

화력발전 주요 기자재 시장 현황 및 우리기업의 경쟁력

I. 화력발전 개요	5
II. 주요 기자재 시장 현황	7
1. 가스터빈	7
2. 증기터빈	16
3. 보일러	19
4. 배열회수보일러	22
5. 디젤발전기 세트	25
6. 탈황·탈질설비	28
III. 국내기업 현황 및 경쟁력	32
IV. 결론 및 시사점	41

작성 : 책임연구원 이미혜 (3779-6656)
mihyelee@koreaexim.go.kr

확인 : 실장 이진권 (3779-6670)
ljinguhan@koreaexim.go.kr

<요 약>

- 발전설비는 주기기(터빈, 보일러, 발전기)와 보조기기(BOP: Balance of Plant)로 분류되며 EPC 금액대비 주기기 비중은 50% 내외
 - 석탄화력 프로젝트의 EPC 금액대비 주기기 비중 40~50%로 증기터빈+발전기 12~28%, 보일러 17~25% 순
 - 가스복합화력 프로젝트의 주기기 비중은 약 50%로 가스터빈(30~40%), 증기터빈(8~10%), HRSG(8~10%)로 구성
- 가스터빈은 높은 개발비용, Track record 확보가 큰 진입장벽으로 GE(미), 지멘스(독), MHI(일) 3개사가 시장을 지배(시장점유율 71%)
 - 중대형 시장은 GE(41%), 지멘스(35%), MHI(15%), Alstom(8%)가 주도하며 소형시장은 GE, 지멘스 外 Rolls Royce, 가와사키중공업 등이 참여
 - 생산기지는 선진기업이 위치한 미국, 유럽, 일본에 집중되어 있으며 중국, 인도, 우리기업은 라이선스 계약 및 JV를 통해 터빈을 생산
 - 두산중공업은 MHI와 기술제휴를 통해 140~270MW급 가스터빈을 생산
 - 신항국 사업자는 소형 터빈 중심으로 5% 미만의 시장을 점유
 - 우리기업은 원천기술 및 사업경험 부족, 라이선스 계약이 해외진출 제약요인으로 작용하여 국내 발전 프로젝트를 통해 사업역량을 축적중
- 증기터빈은 중국 3개사(59%) 및 인도 BHEL(7%)의 시장점유율이 높으나 이는 거대 내수시장과 자국기업 우대정책 효과로 글로벌 시장에서는 Alstom(프), 지멘스, 도시바 등이 주요 사업자
 - 두산중공업은 3%의 시장점유율을 보유하고 있으며 기술이 중요한 가스터빈과 달리 가격 경쟁력이 중요
 - 원천기술 보유 선진기업이 JV 설립, 기술이전을 통해 중국, 인도 등 신흥시장에 진출하면서 생산기지는 유럽, 북미, 중국, 일본에 밀집
 - 우리기업은 Track record 확보를 통해 경쟁력을 제고하고 있으며 제품의 가격과 품질은 선진기업과 중국기업의 중간수준

□ 보일러는 중국계 3개사가 시장을 주도(점유율 65%)하며 우리기업인 두산중공업은 BHEL(인), B&W(미)에 이어 4%의 시장점유율 달성

- 선진기업이 원천기술을 독점하고 중국기업은 라이선스 방식으로 생산하며 두산중공업은 자체 기술을 보유

- 두산중공업은 '06년 영국 Bobcock 인수로 미분탄 보일러*, '11년 독일 AE&E 인수로 순환유동층보일러** 원천기술 확보

* 잘게 부순 석탄을 공기화 함께 버너에서 연소실내로 분사시켜 연소

** 광범위한 연료(저질탄, Cokes 등)사용이 가능한 친환경 보일러

- 증기의 압력과 온도에 따라 아임계압, 초임계압, 초초임계압*으로 발전하였으며 초초임계압 기술은 일본, 독일 등과 두산중공업이 원천기술 보유

* 아임계압(Sub-critical : 167bar, 570℃), 초임계압(Super critical : 240bar, 540℃), 초초임계압(Ultra Super Critical : 280bar, 580℃)

- 우리기업은 품질 및 가격 경쟁력을 갖추었으나 범용제품에서는 중국 제품 대비 가격 경쟁력은 열위

□ 배열회수보일러는 두산중공업, BHI, Nooter Eriksen(미), CMI(벨), Alstom(프) 등이 시장을 선도하며 Vogt(미), MHI(일) 등 다수 기업이 경쟁

- 지난 5년간 두산중공업이 15%의 시장점유율로 세계 1위 사업자였으며 최근에는 BHI, 대경기계 등의 수주가 확대되고 있음

- 원천기술 보유 여부 및 대용량 제작 경험에 따라 경쟁우위가 결정되며 가격 경쟁력이 주요 경쟁요소

- 원천기술을 보유한 선진기업들은 엔지니어링 등 고부가가치 부문은 직접 수행하고 제작은 가격 경쟁력을 갖춘 Licensee에게 맡기는 추세

- 우리기업은 제작부문의 세계적인 경쟁력을 보유하여 해외수주가 확대되고 있으나 대형 배열회수보일러 설계역량과 Track record를 보유한 기업은 두산중공업, BHI 등으로 제한적

- 중국기업들은 자국 프로젝트에 100% 참여하면서 Track record를 쌓고 있으나 해외프로젝트에서는 품질문제로 Disqualified되는 경우가 빈번

□ 디젤발전기 세트(엔진, 발전기, 부속장비) 기준으로 미국 Cummins와 Caterpillar가 세계 최대 사업자로 각각 23%, 20%의 시장점유율을 달성

- 원천기술 보유기업은 저속엔진은 직접 생산하지 않고 Licensee들간에 경쟁체제를 구축하며, 중속엔진은 직접 생산 및 경쟁에 참여
- 현대중공업, 두산엔진(라이센스), STX엔진(라이센스) 등이 참여하며 우리기업은 규모의 경제를 통해 가격 및 품질면에서 경쟁력을 확보

□ 탈황·탈질설비는 Alstom이 독보적인 기술력을 보유한 세계 1위 기업으로 B&W, 히타치, MHI 등이 주요 사업자

- 동 시장은 기술 자체의 진입장벽보다는 필요 시설에 적합하게 설계하고 시공하는 엔지니어링 역량과 Track record가 중요
- 우리기업은 해외 기술제휴를 통해 Know-how를 축적하고 자체 기술개발을 통해 사업을 확장중

□ 우리기업의 세계 시장점유율은 확대되고 있으나 핵심기자재의 시장점유율은 낮은편으로 제품믹스 고도화와 신흥국 공략 확대 필요

- 우리기업의 경쟁력은 선진기업과 중국기업의 중간수준으로 금융위기 후 가격경쟁이 심화됨에 따라 고부가제품 확대를 통해 성장성 및 수익성 확보 필요
 - 선진기업들은 대형화 및 기자재 패키지 공급을 통해 경쟁력을 높이고 있으므로 우리기업들은 기술력 있는 해외기업 인수를 통해 기술력 확보 필요
- 신흥국의 성장으로 Mid-market이 확대됨에 따라 고품질 기자재를 경쟁력 있는 가격에 공급하는 것이 중요

I. 화력 발전 개요

□ 화력발전은 기력, 내연력, 복합화력 발전 방식으로 분류

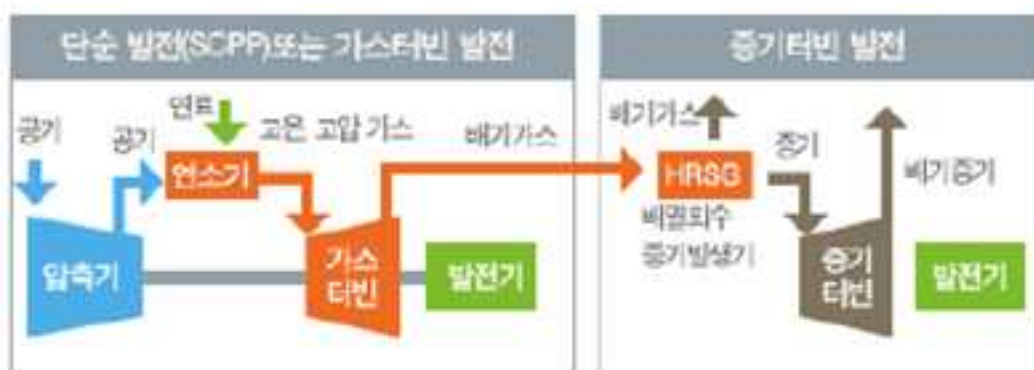
- 기력발전은 보일러에서 석탄/중유를 연소하여 발생한 열로 급수를 가열해 고온·고압 증기로 만든후 증기를 증기터빈으로 보내 터빈을 돌려 전력을 생산
- 내연력 발전은 디젤기관, 가스터빈 등 내연기관을 사용하여 발전
- 복합화력 발전은 가스터빈을 이용해 1차적으로 발전하고 가스터빈에서 배출된 가스를 배열회수보일러(HRSG)¹⁾로 보내 증기를 발생시켜 증기터빈을 돌려 2차적으로 전기 생산
- 복합화력 발전은 폐열을 회수하기 때문에 가스터빈만을 이용해 발전하는 Simple Cycle보다 효율이 약 10% 높음

< 화력 발전 방식별 특성 >

	사용원동기	작동원리	장점	단점
기력	보일러+증기터빈	보일러에서 연료 연소 →고온고압증기 발생 →증기터빈 발전	높은 열효율, 대용량	복잡한 구조, 느린 동작
내연력	디젤기관, 가스터빈	연료 연소→기관 회전 →발전	빠른 동작, 간단한 설비	대용량화 어려움
복합	가스터빈+ 증기터빈	가스터빈 발전→ 배열회수보일러→ 증기터빈 발전	높은 열효율 (52%), 낮은 건설단가	가시매연

* 가시매연: 가스터빈 기동·정지중 저출력 영역에서 발전연료의 불안정 연소로 인해 발생

< 복합화력발전 개념도 >



자료 : 두산중공업

1) Heat Recovery Steam Generator

□ 발전설비는 크게 주기와 보조기기(BOP: Balance of Plant)로 분류

- 주기는 터빈, 보일러, 발전기를 포함
 - 석탄화력은 증기터빈, 보일러, 발전기를 사용
 - 가스복합화력은 가스터빈, 증기터빈, HRSG, 발전기를 사용
- 보조기기는 연료공급 및 처리 계통, 응축수 및 급수 계통, 냉각수 계통 등으로 구성

□ EPC 금액대비 주기기 비중은 50% 내외로 큰 비중을 차지

- 석탄화력은 증기터빈+발전기 11~28%, 보일러 20%내외로 주기기의 비중은 약 40~50%
- 가스복합화력은 가스터빈 30~40%, 증기터빈 8~10%, HRSG 8~10%로 주기기가 EPC 금액의 50%를 차지
- 중유화력은 보일러 12%, 터빈 8%, 발전기 38% 수준으로 주기기 비중은 58% 수준
- 디젤발전은 엔진+발전기 40% 수준

< EPC 금액대비 기자재별 비중 >

구분	기자재	비중	구분	기자재	비중
석탄화력	보일러	17~25%	중유화력	보일러	12%
	터빈+발전기	11~28%		터빈	8%
	BOP	3~4%		발전기	38%
	기타	40~50%		BOP 및 기타	58%
가스복합	가스터빈	30~40%	디젤	엔진+발전기	40%
	증기터빈	9~13%		기타	60%
	HRSG	7~12%			
	BOP	1.5~2.1%			
	기타	32~40%			

자료 : LIG증권, 한국전력

II. 주요 기자재 시장 현황

1. 가스터빈

□ 가스터빈 시장은 GE, 지멘스, 미쓰비시중공업(MHI)이 시장을 선도 (시장점유율 71%)

- 대형 가스터빈 시장(175MW 이상)은 GE(40%), 지멘스(35%), MHI(15%), Alstom(8%)이 시장을 지배
- 중소형 가스터빈 시장은 GE, 지멘스 外 Rolls Royce, Solar Turbines, Pratt & Whitney, 가와사키 중공업 등이 사업을 영위
- 국내기업으로는 두산중공업과 삼성테크윈이 기술제휴를 통해 터빈 생산
 - 두산중공업은 MHI와 기술제휴('07)를 통해 140~270MW급 4개 모델을 생산하며 국내에 9기 공급계약 체결(포천, 양주, 하남 등)
 - 삼성테크윈은 22MW급 가스터빈을 GE와 기술제휴로 생산

