

Original Article

<https://doi.org/10.12985/ksaa.2022.30.3.117>
ISSN 1225-9705(print) ISSN 2466-1791(online)

기본비행훈련장치(BATD)의 효율적 활용과 비행교육 효과 분석

장동관*, 권문진**

The Effective Use of Basic Aviation Training Device (BATD) and the Analysis of Flight Training Effectiveness

Dong Kwan Jang*, Moonjin Kwon**

ABSTRACT

A method to increase the effectiveness of flight training at a low cost by applying the correct flight training method to students without flight experience is a very important factor. BATD equipped with an extended display device enables the proper cross-check of external references and internal instruments by integrated flight instruction methods, enabling effective flight training in the initial stages. In addition, BATD employs the Cessna 172 model with Glass Cockpit to help make it easy to apply to actual flights. As a result of analyzing the effect of flight training through a survey of students who completed the BATD practice lecture, it was very helpful to understand the theories related to flight that they had already learned, and they responded that they could easily adapt to all flight subjects in additional FTD practice lectures. Therefore, a well-planned BATD practice lecture will be easy to adapt to real flight training, which will have significant effects in reducing time and cost.

Key Words : Basic Aviation Training Device(기본비행훈련장치), Flight Training Device(비행훈련장치), Flight Training(비행교육), Integrated Flight Instruction(통합비행교육), Federal Aviation Administration(미국연방항공청)

1. 서 론

모의비행훈련장치를 이용한 훈련은 조종사 양성과정에 활용되고 있으며 훈련시간의 일부는 조종사 자격증명 취득을 위한 비행시간으로 인정받을 수 있다. 또한, 항공사 기장훈련과 정기 평가에 모의비행훈련장치가 활용되고 있을 뿐만 아니라 모든 국적항공사에 근무 중인 운송용조종사는 매년 16시간 이상의 모의비행훈

련장치를 활용한 비행훈련을 이수하도록 운항기술 기준에 규정되어 있다.

항공 선진국에서는 이러한 훈련을 위해 모의비행훈련장치 관련 규정의 제·개정을 실시하고 있다. 국제민간항공기구(ICAO, International Civil Aviation Organization)는 1992년 DOC 9625 발간, 2003년부터 6년 주기로 개정 중에 있다. 미국연방항공국(FAA, Federal Aviation Administration)은 2008년 미국연방규정집(CFR, Code of Federal Regulations) 14 CFR Part 60을 발간하였고 유럽항공안전청(EASA)은 2012년 비행기, 헬리콥터 모의비행장치 인증 절차를 발급하였다.

조종사의 기량 향상을 위해서는 모의비행훈련장치의 훈련시간을 늘리는 것이 경제적 효과가 있으며, 실비행 훈련에도 도움이 되는 것으로 나타나고 있다. 나유찬

Received: 24. Aug. 2022, Revised: 06. Sep. 2022,

Accepted: 08. Sep. 2022

* 한국항공대학교 비행교육원 교수

연락처 E-mail : dkjang@kau.ac.kr

연락처 주소 : 경기도 고양시 덕양구 항공대학교 76

** 한국항공대학교 항공운항관리학과 박사과정

(2022)의 헬리콥터 자가용 훈련과정에서 모의비행훈련과 비행훈련의 상관관계를 분석한 결과, 실제비행훈련 전 실시한 모의비행훈련은 다양한 전공과목에 영향을 받으며 실제 비행훈련에 높은 영향을 주는 것을 확인하였다.

Taylor(2017)의 “PCATD¹⁾의 훈련 효과의 전이”에 따르면 상용 PCATD에 의해 계기비행 교육을 사전에 받은 그룹이 받지 않는 그룹보다 계기비행 과정에서 비용을 절감할 수 있어 지상 기반 비행 훈련 장치로 더 많은 훈련을 수행하도록 동기를 부여한다는 것을 확인하였다.

모의비행장치(FSS, full flight simulator)나 비행훈련장치(FTD, flight training device)는 기본비행훈련장치(BATD, basic aviation training device)와 비교해 장비가 고가이고, 이를 관리하고 훈련할 인원의 고용 등 장치의 유지관리에 비용이 많이 발생한다. 또한, 종류에 따라 세부 등급 구분과 운용범위를 설정해야 하며, 인증 또한 반드시 진행하여야 한다. 더욱이 훈련생과 교관의 1:1 교육으로 진행되어 훈련에 많은 시간과 비용이 발생한다.

