

Technical Review

<https://doi.org/10.12985/ksaa.2023.31.2.089>
ISSN 1225-9705(print) ISSN 2466-1791(online)

국내 소형 공항의 항공기 월경방지 대책 및 비행절차 수립 연구

심재필*, 송병흠**, 박수민***, 정지웅****, 김준석****

A Study Measures to Prevent Aircraft Crossing and Establish Flight Procedures at Domestic Small Airports

Jae Pill Shim*, Byung Heum Song**, Su Min Kwak***, Ji Woong Jung****, Jun Seok Kim****

ABSTRACT

Recently, domestic small airport development plans are being promoted centering on islands, and among them, Baengnyeong Island Airport is located very close to North Korea due to its geographical characteristics. In particular, since it is located in the P-518, which is prohibited airspace, it is essential to configure the arrival/departure flight procedure route similarly to the current ship in terms of securing flight safety. Therefore, in this study, a plan for airport location and facility scale was proposed by focusing on the runway operated for the purpose of aircraft operation through consultations with the Ministry of National Defense. It was proposed to meet the standards of the Airport Facility Act as an airport dedicated to domestic flights for airside facilities such as runway length and direction, target aircraft, landing pad, apron, runway and taxiway width appropriate for the topographical characteristics of Baengnyeong Island. As a result, the flight procedure is generally established as a two-way visual flight, but the 10-way arrival/departure procedure was planned to be changed to an instrument (non-precision) according to the specificity of the region. In addition, a flight procedure was established and presented for safe and systematic operation by reflecting the changes in airport facility size (landing pad, runway end safety area, etc.) following the change in instrument flight procedure in the visual flight procedure.

Key Words : Small Airport(소형공항), Prevent Aircraft Crossing(월경방지), Flight Procedure(비행절차), Airspace(공역), Runway(활주로), Air Traffic Controller(항공교통관제사)

1. 서 론

1.1 국내 · 외 소형공항 현황

최근 국내 소형공항의 개발은 「공항시설법」 제6조,

「제5차 공항개발 중장기 종합계획」 등에 기반하여 사업이 추진되고 있다. 그 중 서해 최북단 지역인 백령도는 선박을 이용하여 이동할 경우 4~5시간(편도) 소요, 선박 결항시 대체 교통수단이 없어 공항개발의 필요성이 요구되고 있다. 이에 도서지역 공항개발 시 수도권 · 충청권 · 경상권 등의 이동시간이 1~2시간 내외로 전국 1일 생활권 편입이 가능해져 도서지역 주민 교통불편 해소뿐 아니라 비상상황 발생시 대응능력도 향상된다. 현재 우리나라는 도서지역인 울릉도, 흑산도, 백령도를 중심으로 소형공항 개발이 계획되고 있다. 그 중 비행절차는 Table 1과 같이 개발단계 부터 제한공역과 안전성을 고려하여 관계부처와의 협의 과정에 있다.

Received: 02. Jun. 2023, Revised: 14. Jun. 2023,

Accepted: 26. Jun. 2023

* (주)도화엔지니어링, 한국항공대학교 박사과정

연락처 E-mail : simjp@dohwa.co.kr

연락처 주소 : 서울시 강남구 삼성로 438

** 한국항공대학교 항공운항학과 교수

*** (주)이노스카이 대표이사

**** 한국항공대학교 항공안전관리연구소

Table 1. Domestic small airport development flight method

비행방식	울릉공항	흑산공항	백령공항
현재사항	• 시공중 (‘25 개항)	• 기본계획 (중지중)	• 예타 통과 (‘22.12)
내용	• [사타] 계기비행 • [예타] 시계비행 • [기본 및 실시 설계] 계기비행	• [사타] 시계비행 • [예타] 시계비행 • [기본 및 타당성평가] 시계비행	• [사타] 동측:시계 서측:계기 • [예타] 동측:시계 서측:계기

반면, 해외의 경우 소형공항은 이미 유명 관광지 및 도서지역을 중심으로 발달하였으며, 50인승 항공기(ATR42, ATR72, Q300, Q400 등) 운항이 가능한 1,200m×30m 활주로 크기에 다양한 비행절차로 운영되어지고 있다.