< 주요 기업의 가스터빈 시장점유율(2007~2011) >

GE	Siemens	MHI	MAPNA	Alstom	Ansaldo	기타
39%	24%	8%	6%	5%	3%	15%

자료 : McCoy Report

□ 북미·중동에서는 GE가 1위 사업자이나 지멘스가 현지 공장을 설립하면서 시장 공략을 강화하고 있으며, 중남미는 지멘스가 선호됨



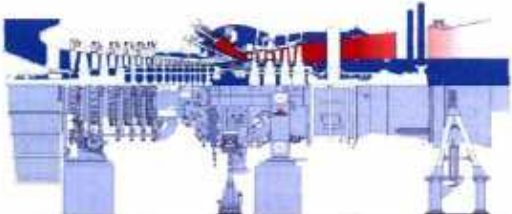
- 북미에서 GE는 1위 사업자이나 지멘스가 2011년에 신규 공장 건설(노스캐롤라이나)을 착공함에 따라 향후 경쟁 심화 예상
- 중동은 GE가 미국과 다수 중동국가간의 밀접한 정치적 관계 등을 활용하여 장기간 시장을 지배
 - GE는 금융제공을 통해 시장 지배력 강화하고 있으며, 지멘스는 사우디아라비아에 신규 공장을 건설중으로 향후 경쟁심화 예상(2013년 가동)
- 중남미에서는 지멘스가 확고부동한 1위의 사업자로 일부 국가에서는 정치적인 이유로 GE보다 선호됨
- 한국·일본·중국에서는 GE, 지멘스, 일본기업이 강세

□ 가스터빈은 입구온도를 기준으로 가스터빈을 분류하며 효율은 터빈 입구 온도에 비례

○ 온도에 따라 E Class(1,100℃), F Class(1,350℃), G Class(1,500℃), H Class(1,600℃), J Class(1,700℃)로 분류

- 알파벳이 뒤로 갈수록 최근에 출시된 고효율 대용량 터빈을 의미

< 가스터빈 Class별 개략도 >

F		Pioneer of Temp. Gas Turbine <ul style="list-style-type: none">- Designed for Combined Cycle- Application of Dry Low NOx Combustor- Advanced Air Cooled Turbine (1,350℃ → 1,400℃)
G		Increased Turbine Inlet Temp. 1,400℃ → 1,500℃(DS+TBC) <ul style="list-style-type: none">- High Pressure Ratio(16→20)- Steam Cooled Combustor- Advanced Compressor Airfoil Design- Active Turbine Clearance Control
H		Extension of Steam Cooled Area <ul style="list-style-type: none">- Steam Cooled Turbine(1st & 2nd Stage)- Higher Pressure Ratio(20→25)

자료 : MHI

□ 현재 시장은 F/G class터빈이 가스터빈 주문량의 약 50%를 점유하며 E/F Class에서는 GE의 시장점유율이 42%로 압도적

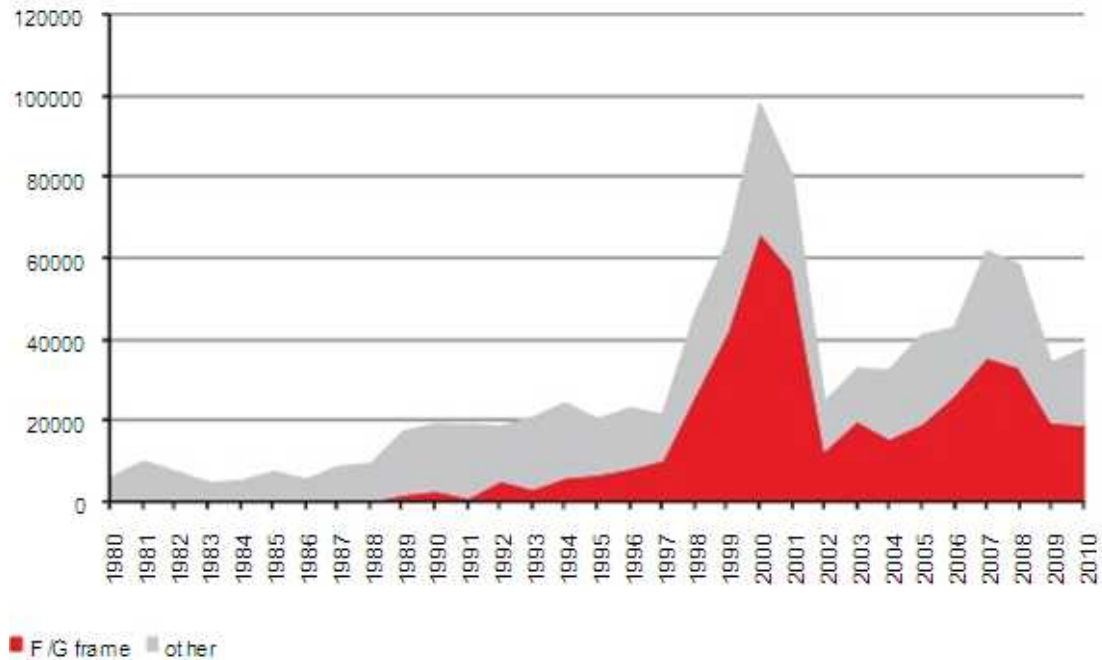
○ 북미·유럽은 F-/G-class 중심이나 신흥국은 장기간 검증된 중형 E-class 가 가스터빈 시장의 50%를 차지

- E-Class는 1980년대 중반에 개발된 75~180MW급 터빈으로 터빈입구온도는 1,100℃, 효율은 35% 수준

- F-Class는 1990년대에 개발되었으며 175~420MW급 터빈으로 효율은 57~59% 수준

- 최근에는 G/H-Class 고효율 대용량 터빈 사용이 증가

< 가스 터빈 발주 트렌드(MW) >



자료 : Nomura Research

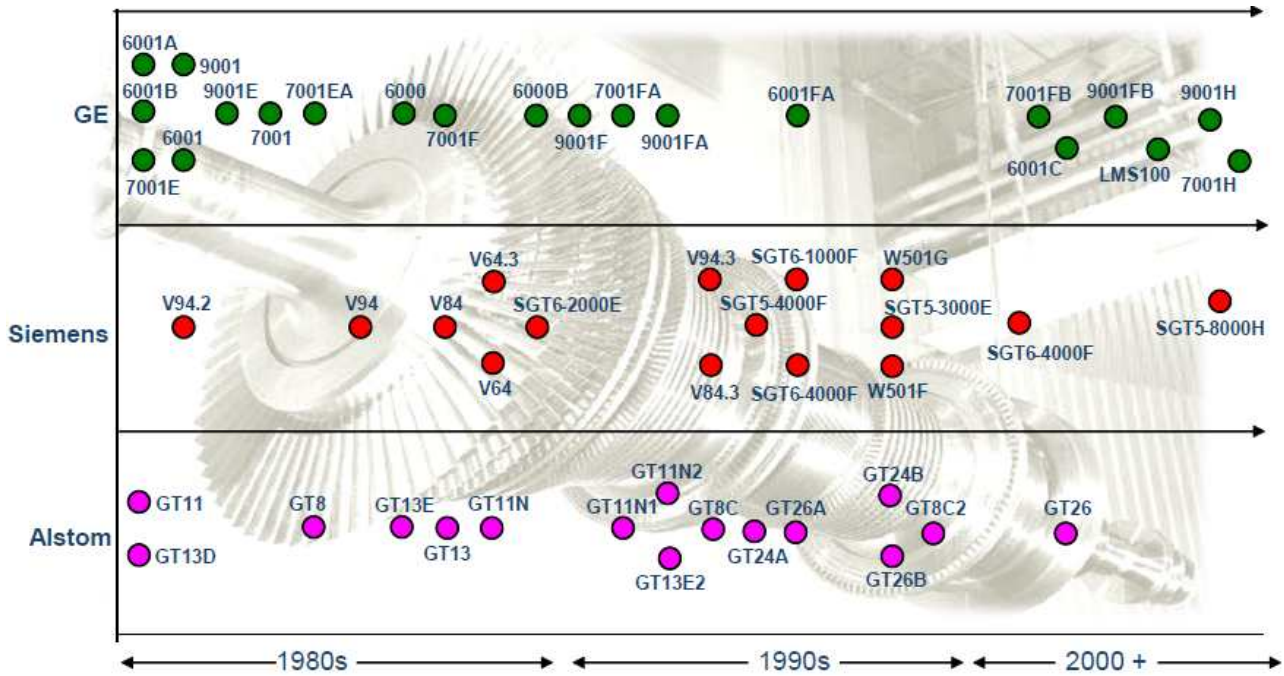
- E/F Class는 GE가 시장점유율 42%로 시장지배력이 높으나 H/G/J Class는 지멘스, MHI가 시장을 주도
- 인기 F Class 제품은 GE, 지멘스 제품으로 이에 상응하는 제품으로는 Alstom의 GT26/GT24이 있음
- GE는 2000년대초 H-Class 터빈을 최초 개발하였으나 문제가 발생하여 F-Class 터빈에 집중하면서 E/F Class 시장에서 강세
- MHI는 독자 기술로 G-Class 254MW(60Hz), 330MW(50Hz)급 제품 개발
- 지멘스, MHI는 대용량으로 눈을 돌려 H/J class 터빈 개발 및 첫 주문을 받고 발전소를 운영중이며 GE는 2012년 하반기에 H-class 터빈을 재출시 예정
- 두산중공업은 MHI와 라이선스 계약을 맺고 있으며 4개 모델의 D/F/G Class 터빈 생산 (501G, 501F, 701F, 701D)

< 터빈 유형별 시장점유율>

	E/F Class	H/G/J Class	Total
시장 비중	55~60%	40~45%	100%
GE	42%	26%	35%
기타	58%	74%	65%

자료 : JP Morgan

< 주요 기업의 가스터빈 모델 개발 현황 >



자료 : Frost & Sullivan

※ 참고 : 주요 기업의 주요 터빈 모델(MW)

		지멘스		GE		MHI		Alstom		
주파수		60Hz	50Hz	60Hz	50Hz	60Hz	50Hz	60Hz	50Hz	50Hz
E/D-Class		SGT6-2000E	SGT5-2000E	7EA	9E	M501D	M701D *	GT11	GT11	GR13
SC	Output	113	168	85	126	114	144	115	114	184.5
	효율	34.0%	34.7%					33.9%	33.3%	37.8%
CC	Output	171	251	130	193	167	213			
	효율	51.3%	52.2%	50.2%	52.0%	48.8%	48.8%			
F-Class		SGT6-5000F	SGT5-4000F	7FA	9FB	M501F *	M701F *	GT24	GT26	
SC	Output	208	292	183	279	185	312	194	296	
	효율	38.6%	39.8%							
CC	Output	314	423	269	413	285	464	290	431	
	효율	57.0%	58.4%	57.3%	58.0%	57%	57%	57.5%	58.7%	
G-Class					109FB	M501G *	M701G		KA26 (GT26)	
SC	Output					267	334			
	효율									
CC	Output				510	399	498		>500	
	효율				61%	58%	58%		>60%	
H-Class		SGT8-8000H	SGT5-8000H	7H	9H					
SC	Output	274	375							
	효율	39.8%	40.0%							
CC	Output	410	570	400	520					
	효율	>60%	>60%	60%	60%					
J-Class						M501J	M701J			
SC	Output					320	460			
	효율									
CC	Output					460	670			
	효율					61%	61.2%			

1) 60Hz는 미국, 일본, 중동에서 사용하며 유럽 등 그 외 국가는 50Hz 사용

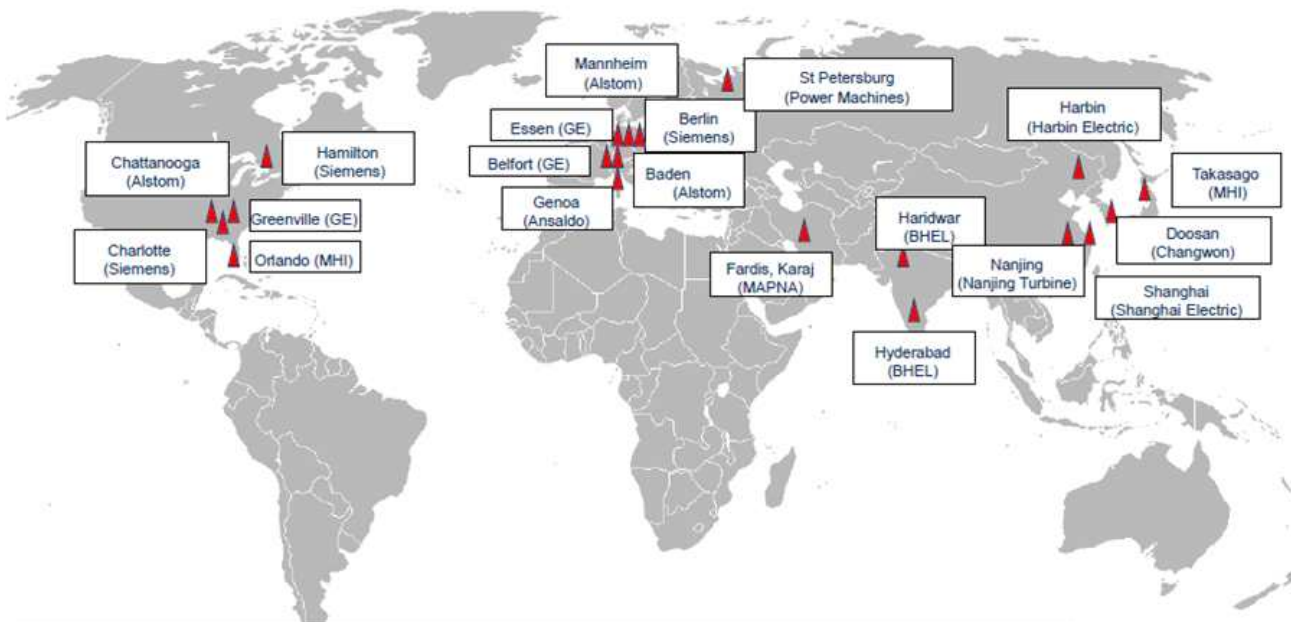
2) SC: Simple cycle, CC: Combined cycle

* 두산중공업은 MHI의 501G, 501F, 701F, 701D 모델 생산

자료 : 각사 홈페이지

- 생산기지는 원천기술을 보유한 유럽, 북미, 일본에 집중되어 있으며 인도, 중국, 한국 기업은 선진기업과 라이선스 계약 및 JV를 통해 사업 참여
 - GE, 지멘스, Alstom, MHI이 원천기술을 보유하고 있으며 두산중공업은 MHI, 인도 BHEL은 GE와 라이선스 계약 체결
 - 두산중공업은 D/F/G Class(총 4개 모델), BHEL은 F Class 터빈 제조
 - 라이선스 계약은 제한적인 모델, 해외 진출 및 수주에 어려움이 존재
 - 중국 내수 시장 공략을 위해 중국기업과 선진기업간 JV 설립 증가
 - 지멘스-Shanghai Electric, MHI-Dongfang Electric, GE-Harbin Power, GE-Nanjing Turbine 등 JV를 설립하였으며 지멘스는 JV의 가스터빈 수출 금지
 - E-Class(75~150MW)와 F-Class 가스터빈(175~420MW)을 생산하나 최신 터빈 기술을 습득하지는 못하여 선진기업과의 기술격차 존재