따라서 기본비행훈련장치(BATD)를 초기 단계의 비행교육에 대안으로 채택하면 초기 구입비가 저렴하고, 유지관리에 필요한 비용이 적고, 1인의 교수(강사)가 많은 학생들을 동시에 가르칠 수 있어 매우 경제적인 운용이 가능할 것이다.

기본비행훈련장치(BATD)를 통한 교육에 대한 효과는 이미 계기비행 부분에서 입증이 되었고 많이 활용하고 있는데, 이를 초기 사전교육용으로 활용하기 위해서는 시각적인 비행환경 구현이 필수적으로 요구된다.

이에 본 연구에서는 실비행 훈련의 사전교육으로써 시각적인 비행환경 구현이 가능하도록 확장된 디스플레이를 갖춘 기본비행훈련장치(BATD)를 효과적으로 활용하는 방안에 대해 알아보고, 기본비행훈련장치(BATD) 실습강의를 받은 학생들로부터 설문을 통해 비행교육 효과에 대해 분석하고자 한다.

II. 본 론

2.1 모의비행훈련장치의 종류

항공안전법에서 모의비행훈련장치를 3종류로 분류하는데 실제 항공기와 얼마나 유사하게 재현되는지를

기준으로 한다.

모의비행장치(FFS)는 특정 형식의 항공기의 조종석을 기계·전기·전자 장치 등에 대한 통제 기능과 비행의 성능 및 특성 등이 실제 항공기와 같게 재현될 수 있도록 고안한 장치이고, 비행훈련장치(FTD)는 특정 등급의 항공기의 조종석을 기계·전기·전자 장치 등에 대한 조작 기능과 비행의 성능 및 특성 등이 실제 항공기와 유사하게 재현될 수 있도록 고안한 장치이고, 기본비행훈련장치(ATD, aviation training device)는 모의비행장치와 비행훈련장치를 제외한 훈련 장치로서 조종사가 훈련하는 실제 항공기와 유사한 환경이 재현될 수 있도록 고안한 장치로 분류한다.

항공안전법에서 기본비행훈련장치(ATD)는 등급 구분이 없지만, 미국 FAA는 두 가지 등급으로 나누어 BATD(Basic ATD)와 AATD(Advanced ATD)로 구분하여 기준을 정하고 있다. FAA의 기본비행훈련장치(ATD)의 기준은 수용 가능한 항공기 조종실 구성 및 계기판 디자인에 따라야 하고, 시뮬레이션(simulation)된 시스템과 보조 시스템은 대표적인 항공기를 유사하게 구현이 가능한 운용 기능(operational function) 및 성능 기동(performance maneuvers)을 수행할 수 있어야 하고, 특히 인간의 인체공학적 요인을 고려해야 한다. BATD가 최소 FAA 설계 기준을 만족하여 사용이 허용되는 BATD는 일반적으로 절차적 비행 임무 숙달하는 데 사용될 수 있으며 특별히 승인된 경우에는 계기경험 요건을 충족하는 데 사용될 수 있다(FAA, 2018).

2.2 모의비행훈련장치 구입 비용 비교

모의비행훈련장치의 구입 비용을 실제 비행기와 비교해 보면 Table 1과 같다. 비교 대상으로는 비행기는 현재 국내에서 훈련기로 가장 많이 사용하는 Cessna사의 Skyhawk(C-172S), FTD는 Frasca사의 C-172S, BATD는 본 연구에서 인용된 Redbird사의 TD 모델을 대상으로 조사하였다.

모의비행훈련장치의 구입 비용은 제작사 홈페이지에 게재된 자료이고, 비행기는 딜러 홈페이지의 평균 비용으로 상세한 옵션에 따라 차이가 있지만, Glass Cockpit이면서 Autopilot 옵션이 제외된 일반적인 사양의 가격이다. 초기 구입 비용은 BATD가 약 9,700 USD, FTD가 290,000 USD로 BATD가 약 30배 정도 저렴한 것으로 조사되었다.

1) PCATD는 상용 개인용컴퓨터 기반의 비행훈련장치(ATD)로 기본비행훈련장치(BATD)의 초기 모델임.

