



Electric
Electronics
전기전자

TC동향보고서

TC 5

Technical Committee Trend Report

TC동향보고서

TC 5

Technical Committee Trend Report

Electric
Electronics
전기전자

I. 화력 분야 현황

- 1. 분야정의2
- 2. 중요성4

II. 화력 분야 산업 동향 및 분석

- 1. 시장 및 산업 동향5
- 2. 기술 발전 동향7

III. 화력 분야 국제표준화 활동 현황

- 1. 화력 분야 표준화 활동 현황9
 - 가. TC 조직 구성
 - 나. TC/SC 의장, 간사, 컨비너 등 현황
 - 다. 한국 국제표준 전문가 참여현황
- 2. 분야별 표준개발 현황 10
 - 가. 해당 TC/SC 주요 표준개발 현황
 - 나. 한국 주도 국제표준 개발 현황
 - 다. 해당 TC/SC 주요 이슈 및 동향

IV. 해당분야 국가표준 대응 활동 현황

- 1. COSD 조직 소개 12
- 2. 기술 또는 전문위원회 활동 현황 13
- 3. COSD 활동 성과 14
- 4. 2023년 COSD 제안 국가표준 리스트 15

총괄책임자

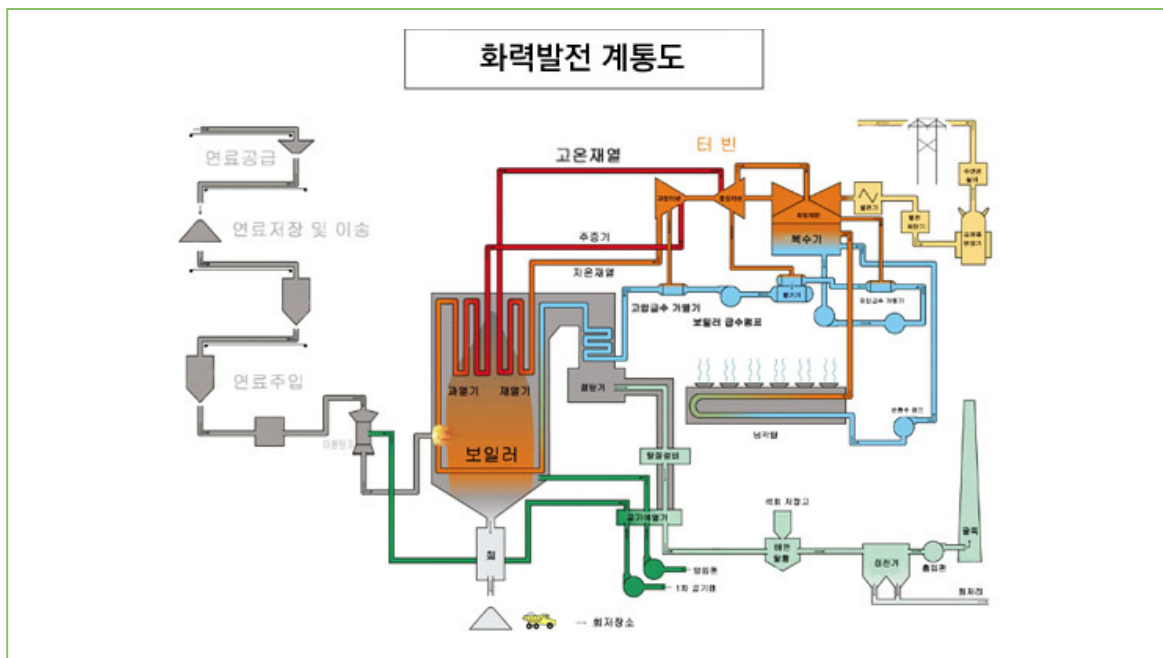
김 준 택

