

환경규제 강화에 따른 항공기 배기가스 배출기준 개정 방안 연구

노지섭 · 김경수 · 남영우[†]

경상대학교 기계항공공학부

New Requirements of Environmental Standard for Aircraft Engine Exhaust Emissions

Ji-Sub Noh, Kyeong-Su Kim and Young-Woo Nam[†]

School of Mechanical and Aerospace Engineering, Gyeongsang National University

Abstract

In this paper the new revision of Korean Airworthiness Standards (KAS) - Emissions was proposed for enforced environmental standards. The Aircraft Engine Fuel Venting and Exhaust Emissions Requirements have been only defined for smoke, HC, CO and NOx as management items in previous KAS. However, this standard has not covered the current situation that International Civil Aviation Organization (ICAO) and United States Environmental Protection Agency (EPA) enforced environmental regulations, such as emissions trading system, limitation of CO₂ emissions and restriction of exhaust gas. In order to overcome these outdated situations, we presented the new requirements for aircraft exhaust gas emissions standard of Korea based on the latest standards of United States, Europe and other countries.

초 록

본 논문에서는 항공기 인증 절차에 포함되는 형식증명을 위한 항공기 기술기준의 새로운 정립에 대한 개정안을 제안하였다. 기존 항공기 엔진의 연료 및 배기가스 배출기준(Part 34)은 관리 대상 항목을 매연과 불연소탄화수소(HC), 일산화탄소(CO) 그리고 질소산화물(NOx)로 한정하고 있다. 하지만 이 항목들은 최근 기후변화에 따른 국제민간항공(ICAO)의 항공기 탄소배출 제한, 미국환경보호청(EPA)의 항공기 배기가스 규제 추진 등 환경규제가 강화되고 있는 시대 흐름을 담아내지 못하고 있다. 따라서 본 논문에서는 이러한 한계점을 현대화된 국제기준에 맞도록 보완하기 위해서 미국, 유럽 등의 배출기준을 근거로 항공기 배출가스에 대한 기술기준을 새롭게 제안하였다.

Key Words : Aircraft Engine Exhaust Emission(항공기 엔진 배기가스), Greenhouse Gas(온실가스), Aircraft Certification(항공기 인증), Airworthiness Standards(항공기 감항기준), Air Pollution(대기오염)

1. 서 론

항공기 인증은 ‘형식증명’, ‘제작증명’, ‘감항증명’과 같이 세 가지 종류 및 단계로 나뉘어 추진된다. 항공안

전법 제20조에 따르면 항공기, 엔진, 프로펠러를 제작 하려는 자는 형식증명(type certification)을 통해 설계에 관하여 국토교통부령으로 정하는 바에 따라 해당 항공기 기술기준(감항기준)에 적합함을 확인받아야 한다.

우리나라 항공기 배출기준(KAS) Part 34에서는 항공기 엔진의 연료, 배기가스 배출기준에 대한 항목으로써 매연, 불연소탄화수소(HC), 일산화탄소(CO), 질소

산화물(NOx)을 명시하고 있다. 하지만 이 항목들은 현재 저비용 항공사의 출현으로 빠르게 급증하고 있는 승객 수송 부문의 항공기 온실가스 배출량의 문제점을 해결하지 못한다. 이러한 최근의 항공 수요 증가는 국제항공운송 부문의 이산화탄소(CO₂) 배출 증가로 인한 기후변화 영향이 커질 것으로 예상된다. 이로 인한 기후변화 문제가 국제적으로 대두되고 있음에도 불구하고 현재 우리나라의 기후변화 대응지수는 60개의 국가 중 58위를 기록하는 평가를 받고 있는 상황이다[1].

또한 유럽연합(EU) 집행위원회에서는 전 세계의 항공기 온실가스 배출량이 1990년과 2002년 사이에 약 70% 증가하였다고 발표하였고, IPCC에서는 2050년까지 항공기에서 배출되는 온실가스가 2.6배에서 최대 11배까지 늘어날 것으로 예상하였다[2].

위와 같은 시대 흐름에 맞추어 세계 대형 항공사들이 탄소 감축에 대한 목표를 각기 제시하고 있지만, 기후 변화에 대응하는 노력에 관한 결과는 사실상 부족한 상황이다. 영국 런던정경대 그랜섬 연구소에서 발표한 세계 20대 상장 항공사의 기후변화 대응 현황에 관한 보고서에서는 2017년 기준 우리나라 항공사인 대한항공이 승객 1인의 비행거리 1 km 당 이산화탄소 배출량이 171 g으로 가장 높은 것으로 나타났다[3]. 이는 우리나라가 계획하여 UN에 제출한 2030년까지의 온실가스 감축목표를 배출 전망치 대비 37%를 만족시키기 위해서는 항공 수송 부문에서 상당량의 감축량을 분담하여야 하는 것을 보여준다[4].