Table 1. Purchase cost of flight equipment

	Equipments	Purchase Cost (USD)
Aircraft	Cessna Skyhawk (C-172S)	400,000
FTD	Frasca C-172 (International specifications)	290,000
BATD	Redbird TD + Horizon ²⁾	9,694

2.3 기본비행훈련장치(BATD) Redbird TD

본 연구에 사용된 기본비행훈련장치(BATD)인 Redbird TD는 인체공학을 염두에 두고 설계된 테이블 장착 비행 훈련 장치로 미국 연방항공청(FAA)이 인가한 모의비행훈련장치이다(Redbird Simulations, 2018).

일반적인 고익기이면서 단발 피스톤 엔진의 훈련용 항공기로 가장 널리 사용되는 Cessna 172S 기종의 제원과 같게 운영이 된다. Table 2와 Table 3은 Redbird TD의 성능 제원과 V-Speed를 나타낸 것으로 Cessna 172S 기종과 일치한다(Cessna, 2010).

계기판은 Fig. 1에서 보는 것과 같이 현재 실제 비

Table 2. Performance specifications of Redbird TD

Performance	Spec.
Speed	
Max. Sea level	126 Knots
Rate of climb at sea level	730 FPM
Service ceiling	14,000 FT
Takeoff performance	
Ground roll	960 FT
Total distance over 50 FT Obstacle	1630 FT
Landing performance	
Ground roll	575 FT
Total distance over 50 FT obstacle	1335 FT
Stall speed	
Flaps up, power off	48 KIAS
Flaps down, power off	43 KIAS
Fuel capacity	56 GAL
Engine	180 HP
Propeller: Fixed pitch, diameter	76 IN

2) Horizon은 Redbird TD에 추가 장착하는 2개의 모니터를 의미함.

Table 3. V-speed of Redbird TD

Symbol	Speed	V-Speed
Vne	Never exceed speed	163
Vno	Max. Structural cruising speed	129
Va	Maneuvering speed	98
Vfe	Max. Flap extended speed	110
Vx	Best angle of climb	63
Vy	Best rate of climb	75



Fig. 1. Cockpit view of BATD (Redbird TD)

행기에 가장 널리 보급된 형태인 PFD(primary flight display)와 MFD(multi- function display)로 구성된 Glass Cockpit을 채용하여 호환성을 높였다. 또한, 계기판 양쪽에 두 대의 확장 모니터를 장착하면 다른 데스크톱 모의비행훈련장치에서 불가능한 광범위한 시각적 조종을 수행할 수 있고, 넓은 시야가 시계비행 환경을 구현하여 몰입적인 훈련 경험을 할 수 있도록 돕는다.

2.4 효율적인 기본비행훈련장치(BATD) 실습강의를 위한 시스템 운영

Fig. 2는 한국항공대학교에 설치한 기본비행훈련장치(BATD) 실습 강의실 모습으로 실습 장비의 효과적인 활용을 위해 1인의 교수(강사)가 다수의 학생을 교육하기 위해 전면을 주시할 수 있도록 기기를 배치한다. 또한, 1인의 교수(강사)가 모든 초기 교육 학생들의 비행 실습 상황을 모니터링이 하기가 힘든 경우에 이미 기본비행훈련장치(BATD) 실습강의를 수강한 경험이 있는 1~2명의 조교를 두어 학생들이 도움이 필요할 경우 수시로 개입하여 원활한 실습이 되도록 돕는다.



Fig. 2. Classroom equipped with BATD

2.5 기본비행훈련장치(BATD) 실습강의의 초기 비행교육을 위한 고려사항

2.5.1 기본비행훈련장치(BATD) 장비의 화면 구현

비행교육을 위한 교범(Aviation Instructor Handbook)에서는 비행을 처음 접하는 학생조종사를 위한 교육에 있어 가장 중요한 요소로 외부 시각참조물과 내부 비행계기를 적절하게 참조하면서 비행자세를 유지하는 통합비행교육(integrated flight instruction) 방식에 대해 강조한다. 외부 시각참조물뿐만 아니라 비행계기를 참고하여 모든 정상적인 비행 기동을 수행하도록 훈련받은 조종사들은 자기 자신의 자세와 항공기의 성능을 지속해서 감시하는 습관이 형성되기 때문이다(FAA, 2020).