실무담당자

전 소 영

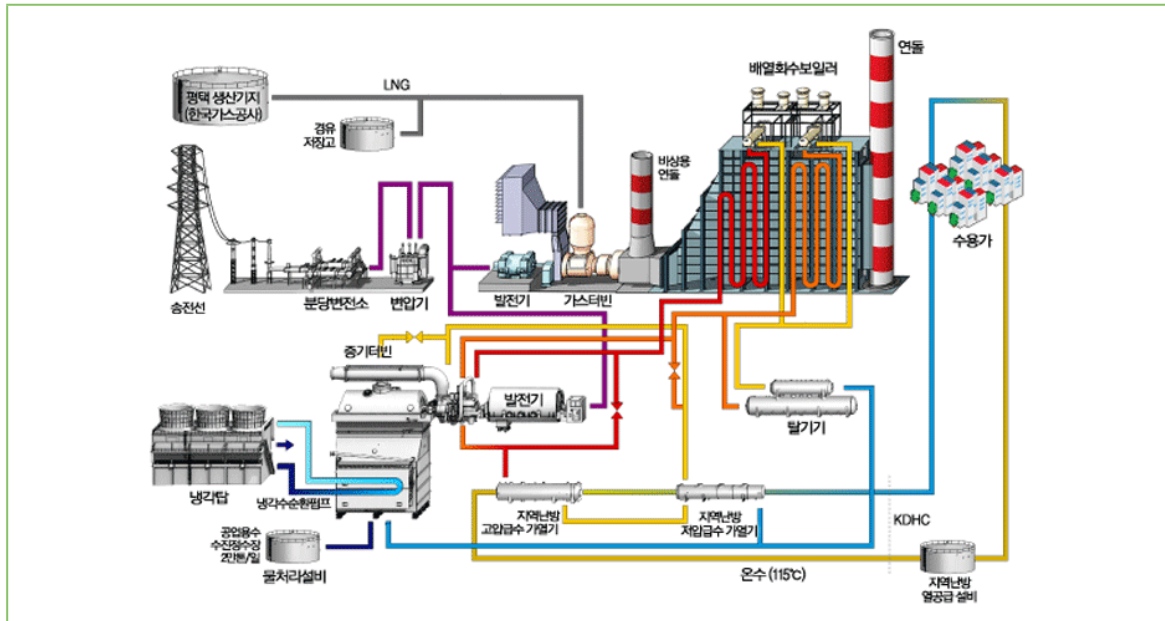
1. 분야정의

- 화력발전은 우리나라의 전력수급에 많은 양을 차지하고 있으며, 석탄, 석유, 가스 등의 화석연료를 보일러 장치로 통해 열에너지로 바꾸고, 이를 이용해 터빈을 돌려 기계적 에너지를 얻은 후 발전기를 통해 전기에너지로 바꾸는 발전을 말한다. 화력발전소의 종류로는 대표적으로 기력발전소, 가스터빈발전소, 복합화력발전소, 내연력발전소가 있다. 우리나라의 대표적인 화력발전소로 삼척화력발전소, 당진화력발전소, 울산화력발전소 등이 있다.
- 기력발전은 석탄, 석유, 가스 등의 연료를 연소시켜 얻은 열로 증기를 발생시켜 증기로 터빈발전기를 돌려 발전하는 것이다. 석탄, 석유, 가스 등의 화석연료를 통해 열을 얻고 열을 통해 수관에 있는 물을 가열시켜 증기를 발생시킨다. 생성된 증기를 과열기로 과열증기로 바꾼 후, 이를 통해 터빈을 돌려 발전하는 것을 말한다. 또한 터빈을 통해 남은 증기는 복수기로 배기 되고, 복수기에서는 증기를 냉각시켜 절탄기로 물을 공급하고 절탄기에서는 배기가스의 남은 열을 통해 급수를 예열해 발전효율을 높인다. 또한 공기에열기, 집진기, 연돌을 통해 지역난방에도 도움이 되고 있다.