< 가스터빈 생산기지(2011) >



* 지멘스는 2014년부터 사우디아라비아 및 러시아에서 신규 공장을 가동할 계획

자료 : Frost & Sullivan

- 가스 발전소는 연료비가 큰 부분을 차지함에 따라 효율이 가장 중요한 구매의사결정 요인이나 가격 경쟁력의 중요성도 높아짐
 - 가스터빈 가격은 발전소 건설비의 15% 수준

- 가스 가격이 높은 국가는 터빈가격보다는 효율을 중시
- 터빈가격은 선진기업 대비 한국 제품은 85~88%, 중국은 70% 수준으로 추정

- 터빈가격은 주문량, 기기 공급범위, 지역별 시장점유율, 환율 등에 따라 변동

□ 기술, 규모의 경제로 인한 가격 경쟁력, 높은 개발비용과 Track Record로 인해 향후에도 GE와 지멘스의 경쟁력은 유지될 것으로 예상

- 자체 기술을 보유하지 못한 기업에게는 높은 터빈 개발비용과 Track Record 확보가 진입장벽으로 작용
- 신규 터빈 플랫폼 개발에는 약 10년이 소요되며 개발후에는 20~30년간 판매됨
- 보수적인 유틸리티업계 특성상 Track record가 충분히 확보된 제품을 선호
- 규모가 작은 기업(Alstom 등)이 시간이 경과할수록 GE, 지멘스에게 시장을 빼앗기는 것은 규모의 경제의 중요성을 강조

< 주요기업 가스터빈 생산 Capacity >

(Unit)	GE	지멘스	MHI	두산중공업	Dongfang
년간 생산량	150	60	36	10	10

자료 : 업계 자료

- 한국기업은 원천기술 부족, 라이선스 계약으로 제한된 모델 보유, 판매지역 제약으로 해외진출이 어려우며 국내 사업을 통해 Track record 확보중
- MHI는 2008년 29기, 2009년 9기, 2010년 18기를 수주하였으나 두산중공업은 국내에 터빈을 공급하면서 Track record를 확보해나가는 과정 (공급실적: 총 9기)

※ 참고 : Combined Cycle Plant Price

가스 터빈 회사	Net Plant Output (MW)	Net Plant Efficiency (%)	No.&Type Gas Turbine	Steam Turbine (MW)	Price (천달러)	\$/kW
지멘스	307.0	57.0	1*SGT6-5000F	101.0	174,698	569
GE	319.6	57.7	1*7FA.05	109.3	181,449	568
Alstom	344.8	51.3	2*GT11N2	*115.0	183,322	532
GE	367.4	55.3	1*MS9001FA	132.7	199,334	543
GE	397.1	57.2	1*9FA	142.4	215,236	542
MHI	398.9	58.4	1*M501G1	134.5	217,871	546
GE	400.0	60.0	1*7001H	*137.0	220,627	552
MHI	404.0	59.2	1*M501GAC	135.0	221,380	548
지멘스	410.0	60.0	1*SGT6-8000H	135.0	231,841	565
Alstom	435.0	58.9	1*GT26(2006)	*150.0	234,476	539
GE	454.1	59.3	1*9FB	164.9	243,266	536
Alstom	467.0	59.5	1*GT26(2011)	*165.0	249,436	534
MHI	470.0	61.5	1*M501J	148.0	253,665	540
Alstom	473.0	60.2	1*GT26(2011)	*153.0	253,241	535
MHI	477.9	60.0	1*M701F4	158.0	254,864	533
지멘스	505.0	52.5	2*SGT5-2000E	177.4	240,518	476
GE	512.0	61.0	1*FE50	181.6	267,122	522
Alstom	517.0	53.8	2*GT13E2	*195.0	248,122	480
MHI	525.0	61.0	1*M701F5	171.0	270,877	516
지멘스	570.0	60.0	1*SGT5-8000H	195.0	295,957	519
MHI	572.2	57.3	2*M501F3	206.8	283,226	495
지멘스	620.0	57.2	2*SGT5-8000H	208.0	303,058	489
MHI	645.0	51.8	3*M701DA	218.7	291,570	452
MHI	680.0	61.7	1*M701J	217.0	329,925	485
GE	798.7	57.5	2*9FA	288.8	367,009	460
지멘스	820.0	60.0	2*SGT6-8000H	270.0	382,372	466
Alstom	870.0	59.0	2*GT26(2006)	*320.0	399,247	459
GE	913.6	59.7	2*9FB	337.3	421,362	461
MHI	942.9	61.7	2*M501J	298.9	504,017	535
Alstom	947.0	60.2	2*GT26(2011)	300.0	446,518	472
MHI	958.8	60.2	2*M701F4	319.0	451,125	471
GE	1025.6	61.1	2*9FB	360.0	481,795	470
MHI	1053.3	61.2	2*M701F5	345.3	493,158	468
지멘스	1140.0	60.0	2*SGT5-8000F	390.0	525,121	461

기준: Turnkey budget price 기준(BOP, 건설비 포함), 가격은 지역별 시장점유율, 환율 등에 따라 변동

* 추정

자료 : 2012 Gas Turbine World Handbook

※ 참고 : Simple Cycle Plant Price

회사	모델명	ISO Base load(MW)	효율(%)	가격(천불)	\$/kW
MHI	M701DA	144.1	34.8	40,271	279
지멘스	V94.2	157.0	34.4	42,945	274
지멘스	SGT5-2000E	166.0	34.7	44,892	270
Ansaldo Energia	AE94.2K	170.0	36.5	46,412	273
Alstom	GT13E2	184.5	37.8	49,961	271
GE	7FA	184.9	38.1	47,756	258
MHI	M501F3	185.4	37.0	47,335	255
지멘스	SGT6-5000F	208.0	38.1	52,267	251
GE	7FA	215.8	38.6	54,098	251
Alstom	GT24	230.7	40.0	57,572	250
GE	9FA	261.3	37.3	61,999	237
MHI	M501GAC	272.0	39.7	65,273	240
지멘스	SGT6-8000H	274.0	40.0	67,729	247
지멘스	SGT5-4000F	289.0	39.4	70,450	244
Alstom	GT26(2006)	296.4	39.6	71,853	242
GE	9FB	298.2	38.5	71,611	240
Alstom	GT26(2011)	320.0	40.0	76,616	239
MHI	M501J	327.0	41.0	78,471	240
MHI	M701G2	334.0	39.5	78,880	236
GE	9FB	339.4	40.0	82,498	243
MHI	M701F5	359.0	40.0	83,268	232
지멘스	SGT5-8000H	375.0	40.0	89,301	238
MHI	M701J	470.0	41.0	103,669	221

기준: Single Unit, Packaged turbine genset(발전기, BOP 포함), FOB(본선인도가격), 가격은
주문량, 기기 공급범위, 지역별 시장점유율, 환율 등에 변동

자료 : 2012 Gas Turbine World Handbook

2. 증기터빈

□ 내수시장의 높은 성장률과 자국기업 우대 정책으로 중국 3개사(59%) 및 인도 BHEL(7%)의 시장점유율이 높으나 글로벌 시장에서는 Alstom, 지멘스, 도시바 등이 주요 사업자

- 2010년 시장점유율은 Shanghai 25%, Dongfang 16%, Harbin 14%, 두산 중공업 8%, BHEL 8%, 지멘스 6%, 미쓰비시 5%, Alstom 3% 순
 - Alstom의 시장점유율은 과거 10년간 6~8% 수준이었으나 경쟁심화로 2010년에는 3%로 하락
- 증기터빈은 기술이 중요한 가스터빈과 달리 표준화된 제품으로 다수 기업이 참여하고 있어 경쟁강도가 높은 Buyer's market으로 가격 경쟁 심화
 - 지역별 주요 사업자는 북미는 GE, 유럽은 지멘스·Alstom, 남미 지멘스, 아프리카는 Alstom, 인도는 BHEL(국영기업)

< 증기터빈 시장점유율(2007~2011) 및 원천기술 보유 현황 >

	회사	시장점유율	원천기술 보유현황
1	Shanghai Electric	23%	라이센스(지멘스)
2	Harbin	18%	라이센스(MHI)
3	Dongfang	18%	라이센스(히타치)
4	BHEL	7%	라이센스(지멘스)
5	Alstom	5%	자체 기술
6	지멘스	4.5%	자체 기술
7	도시바	4%	자체 기술
8	두산	3%	자체 기술
8	GE	3%	자체 기술
10	MHI	2.7%	자체 기술
11	히타치	1.3%	자체 기술
12	기타*	10.5%	

* Ansaldo, Fuji, Power Machine 등

자료 : McCoy Report, 각사 홈페이지

□ 원천기술을 보유한 선진기업이 JV 설립, 기술이전 등을 통해 신흥시장에 진출하며 생산기지는 유럽, 북미, 중국, 일본 등에 밀집

○ 원천기술을 보유기업은 Alstom, 지멘스, 도시바, 두산중공업, GE, MHI, 히타치 등

- 두산중공업은 2009년 체코 Skoda Power 인수를 통해 원천기술 확보

○ 중국, 인도는 선진기업과 라이선스 및 JV를 통해 제품 생산

- 지멘스는 Shanghai Electric(중국), BHEL(인도), Alstom은 Beijing Heavy(중국) 등과 라이선스 계약을 체결

- Alstom-Shanghai(중), Alstom-Beizhong Power(중), Alstom-Bharat Forge(인) 등 JV 설립

< 증기터빈 생산기지(2010) >



자료 : Frost & Sullivan

< 증기터빈 라이선스 및 JV설립 현황 >

	Licensee	JV
지멘스	Shanghai Electric, BHEL	
Alstom	Beijing Heavy	Alstom-Shanghai JV(중국), Alstom-Beizhong Power(중국), Bharat Forge(인도)
히타치	Dongfang Electric	BGR-Hitachi(인도)
도시바	Harbin power	JSW-Toshiba(인도)
MHI	L&T	

자료 : 각사 홈페이지

□ 중국제품은 가격 경쟁력은 높으나 생산 업력이 짧아 품질 문제가 빈번히 발생

- 원재료 가격 인상분을 소비자에게 전가시키지 않아 상당히 낮은 수준의 마진을 얻으며 제품을 판매
 - 자국내 수주시 계약서에 cost-adjustment 조항이 없는 것으로 알려졌으며 해외 판매시 Cost escalation 조항이 없으며 환율변동분만 반영
 - 한국·인도기업의 순이익률은 10% 이상이나 중국기업의 순이익률은 5% 수준

< 한국·중국·인도 증기터빈 생산 기업 비교(2010) >

	한국(두산중공업)	중국(3사)	인도(BHEL)
연간생산량	8GW('09)	80~90GW/년	~9GW/년
보유기술	자체기술	라이선스	라이선스
기업형태	민간기업	국영기업	국영기업
가격 전략	n/a	Pass-through 조항 없음, 극심한 가격변동시 계약가격 재협상	일정 수준이상 원재료 가격 변동시 Pass through
매출액	79,289억원	19,935백만불	9.291백만불
순이익	13,625억원	987백만불	1,343백만불
순이익율	17%	5%	10%

자료 : 각사 홈페이지, 업계 인터뷰

- 중국기업들은 낮은 가격을 제시하며(약 20%)로 인도시장에 적극 진출하였으나 지난 3년동안 최소 6개 발전소에서 문제가 발생
 - Dongfang은 Durgapur Thermal Power Plant(DPL)에 300MW터빈을 공급하였으나 기술적인 문제로 작동이 되지 않아 DPL이 BHEL에게 터빈 재설치와 수리를 부탁한 것으로 알려짐²⁾