기본비행훈련장치(BATD)를 초기 비행교육에 사용하기 위해서 외부 시각참조물의 구현과 내부 비행계기들의 정확한 구현이 가능해야 한다. Fig. 1에서 보는 것처럼 기본비행훈련장치(BATD) 실습강의에 사용되는 Redbird TD는 2개의 모니터를 추가하여 전방 화면이 200도 이상의 시야각을 제공하고 화면을 통해 나타나는 수평선 또는 지평선을 포함한 각종 외부시각 참조물의 구현이 가능하다. 또한, Redbird TD는 미국 연방항공청(FAA)이 승인한 기본비행훈련장치(BATD)이다. 이는 실제 비행기나 비행훈련장치(FTD)와 같이 계기비행의 최근 경험(currency) 유지³⁾를 위해 이용이 가능하다는 의미로 계기비행 구현 능력이 충분하다는 것을 알 수 있다(FAA, 2022). 따라서 Redbird TD는 외부 참조물과 내부 비행계기를 이용한 통합비행교육(integrated flight instruction) 방식에 의한 비행에 활용할 수 있는 기본비행훈련장치(BATD)임을 확인할 수 있다.

2.5.2 기본비행훈련장치(BATD) 실습강의의 교과 내용

기본비행훈련장치(BATD) 과정은 비행의 초기 입문자를 위한 과정이고 또한 학기 단위로 운용된다면 30 시간에 맞는 실라버스(syllabus) 운용이 효과적이다. 그동안 교육경험을 통해 학생들의 적응도를 고려하여 실라버스를 Table 4와 같이 구성하였다.

기본비행훈련장치(BATD) 실습강의에 들어가기 전에 교육 대상자들이 비행 경험이 없는 학생들이므로 비행 실습에 요구되는 교육이 필요한데, 포함될 교육내용은 기본적인 비행 이론 내용에 추가하여 기본비행훈련장치(BATD) 기기를 다루는 방법과 절차 및 비행기를 조작하는 요령을 포함한다.

실습 전 교육이 끝나면 수평직진비행을 포함한 4가지 기본비행(4 basic flight)을 숙달한다. 이 과정에서 많은 학생들은 계기에만 집중하는 경향이 있는데, 통합비행교육(integrated flight instruction) 방식과 주의력 분배 요령을 강조하여 좋은 습관 형성이 되도록 지도한다.

기본비행이 숙달되어 조교의 도움이 없이 안정적인 비행이 가능하다면 저속비행, 장주비행을 포함한 이착륙을 숙달하여 비행에 충분한 자신감을 갖도록 유도한다. 이후에는 기본 계기비행, 전방향표지시설(VOR, VHF omni-directional range)을 이용한 항법과 계기착륙시설(ILS, Instrument Landing System)을 이용한 접근 및 착륙을 포함하여 비행 전반을 이해하도록 실라버스(syllabus)를 구성한다.

Table 4. Subjects to be included in the syllabus

Stage	Contents	Duration
1	Knowledge relating flight	5 Hr
2	4 Basic flight (straight & level, turn, climb and descent)	5 Hr
3	Slow flight	2 Hr
4	Traffic pattern, takeoff and landing	7 Hr
5	Basic instrument flight	5 Hr
5	Navigation using VOR	3 Hr
6	ILS approaches and landing	3 Hr
	Total	30 Hr

3) 계기비행의 경험을 충족하기 위해서는 6개월 이내에 6회의 Instrument Approaches, Holding, Course Intercept and Tracking 경험이 있어야 함.

2.6 설문을 통한 교육효과 분석

기본비행훈련장치(BATD)의 비행교육 효과를 분석하기 위해 한국항공대학교 항공운항학과 학생 중에서 BATD 실습강의를 이미 마치고 FTD 실습강의를 현재 수강 중이거나 마친 학생을 대상으로 실시한 설문에서 21명의 학생이 응답한 결과를 토대로 교육 효과를 분석하였다.

2.6.1 기본비행훈련장치(BATD) 실습강의 일반적 교육 효과

기본비행훈련장치(BATD) 실습강의가 어떠한 영향을 주는지 4가지 종류의 질문을 제시하였고, 그에 대한 응답 결과를 Fig. 3에서 보여준다.

첫째, 'BATD 실습강의가 다른 이론강의(비행이론, 항공기 성능, 공중항법, 비행절차 등)을 이해하는 데 도움이 된다고 생각하는가'라는 질문에 대해 '보통'이거나 '그렇지 않다'라고 응답한 학생이 각각 3명(14%)씩이고, '그렇다'가 15명(72%)으로 나타났다.

