

ISO/TC 70/SC 8 내연기관 및 배출물질 측정 분야 표준화 개발 동향

이승훈¹⁾ · 최동환¹⁾한국산업기술시험원 환경기술본부¹⁾

Standardization Trend in ISO/TC 70/SC 8: Recent Development of ISO 8178-1/-4/-5 for Engine Emission Measurement and Implications for Korea

Seunghoon Lee¹⁾ · Donghwan Choi¹⁾Environmental Technology Division, Korea Testing Laboratory (KTL), Seoul, 08389, Republic of Korea¹⁾**Key words** : ISO (국제표준화기구), Standardization (표준화), Internal combustion engines (내연기관), Exhaust emission measurement (배출물질 측정), Non-carbon fuels (무탄소 연료), ISO 8178 series (ISO 8178 시리즈 표준)

* 교신저자, E-mail: slee@ktl.re.kr

한국산업기술시험원은 2024년부터 ISO/TC 70/SC 8의 표준개발협력기관(COSD) 및 국내 간사기관을 맡고 있으며 국제표준화기구 담당 분과의 총회 및 표준화 개발 제·개정 투표 등에 적극 참여하고 있다. 우리나라는 TC 70의 전체 구조 중 SC 레벨에서만 P-멤버 지위를 보유하고 있으나, TC 레벨에서도 CAG1(의장자문단)의 수소엔진 관련 신규 표준 개발과 같은 주요한 움직임에 대해 모니터링하고 배출가스 시험·측정이라는 핵심 주제에 역량을 집중함으로써 한정된 자원으로도 영향력과 기여도를 확보하는 전략을 취하고 있다.

본 연구는 ISO/TC 70/SC 8의 내연기관 및 배출물질 측정 분야에 대한 최근 표준화 개발 동향을 바탕으로 주요한 기술적 사항 및 쟁점, 표준화 전망과 아국의 연관성 분석을 다루고자 한다. ISO/TC 70 기술위원회는 왕복동 내연기관의 성능, 시험, 기타 요구사항을 포괄하며, 그 산하 SC 8 분과위원회는 배출가스 측정의 정의, 시험방법, 산출 절차와 관련된 표준화를 맡고 있다. SC 8의 대표적인 산출물인 ISO 8178 시리즈는 비도로(non-road) 엔진, 발전기, 건설·산업용 장비, 선박, 철도 등 다양한 용도의 내연기관 배출물질 시험에 널리 사용되어 왔고 여러 국가의 규제성 제도의 참조 및 준용 규격으로도 기능한다.

최근 탄소중립, 기후변화 대응, 친환경 기술개발 등의 글로벌 기조에 따라 수소, 암모니아, 메탄올 같은 무탄소 연료의 내연기관 적용에 대해 시험평가 및 측정 기법 관련 국제표준 개발 수요가 제기되어 왔다. 이러한 배경에서 SC 8의 최근 표준화 개발 동향을 살펴보면 ISO 8178-1/-4/-5 세 파트의 동시 개정이 가장 큰 이슈로 부상하였다.

ISO 8178-1은 시험실에서 엔진의 가스상 및 입자상 배출물을 측정하는 절차와 시스템 요건을 다루고 있다. 개정안은 무탄소 연료를 사용하는 경우에 대한 측정 및 결과해석의 정확성을 확보하기 위한 기술적 사항들이 포함되는 모습을 보인다. 특히 기술적 주요 변경 사항으로 무탄소 연료 특성을 반영한 시험절차 보완, 추가적인 배출물 측정항목 도입, 입자상물질(PM) 및 입자수(PN) 측정방법 개선, 희석 샘플링 시스템 개선 등을 다루었다. 참조 성격의 Annex G 신설을 통해 배출물 측정의 시스템 및 세부 절차를 탄소기반 연료와 무탄소 연료로 나누고 있으며, 연료의 수소 대 탄소(H/C) 비율이 6을 초과하는 경우 무탄소 연료의 시험평가 기준을 적용함을 제시한다. 무탄소 연료의 연소 특성상 생성물로 물이 상대적으로 많이 생성되므로 측정기 및 희석·샘플링·분석 시스템의 고습도 조건 대응을 위한 요건과 일부 분석기의 경우 수분 간섭 시험을 강화하였다. 또, 암모니아, 아산화질소, 수소 등 무탄소 연료에 의한 새로운 배출물질과 PM 및 PN의 측정, 분석 방법 및 장비 요구사항이 보완되었다. 이전의 2020년판에서도 일부 항목이 소개되었으나 이번 개정안은 관련 측정기기 종류와 절차를 더 상세히 규정하고 있다. 다만 개정안에 대한 SC 레벨 P-멤버 회원국 간 합의에 도달하지 못해 위원회안(committee draft, CD)의 재보완 결정이 내려졌다.

