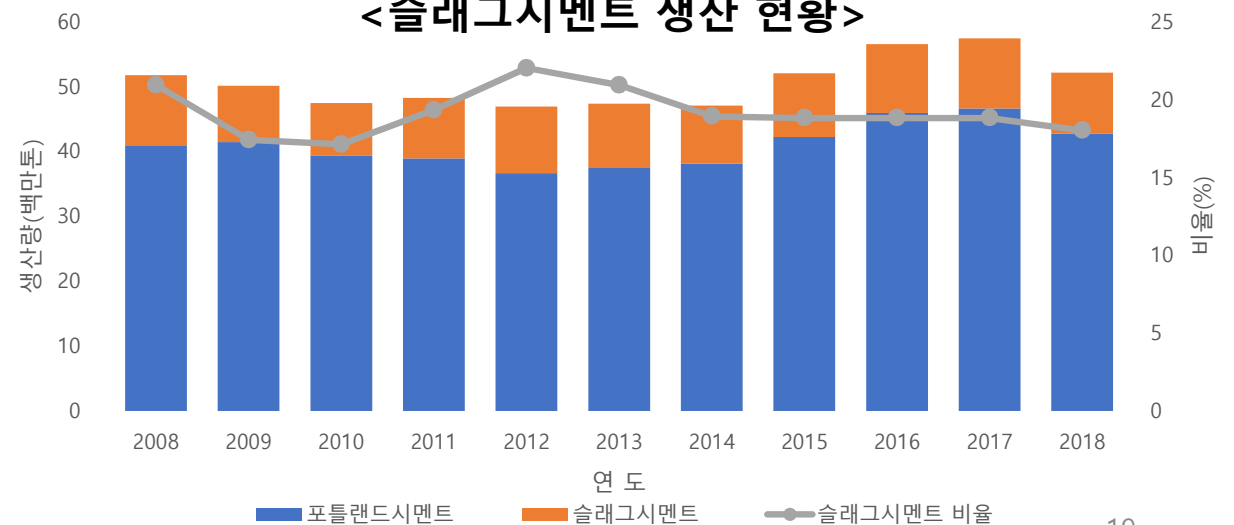
(4) 시멘트산업의 사회적 온실가스 감축(저탄소형 시멘트)

- 저탄소형 시멘트는 일반시멘트에(슬래그미분말, 플라이애시)를 혼합하여 생산되고 대표적으로 슬래그시멘트가 있으며 클링커 사용량을 줄여 온실가스 감축효과와 순환자원을 대체재로 사용해 자원순환 사회 전환에 기여
- 슬래그시멘트의 경우 용도에 따른 구분과 함께 공급량이 제한돼 있어 확대에는 한계를 가지며, '08~'18년 슬래그시멘트의 생산비중 평균은 약19.2%임

<슬래그 시멘트의 함량 및 용도>

구 분	슬래그 함량	용 도
1종	5~30%	일반 콘크리트 일반 건축토목공사
2종	30~60%	해양 구조물 해안 근접 건축물 하수시설/화학 공장 시설물
3종	60~70%	저발열용 공사 댐 등 매스 콘크리트

<슬래그시멘트 생산 현황>



(5) 시멘트산업의 해외 협력 및 감축사례

- 시멘트업계는 국외에서도 온실가스 감축을 위한 활동으로 미얀마 쿡스토브 사업과 베트남 온실가스 감축과 기후변화 적응 워크숍 등 적극적으로 참여하고 있음

<해외 감축사업 추진사례(미얀마 쿡스토브)>



4월 미얀마 만달레이에서 열린 미얀마 고효율 쿡스토브 보급 CDM 사업 착수식에 참여한 한국 기업인들과 미얀마정부 관계자들이 기념사진을 찍고 있다. 기후변화센터 제공



지난달 31일 오후 미얀마 사가잉구 총명에 사는 싹트 씨가 쿡스토브로 요리를 하고 있다. 화분 모양의 쿡스토브는 기존 재래식 스토브보다 열 효율이 높아 적은 열량으로 요리가 가능하다. 연료를 적게 쓰니 지구 온난화를 일으키는 탄소도 적게 배출한다. 작은 사진은 주민들이 오랫동안 사용해온 재래식 방식으로 3개의 벽돌을 놓고 그 중간에 불을 피우는 방식이다. 총명(미얀마)=

<온실가스 감축 민·관·연 협력 사례(베트남)>



경청해 주셔서 감사합니다



서울특별시 강남구 도곡로1길 14 (삼일프라자 16층)

TEL. 02-538-8230 FAX. 02-538-1720

Homepage: www.cement.or.kr