둘째, 'BATD 실습강의를 통해 습득한 본인의 비행 기술(skill) 또는 항공기 기동능력이 FTD 실습강의에서 똑같이 구현되기까지 얼마만큼의 시간이 소요되었는가'라는 질문에 '바로 적응'이 1명(5%), '1~2시간'이 2명(9%), '3~4시간'이 10명(48%), '5~6시간'이 5명(24%), '7시간 이상'이 3명(14%)으로 나타났다.

셋째, 'BATD 실습강의를 수강 후 바로 실비행 훈련에 투입된다면 본 강의 내용이 도움이 된다고 생각하는가'라는 질문에 '보통'이 6명(29%), '그렇다'가 13명(62%), 매우 그렇다'가 2명(9%)으로 나타났다.

넷째, 'FTD 실습강의 수강 전에 BATD 실습강의를

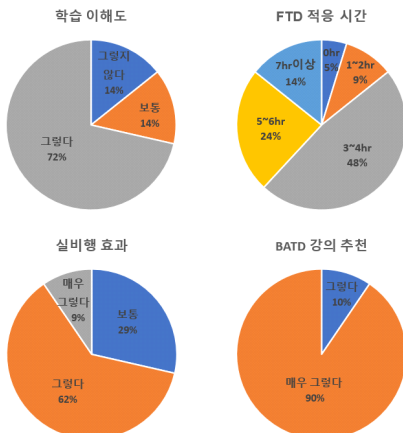


Fig. 3. Effectiveness analysis of flight training

추천하는가'라는 질문에 '그렇다'가 2명(10%), '매우 그렇다'가 19명(90%)으로 나타났다.

설문을 통해 비행교육의 효과를 분석한 결과를 종합하면 기본비행훈련장치(BATD) 실습강의가 다른 이론 강의를 이해하는 데 도움이 되었다는데 72%가 동의하였고, FTD 실습강의로 전이하여 적응하는데 3~6시간이 필요하다는 의견이 72%를 차지하는 것으로 분석된다. 또한, 실비행으로 전환할 때 부정적인 의견 없이 도움이 된다는 의견이 71%로 분석되며, 90%의 응답자가 FTD 실습강의 전에 기본비행훈련장치(BATD) 실습 강의를 수강하는 것을 추천하는 것으로 분석된다.

2.6.2 기본비행훈련장치(BATD) 실습강의 비행과목별 교육효과

구체적으로 기본비행훈련장치(BATD) 실습강의가 FTD 실습강의의 어떤 과목에 도움이 되는지를 5가지 과목을 제시하여 질문하였고, 그에 대한 응답 결과를 Fig. 4에서 보여준다.

첫째, '4 Basic Flight'에서는 '그렇지 않다'가 1명(5%), '보통'은 3명(14%), '그렇다'가 11명(52%), '매우 그렇다'가 6명(29%)으로 나타났다.

둘째, '기본 계기비행'에서는 '보통'은 1명(5%), '그렇다'가 11명(52%), '매우 그렇다'가 9명(43%)으로 나타났다.

셋째, '장주비행(이착륙 포함)'에서는 '보통'은 2명

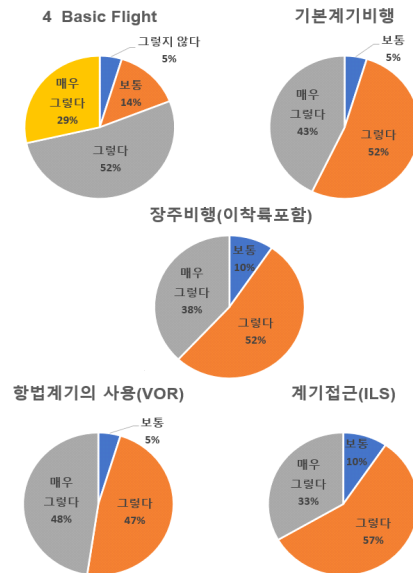


Fig. 4. Effectiveness analysis of flight training in each flight subject

(10%), '그렇다'가 11명(52%), '매우 그렇다'가 8명(38%)으로 나타났다.

넷째, '항법계기의 사용(VOR)'에서는 '보통'은 1명(5%), '그렇다'가 10명(47%), '매우 그렇다'가 10명(48%)으로 나타났다.

다섯째, '계기접근(ILS)'에서는 '보통'은 2명(10%), '그렇다'가 12명(57%), '매우 그렇다'가 7명(33%)으로 나타났다.