□ 한국기업은 Track record 확보를 통해 경쟁력을 제고하고 있으며 제품의 가격과 품질은 선진기업과 중국기업의 중간 수준

- 두산중공업은 다수의 해외사업 Track record를 보유하고 있으나 중국제품대비 가격에서 열위
 - Marafiq(265MW×2, 사우디, '09년), Rabigh PP2(700MW×2, 사우디, '10년), Mong Duong 2(600MW×2, 베트남, '10년), Yanbu 2(276MW×3, 베트남, '11년) 등

2) Emkay Research (2012)

3. 보일러

- 내수시장의 높은 성장률에 기반하여 중국 3개사와 인도 BHEL의 시장점유율이 74%로 높으며, 두산중공업이 B&W(미)에 이어 4%의 점유율 기록
 - 중국 3개사(65%)는 2011년 세계 시장비중 54%인 자국시장에서 80% 이상, 세계시장비중 24%인 인도에서 약 50%의 시장점유율을 달성³⁾
 - 인도 BHEL은 자국시장 점유율 약 50%를 기반으로 글로벌 4위 사업자로 부상
 - Babcock, Alstom은 제작사로 기술이전 및 신규 경쟁자의 진입, 수요지역 변화로 입지가 축소되면서 시장점유율 하락
 - Alstom은 시장 지위를 강화하기 위해 Shanghai Electric과 50:50 JV 설립 추진

< 글로벌 보일러 시장점유율(2007~2011) >

	회사	시장점유율	원천기술 보유현황
1	Harbin	23%	라이센스 (초임계: 두산, 초초임계: MHI)
2	Shanghai Electric	22%	라이센스(히타치)
3	Dongfang	20%	라이센스(Alstom)
4	BHEL	9%	라이센스(Alstom)
5	Babcock & Wilcox	5%	자체 기술
6	두산중공업	4%	자체 기술
7	Babcock & Hitachi(BHK)	2%	-
8	Foster Wheeler	1.8%	자체 기술
9	Alstom	1.6%	자체기술
10	MHI	1%	-
11	기타*	10.6%	

* IHI, Ansaldo, Thermax 등

자료 : McCoy Report

- 선진기업이 원천기술을 보유하고 중국기업은 라이센스 방식으로 생산하며, 우리기업은 두산중공업이 자체 기술 보유
 - 원천기술 보유 기업은 Foster Wheeler, Alstom, Babcock & Wilcox, 두산중공업 등
 - 두산중공업은 영국 Bobcock 인수('06) 및 독일 AE&E 렌체스 인수('11)로 원천기술 확보

3) 산업은행, “발전용 보일러산업의 전망과 시사점(2013. 5)”

- 라이센스 기업은 Harbin(두산중공업, MHI), Dongfang(Alstom), Shanghai (히타치), BHEL(Alstom), BHI(F&W), 한솔신택4(IHI), 대경기계(B&W) 등

□ 보일러는 석탄을 연소시키는 방식에 따라 미분탄보일러(Pulverized Coal boiler)와 순환유동층보일러(Circulating Fluidised Bed boiler)로 분류

- 미분탄(PC) 보일러는 매우 잘게 부순 석탄을 공기와 함께 버너에서 연소실내로 분사시켜 연소하는 방식
- 순환유동층(CFB) 보일러는 미분탄 보일러와 달리 공기와 석회를 동시에 주입해 순환 연소시켜 질소산화물, 황산화물 등 오염물질 배출을 줄이는 친환경 설비로 저품질 석탄 사용이 증가하면서 수요 증가 추세
- 순환유동층보일러 시장은 Foster Wheeler의 시장점유율이 50% 이상이며 가격은 PC 보일러보다 15% 높지만 효율이 높아 운영비 절감 가능

< 석탄화력 보일러 유형 >

	미분탄보일러(PC)	순환유동층보일러(CFB)
장점	<ul style="list-style-type: none"> · 빠른 Start-up time · 안정성이 높아 전세계 대부분 발전소에서 채택 	<ul style="list-style-type: none"> · 광범위한 연료범위(저질탄, Cokes, Biomass sludge, Waste tires), · 친환경보일러 · 상대적으로 낮은 건설비와 운영비
단점	<ul style="list-style-type: none"> · 제한적인 연료범위: 고수분 연료 사용시 수분저감설비 필요 	<ul style="list-style-type: none"> · 정비 주기가 2~3배 짧음, · 용량의 한계(최대용량 600MW)
비고	<ul style="list-style-type: none"> · 주로 대형 발전소에서 사용 	

자료 : 한국투자증권

□ 증기의 압력과 온도에 따라 아임계압, 초임계압, 초초임계압로 발전하였으며 초초임계압 기술은 일본, 독일 등 일부 선진국과 두산중공업이 원천기술을 보유

- 압력·온도에 따라 임계점(225kg/cm², 374℃)을 기준으로 그 이하의 아임계압(Sub-critical), 그 이상의 초임계압(Super-critical)으로 구분되며, 압력·온도가 246kg/cm², 593℃ 이상일 경우 초초임계압(Ultra Super Critical)으로 분류
- 초초임계압(USC) 보일러 시장은 일본의 IHI와 BHK, MHI, 프랑스 Alstom이 가장 많은 Track record를 보유

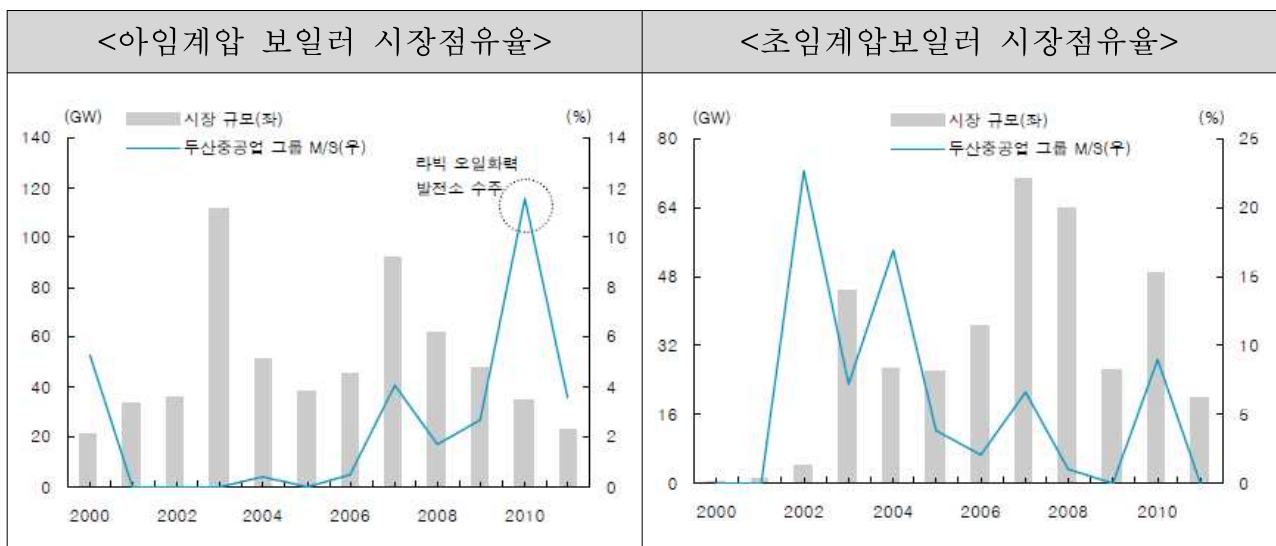
4) 신택은 한솔그룹의 자회사인 한솔이엠이가 2012년에 인수하면서 한솔신택으로 사명 변경

- 우리나라의 초임계압 기술은 설계 및 제작분야에서 선진국과 동등한 수준이며 초초임계압 기술수준은 기자재 제작 설계 분야는 선진국 대비 80%, 제작분야는 90% 수준

□ 두산중공업이 중대형 보일러를 생산하며 후발기업인 한솔신텍, BHI는 라이선스를 통해 중소형 보일러(100~500MW) 시장에 진출

- 두산중공업은 500~1,000MW급 중대형 PC 및 CFB 보일러를 생산하며 아임계압, 초임계압 부문에서 충분한 공급실적을 보유

< 두산중공업의 아임계압·초임계압 보일러 시장점유율 >



* 두산중공업-밥콕 포함

자료 : McCoy Report, 한국투자증권 재인용

- 한솔신텍은 보일러가 주력사업으로 일본 IHI중공업과 라이선스 계약 체결
 - 기본설계 및 제작에서 단독입찰시 화력발전 보일러 약 150MW, IHI와 컨소시엄시 약 350MW 공급 가능⁵⁾
 - 2011년 국내 삼천그린파워 프로젝트에 공급될 500MW급 보일러 수주를 통해 중대형 보일러 제작 시장에 진출
- BHI는 2008년 미국 Foster Wheeler와 기술제휴를 통해 PC 보일러 시장 (아임계압, 초임계압)에 진출
 - 2012년 국내 동해민자화력에 공급될 500MW급 PC보일러를 수주를 통해 중대형 보일러 제작 시장에 진출
 - 2012년 Foster Wheeler와 CFB 보일러 라이선스 계약을 체결하고 사업 확장을 추진중

5) 한양증권, “신텍-한솔신텍주식회사, 턴어라운드 준비완료(2013.3.25)”

□ 프로젝트별로 요구 압력과 온도가 상이하여 보일러 설계 및 제작 역량이 필요하며 우리기업은 품질 및 가격 경쟁력을 갖추고 있으나 중국대비 가격 경쟁력에서 불리

- 한국제품 가격을 100%으로 봤을 때 중국은 90~95%, 선진기업은 105%으로 지속적인 가격 경쟁력 제고 노력이 필요

4. 배열회수보일러(HRSG)

□ 배열회수보일러는 발전효율을 높이기 위해 배열을 회수하는 장치로 두산건설⁶⁾, BHI, Nooter Eriksen(미), CMI(벨기에), Alstom 등이 시장을 선도

- 2007~2011년간 시장점유율은 두산건설 15%, Nooter Eriksen 14%, CMI Energy 14%, Alstom 9% 순
- Licensee 포함시 시장점유율은 Nooter Eriksen 19.6%, 두산건설 14.7%, CMI 10%, Alstom Power 9.2%, Vogt 9.1%, NEM 7.9%순

< HRSG 시장점유율(2007~2011) >

	회사	시장점유율(%)
1	두산건설 (한국)	15%
2	Nooter Eriksen (미국)	14%
3	CMI Energy (벨기에)	10%
4	Alstom (프랑스)	9%
5	NEM (네덜란드)*	8%
6	VOGT Power International (미국)	6%
7	BHI (한국)	5%
8	MHI (일본)	3%
9	STF (이태리)	3%
10	기타**	27%

* 2011년 지멘스가 인수

자료 : McCoy Report, 두산중공업

- 2011년에는 한국기업의 시장점유율이 확대되어 BHI가 수주 2위(11.5%), 두산중공업 4위(7.8%), 대경기계 14위(1.9%)를 점유
- BHI는 2005년 Foster Wheeler와 HRSG 라이선스 계약 체결후 6년뒤 세계 상위의 HRSG 제작업체로 부상

6) 2013년초 두산건설은 재무구조 및 사업구조 개선을 위해 두산중공업 HRSG 사업 양수

< HRSG 시장점유율(2011) >

	회사	수주건수	MW	시장점유율(%)
1	Nooter Eriksen	22	2,915	13.2
2	BHI/Foster Wheeler	23	2,558	11.5
3	VOGT Power International	25	1,962	8.9
4	두산건설	14	1,725	7.8
5	CMI Energy	19	1,670	7.5
6	Alstom Power	14	1,513	6.8
7	NEM	48	1,454	6.6
8	MHI	9	1,411	6.4
9	EM Alliance	14	1,212	5.5
10	Hangzhou Boiler Works	13	1,008	4.5
11	STF	7	996	4.5
12	Mapna Turbine	10	800	3.6
13	Ansaldo Caldaie	6	596	2.7
14	대경기계	17	425	1.9
15	BHEL	7	348	1.6

자료 : McCoy Report

□ 원천기술 보유 여부 및 대용량의 제작 경험에 따라 기업의 경쟁력이 결정되며 가격 경쟁력이 핵심 경쟁력

- 원천기술 보유기업은 Nooter Eriksen, CMI, Alstom, 두산건설, Vogt, NEM 등
- 라이선스 생산기업은 BHI(F&W), Hanzhou, 세대, EM Alliance(러시아)(Nooter Eriksen), 한솔신텍(IHI), 대경기계(B&W), S&TC(CMI) 등
- 기술보유기업은 Engineering은 자신이 수행하고 제작은 Licensee에게 맡기는 추세

< HRSG 기술 라이선스 현황 >

Lisensor	Licensee
Nooter Eriksen	Hangzhou Boiler Works(중국), Cerrey(멕시코), 세대(한국), EM Alliance(러시아), Krasny Kotels, Rafako
CMI	S&TC(한국), Larsen & Toubro(인도)
Alstom	Alstom Cerrey
Vogt	현대중공업, 가와사키, Descon Engineering(파키스탄)
NEM	Atomenergomash(러시아)
Foster Wheeler	BHI

□ 우리기업은 제작부문의 경쟁력을 기반으로 해외수주가 확대되고 있으나 대형 HRSG 설계능력과 Track record를 보유한 기업은 두산중공업, BHI, 한솔신텍 등으로 제한적