그 중 비정밀 계기비행절차만 수립되어 있는 공항은 첫째, 몰로카이 공항(PHMK)으로 미국 하와이주 몰로카이섬에 위치하며 2개 활주로 중 1,370m×30m 활주로를 이용하여 ATR42 기종이 운항하고 있다.

둘째, 이키 공항(RJDB)으로 일본 나가사키현 이키섬에 위치하며, 1,200m×30m 활주로를 이용하여 Q200 기종이 운항하고 있다.

셋째, 엘 히에로 공항(GCHI)으로 스페인 카나리제도 엘 히에로 섬에 위치하며, 1,250m×30m 활주로를 이용하여 ATR72 기종이 운항하고 있다.

넷째, 탄나 공항(NVWV)으로 오세아니아 지역 바누아투 탄나 섬에 위치하며, 1,230m×30m 활주로를 이용하여 ATR42/72 기종이 운항하고 있다.

1.2 소형공항 비행절차 확보방안

대부분의 공항 후보지 주변에는 장애물(자연장애물 및 인공장애물)이 존재한다. 이로 인해 공항이 새로 건설될 경우에는 항공기가 안전하게 운영될 수 있도록 장애물제한표면을 중심으로 항공기 비행절차에 따라 안전운항에 영향이 있는지를 반드시 검토하여야 한다.

항공기 비행절차는 운항안전성을 중심으로 항공기, 항행안전시설, 관제, 공항시설, 주변 장애물 및 인적요인 등 많은 요인의 영향을 검토하여야 한다. 특히, 비행절차(안)를 따라 비행하는 항공기가 주변 장애물과 안전하게 분리되는지를 확인하고, 시계 및 계기비행 항공기의 운항 관점에서 관제업무 등 추가 안전성 확보 방안을 확보하는 것이 가장 중요하다. 이를 위해, 백령공항에 수립 예정인 이·착륙절차와 주변 장애물 및

장애물제한표면, ILS 기본 표면(Basic ILS Surface) 또는 장애물평가표면(OAS) 등 관련 제한표면을 침투하는 장애물의 존재여부 파악이 선행되어야 한다.

일반적으로 공항에는 많은 종류의 계기비행절차가 수립되어 운영되고 있으며, 현재까지는 가장 정밀한 계기접근이 가능한 비행절차는 ILS를 사용한 계기접근절차이며, ILS 계기접근절차는 민간공항에서 가장 보편적으로 사용되는 절차로 항공기에게 활공각과 코스정보를 제공하여 가장 정밀하고 안전하게 계기접근이 가능하도록 해주고 있다. 이러한 ILS 계기접근절차는 정밀한 전파를 사용하기 때문에 공항에 수립되는 계기접근절차 중 장애물과의 이격거리가 가장 적은 비행절차이며, 이에 따라 장애물과의 이격거리가 ILS 계기접근절차의 수립 가능여부를 결정하는 중요한 요인이 되고 있다.

1.3 소형공항 항공기 월경방지 확보방안

국내·외 특수사용공역(SUA: Special Use Airspace)은 항공기의 비행이 금지 또는 제한되는 통제공역과 항공기 운항 조종사의 특별한 주의, 경계, 식별 등을 필요로 하여 설정되는 주의공역을 총칭한다. 국가 안보와 국민의 복리증진을 위해서는 비행금지 공역으로 설정하고, 비참가 항공기에게 많은 위험이 초래하게 되어 해당공역으로 비행하지 못하게 분리시킬 필요성이 있을 때는 제한 공역으로 설정한다(Table 2; 한국 공역체계 개선연구, 2001 건설교통부).