설문을 통해 각 비행 과목별 비행교육 효과를 분석하면 4 basic flight에서 81%, 기본 계기비행에서 95%, 장주 비행(이착륙 포함)에서 90%, 항법계기의 사용에서는 95%, 계기접근(ILS)에서는 90% 학생들이 교육 효과가 있는 것으로 분석된다. 따라서 모든 과목에서 80% 이상의 상당한 교육 효과가 있음을 보여주었고, 기본계기비행 및 항법계기의 사용 관련해서는 95%로 더욱 효과가 있는 것으로 분석이 되었다.

III. 결 론

실비행 경험이 없는 학생들에게 초기 단계에 올바른 비행 습관을 형성하고 다양한 종류의 과목들을 많은 비용부담 없이 경험할 수 있도록 기회를 제공하는 것은 매우 중요하다. 따라서 잘 계획되고 체계화된 기본비행훈련장치(BATD)를 이용한 강의는 FTD 실습강의나 실비행 강의 전에 초기 적응 교육으로서 매우 좋은 대안이 될 것이다. 무엇보다 기본비행훈련장치(BATD)는 실제 훈련기(Cessna 172S)와 유사한 환경 구현이 가능하고 다수의 인원이 동시에 훈련이 가능하며 초기 구입 비용이 비행훈련장치(FTD)에 비해 30배 저렴하다는 장점을 가지고 있다.

기본비행훈련장치(BATD)를 초기 비행교육의 목적을 달성하기 위해서 기본비행훈련장치(BATD) 장비는 외부 시각참조물의 구현과 내부 비행계기들의 정확한 구현이 가능해야 하고, 향후 비행 실습에 사용될 FTD 및 실비행기와 호환성 여부도 효과적인 교육의 전이 효과를 위해 매우 중요한 요소이다.

실제로 기본비행훈련장치(BATD) 실습강의 교육과정을 수료한 학생들의 교육 효과에 대한 설문 조사 결과, 기본비행훈련장치(BATD)를 이용한 실습강의가 이미 강의 시간에 배운 비행에 관련된 이론들을 이해하는 데 매우 도움이 되었고, 이후에 추가적인 FTD 실습강의에 5 종류의 비행과목도 이미 받은 기본비행훈련장치(BATD) 실습강의 덕분에 쉽게 적응이 가능한 것으로 분석되었으며, 특히, 사전교육으로 기본비행훈련장치(BATD)

실습강의를 적극적으로 추천하는 것으로 분석되었다.

설문조사의 신뢰도 및 정확도를 확보하기 위해 연구 대상의 시간적 범위를 최근 1~2년 이내로 한정하였다. 이에 전체 모집단을 무작위 추출하여 약 20%가 넘는 인원이 본 연구에 참여하였다. 향후 연구에서는 설문 대상 인원을 증대하고 개인별 또는 과목별로 이수 평가를 포함한다면, 보다 신뢰도 있는 비행교육 효과성 확인과 통계적 유의성 확보가 가능할 것이다.

본 연구를 통해 확인된 결과를 바탕으로 비행을 처음 시작하려는 학생들의 초기 비행교육에 기본비행훈련장치(BATD)를 활용한다면 추가적인 FTD 실습강의와 실비행 교육에 쉽게 적응할 수 있어 비행시간을 단축하는 효과를 가져오고 비용과 시간을 절약할 수 있는 대안이 될 수 있을 것으로 판단된다.

References

1. Na, Y., "Analysis between flight training and flight simulator training in helicopter flight training course", Journal of the Korean Society for Aviation and Aeronautics, 30(2), 2022, p.12.
2. Taylor, H. L., "Transfer of training effectiveness of a personal computer aviation training device", The International of Aviation Psychology, 9(4), 2017, p.320.
3. Ministry of Land, Infrastructure and Transport, "Enforcement Rules of the Aviation Safety Act", Article 10-2 (Types of Flight Simulation Training Device), Korea, 2022.
4. FAA AC 61-136B, "FAA Approval of Aviation Training Device and Their Use for Training and Experience", 2018, p.E-1.
5. Redbird Flight Simulations, INC., "Redbird TD Instruction Manual", 2018, p.2.
6. Cessna Aircraft Company, "Cessna Model 172S Pilot's Operating Handbook And FAA Approved Airplane Flight Manual", 2010, pp.2-3, p.12.
7. FAA, "Aviation Instructor's Handbook", FAA Flight Standards Service, 2020, pp.9-10.
8. FAA, "14 CFR Part 60.57(c) Instrument Experience", 2022.