최근까지 항공기 배출물로서 온실가스와 대기오염 물질의 산정방법 및 그 영향에 대한 연구가 수행되어 왔다[5]. 그러나 현재까지 항공기 온실가스 배출량을 줄이기 위한 인증제도 규제 혹은 그 산정방법에 대한 정립이 이루어지지 않은 상태이다. 이러한 상황에서 항공기로 인한 환경의 영향을 줄이기 위한 새로운 항공기 배출가스 기술기준에 대한 연구가 필요하다.

따라서 본 논문에서는 미국, 유럽 등 항공선진국의 항공기 배기가스 배출에 대한 사례로부터 환경규제 강화에 따른 온실가스 배출량 감소를 목적으로 국내 항공기 기술기준(배출기준)에 대한 개정안과 이를 효과적으로 시행시킬 수 있는 정책을 마련하였다.

2. 항공기 CO₂ 배출 동향 및 대응사례

국제민간항공기구(ICAO), 미연방항공청(FAA), 유럽항공안전기구(EASA)에서는 항공기의 연료 및 배기가스 배출에 관련한 기준을 제정하고 배출량에 대해 규제하고 있다. 또한, 여러 나라들은 현재 온실가스 감축 수단으로 다양한 조합의 정책을 수립하고 있으며 지속적인 연구를 수행하고 있다.

항공교통 부문의 배출가스는 크게 이산화탄소(CO₂), 이산화황(SO₂), 질소산화물(NOx) 등의 세 가지로 구분되는데, 이를 추정하기 위해서는 IPCC 가이드라인의 Tier 1, 두 개의 Tier 2(Tier 2a, Tier 2b), 그리고 Tier 3 방법이 사용된다. 이 네 가지 방법 중 온실가스 배출규모 추정 시 선택하는 방법은 자료 유용성에 따라서 결정된다. 가장 간단한 방법은 Tier 1이며, 항공기 연료 총액에 배출가스 배출계수를 곱하여 도출한다. Tier 2는 보다 정교한 방법으로 이착륙 사이클을 배출량 추정에 반영하여 순항과 이착륙 단계로 나누어 각각 배출 계수를 곱하여 도출한다. Tier 3은 개별 비행 단계에 대한 배출가스를 계산한다. 높은 단계의 방법을 사용할수록 추정의 정확성을 높일 수 있다. Fig. 1은 IPCC 가이드라인에서 제시한 사용 가능한 자료에 따른 배출가스 규모 추정방법을 선택하는 구조를 제시한 것이다. 현재 우리나라는 배출가스를 산정하는 데 있어서 Tier 2b 방법을 사용하고 있다.

최근에는 미국, 영국, 유럽연합(EU) 등에서 항공배출시뮬레이션 모형을 개발하고 이를 항공기로부터 온실가스 배출량 추정 및 정책개발 등에 활용하고 있다. 대표적인 시뮬레이션 모형은 AERO2K와 SAGE 등을 들 수 있는데 이의 목적은 항공기 전체 운항에 대해 항공기 배출가스를 추정하여 환경적인 영향으로 CO₂의 배출량을 평가할 수 있도록 구축하는 것이다.

따라서 국내 여건에 부합하는 항공기기술기준의 개선과 온실가스 배출량을 줄일 수 있는 정책 대안을 구축하기 위해서 항공 선진국의 사례를 살펴보고 국내 현황과 비교하였다.

2.1 국제민간항공기구 배출기준

국제연합(UN)은 국제항공운송과 관련된 온실가스 감축문제를 ICAO가 다루도록 위임하여 ICAO는 이에 CAEP(Committee on Aviation Environmental

Protection)을 설치하여 응하고 있다. 과거 ICAO에서는 현재 우리나라의 항공기 배출기준과 같이 항공기 엔진 배기가스 국제 표준으로 매연, NOx 등으로 한정하였지만 최근 환경문제에 대한 세계적 관심이 높아짐에 따라 새로운 국제적 표준이 필요하다. 따라서 ICAO는 온실가스에 대한 대응책으로 기존에 유해물질 배출 (Volume II) 부분을 다루고 있지 않은 부속서 16을 보완하기 위해 2017년 7월에 새로운 항공기 이산화탄소 배출표준(Aeroplane CO₂ Emission) Volume III로 채택하며 항공기의 이산화탄소 배출이 향후 인증 절차에 한 부분으로 자리 잡을 것이라고 발표하였다. 또한 ICAO는 회원국들에게 매 3년마다 항공부문 온실가스 감축을 위한 국가이행계획을 제출할 것을 권고하였다 [6].