- 두산건설은 38개국에 총 428기를 공급하였으며 베트남(Doosan VINA) 및 인도(Chennai Works) 공장을 가동을 통해 가격경쟁력 제고 추진
- BHI, 세대, 대경기계, 한솔신텍 등은 2000년대중반부터 라이선스를 통해 HRSG를 제작하기 시작
- BHI, 한솔신텍은 기본설계 및 상세 설계가 가능하며 성진지오텍은 단순 제작만을 수행

< HRSG 기술 라이선스 및 생산 Capa 현황 >

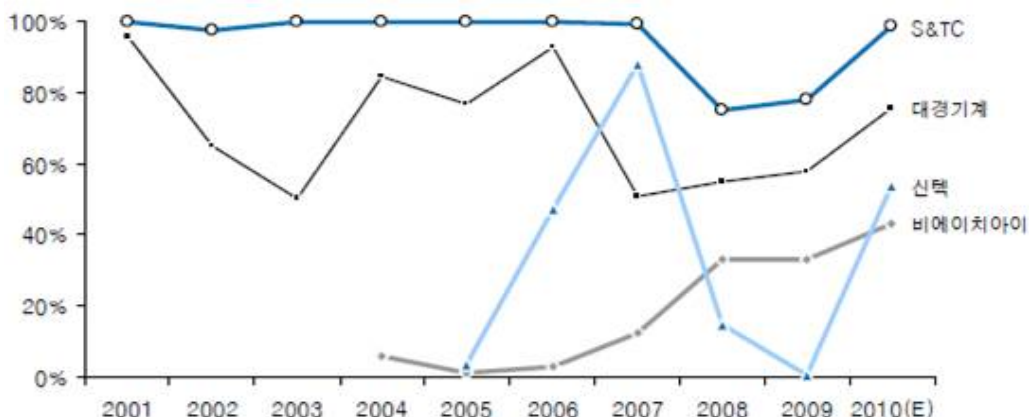
Licensee	Lisensor	생산 Capa (unit/년)
두산건설	자체기술	30
현대중공업	자체기술, Vogt	10
BHI	Foster Wheeler	15
세대	Nooter Eriksen	15
한솔신텍	IHI중공업	5
대경기계	Babcock & Wilcox	-
S&TC	CMI(벨기에), Deltak(미국)	10
성진지오텍*	Standardkessel GmbH(독일)	-

* 성진지오텍은 2010년 포스코가 인수

자료 : 업계자료, 각사 홈페이지

- 국내 경쟁심화로 해외진출을 강화하면서 해외매출은 상승추세

< 보일러/HRSG의 해외매출비중 >



자료 : 토러스증권

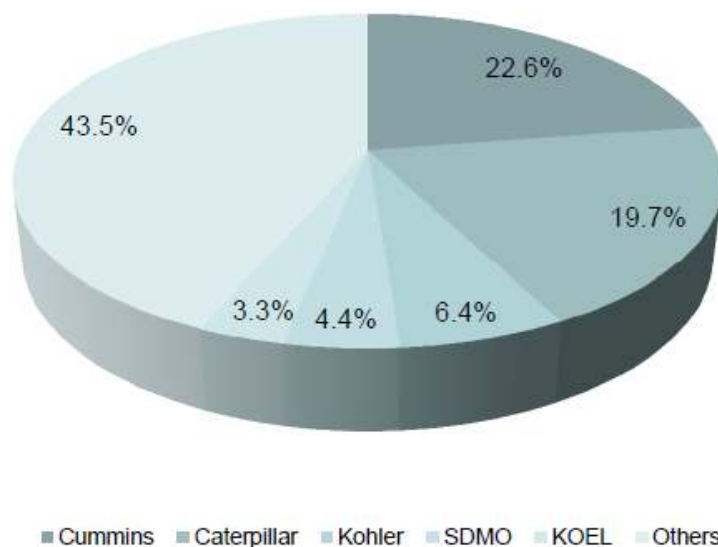
- 중국 기업들은 보호정책하에 자국 프로젝트에 참여하면서 Track record를 쌓고 있으나 품질 문제로 경쟁력은 미흡
 - 각국 발주처들은 중국업체의 입찰참여를 허가하지 않는 곳이 많으며 입찰에 참여하더라도 Disqualified되는 경우가 많음

5. 디젤 발전기 세트(Diesel Generator Set)

- 디젤엔진은 회전 속도에 따라 저속 및 중속으로 분류
 - 저속디젤발전은 중·고속 디젤발전에 비해 낮은 유지 보수비용과 높은 효율을 장점으로 도서지방의 기저부하용으로 주로 사용
 - 중속디젤발전은 도서지역의 소규모 기저부하용, 전력소요 급증 지역의 Captive용, 대규모 플랜트 또는 건물의 Emergency용으로 사용
 - 발전 용량 10MW~300MW 사이의 중·소용량 발전에 적합
- 저속엔진은 원천기술을 보유한 Licensor는 직접 생산에 참여하지 않고 Licensee들간에 경쟁 체제를 구축하며, 중속엔진은 Licensor도 직접 생산 및 경쟁에 참여
 - 미국 Caterpillar, Cummins, 독일 MAN, 핀란드 바르질라(Wartsila) 등이 원천기술을 보유
 - 선박엔진시장은 MAN과 Wartsila가 시장을 양분하고 있으며 선박에 탑재되는 발전용 엔진이 육상 발전용 엔진과 유사
 - 설계, 엔지니어링 등 고부가가치 사업분야는 자체 수행하고, 단순설비의 생산과 설치 등은 후발업체와의 하청계약 등을 통해 수익성 제고
 - 저속엔진은 현대중공업, 두산엔진, 덴마크 Burmeister & Wain Scandinavian Contractor A/S 등이 주요 사업자
 - 대형 선박용 주 엔진인 2행정 저속 디젤 엔진을 원동기로 발전기를 구동시켜 발전하는 방식
 - 중속엔진은 Licensee의 해외 시장 참여를 불허하나 Licensee는 Licensor의 Sub-contractor로 시장 참여가 가능
 - MAN이 수주한 사업에 MAN은 설계를 담당하고 엔진은 MAN의 기술을 도입한 STX엔진이 제품을 공급

- 국내기업으로는 현대중공업, 두산엔진, STX엔진이 사업을 영위하며
현대중공업은 자체 기술, 두산·STX는 라이선스를 통해 제품 생산
 - 현대중공업, 두산엔진, STX엔진 모두 라이선스를 통해 엔진을 생산하였으나 현대중공업은 중속디젤엔진 '힘센(HiMSEN)엔진'을 개발('02)
 - 두산중공업은 MAN(저속·중속), 일본 Daihatsu Diesel과 기술도입 계약 체결
 - STX는 MAN 디젤엔진 라이선스 계약체결
 - 현대중공업은 자체 개발한 엔진의 Track record가 부족하여 선주들이 선호도가 낮은 것을 극복하기 위해 발전플랜트 사업을 강화하였음
 - 두산엔진은 그리스, 에리트레아, 인도, 필리핀, 파푸아뉴기니 등 10여개국에 공급(11개 프로젝트, 총 460MW)
 - STX엔진은 브라질, 방글라데시, 대만, 이라크 등에 발전엔진을 납품
- 디젤 발전기 세트(디젤엔진, 발전기, 기타 부속장비)는 미국 Cummins⁷⁾와 Caterpillar가 세계 최대 규모의 디젤 엔진 사업자
 - 엔진은 일반적으로 디젤 발전기 세트로 공급되며 매출액 기준으로 시장점유율은 Cummins 22.6%, Caterpillar 19.7%, Kohler 6.4% 순

< 글로벌 디젤 발전기 세트 시장점유율(2010) >



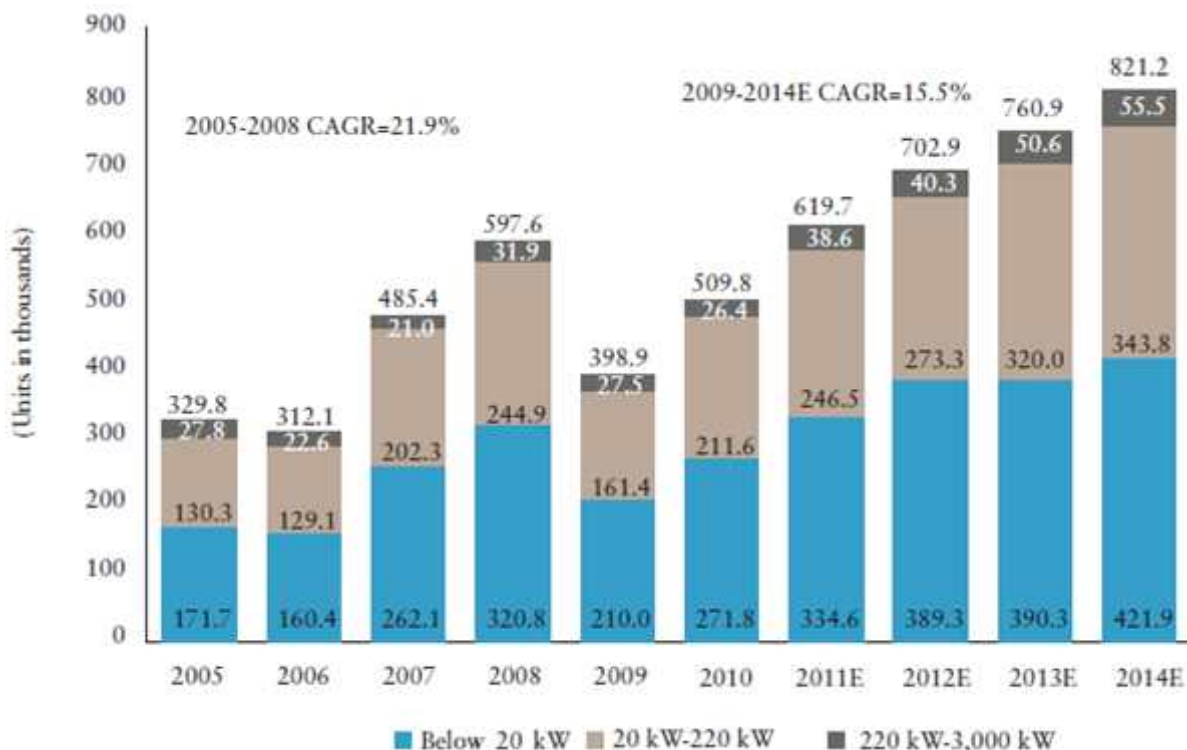
* Others : FG Wilson, Mahindra, Wartsila, Himoina, Stemac, Pramac, Mitsubishi 등
자료 : Frost & Sullivan

7) 1919년 창립한 디젤엔진 제조사로 엔진, 발전기·관련 부품사업을 하고 있으며, 전 세계 9개국에 엔진 제조시설을 보유하고 있는 세계 최대의 디젤엔진 단일 제조기업

□ 우리기업은 규모의 경제를 통한 가격 경쟁력 및 품질관리가 강점으로 제조 경쟁력을 확보하고 있어 향후 수주 물량이 지속적으로 증가할 것으로 예상

- 현대중공업, 두산엔진은 선박용 엔진 중심이었으나 발전용 엔진으로 사업을 다각화하고 규모의 경제를 통해 가격 경쟁력 제고
- 중국의 Top tier는 국영업체로 일본기업, MAN, Wartsila 등의 라이선스를 통해 제품을 생산하나 생산 업력이 짧아 품질 문제가 발생
 - 중국이 조선산업을 정책적으로 지원하기 시작한 2000년 이후 중국기업의 생산 능력은 급증하였으나, 기술력, 품질 및 납기준수 측면에서는 아직 미흡
 - 중국 디젤엔진발전시장은 외국계가 지배적인 사업자로 Chongqing Cummins 가 최대 사업자(2010년 중국시장점유율 14%)이며 Caterpillar, 미쓰비시 등이 주요 사업자