[그림 1] 화력발전 계통도

- 가스터빈발전은 연료를 연소시킨 연소가스로 직접 가스터빈을 회전시켜 터빈에 연결된 발전기를 구동해 발전하는 것이다. 가스터빈은 장치가 간단하고 보조 설비가 작다는 특징이 있으며 또한, 보수가 쉽고 건설비도 싸며, 급속 기동이 가능하다는 장점이 있다.
- 복합화력발전은 가스터빈발전과 기력 발전을 조합한 형태이며 석탄, 석유, 가스 등의 화석 연료를 연소시킨 연소가스로 직접 가스터빈을 회전시켜 터빈에 연결된 발전기를 통해 일차적으로 발전한다. 그 후 가스터빈을 돌려 나온 배기가스의 남아있는 열을 이용해 배열회수보일러를 거쳐 증기를 발생시키고, 발생한 증기를 이용해 증기터빈을 회전시키며, 증기터빈에 연결된 발전기로 2차 발전시킨다.



[그림 2] 복합화력발전 계통도

- 내연력발전은 디젤 기관 등의 내연기관에서 직접 연료를 연소시켜 얻은 동력으로 발전기를 구동시켜 발전하는 방식이다. 설비가 간단하고 설비 대비 기동특성이 우수하며 효율이 높다. 일반적으로 소용량발전소, 비상용, 보조전원용으로 사용된다. 내연력발전의 원리는 피스톤의 왕복운동을 회전운동으로 변환하는 것으로 동작사이클로는 4행정 사이클과 2행정 사이클이 있다. 4행정 사이클은 흡입 - 압축 - 폭발 - 배기이며, 2행정 사이클은 흡입, 압축 - 폭발, 배기이다. 내연기관의 입구를 열어 공기를 흡입시키고 입구를 닫고 공기를 압축시키고 점화해 폭발시킨다. 그리고 출구를 열어 공기를 배출시키며 이러한 과정을 통해 발전하는 방법이다.
- 세계 여러 나라에서 전체 공급전력의 절반 이상을 차지하는 발전은 바로 화력발전이다. 우리나라 역시 화력발전이 전체 공급전력의 절반 이상을 차지하고 있으며, 화력발전은 건설비도 수력발전에 비해 싸고, 효율도 높아 많이 활용되고 있지만, 화석연료의 사용으로 인한 환경문제가 대두되고 있으므로 전력공급 문제와 환경문제를 동시에 해결할 수 있는 화력발전소 개발에 관한 관심 및 수요가 증가하고 있다.