ISO 8178-4는 다양한 엔진의 정상상태 및 과도상태의 시험 사이클과 각종 세부 절차, 산출식과 인자 등을 다루고 있어 표문 문서의 분량도 긴 편에 해당한다. 이번 개정안의 기술적 이슈는 크게 무탄

소 연료 및 이중연료를 사용하는 경우에 대한 배출량 산출 방식과 공기유량 측정이 불가한 대형엔진의 oxygen-balance 계산 허용, NOx·PM·PN 산출식의 변경 및 보완, 시험 사이클의 일부 용어나 적용 조건의 보완, 배출량 산정 시 대기·흡입 공기의 온습도 보정 방안 강화 등으로 구성된다. 그러나 ISO 8178-4도 2025년 중 시행된 CD 투표에서 부결 후 보완 과정을 거치며 이르면 연내 CD 재투표가 예상된다.

반면, ISO 8178-5 개정안은 CD 가결이 이루어졌는데 2021년 4판을 대체하는 5판으로서, 주요 변경 사항은 세 가지 무탄소 연료 항목의 추가이다. 즉, 배출가스 시험용 연료 규격에 수소(H₂), 암모니아(NH₃), 메탄올(CH₃OH)이 포함되었다. 수소에 대해서는 ISO 14687:2024 (수소연료품질) 개정으로 인한 수소 연료의 품질 분류를 반영하여 내연기관 적용 수소연료인 Grade F가 새롭게 정의되었다. 이동수단(차량용)에는 Grade F-1, 고정식 엔진용에는 F-2로 구분된다. Grade F-1은 연료전지 차량용 Grade D에 준하는 품질이나 수분 함량 등 일부 기준이 있고, Grade F-2는 수분 함량 제한이 생략되어 있다. 암모니아 연료에 대해서는 현재 상용/농업용 무수암모니아 99.5%가 널리 공급됨을 고려하여 이러한 수준의 최소 순도 조건을 충족하는 참조 연료를 정의하였다. 또, 수소 연료와 동일하게 무탄소 연료를 사용할 경우 배출시험 결과와 함께 연료의 분석 특성을 국제표준에서 제시하는 항목과 형식에 맞추어 보고해야 한다. 메탄올 연료는 해운 및 비도로 분야에서 친환경 대체연료로 부각된 데 따른 것으로 ISO 6583:2024(선박용 메탄올 연료규격)을 참조하여 MMA, MMB, MMC 3가지 등급으로 구분하였다.

이러한 국제표준 개발 동향은 국내 표준·인증·규제/정책에 직접적인 영향을 끼친다. 우선, KS 국가표준의 부합화 측면에서 ISO 8178 시리즈 개정판이 발행 단계에 들어서면 신속한 수용이 필요하다. 국내의 여러 인증과 규제성 시험, 검사가 국제표준을 준용하여 세부 규격이 마련되는 경향이 있기 때문에 국제표준에서 제시하는 기술 수준에 대해 국내 산업계 반영 및 대응의 수월성을 확보해야 한다. 또한, 정책 측면에서도 무탄소 연료 도입에 따른 시험 사이클, 측정분석 항목 및 산출 과정 등에 대한 변경 사항을 사전에 검토하고 관련 시험법이 KS로 안정화되는 시점과 규제 로드맵의 변곡점을 정합시키는 일정 관리가 필요할 수 있다.

Acknowledgement

본 연구는 산업통상자원부 한국산업기술진흥원 「친환경선박 전환대응 미세먼지저감 성능평가기반 구축 사업」(P0021935) 및 국가기술표준원 「국가표준 개발사업」(교통환경 분야 국가표준 제·개정안 및 6차 국가표준기본계획 개발)의 지원으로 수행되었습니다. 이에 감사드립니다.



Photo 1. ISO/TC 70 Organizational structure