※ 참고 : 중국의 발전용 디젤엔진 생산량



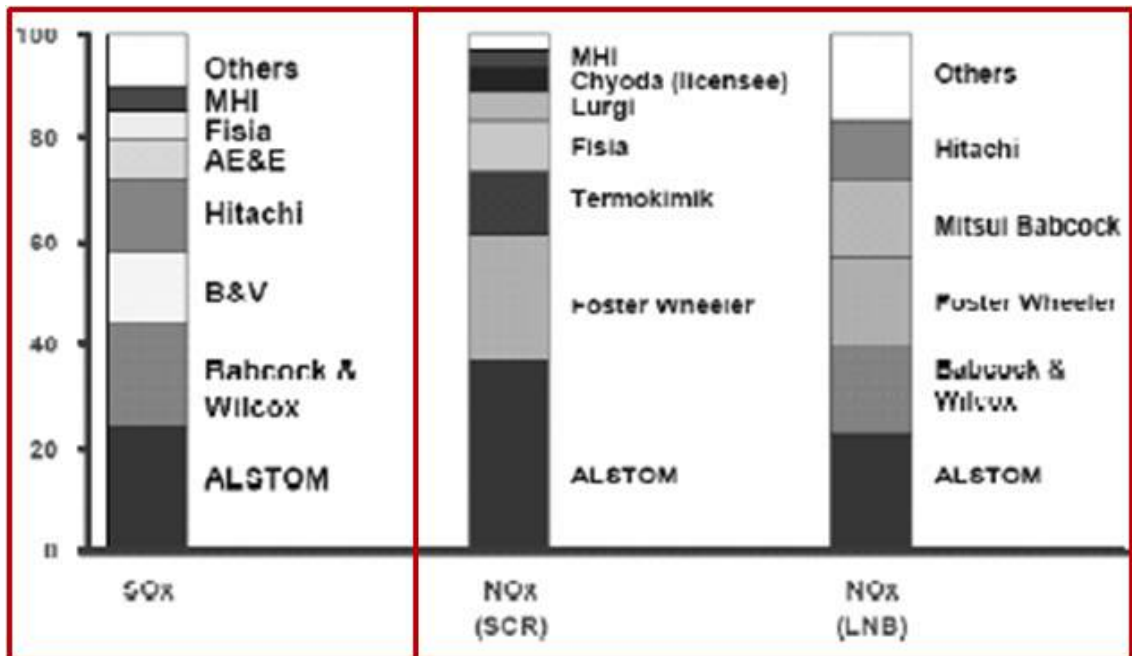
자료 : Frost & Sullivan

6. 탈황·탈질설비

□ Alstom은 탈황·탈질설비⁸⁾ 시장에서 독보적인 기술력을 보유한 세계 1위 업체이며 Babcock & Wilcox, 히타치, MHI 등이 주요 사업자

- 탈황⁹⁾시장에서는 Alstom, Babcock & Wilcox, B&V(미), 히타치(일), AE&E(독일), Fisia(이태리), MHI(일)가 시장을 선도
- 탈질시장에서는 Alstom(프), Foster Wheeler(미), Babcock & Wilcox 등이 선도
 - Selective Catalytic Reduction(선택적 촉매환원) 방식은 Alstom, Foster Wheeler, Termokimik(이태리), Fisia(이태리), Lurgi(독일)이 주요 사업자
 - 저 NOx(질소산화물) 버너는 Alstom, Babcock & Wilcox, Foster Wheeler, Mitsui Babcock, 히타치 등이 주요 사업자

< 글로벌 탈황·탈질설비 시장점유율(중국·인도外) >



* SCR : Selective Catalytic Reduction, LNB: Low NOx Burner

자료 : Alstom(2010)

- 글로벌 기업들의 직접 제작 비중이 낮으며 중국, 동남아 등에서 설비를 제작

8) 황산화물과 질소산화물을 제거하는 설비, 500MW급 화력발전소 1호기 건설시 청정설비(탈황·탈질·집진)는 600억원 규모가 발주되어 보조설비(BOP: 복수기, 열교환기, 가열기)의 2배 수준의 투자가 필요

9) 흡수(Absorption), 흡착(Adsorption), 산화(Oxidation), 환원(Reduction) 등을 이용해 연소 후 배기가스 중 포함되어있는 황산화물을 제거하는 기술

※ 참고 : 탈황방식 비교

	건식탈황법	습식탈황법
특성	· 미분화된 석회석이나 생석회를 노내 화염지역에 주입	· 물, 알칼리용액 등으로 배기가스를 세정하여 SO ₂ 를 흡수·제거 · 다수 선진국에서 대용량 발전설비에 90% 이상 적용
장점	· 용수 소모량이 거의 없음	· 반응속도가 빨라 SO ₂ 제거율 높음 · 필요 부지가 적으며 경제성 우수
단점	· SO _x 제거효율 이 낮음 · 흡수제 비용이 많음 · 부하변동에 따른 적응력 부족	· 용수 및 동력 소모량이 많음

※ 참고 : 탈질설비 기술 비교

저감기술		저감률 (%)	설치비용 (\$/KW)	적용사례
연소설비 개선	Overfire Air(OFA)**	20~30	5~15	대용량 석탄화력
	Flue Gas Recirculation(FGR)***	20~30	4~12	중유화력
	Low NO _x Burner****	20~30	5~12	대용량 석탄화력, 중유화력
배연탈질	SCR	70~90	10~20	대용량 석탄화력, 중유화력
	SNCR*	20~60	30~50	석탄화력

* 화염에서 산소농도를 낮추어 연료중 질소성분과의 반응을 지연시켜 Fuel NO_x 생성 억제

** 연소영역에 배기가스의 20 ~ 30%를 재순환

*** 연료 및 공기의 혼합특성을 조절하여 연소강도를 낮추고 연소 초기 영역의 산소농도
및 화염온도를 낮추어 NO_x의 생성을 억제

**** Selective Non Catalytic Reduction(선택적 무촉매 환원법) : 고온영역에 환원제를
주입하여 NO_x를 저감(촉매없이 열분해를 이용한 반응)

자료 : 서부발전

☐ 국내기업들은 해외 기술제휴를 통해 관련 Know-how를 축적하고 자체
기술 개발을 통해 사업을 확장

- STX중공업, 두산중공업, KC코트렐, 한라산업개발(법정관리 신청)이 탈황·
탈질사업을 영위하고 있으며 S&TC가 탈질사업 영위
- 두산중공업은 AE&E 인수를 통해 탈황설비 원천기술을 확보하였으며
STX중공업은 해외 주요 기업의 기술을 도입하여 사업을 영위

- 탈황설비 기술은 MHI(습식탈황설비), 미국 AIRPOL(습식탈황설비), 덴마크 GEA Process Engineering(반건식탈황설비)의 기술을 도입
- KC코트렐의 탈황설비 및 탈질설비 국내시장점유율은 각 30% 수준으로 추정되며 수출비중은 58% 수준
- 독일 Steinmueller사의 탈황설비 기술도입계약('94), 덴마크 FLS Airtech사와 반건식 배가스 처리 기술도입 계약 체결('06)
- 터키 투판밸리 프로젝트의 탈황설비 공급 예정
- S&TC는 국내 중심 사업구조이나 해외진출 강화 추진

※ 참고 : 국내 발전소 탈질설비 설치현황('05년~)

구분	발전소	설비용량(MW)	설치시기	설치업체	촉매제작사	방식	저NOx설비
중유	평택#1~4	350 × 4	2007. 5	두산중공업	Haldor Topsoe SK	SCR	GRF
석탄	하동	#1~6	2007. 4	대우건설	Hitachi	SCR	LNB, OFA, CF
		#7~8	2009. 6	두산중공업	BHK	SCR	LNB, OFA, CF
	보령	#1~2	2009. 7	케너텍	대영C&E	SCR	LNB, GRF
		#3~6	2006.12	대우건설	BHK, SK	SCR	LNB, OFA, CF
		#7~8	2008.12	두산중공업	BHK	SCR	LNB, OFA
	태안	#1~4	2007. 5	S & TC	KWH	SCR	LNB, OFA, CF
		#5~6	2007. 5		KWH, SK	SCR	LNB, OFA
		#7~8	2007. 7	두산중공업	BHK	SCR	LNB, OFA
	당진	#1~4	2006. 6	"	BHK, 세신	SCR	LNB, OFA, CF
		#5~6	2006. 3	"	BHK	SCR	LNB, OFA, CF
		#7~8	2007.12	"	BHK	SCR	LNB, OFA, CF
	삼천포	#3~4	2005. 9	한라산업	P.F	SCR	LNB, OFA, CF
		#1~2	2010. 6	KC코트렐/ 한진중공업	나노	SCR	LNB, OFA, CF
	영흥	#3~4	2008.12	현대중공업	BHK	SCR	OFA, CF
					세신, Frauenthal		

* GRF (Gas Recirculation Fan ; 가스 재순환 팬) LNB (Low NOx Burner ; 저 NOx 버너)
 OFA (Overfire Air ; 화염 상부측 공기 주입설비) CF (Corner Firing ; 코너 연소방식)
 자료 : 서부발전

□ 탈황·탈질 설비는 기술 자체의 진입장벽 보다는 필요한 시설에 적합하게 설계하고 시공하는 엔지니어링 역량과 Track-record가 중요

- EPC 경쟁 심화로 단가인하 압력이 높아지고 있으며 우리기업은 해외 메이저 기업 대비 가격 경쟁력을 보유

III. 국내기업 현황 및 경쟁력

□ 정부의 발전설비 일원화 조치¹⁰⁾로 인해 두산중공업만이 전력기자재 대부분을 생산하며 2000년대중반이후 다수 기업들이 라이선스를 통해 시장 진출

- 두산중공업은 주기기인 터빈, 보일러, 발전기를 모두 공급할 수 있으며 대형 및 고부가제품 중심의 전략을 보유
- 세계적으로 보일러, 터빈, 발전기를 모두 공급할 수 있는 기업은 Alstom, MHI, 히타치, 두산 등으로 제한적

< 주요 기업의 터빈-보일러-발전기 생산가능 현황 >

	가스터빈	증기터빈	보일러	발전기
Alstom	●	●	●	●
MHI	●	●	●	●
히타치	●	●	●	●
GE	●	●	X	●
지멘스	●	●	X	●
Foster Wheeler	X	X	●	●
두산중공업	●*	●	●	●

* MHI와 라이선스를 통해 생산

- BHI, 한솔신텍 등은 2000년대 초반부터 BOP을 제작하였으며, 2000년대 중반부터 라이선스를 통해 보일러·HRSG를 제작
- 선박용 엔진을 생산하던 두산엔진 및 STX엔진은 사업다각화 차원에서 디젤발전 엔진 시장에 진출

< 국내 발전관련 기업의 발전기기 사업현황 >

	터빈	보일러	HRSG	디젤엔진	탈황	탈질	발전기
두산중공업*	○	●	●		●	◎	◎
BHI		○	○				
성진지오텍			○				
대경기계			○				
S&TC			○			○	
한솔신텍		○	○				
세대에너텍			○				
KC코트렐					○	○	
두산엔진				○			
STX엔진				○			

* ○ : 라이선스, ● : 자체 기술, ½ : 라이선스+원천기술, ◎ : N/A

** 2013년초 두산건설은 두산중공업 HRSG 사업 양수

10) 1999년 정부는 공기업이었던 한국중공업(現 두산중공업)을 살리기 위해 발전설비 일원화 조치를 단행하여 한국중공업 외 기업들에게 향후 10년간 발전설비 겸업금지 조치를 내림. 이에 따라 현대중공업, 삼성중공업은 발전기자재 사업을 포기

□ 두산중공업은 국내 독점적 시장 지배력을 바탕으로 해외시장 진출을 가속화

- 가스터빈은 국내에서 Track record를 확보해나가는 과정에 있으며 증기 터빈, 보일러, 발전기는 다수의 Track record를 보유
 - 가스터빈은 140~270MW급 모델을 국내에 9기 공급계약을 체결하였으며 증기 터빈은 스코다 인수('09)로 62개국 450여기 증기터빈 공급실적 보유
 - 가스터빈은 라이선스를 통해 생산되어 진출 가능 지역에 제약이 있음
 - 미분탄보일러 기술은 밥콕인수('06), 유동층 보일러 기술은 AE&E렌체스 인수('11)로 확보하고 관련 사업 강화 추진
- 2012년 사우디 전력청(SEC)의 Pre-qualified Vendor List¹¹⁾에 포함됨
 - Vendor List에 포함되면 프로젝트 입찰마다 매년 승인 절차를 거칠 필요가 없으며 아임계압, 초임계압 보일러가 포함됨

< 두산중공업의 경쟁력 >

분류		Track record 및 보유기술
가스발전	가스터빈	· 국내 발전 플랜트 공급(9기) · ~270MW급 터빈 제작 · MHI 라이선스('07)
	HRSG	· 글로벌 Top 사업자 · 다수 Track record 보유
	발전기	· 다수 Track record 보유
석탄/유류 발전	증기터빈	· 62개국 450여기 공급 · ~1.4GW급까지 생산 · 원천기술 확보(스코다파워 인수('09))
	보일러	· 국내 독점적 지위로 인해 풍부한 Track record 보유
		· 원천기술 확보(Bobcock인수('06))
		· 2007년부터 해외시장점유율 확대
		· 사우디 전력청의 Pre-qualified Vendor('12)
	초초임계압	· 신보령화력발전소 (1GW*2, '17년 준공)
		· 독자 기술개발
	유동층보일러	· 국내 유일의 초초임계압 보일러 생산 기업
		· 여수화력발전소 등 다수 track record 보유
	발전기	· 원천기술 확보(AE&E렌체스 인수('11)) · 풍부한 Track record 보유

자료 : 두산중공업, 동부 리서치

11) SEC Vendor List에는 증기터빈과 발전기는 지멘스, Alstom, 히타치, MHI 등, 보일러는 MHI, 히타치, B&W, Foster wheeler 등이 포함되어 있음

□ 다수 기업들은 보일러 및 HRSG 사업을 중심으로 사업을 영위중이며 소수 기업이 엔진, 탈황·탈질, 발전기 사업을 추진

- BHI는 2005년 Foster Wheeler와 HRSG 라이선스 계약 체결 6년뒤 제작 능력 등을 기반으로 세계 주요 사업자로 부상
 - PC 보일러로 라이선스 확대 및 중대형 보일러 시장 진출, CFB 보일러 사업 진출 등 보일러 사업을 강화하고 있음
- 한솔신텍은 보일러 사업에 강점이 있으며 분식회계로 경영난을 겪었으나 2012년 한솔그룹에 인수되어 경영정상화가 이루어질 것으로 보임
 - 중소형 보일러(100~150MW) 중심이었으나 중대형 보일러 시장으로 진출
- S&TC는 HRSG 제작에 주력하고 있으며 탈질설비 사업을 영위