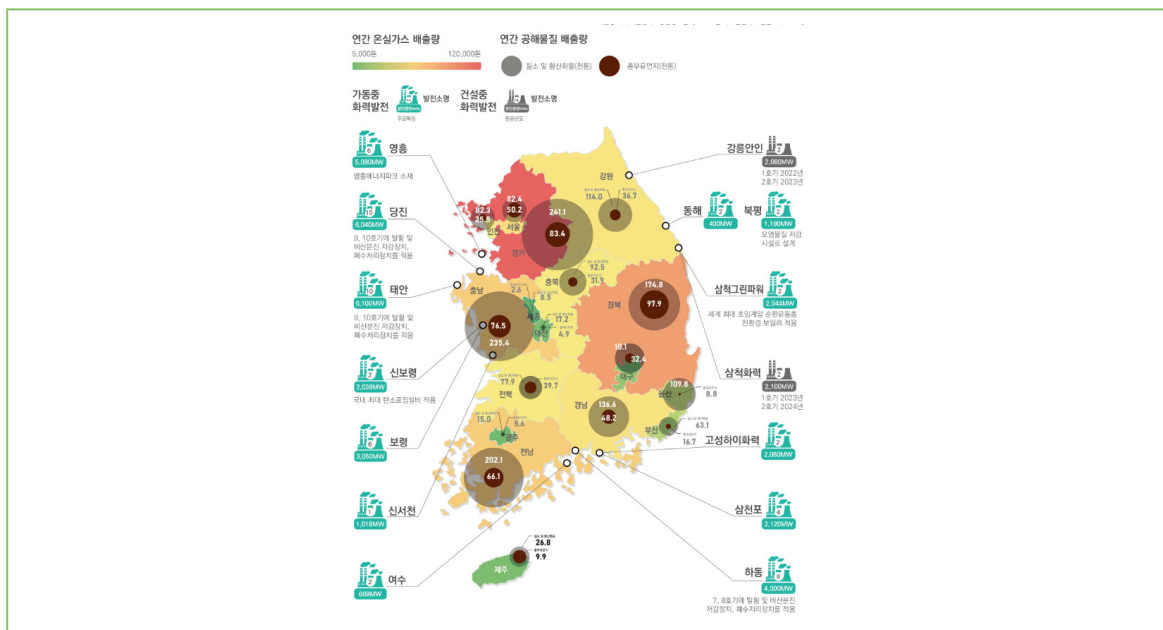
2. 중요성

- 석탄, 석유, 천연가스 등이 갖는 열에너지로, 화석연료를 태울 때 나오는 열에너지를 ‘화력에너지’라 한다. 화력발전은 이 화석연료에서 나오는 열에너지에 의해 얻어지는 동력을 이용한다.
- 화력발전소는 현실적인 측면에서 다양한 장점이 있다. 화력발전소는 원자력 발전과 수력발전과는 다르게 지형적인 요소에 제약받지 않고 건설할 수 있다. 이런 자유로운 입지선정조건에 따라 대도시, 공업단지 대소비지 부근에 건설할 수 있다. 이에 따라서 발전소에서 생산된 전력을 사용자에게 보내는 거리가 짧아 전력 송전비가 절감되어 비용적인 손실을 줄일 수 있고 다른 발전소에 비해 건설비용이 싸다는 것도 장점이다.
- 하지만 화석연료가 유한하다는 점은 화력발전의 한계로 볼 수 있다. 또한, 화석연료를 태우면서 발생하는 대기오염도 단점이다. 이런 단점을 극복한다면 화력발전은 더욱 발전할 것이다.
- 또한, 유지 및 관리 비용이 많이 든다. 지속적인 연료공급으로 인해 길게 장기적으로 총비용은 다른 유형의 발전소보다 많이 든다.
- 향후 노후화된 화력발전소를 계속 가동하면 사고 위험과 미세먼지 발생률이 급격하게 증가하게 된다.

1. 시장 및 산업 동향

가. 국내시장 및 동향

- 기후변화와 미세먼지 문제의 주요 원인으로 거론됨에도 불구하고 석탄화력발전은 아직 우리나라의 주요 전력 발전원이다. 석탄화력발전은 석유파동 이후 국내 발전 부문을 책임져 왔다. 석탄화력은 2020년 총발전량 기준 국내 발전원 중 35.6%로 국내에서 가장 큰 비중을 차지한다. 화력발전 비중은 2010년대 내내 40%대를 유지하다가 2020년에야 비로소 30%대 중반으로 떨어졌다. 기존 화력발전을 가스발전 등 오염물질 배출이 더 적은 발전방식으로 전환하는데도 석탄화력발전 비중이 일정하게 유지된 이유는 기존 전력수급계획에 따라 계획된 석탄화력발전소가 완공된 데 따른 것이다. 기존 계획에 따라 2021년 12월 현재 아직 건설 중인 석탄화력발전소도 4기 있지만 2017년 이후에는 새로 수립된 석탄화력발전소 건설 계획은 없다.
- 전국의 노후 화력발전소는 2035년까지 단계적으로 조기 폐쇄할 계획이다. 아래 그래프는 현재 발전용량과 2035년까지 폐쇄되는 발전소의 발전용량, 이에 따라 2035년 가동되는 화력발전 용량을 나타낸다. 이에 따르면 화력발전량은 2035년에는 현재의 60% 수준으로 줄어든다.