ICAO는 민간항공의 온실가스 배출을 줄이거나 제한하는 정책에 대해 세 부분으로 나누어 연구를 진행하고 있다. 이는 향상된 엔진 또는 기체 설계를 포함한 기술과 표준, 직선적 경로설정 같은 운영 기준 그리고 배출가스 관련 세금과 배출가스 거래 같은 시장기반 대안 등으로 나누어진다.

이와 같이 ICAO는 신규로 제정된 표준을 2020년 이후 생산되는 모든 유형의 엔진에 적용하는 것을 권고함으로써 항공기 이산화탄소 배출에 대한 기준을 강화하였다. 또한, 세부적인 정책 대안을 연구하면서 보다 효율적 목표 달성에 대해 환경적 이익 획득 방안을 강구하고 있다. 이러한 ICAO의 새로운 부속서 개정안 발표는 국제항공 부문의 온실가스 배출량을 관리하기 위해 각 회원국의 항공기 배출기준에 최신 개정된 부속서 16 Volume III의 CO₂ 항목 반영의 필요성을 제기한다.

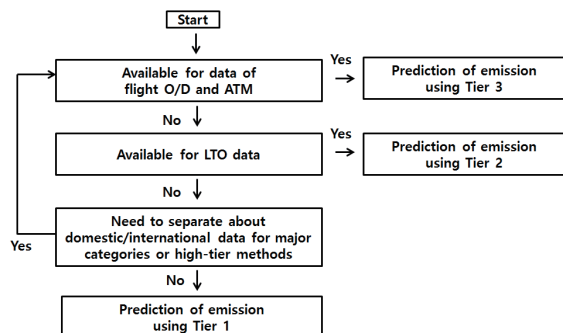


Fig. 1 Process for Aircraft Emissions Prediction

2.2 미국 연방항공청 배출기준

미국 연방항공규정 FAR(Federal Acquisition Regulation) Part 34에는 터빈엔진 항공기의 연료와 배기가스 배출물에 대한 요건을 다루며 각 항목은 다음과 같다.

- A. General Provisions
- B. Engine Fuel Venting Emissions
(New and In-Use Aircraft Gas Turbine)
- C. Exhaust Emissions
(New Aircraft Gas Turbine Engines)
- D. Exhaust Emissions
(In-use Aircraft Gas Turbine Engines)
- E. Certification Provisions
- F. Reserved
- G. Test Procedures for Engine Exhaust Gaseous Emissions
(Aircraft and Aircraft Gas Turbine Engines)

배출물에 대한 기준이 명시되어 있는 Sec. 34.21에는 우리나라와 같이 이산화탄소를 제외한 매연지수, NOx, HC 등의 산정방법과 제한 값을 규정하고 있다. FAR은 Part 34의 Definitions에서 적용 시점을 2008년 6월로 정한 것으로 보아 ICAO 부속서 16의 제6차 개정판을 기초로 개정된 것으로 보인다. 하지만 미연방항공청은 ICAO가 최근 개정한 CO₂에 대한 새로운 요건 개발에 참여하였고, 이외에도 환경친화적 항공산업을 형성하기 위한 여러 노력을 진행 중인 것으로 미루어 볼 때 추후 개정될 ICAO 부속서 16의 CO₂ 관련 요건을 배출기준에 반영할 것으로 보인다[7].

미국의 환경보호청(EPA)은 2010년 1월부터 연간 2만 5,000 ton 이상의 이산화탄소를 배출하는 미국의 대형 산업에 대한 ‘온실가스 배출량 보고(Greenhouse Gas Reporting Program)’ 의무화를 실시하고 있다. 이후 탄소배출오염 규제기준(Carbon Pollution Standard)을 발표하면서 이산화탄소 배출량 감축 정책에 대한 의지를 보였다.

또한 미국은 다수의 주 정부가 개별적으로 혹은 연대하여 다양한 온실가스 규제 프로그램을 추진하고 있다. AFP(Airspace Flow Program) 실행, 지상지체(ground delay)의 효율적인 이용, 항공교통 조절설비

들에 URET(User Request Evaluation Tool) 설치 등 효율적 방안의 실행으로 상당한 저감 효과를 가져왔다 [8].