미국의 FAR/AIM은 특수사용공역을 공역의 비행활동이 제한되거나, 비행활동 일부만이 아닌 항공기운항상에 제한이 가해지거나 또는 이 둘 다 적용되어야 하는 공역으로 정의하고 있다. 금지구역과 제한구역은 입

Table 2. Establishment status of special air-space in Korea

구분		약자	개수
통제 구역	비행금지구역	P	5
	비행제한구역	R	83
	초경량비행장치비행 제한구역	URA	1
주의 공역	훈련구역	CATA	9
	군 작전구역	MOA	66
	위험구역	D	32
	경계구역	A	7
계			203

* 국토교통부 고시 제2019-177호, 공역관리규정 제18조.

법절차가 필요한 특수사용구역이며, 14 CFR Part 73의 규정의 제정절차에 따라 설정된다.

II. 본 론

2.1 관련규정 검토

항공안전법 제67조(항공기의 비행규칙)에 따라 항공기를 운항하려는 사람은 비행규칙에 따라 비행해야 한다. 항공기의 비행규칙은 Table 3과 같이 5가지로 구분된다.

백령도 공항에 시계비행 항공기가 운항할 경우에는 시계비행규칙에 따라 항공기가 운항하기 때문에, 항공안전법 시행규칙 [별표24]에 따른 시정 및 구름으로부터 이격 거리를 준수하여 비행해야 한다(Table 4).

- 구역 등급에 따라 해발 10,000ft 미만에서는 최소 시정 5km 이상, 구름으로부터 수평 1,500m, 수직 300m 이상 이격.

Table 3. Five flight rules in aviation safety act

구분	항공안전법 제67조, 항공기의 비행규칙
내용	<ul style="list-style-type: none"> • 재산 및 인명을 보호하기 위한 비행절차 등 일반적인 사항에 관한 규칙 • 시계비행에 관한 규칙 • 계기비행에 관한 규칙 • 비행계획의 작성 제출 접수 및 통보 등에 관한 규칙 • 그 밖에 비행안전을 위하여 필요한 사항에 관한 규칙

Table 4. Visual meteorological condition

고도	구역	비행 시정	구름으로부터의 거리
1. 해발 3,050미터 (10,000피트) 이상	B · C · D · E · F 및 G 등급	8천 미터	수평으로 1,500 미터, 수직으로 300미터(1,000피트)
2. 해발 3,050미터 (10,000피트) 미만에서 해발 900미터(3,000피트) 또는 장애물 상공 300미터(1,000피트) 중 높은 고도 초과	B · C · D · E · F 및 G 등급	5천 미터	수평으로 1,500 미터, 수직으로 300미터(1,000피트)
3. 해발 900미터 (3,000피트) 또는 장애물 상공 300미터(1,000피트) 중 높은 고도 이하	B · C · D 및 E 등급 F 및 G등급	5천 미터 5천 미터	수평으로 1,500 미터, 수직으로 300미터(1,000피트) 지표면 육안 식별 및 구름을 피할 수 있는 거리

- F/G등급 구역에서는 지표면 육안 식별 및 구름을 피할 수 있는 거리에서 비행.

또한, 백령도 공항에 계기비행 항공기가 운항할 경우에는, 계기비행방식을 준수해야 하며, 관제구역에서는 반드시 관제기관의 지시에 따라야 한다. 이와 함께, 항공안전법 제67조 제2항 제5호에 명시된 ‘그 밖에 비행안전을 위하여 필요한 사항에 관한 규칙’을 준수해야 하므로, 항공 안전을 위해 수립된 월경방지대책에 대해서도 준수해야 할 의무가 있다.