[그림 3] 지역별 화력발전소 및 대기오염 현황

- 2021년 말 기준 국내 총발전설비 용량은 134,020MW이며, 총발전량은 576,809GWh이며 - 연료원별 설비용량은, LNG가 41,201MW(30.7%)로 가장 높았으며, 다음으로는 석탄 37,338MW(27.9%), 신재생 24,855MW(18.5%), 원자력 23,250MW(17.3%) 순이다.
- 2022년 기준, 국내 석탄화력발전기는 58기가 가동 중이며, 3기가 건설 중이며, 가동 중인 발전기는 충남이 29기로 가장 많고, 그 뒤로 경남 14기, 강원 7기, 인천 6기, 전남 2기이다.
 - 신규 발전기 역시 기존에 발전기들이 집중되어 강원지역에 건설될 예정이다.
 - 발전기가 집중된 일부 지역은 그렇지 않은 지역보다 발전 사업으로 인한 건강 및 환경 피해를 볼 가능성이 크다.
- 우리나라는 최근 발표되는 여러 정책에서 노후 석탄화력발전소를 폐지 또는 가동 중단하는 등 탈석탄 에너지 전환 목표 달성을 위한 전략을 제시하고 있다.

나. 해외시장 및 동향

- 2022년 주요 화석에너지 가격은 2019년 말부터 지속된 코로나19와 2022년 초에 발발한 러시아-우크라이나 전쟁의 영향으로 최고가 갱신하고 있다.
 - 유럽 천연가스 가격(NBP, National Balancing Point)은 \$75/MMBtu 가까이 치솟았고, 아시아 LNG 현물가격도 \$60/MMBtu 중반까지 상승하였다.
 - 유럽의 가스공급 불안과 높은 천연가스 가격으로 대체 에너지원인 석탄의 수요는 증가하였으나 주요 석탄 수출국의 생산 차질, 유럽의 러시아산 석탄 수입 금지 등으로 석탄 가격은 유례없이 폭등하였다..
 - 2022년 6월 기준 호주산 연료탄(thermal coal) 가격은 \$400/ton, 원료탄(coking coal) 가격은 \$600/ton을 넘는 수준까지 상승하였다.
 - 2022년 11월 기준, 유럽의 천연가스 재고 수준이 95% 정도로 높고 온화한 기온이 예상됨에 따라 주요 에너지 가격의 급격한 상승세는 주춤한 상황이다.
- 러시아-우크라이나 전쟁이 장기화 조짐을 보임에 따라 에너지 안보의 중요성이 높아지고 있는 가운데 전 세계 석탄 수요는 단기적으로 증가할 것으로 예상된다.
 - 2022년 전 세계 석탄 수요는 전년 대비 0.7% 증가하여 약 80억 톤 수준으로 이었고 증가 추세는 2020년대 중반까지 이어질 것으로 전망되며 특히, 러시아산 PNG 공급이 불확실한 상황에서 유럽의 석탄 수요는 당분간 높을 것으로 예상된다.
 - 독일, 프랑스, 네덜란드, 스페인, 이탈리아, 그리스, 체코, 헝가리, 오스트리아 등 유럽 국가는 천연가스 소비를 줄이고 폐쇄 예정이던 석탄발전소를 재가동하거나 규제를 완화할 계획이 있다.

- 미국의 석탄화력발전량 규모는 2007년 최고점을 달성한 후 점차 감소하는 추세에 있으며 지난 2020년의 석탄화력발전량은 2007년 대비 약 38% 수준으로 감소하고 있다.
- 유럽 국가들은 기후변화 대응 정책의 하나로 강력하게 탈석탄을 추진해 왔다.
- 세계 최대 온실가스 배출국인 중국도 과거 온실가스 감축의 소극적인 태도를 바꿔 2060 탄소중립 달성을 선언하며 저탄소 산업을 통해 새로운 산업 동력을 얻으려는 행보를 보인다.