< 주요 국내기업 매출액 및 수출비중 현황(2012) >

(단위: 억원)

기업	매출액	영업이익	이익률	비고
두산중공업*	79,113	6,128	7.7%	
BHI	5,006	270	5.4%	· 매출액은 HRSG 51%, 보일러 19%, BOP 23% 등으로 구성 · 수출비중은 HRSG 50%, 보일러 42%, BOP 80%
KC코트렐	3,321	147	4.0%	· 매출액은 분진처리설비 58%, 가스처리 설비(탈황·탈질 등) 18% 등으로 구성 · 가스처리설비의 수출비중은 64%
대경기계	2,829	201	7.1%	· HRSG·보일러의 매출액 비중 29%, 수출비중 90%
S&TC	2,307	151	6.6%	· HRSG·탈질설비의 매출액 비중은 14%, 수출비중은 0%
한솔신텍	1,177	(87)	△7%	· 보일러·HRSG 등 발전설비의 매출액 비중은 88%, 수주비중은 40%
STX엔진**	1,804	(61)	△3.4%	
두산엔진**	585	-	-	

* 발전사업부문 연결기준 실적, ** 발전엔진 부문기준

자료 : 사별 감사보고서, 사업보고서

□ 국내 건설사의 해외 발전플랜트 수주 증가에 따라 국내 기자재 납품도 증가추세이나 주요 기자재는 해외 업체 제품 사용 비중이 높음

- 해외발주가 가스복합화력 중심으로 이루어져 주로 외국계 기업과 협력하며 터빈, 보일러, 발전기는 대부분 해외 대형업체의 제품을 사용
- 가스터빈은 지멘스, Alstom, 증기터빈은 두산중공업, Alstom, 히타치, 보일러는 Foster Wheeler, Fuji Electric, IHI 등을 사용

< 건설사의 기자재 업체 협력 상황과 연료별 기자재 현황 >

	기자재 업체	발전소 사업비내 비중(%)
가스터빈	지멘스, Alstom	20.3
스팀터빈	두산중공업, Alstom, 히타치	11.4
보일러	Foster Wheeler, Fuji Electric, IHI	20.3

자료 : 한국투자증권

< 건설사별 주요 발전플랜트 수주와 기자재 업체(십억불) >

EPC	기자재	국가	프로젝트	EPC 금액	연도
대림산업	지멘스	사우디	쇼아이바 2 복합화력발전소 건설 공사	1.2	'11
대우건설	Alstom	나이지리아	AfamVI 복합화력 발전소 프로젝트	0.6	'05
	지멘스	리비아	리비아 미수라타 복합화력발전소 건설 공사	0.6	'07
	지멘스	리비아	벵가지 복합화력 발전소 건설공사	0.6	'07
	IHI	모로코	조르프 라스파 석탄화력발전소 증설 공사	1.0	'10
	지멘스	나이지리아	OML58 복합화력발전소 프로젝트	0.7	'10
	지멘스	UAE	슈웨이햇 S3 민자발전 프로젝트	0.7	'11
	지멘스	오만	수르 민자 복합화력 발전소 건설 공사	1.3	'11
삼성물산	지멘스	UAE	알 슈와이햇 에스 두 담수발전 공사	0.8	'08
	지멘스	UAE	EMAL 복합 화력 발전소 2단계	0.6	'11
	지멘스	사우디	쿠라야 민자 발전소 프로젝트	2.1	'11
GS건설	지멘스	오만	바르가/소하르 3민자발전 건설공사	0.6	'10
현대건설	지멘스	UAE	제벨알리 가스발전 담수 'L'-2단계 공사	0.7	'05
	GE, 도시바	쿠웨이트	슈아이바 북부 가스발전담수 공사	0.7	'07
	히타치, 현대중공업	리비아	알 칼리즈 oil 발전소공사	0.7	'07
	히타치, 두산중공업	리비아	트리폴리 서부 oil 발전소 프로젝트 PKG-3	0.7	'07
	두산중공업	카타르	라스라판 C 가스 IWPP 프로젝트	2.1	'08
	히타치	리비아	트리폴리 웨스트 1,400MW Steam 발전소 공사	1.4	'10
	두산중공업, 포스터휠러	베트남	몽즈엄 1 화력발전소 공사 (2×500MW)	1.5	'11

자료 : 한국투자증권

- 국내건설사와 두산중공업간 협력이 이루어진 프로젝트에서는 주로 보일러와 증기터빈을 공급

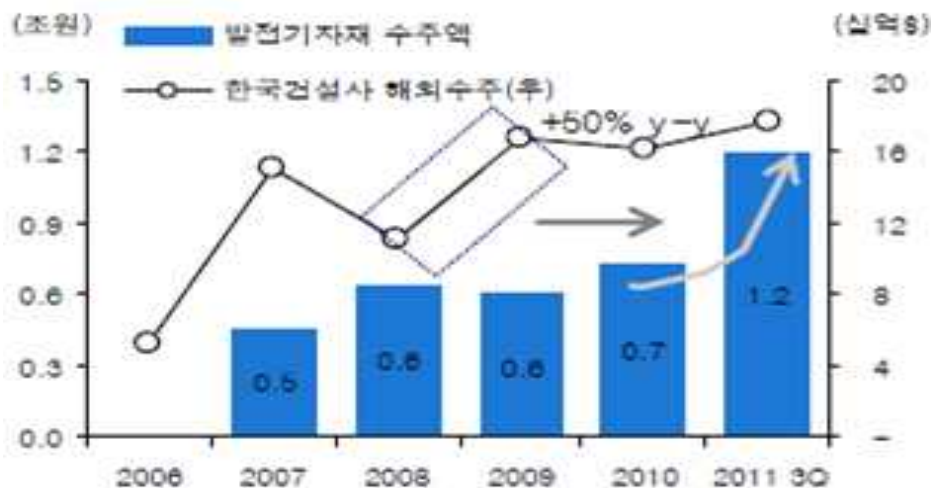
< 두산중공업-건설사간 협력이 이루어진 발전플랜트 프로젝트(십억불) >

	건설사	두산중공업 영역	프로젝트	EPC 금액	한국 M/S
2006	포스코건설	240MW급 보일러 1기	칠레NUEVA VENTANAS 석탄	0.4	8.9%
2008	포스코건설	240MW급 보일러 1기 240MW급 보일러 1기	칠레 ANGAMOS 석탄 칠레 CAMPICHE 석탄	0.5	27.6%
2011	현대건설	증기터빈, 발전기 각 2기	베트남 '몽중' 석탄 (1)	1.6	45.0%
	한화건설	276MW 보일러 증기터빈, 발전기 각 3기	사우디 '마라픽 안부2' 오일 발전담수	1.2	
2012	삼성ENG	보일러 1기, 담수	사우디 '안부3' 오일 발전담수	0.3	입찰 중
	현대건설	보일러 (입찰 중)	사우디 '제다' 오일발전	3.5	
	한화건설	보일러 (입찰 중)	모로코 'Safi' 석탄발전	2.0	

자료 : 한국투자증권

- 보일러·HRSG는 건설사가 주로 발주하여 국내기업의 해외 진출이 증가하면서 국내 건설사와 동반진출 사례 증가

< 국내 EPC 해외수주 및 발전기자재 수주액 현황 >



*발전기자재 업체수주는 BHI, 대경기계, 티에스엠텍, 신태, S&TC의 수주액의 합

자료 : LIG투자증권

- 국내기업은 HRSG·보일러 등 일부 제품외에는 기술 및 Track record가 부족하며 가격과 품질은 선진기업과 중국기업의 중간에 위치
- 가스터빈은 기술 경쟁력이 중요한 시장으로 원천기술 및 풍부한 Track record를 보유한 선진기업이 유리
 - 가스터빈은 터빈 개발에 높은 투자비가 요구되며 진입장벽이 높아 신흥국 사업자의 비중이 5% 미만(BHEL, ISKRA, 난징, Zorya)이며 소규모 터빈 중심
 - 환경규제 강화, 발전소 부지 확보의 어려움으로 단위기기 용량의 대형화를 추진하여 지멘스는 570MW(효율 60%), MHI는 670MW(효율 60%)를 생산
 - 국내기업은 원천기술 및 Track record가 부족하며 라이선스 계약으로 해외 진출에 제약요인이 있음
 - 증기터빈은 가격이 중요한 시장으로 한국기업은 Track record를 확보하면서 경쟁력을 제고하고 있으나 중국대비 가격 경쟁력은 열위
 - 보일러 및 HRSG 부분은 제품의 차별화가 어려워 가격이 중요한 시장이며 우리기업들은 HRSG 제작경쟁력 및 가격 경쟁력을 보유
 - 중형업체들이 경쟁력 있는 가격을 제시하면서 시장점유율을 확대하고 있음
 - 디젤엔진은 선박엔진 생산을 통해 규모의 경제를 달성하여 가격 경쟁력이 높은 분야이나 대부분 라이선스를 통해 생산
 - 선박발주가 감소하면서 STX엔진 등은 발전분야 비중을 높힐 것으로 예상
 - 탈황·탈질 부분은 선진기업들이 강점을 가지고 있는 분야로 한국기업의 참여가 낮은 분야

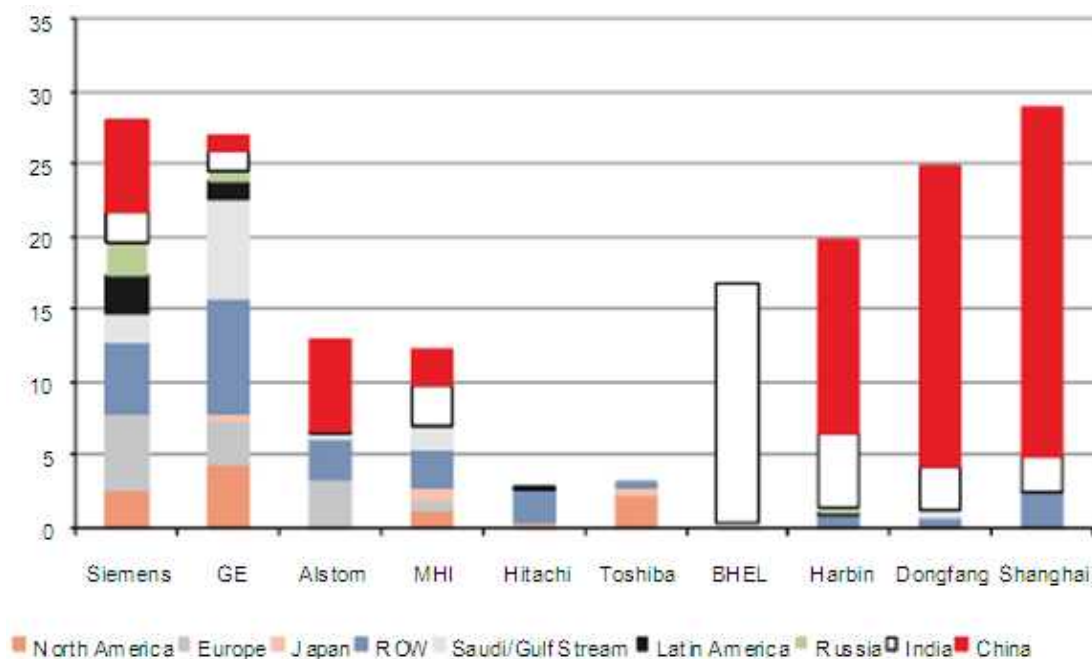
< 주요 발전기자재 경쟁력 비교 >

		선진기업	한국기업	중국기업
가스터빈	기술	●	◐	◐
	생산 및 품질관리	●	◐	◐
	가격	-	-	-
	Track record	●	◐	○
	종합	●	◐	◐
증기터빈	기술	●	●	◐
	생산 및 품질관리	◐	◐	◐
	가격	◐	◐	●
	Track record	●	◐	◐
	종합	◐	◐	◐
HRSG	기술	●	◐	◐
	생산 및 품질관리	◐	●	◐
	가격	◐	◐	●
	Track record	●	◐	◐
	종합	◐	◐	◐
보일러	기술	●	◐	◐
	생산 및 품질관리	◐	●	◐
	가격	◐	◐	●
	Track record	●	◐	◐
	종합	◐	◐	◐
엔진	기술	●	◐	◐
	생산 및 품질관리	◐	●	◐
	가격	◐	●	●
	Track record	●	●	◐
	종합	◐	◐	◐
탈황·탈질	기술	●	◐	◐
	생산 및 품질관리	●	◐	◐
	가격	◐	◐	◐
	Track record	●	◐	◐
	종합	●	◐	◐