2.2 월경방지 대책 사례 검토

비행금지구역(Prohibited Area)은 국가 안보상 주요시설 보호 및 군 작전공역의 확보 목적으로 설정되며 인가된 항공기 이외의 비행을 금지하는 구역이다. 안전, 국방 상 또는 그 밖의 이유로 항공기의 비행을 금지하며 비행을 전면적으로 금지한다는 점에서 가장 제한도가 높은 구역이다. 단, 국내 비행금지구역 인근에 위치한 백령도의 특수사용구역인 휴전선 인근의 항공기의 월경방지 대책은 Table 5와 같이 기상 조건과 항공기의 비행방식에 따라 상호 보완 또는 독립적으로 수립할 수 있다.

특히, 일반적으로 항공기는 주변 구역(통제구역, 주의구역)과 분리하여 운항하며, 우리나라의 경우에는 북한 영공으로의 침범을 방지하기 위해 휴전선 인근을 비행금지구역(P-518)으로 설정하여, 일반 항공기의 비행을 금지하고 있다.

백령도 공항의 경우에는 휴전선 비행금지구역(P-518) 내에 위치하고 있어서, 정기 운항에 대해 사전에 국토교통부(항공교통통제센터), 합참, 국방부 등 유관기관과의 승인을 통해 비행이 이루어져야 한다. 특히, 합참 및 국방부에서는 휴전선 비행금지구역(P-518) 이내로 민간 항공기가 운항하는 경우, 월경방지대책 수립을 요구하고 있으며 인천국제공항의 경우 2008년 제3활주로(RWY16/34) 운영을 위해 P-518 일부를 항공기가 운항할 수 있도록 구역 조정을 할 때, 동일하게 월경방지대책 수립을 요구하였다.

Table 5. Aircraft flight rules

비행 방식	IFR(Instrument Flight Rule)	VFR(Visual Flight Rule)
내용	<ul style="list-style-type: none"> • 계기비행절차 • 항행안전시설, RADAR 감시 등 	<ul style="list-style-type: none"> • 시계비행절차 • 등화 및 표지판 등 시각 참조물, RADAR 감시 등

서울지방항공청은 월경방지 대책으로 계기비행절차 수립, RADAR 시스템 개선(관제사가 레이더 화면에서 관련 항공기를 보다 정확하게 식별할 수 있고, 근접 시 알려주는 경고 기능 보강), 레이더감시 관제사 배치, 양주 VOR을 이용한 비행금지선(No Fly Line) 설정, 군 기관과의 정보 교환 방안(직통선 등)을 제시하였다.

인천국제공항공사 항공정보간행물(AIP) RKSI AD CHART 2-51 등 계기접근절차에 Fig. 1과 같이 'Do not fly of R-271 YJU'와 같은 문구가 삽입되어 있다.

인천국제공항의 경우에는 P-518 일부 조정을 통해 항공기 운항이 가능하도록 하였으며, 실제 휴전선까지는 최단거리로 약 9km 이상 이격되어 있는 상황이다 (Figs. 2 and 3).

다만, 백령도 공항의 경우에는 Fig. 4와 같이 실제 휴전선까지 약 5km 이격되어 있어 우리나라 공항 중 휴전선과 가장 인접한 공항으로 지속적인 모니터링이 필요하며, 다만 운항하는 항공기의 기종이 인천공항 취항 항공기에 비해 상대적으로 속도가 느린 특성을 가지고 있다.

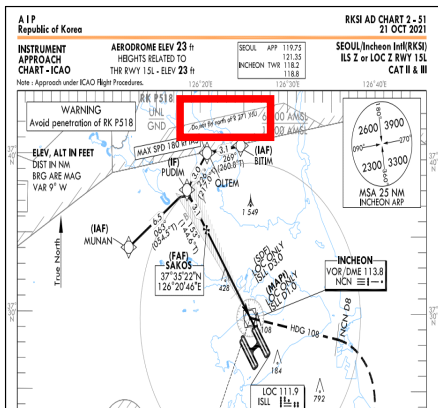


Fig. 1. Incheon International Airport aircraft crossing prevention method, AIP



Fig. 2. Current status of separation between Incheon International Airport's main flight routes and the military demarcation line