2. 기술 발전 동향

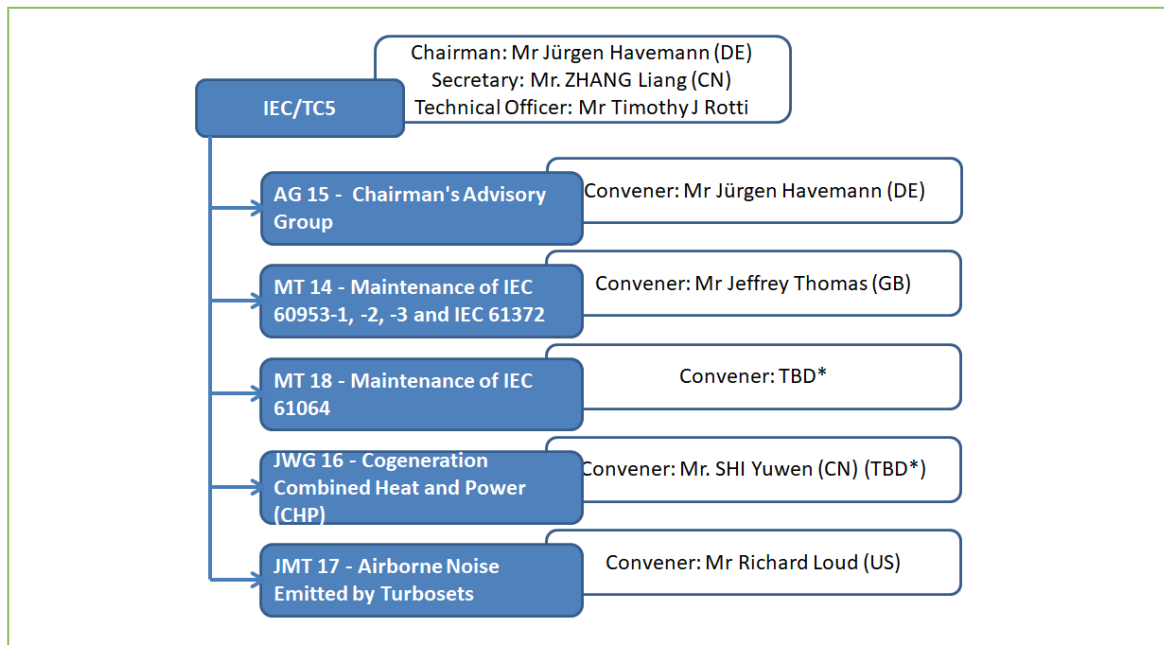
- 2021년 8월, 2050 탄소중립 시나리오 초안에서 ‘무탄소 신전원’ 이라는 용어와 함께 ‘암모니아 발전 기술’이 처음으로 등장하였다. 암모니아 혼소 발전의 기술 개념은 석탄, 바이오매스, 코크스 등 탄소계 고체 연료(대표적으로 석탄을 말한다.)를 사용하는 발전소 혹은 전력/스팀을 공급하는 열병합 발전소에서 석탄 사용량을 줄이고 감소한 석탄 열량만큼을 암모니아로 대체하여 혼합 연소시키는 방법이다. 석탄의 사용량을 줄인다는 의미는 CO₂ source인 탄소(C)가 줄어든다는 의미이며 탄소가 줄어드니 당연히 CO₂ 발생이 줄게 된다는 의미다. 여기서 2종 이상의 연료를 혼합하여 연소하는 것을 ‘혼소’라고 한다. 예를 들자면, 기존 석탄 혹은 석탄-바이오매스 발전소를 석탄-암모니아 혹은 석탄-바이오매스-암모니아로 혼소하여 감소한 석탄 사용으로 배출되는 CO₂를 감축시키는 연료전환 기술이 되겠다. 이때 무탄소 연료인 암모니아 혼소율이 증가하면 석탄 사용량을 줄일 수 있기 때문에 보통 암모니아 혼소율에 비례하여 CO₂를 줄일 수 있다.
- 재생에너지 발전은 자연환경에 의존해 전력을 생산할 수밖에 없어 전력생산 목표를 달성하기 위한 발전 설비용량은 훨씬 더 많아야 하며 기상·기후변화에 따라 발전량이 크게 변하는 특징이다. 이와 같은 간헐성을 극복을 위한 방안으로 ESS(에너지저장장치)가 구축되는 중이지만 아직은 ESS가 대용량 에너지 저장을 담당하기에는 한계가 있다. 이러한 재생에너지 발전의 간헐성을 극복하기 위해서 무탄소(수소 또는 암모니아) 가스터빈 발전이 대안으로 대두되고 있다.
- 국내의 LNG복합화력발전 가스터빈은 국내에 150기 이상 운전되고 있으며, 30분 이내의 빠른 기동시간으로 국내 첨두부하를 담당하고 있고, 대용량 발전 및 60% 이상의 높은 발전효율을 가지고 있다. 또한 전기발전과 난방열을 동시에 공급하는 열병합발전으로 운영하는 경우 90%에 근접하는 높은 에너지효율을 가질 수 있다. 무탄소 가스터빈 발전은 이러한 LNG 복합화력발전 가스터빈의 발전 연료로 사용되는 LNG(천연가스, 메탄이 주성분)를 수소 또는 암모니아 연료로 전환함으로써 탄소