2.3 유럽항공안전청 배출기준

유럽항공안전청(EASA) CS-34에는 2013년에 1차 개정을 통해 'Easy Access Rules for Aircraft Engine Emissions and Fuel and Fuel Venting' 부분이 완성되었다. 이 역시 이산화탄소 배출기준이 반영되지 않았으며 근거문헌이 ICAO 부속서 16의 3차 개정판으로 명시되어 있는 것으로 보아 ICAO 최신 국제표준(9차 개정판)이 반영되지 않은 것으로 판단된다. 하지만 EASA는 최근 항공기 이산화탄소 배출물에 대한 국제적 표준을 검토하고 있는 ICAO 위원회에 기여하기 위해서 가장 적극적인 입장을 고수하고 있다.

'스마트 환경 기준(Smart Environmental Standards)'은 항공기와 엔진 설계를 통합하여 배출량 감소 기술을 적용한 환경 기준으로 EASA가 개발 중에 있다고 발표한 바 있다. EASA는 또한 ICAO 표준을 지원하는 워킹 그룹에 속해 있으며 2012년부터 UN의 온실가스 배출 감축 정책에 항공분야를 편입하기 위하여 지침을 채택하였다. 2012년부터 자국 내 발·착하는 항공기를 대상으로 하여, 항공기 온실가스 배출량을 제한하기 위한 정책을 마련하여 이행하도록 하였다. 이에 따라 2010년에 우리나라 항공사인 대한항공, 아시아나항공, 제주항공은 국토교통부와 함께 온실가스 배출 저감을 위한 양자 간 협정을 체결하여 연간 2%의 연료를 절감할 것을 약속하였다[9].

2.4 우리나라의 배출기준

가장 최근 2018년에 개정된 우리나라 항공기 기술 기준은 소형 비행기 감항기준(Part 23)을 소형비행기의 성능과 위험수준에 따라 적용하는 방식으로 개정된 것이며 항공기 엔진 배기가스 배출기준을 다루는 Part 34의 내용은 변함이 없다. 이산화탄소를 제외한 매연, HC, Co 그리고 NO_x에 대한 배출기준 요건만을 규정하고 있는 우리나라의 Part 34는 2014년 1월 개정된 이후 큰 개정 없이 현재까지 유지되어 왔다. 이는 현대화에 따른 새로운 개정안을 발표한 ICAO의 국제표준과 같이 우리나라의 배출기준에도 반영이 필요함을 보

여준다.

Table 1에서는 우리나라의 국제선 기준 항공기 운항으로 인한 탄소 배출량에 대한 계획과 감축률에 대한 예상치를 보여준다. 정부는 수송 부문에서 2020년 BAU(Business As Usual) 대비 34.3% 감축으로 가장 강력한 감축목표를 설정하였다[10].

Table 1 Prediction of CO₂ Emissions and Plan for Reduction

구분/년도	2015	2020	2030	2050
예상 탄소배출량	1,862	2,096	2,564	3,500
탄소감축량	122	258	522	1,052
총 탄소배출량	1,740	1,838	2,042	2,448
감축률(%)	6.6	12.3	20.4	30.1

(단위: 국제선, 만 CO₂ 톤)

3. 우리나라 배출기준 개정 방안

3.1 국내 배출기준의 문제점

온실가스 감축을 위해 사용할 수 있는 다양한 정책 수단은 크게 나누어 경제적 유인이 없는 직접규제와 시장 메커니즘을 이용한 경제적 유인정책으로 구분할 수 있다. 직접규제에는 배출기준(emission standards) 등이 포함되며, 경제적 유인정책에는 온실가스나 생산물의 가격변화를 통해 배출규제를 달성하고자 하는 탄소세와 같은 부과금 제도, 보조금 제도 그리고 배출량을 수량적으로 제한하는 배출권 거래제가 이에 속한다. 이외에도 최근에는 온실가스 배출 기업들을 중심으로 자발적인 감축 목표 설정을 통해 온실가스를 감축하는 자발적 협약의 중요성이 커지고 있다[11].