* ● High → ○: Low

- 중국기업은 내수시장 확대에 따라 글로벌 시장점유율이 급증하였으나 저품질 제품을 생산하며 내수시장의 잠재력이 풍부하여 해외 진출은 제한적
 - 중국이 세계 발전시장의 50%를 차지할만큼 급성장하면서 중국기업의 발전기자재 수주량은 지멘스, GE와 비슷한 수준이며 Alstom, MHI보다 많음
 - Shanghai Electric, Dongfang, Harbin은 내수 비중이 절대적으로 높으며 라이선스를 통해 제품을 생산하나 생산 업력이 짧아 품질 문제가 빈번히 발생하여 해외 진출은 어려운 상황
 - 자국내 발전 기자재 수요가 확대되고 정부의 추진하에 표준화율이 높아졌으며 대량구매정책으로 주요 기자재를 낮은 원가로 대량 제작가능
 - 자국 시장이 성숙단계에 도달하면 해외 진출을 강화할 것으로 예상

< 주요 기업의 발전기자재 지역별 수주 현황*(GW) >

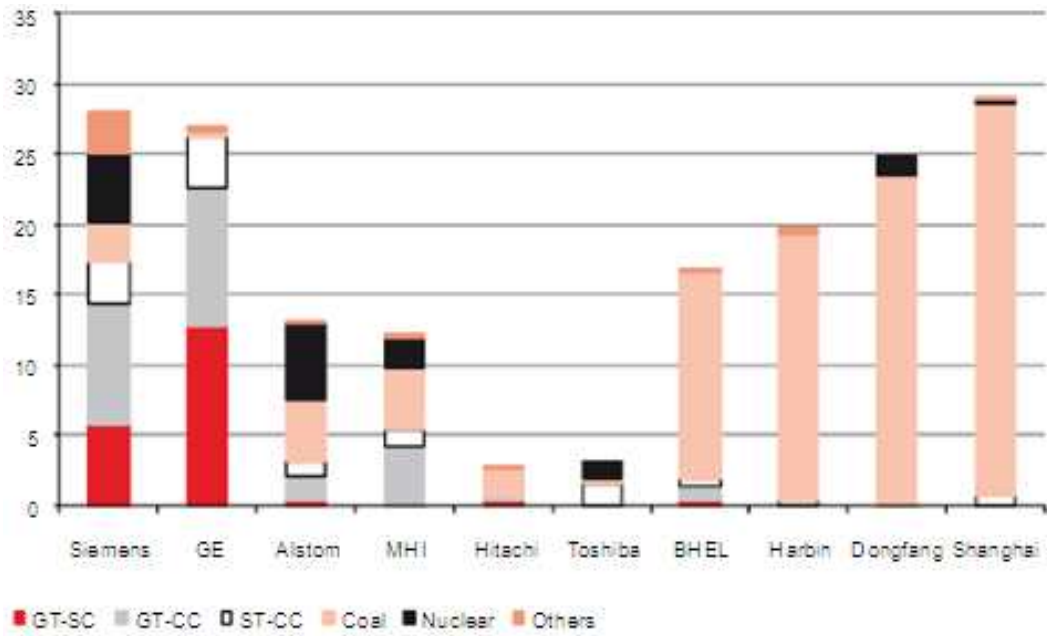


* 3년 평균(2007~2010)

자료 : McCoy data, Nomura Research 재인용

- 중국기업은 석탄화력 중심으로 가스 발전 등의 Track record는 부족

< 주요 기업의 발전기자재 Application별 수주 현황*(GW) >



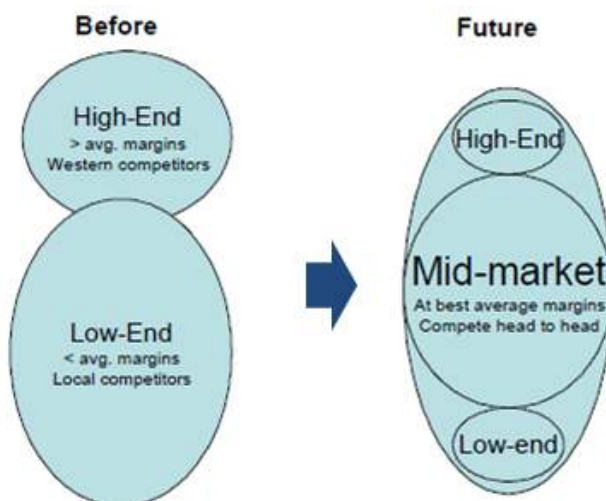
* 3년 평균(2007~2010)

자료 : McCoy data, Nomura Research 재인용

IV. 결론 및 시사점

- 우리기업의 세계 시장점유율은 확대되고 있으나 핵심기자재의 시장점유율은 아직 낮은 편으로 제품믹스 고도화 및 마케팅 역량 강화 필요
 - 기업들은 지속적으로 제품믹스를 고도화하여왔으나 금융위기이후 가격경쟁이 심화됨에 따라 고부가제품 확대를 통해 성장성 및 수익성 확보가 필요
 - 2000년초부터 BOP 제작, 2000년대중반부터 HRSG 및 보일러를 제작하였으나 중국, 인도기업이 내수시장을 기반으로 빠르게 성장하고 있음
 - 국내 EPC의 해외 플랜트 수주가 확대로 기자재 수주가 급증하면서 상당수의 Track record를 확보하였으며 이를 기반으로 자체 마케팅 역량 강화가 필요
- 국내중심의 사업구조에서 탈피하고 해외사업 Track Record를 확보하기 위해 성장성이 높은 신흥국 시장 공략 확대 필요
 - IEA는 2035년까지 세계 화력발전설비 증설량은 2,764GW이며 이중 69%인 1,916GW가 중국, 인도 등 비OECD 지역에 설치될 것으로 전망
 - 신흥국 시장의 성장으로 Mid-market이 확대됨에 따라 대용량, 원천기술보다 이들 시장에 고품질 기자재를 경쟁력 있는 가격에 공급하는 것이 중요
 - 선진기업보다 기술력은 낮으나 신흥국기업보다 제작경쟁력을 갖춘 우리기업에게 가장 적합한 시장

< 발전 기자재 시장의 변화 >



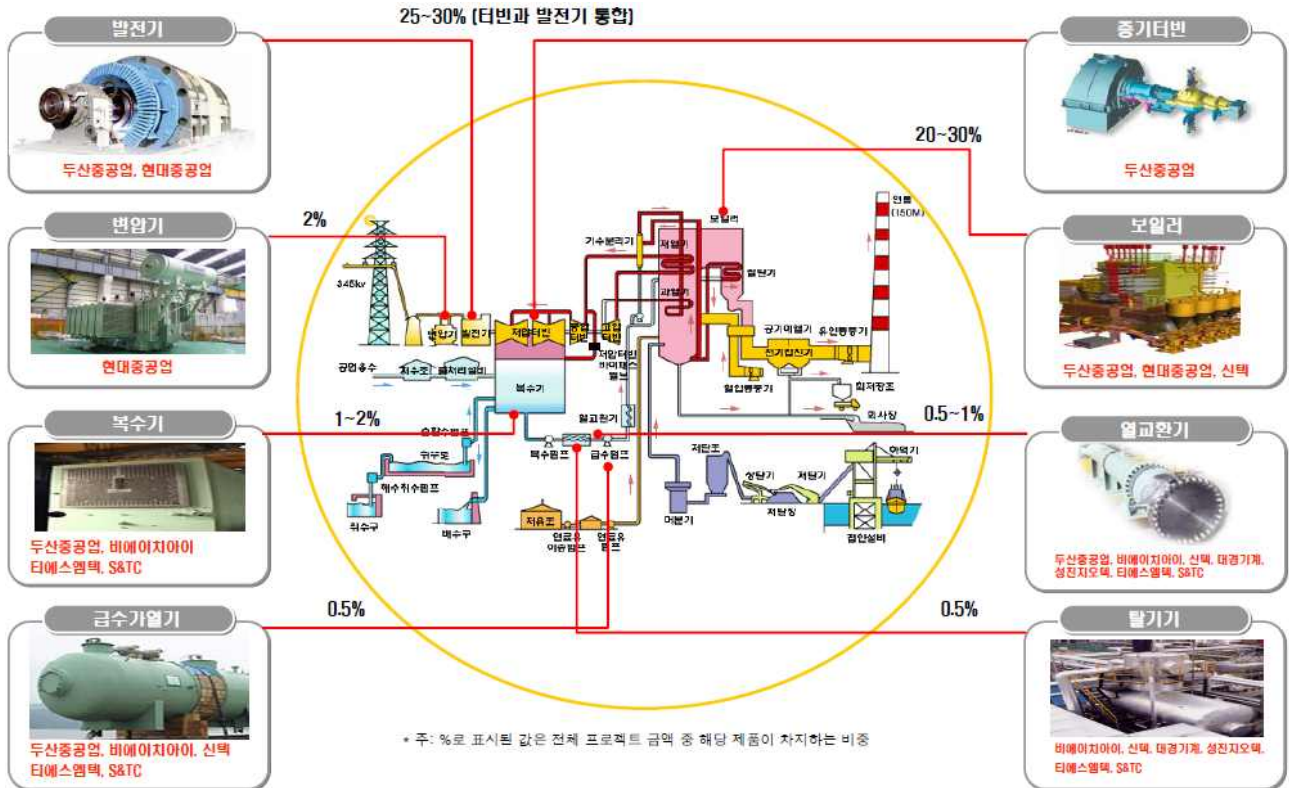
자료 : JP Morgan

- 선진기업들은 기자재 대형화 및 패키지 공급을 통해 경쟁력을 높이고 있으므로 우리기업들은 기술력 있는 해외기업 인수 및 전략적 파트너쉽 구축을 통해 경쟁력 제고가 필요
- 히타치와 미쓰비시중공업은 화력발전 사업을 통합할 계획¹²⁾이며 합병회사의 매출액은 지멘스(38조원), GE(33조원)에 이어 3위 규모(19.8조원)
 - GE와 도시바는 화력발전 설비의 개발과 판매 부분을 통합하고 2013년에 합병회사 설립 예정¹³⁾
 - 지멘스는 HRSG 전문기업인 네덜란드 NEM 인수(2011)

12) 2014년 1월 합병회사 출범 예정이며 지분율은 미쓰비시 중공업 65%, 히타치 35%

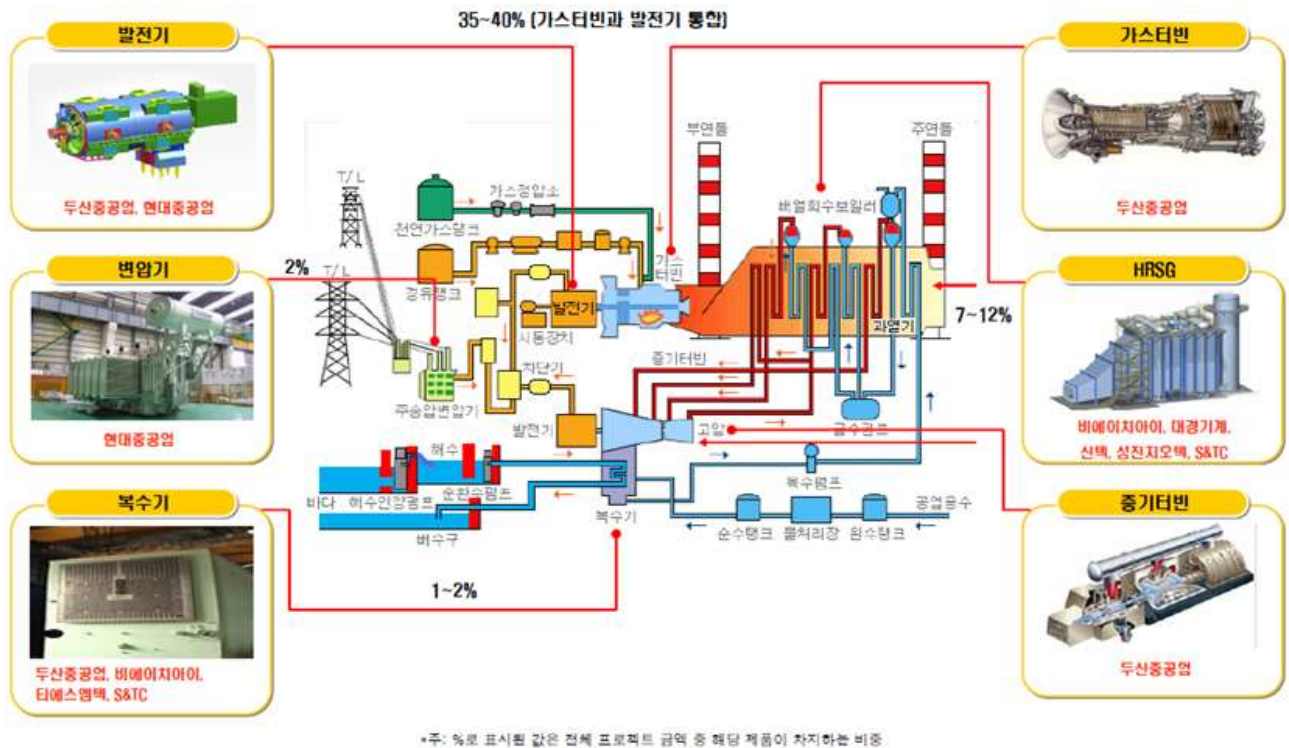
13) 합병회사의 지분율은 50:50

※ 참고 : 기력발전 계통도



자료 : 한화증권

※ 참고 : 복합화력발전 계통도



자료 : 한화증권