배출 없이 대용량 발전이 가능하다. 이 방안이 더욱 현실적인 것은 기존의 LNG용 가스터빈 연료에 수소와 천연가스를 혼합해 사용할 수 있으며, 가스터빈 발전은 국내 발전소에서 오랜 운전 경험이 있기 때문이다. 수소를 30%까지 혼합하여 연소하는 것은 기존 가스터빈을 그대로 활용할 수 있고, 수소를 더 높은 비율 또는 100% 연료로 사용하는 가스터빈 엔진도 개발 중이다.

- 따라서 탄소중립으로 진행되는 속도에 맞추어서 현재의 LNG용 가스터빈 복합화력 발전을 순차적으로 무탄소 가스터빈 발전으로 전환하는 것이 경제적이고, 가장 효과적인 방안이다. 국내 기업에서도 기존 가스터빈을 개조해서 수소를 혼합 연소하는 발전과 100% 수소를 사용하는 가스터빈 엔진을 개발하고 있다.

1. 화력 분야 표준화 활동 현황

가. TC 조직 구성



[그림 4] IEC TC5 구성

나. TC/SC 의장, 간사, 컨비너 등 현황

- 의 장 : Mr Jeff Thomas (US)
- 간 사 : Mr Chang Fu (CN)
- 간 사 국 : 중국
- P-멤버 : 10개국(미국, 중국, 독일, 인도, 일본, 등)
- O-멤버 : 19개국(이탈리아, 한국, 러시아, 멕시코, 프랑스 등)
- 총 회 일 정 : 2022.10.25.-28(온라인)
- 2023.11.07.-10(온라인 예정)

[표 1] IEC TC5 참여국 (2023년 10월 기준)

구분	국가명
P(primary) 멤버	중국, 나이지리아, 미국, 스웨덴, 체코, 스위스, 루마니아, 인도, 독일, 일본
O(observation)멤버	이탈리아, 벨기에, 러시아, 한국, 그리스, 아일랜드, 멕시코, 폴란드, 우크라이나, 세르비아, 스페인, 핀란드, 프랑스, 노르웨이, 이집트, 이란, 영국, 헝가리, 오스트리아

다. 한국 국제표준 전문가 참여현황

- IEC의 작업에 참여하고자 희망하는 국가는 자국 내에 전기기술위원회를 구성해야 하며, 입회 시 이 위원회는 국가위원회(National Committee)로 칭한다. 각국에는 오직 하나의 국가위원회가 존재한다. 국내에서는 IEC TC5에 O-멤버, Full Member(정회원국) 지위를 확보하고 있다.
 - President : Mr Chongwook Chin
 - Secretary : Mr Jongsup Park

2. 분야별 표준개발 현황

가. 해당 TC 주요 표준개발 현황

[표 2] IEC TC5 제정 표준 8개 (2023년 10월 기준)

표준번호	표준명	STAGE	ICS
IEC 60953-0:2022 Edition 1.0 (2022-05-30)	Rules for steam turbine thermal acceptance tests - Part 0: Wide range of accuracy for various types and sizes of turbines	-	27.040
IEC 60045-1:2020 Edition 2.0 (2020-05-13)	Steam turbines - Part 1: Specifications	-	27.040
IEC 60953-1:1990 Edition 1.0 (1990-12-31)	Rules for steam turbine thermal acceptance tests. Part 1: Method A - High accuracy for large condensing steam turbines	-	27.040