현재 우리나라는 항공기기술기준에 CO₂와 관련한 규정이 명시되어 있지 않아 직접규제가 필요한 상황이다. 또한, 직접규제를 통한 제정안 마련 후 이를 뒷받침하기 위해 온실가스 배출을 감축시킬 수 있는 정책 마련이 부족한 상황이다. 따라서 국제적 표준을 기반으로 구체적인 배출기준 제정안 마련과 현재 세계 CO₂ 배출량 1위를 기록하고 있는 우리나라의 항공사를 포함한 온실가스 배출 기업 중심의 자발적 협약과 기술 확보를 통한 정책 수행이 필요하다.

3.2 항공기 배출기준 개정 제안

기후변화에 대응하기 위한 국제적 표준과 정책대안을 국내 현황과 비교분석하여 도출된 문제점에 대해 다음과 같이 개정 방안을 제시하고자 한다.

첫째, 현재 항공기 배출기준 Part 34에 ICAO 표준서 16과 같이 연료 소모량을 기반으로 새로운 CO₂ 배출 관련 요건을 만들 것을 제안한다. KAS Part 34의 Subpart C는 배출기준을 적용한 인증에 관한 내용을 명시하고 있다. 이에 Sec. 34.32 일반사항 부분에 관리 대상이 되는 가스배출물 부분에 네 번째 요소로 CO₂가 추가되어야 한다. 또한, CO₂ 방출량 측정 계산식과 그에 따라 산출된 값을 규제할 수 있는 최대 허용 CO₂ 방출 값을 각각 Section 34.4 적합기준과 Section 34.35 가스배출물 규제수준에 새로운 항목으로 추가할 것을 제안한다. KAS Part 34 배출기준에 대한 새로운 개정안을 다음과 같이 정리하였다.

① 34.32 일반사항

- (1) 매연
- (2) 가스배출물
 - (i) 불연소탄화수소(HC)
 - (ii) 일산화탄소(CO)
 - (iii) 질소산화물(NOx)
 - (iv) 이산화탄소(CO₂)

② 34.4 적합기준

이산화탄소(CO₂)= 0.764

③ 34.35 가스배출물 규제수준

(b) 규제수준

$$\text{이산화탄소(CO}_2\text{)} : \frac{(\frac{1}{SAR})_{avg}}{RGF} = 0.764$$

- SAR: Specific Air Range from measured data
- RGF: Reference Geometric Factor

둘째, 항공사 각자의 이산화탄소 배출 감축 노력이 필요하다. 기업 및 사업장과 정부가 온실가스 감축목표와 방안을 자발적으로 협의하여 추진하는 정책이 요구된다. 최근 선진국 기업들 중심으로 온실가스 감축을 위해 널리 도입되고 있는 이 방안으로 기업의 특성이 다양하게 반영되고 효율적 감축 방안의 도출이 가능할 것으로 보인다. 실제 1단계 항공부문 온실가스 자발적 협약에 참여한 항공사는 대한항공, 아시아나항공, 제주항공이 있었으며 지난 3년간(2007~2009) 연평균 연

료효율 대비 개선치를 기준으로 자발적 감축목표를 설정하고 세부적 이행방안을 통해서 1년간 감축활동을 전개한 바 있다. 향후에도 많은 항공사들의 자발적 협약을 통한 온실가스 감축활동 전개는 중요시될 것이다.

셋째, 국외 사례와 같이 실제 이산화탄소 배출량 통계 작성 및 체제 구축을 위한 항공 배출 시뮬레이션 모형 개발은 현시점에서 불가피하다. 미국, 영국, EU 등에서 항공배출 시뮬레이션 모형을 개발하고 이를 항공기로부터 온실가스 배출량 추정 및 정책개발 등에 활용하고 있다. 뿐만 아니라 호주도 자국을 운항하는 항공기를 대상으로 한 시뮬레이션 모형을 개발하여 활용 중이다. 이와 같이 항공배출 시뮬레이션 모형을 통해서 향후 국제적으로 항공기 온실가스 배출량을 검증하는 작업에 대한 활용이 필요하다. 항공기 온실가스 산정 및 감축 목표를 설정하고, 이를 이행하는 데 있어서 관리체계를 확립함으로써 국제항공 기후변화에 대한 대응력을 확보할 수 있을 것으로 기대된다.

따라서 항공기 기술기준의 항공기 연료 및 배기가스 배출기준을 다루는 Part 34의 개정을 통해 의무화를 시킨 후 이를 뒷받침할 수 있는 정책 도입으로 최종적 목표인 이산화탄소 배출량 감축으로 인한 기후변화에 영향을 줄일 수 있다.