표준번호	표준명	STAGE	ICS
IEC 60953-2:1990 Edition 1.0 (1990-12-15)	Rules for steam turbine thermal acceptance tests. Part 2: Method B – Wide range of accuracy for various types and sizes of turbines	–	27.040
IEC 60953-3:2001 Edition 1.0 (2001-12-05)	Rules for steam turbine thermal acceptance tests – Part 3: Thermal performance verification tests of retrofitted steam turbines	–	27.040
ISO 10494:2018 Edition 2.0 (2018-04-19)	Turbines and turbine sets – Measurement of emitted airborne noise – Engineering/survey method	–	27.040

[표 3] IEC 개발 중인 표준 1개 (2023년 10월 기준)

표준번호	표준명	STAGE	ICS
IEC 60953-4 ED1	Rules for steam turbine thermal acceptance tests – Part 4: Routine testing	ACD (Approved for CD)	–

나. 한국 주도 국제표준 개발 현황

- 한국 주도 국제표준 개발 현황에는 해당 사항이 없다.

다. 해당 TC/SC 주요 이슈 및 동향

- IEC TC 5에서 발행된 표준은 발전소에 적용하기 위한 증기터빈시장과 산업용에 관련된다. 계약에 관한 협상 과정에서 구매자와 공급자를 지원하고 주요 합격시험기준과 방법에 대해 국제적으로 합의된 근거를 제공한다. 서비스회사 및 설계분야 등과 같은 다른 분야에서도 사용할 수 있다.

1. COSD 조직 소개

○ 대한전기협회는 전기설비 분야에 대해 전문성을 가진 기관으로, 산업표준의 제정 및 개정을 효율적으로 수행하기 위하여 산업표준화법 제5조, 동법 시행령 제18조, 동법 시행규칙 제2조에 따라 국가기술표준원에 지정된 표준개발협력기관(COSD, Cooperation Organization for Standards Development)으로 IEC/TC 5, 5, 8, 45, 46, 55, 64, 81, 99, 114, 117, 123 및 ISO/TC 11, 85, 301의 표준관리업무를 수행하고 있다. 대한전기협회 COSD TC별 표준 담당 인력은 다음과 같다.

[표 4] COSD TC별 담당인력

No.	성 명	직 위	표준담당분야
1	김준택	팀장	총괄
2	류기환	차장	TC 123
3	이준선	과장	실무 및 TC 99
4	김현석	과장	TC 8
5	김해윤	차장	TC 64, TC 81
6	김경흠	팀장	TC 5, TC 114, TC 301
7	이민석	차장	TC 117
8	전소영	차장	TC 5
9	주현재	팀장	ISO TC 85
10	정원혁	차장	ISO TC 85
11	이성재	과장	TC 55
12	김유철	팀장	ISO TC 11
13	박왕수	차장	ISO TC 11
14	김지수	사원	ISO TC 11

2. 기술위원회, 전문위원회 활동 현황

[표 5] 전문위원회 명단

No.	성명	소속	직책
1	나운학	한전KPS	기술위원
2	윤의수	한국기계연구원	책임연구원
3	조형희	연세대학교	교수
4	김영준	한국수자원공사	소장
5	문승호	한국전기안전공사	부장
6	민병준	한국수력원자력	부장

[표 6] IEC TC5분야 국가표준(KS) 개발 현황

No.	표준번호	표준명	고시번호
1	KSBIIEC60045-1	증기터빈-제1부: 명세	2022-0021
2	KSBIIEC60953-1	증기 터빈의 열 인수성능 시험에 대한 규칙 제1부:방법A- 대형 응축증기 터빈에 대한 높은 정확도	2022-0659

3. COSD 활동 성과

○ COSD 활동 성과에는 해당 사항이 없다.

4. 2023년 COSD 제안 국가표준 리스트

○ 2023년 COSD 제안 국가표준 리스트에는 해당 사항이 없다.

Technical Committee Trend Report

Electric
Electronics
전기전자

TC동향보고서
TC 5