3.3 개정 후 기대효과

ICAO 부속서 기반의 우리나라 배출기준 제정을 통한 직접규제는 정책 목표를 명확히 규정할 수 있으며 정부가 손쉽게 도입하여 실행할 수 있는 정책 및 기술적 수단이므로 KAS Part 34 개정안을 의무적으로 준수하게 하여 배출량 감축을 도울 수 있다.

또한 항공분야 온실가스 자발적 감축협약을 통해 기업들은 각자의 온실가스 저감비용을 정확히 파악하고 최소비용을 투입하여 경제적 효율성을 달성할 수 있을 것이다.

뿐만 아니라 항공교통 부문 배출가스 관련 각종 측정, 검증 자료들을 구축하고 감축 목표를 항공사들과 협의 후 설정하며, 항공사 특성에 맞는 인센티브 개발, 결과 보고 및 모니터링 활동 수행이 필요하다. 항공 배출 시뮬레이션 모형을 이용한다면 Tier 3의 배출량 산정을 통해 정확성을 높일 수 있다. 제안된 개정안을 활용한다면 구축된 자료를 바탕으로 새로운 배출가스 관

런 정책의 개발과 도입, 그리고 이에 따른 효과를 연구함으로써 시너지 효과를 극대화할 수 있다.

4. 결 론

본 논문에서는 국내의 온실가스 배출량에 관련한 국제표준과 각 국가의 배출기준, 그리고 항공부문 온실가스 감축에 대한 정책 등을 조사, 분석하여 국내 항공부문에 맞는 감축 목표 설정 방안을 제시하였다. 현재 기후변화대응지수가 60개의 국가 중 58위를 기록하고 있는 우리나라는 항공기 운항 부문 이산화탄소 배출에 대한 대응이 부족한 상태이다. 따라서 항공기 인증 절차에 속하는 형식증명을 위한 항공기 배출기준 KAS Part 34에 새롭게 CO₂ 항목을 추가할 것을 제시하였다. 또한 많은 항공사의 자발적 협약과 항공 배출 시뮬레이션 모형의 개발을 통해서 정부에서 설정한 목표를 달성할 수 있을 것이다. 이는 항공기 온실가스 배출량을 검증할 수 있는 정책 마련으로 ICAO 배출표준에 따른 규제에 대응하는 것을 목표로 한다.

후 기

본 연구는 2019년 과학기술정보통신부의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행되었습니다. (NRF-2017R1A5A1015311)

References

- [1] Korea Environmental Industry & Technology Institute, “*Report of climate change performance index*”, Seoul, Korea, pp. 2-7, Dec. 2017.
- [2] R. K. Pachauri and L. Meyer, “*Climate change 2014 synthesis report summary for policymakers*”, Inter governmental Panel on Climate Change, Switzerland, pp. 2-26, Apr. 2015.
- [3] Transition Pathway Initiative, “*TPI state of transition report 2019*”, London, UK, pp. 1-34, Jul. 2019.
- [4] H. J. Joo, H. Y. Hwang, B. W. Park and D. W. Lim, “Aircraft emission and fuel burn estimation due to changes of payload and range”, *Journal of Advanced Navigation Technology*, vol. 19, no. 4, pp. 278-287, Aug. 2015.
- [5] H. J. Joo, H. Y. Hwang and D. W. Lim, “Emission estimation for airports in Korea using AEIC program”, *Journal of Advanced Navigation Technology*, vol. 20, no. 4, pp. 275-284, Aug. 2016.
- [6] Ministry of Land, Infrastructure and Transport, “*Korea's action plan to reduce greenhouse gas emissions from international aviation*”, Seoul, Korea, pp. 1-30, May. 2012.
- [7] International Civil Aviation Organization, “*Environmental protection*”, Montreal, Canada, pp. 1-11, vol. 3, Jul. 2017.
- [8] The Korea Transport Institute, “*Estimates and management measures on greenhouse gases in aviation*”, Sejong, Korea, pp. 1-134, Jun. 2008.
- [9] Ministry of Land, Infrastructure and Transport, “*Research on the establishment of an educational system to reduce greenhouse gas in the aviation sector*”, Seoul, Korea, pp. 1-81, Dec. 2015.
- [10] The Korea Transport Institute, “*GHG abatement potential with bottom-up model in the transport Sector*”, Sejong, Korea, pp. 1-138, Oct. 2012.
- [11] Ministry of Land, Infrastructure and Transport and Maritime Affairs, “*Manual of voluntary agreement implementation for reduction of greenhouse gas*”, Sejong, Korea, pp. 1-78, Dec. 2012.