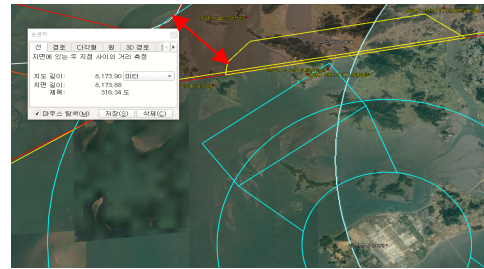


Fig. 3. Distance between P-518 and military demarcation line near Incheon Airport (9km)

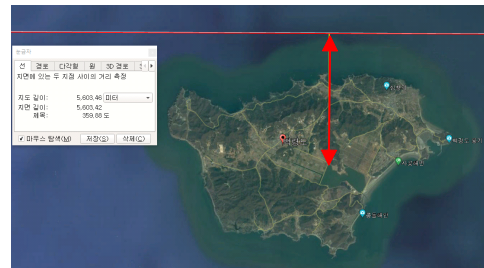


Fig. 4. Distance between Baengnyeongdo Airport and the military demarcation line (5km)

2.3 월경방지대책 수립

항공기의 월경방지 대책은 관련 규정과 항공기 비행 방식에 따른 월경방지 방안을 잘 활용하여, 다음 방안을 고려하여 월경방지대책을 제시하여야 한다.

첫째, 항행안전시설(VOR/DME) 활용 방안

둘째, 월경방지판, 등화시설 등 시각 참조물을 활용한 방안

셋째, 항법을 이용한 방안

위 방안들을 고려하였을 때, 수립가능한 월경방지대책은 다음과 같다. 첫째, Fig. 5와 같이 VOR R300 ~ R080을 비행금지구역으로 설정한다. 둘째, Fig. 6과 같이 섬 북단 경계선을 따라 월경방지판을 설치한다. 셋째, Fig. 7과 같이 South Holding Pattern으로 체공장주를 설정하여 월경방지대책을 수립한다.



Fig. 5. Restriction of scope using navigational aid (Baeknyeongdo Island)

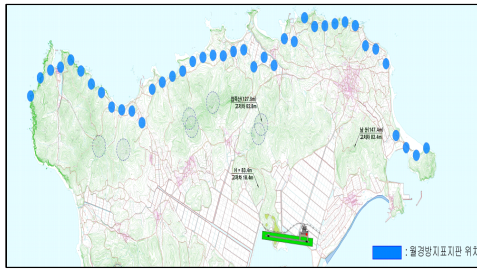


Fig. 6. Installation of prevention aircraft crossing plate on Baengnyeongdo Island

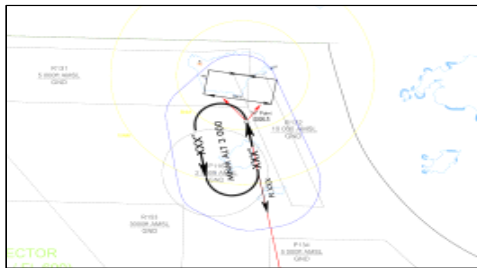


Fig. 7. Baengnyeongdo Airport holding procedure (plan)

위에서 제시된 월경방지 대책과 함께, 백령도 공항이 P-518 내에 위치하고 있는 점을 고려하여, 관제사와 지속적인 통신이 이루어질 수 있는 관제구역으로 설정하여, 항공기에 대한 직접적인 모니터링, RADAR를 통한 감시, 무선교신 유지, 군 기관과의 직통선 확보 등을 통해 사전에 휴전선을 침범하지 않도록 하고, 만일의 경우 적극적인 대응이 될 수 있도록 대책을 마련할 필요가 있다. 이를 위해서는 향후 레이더 감시를 통한 관제업무 제공이 가능하도록 RADAR 시설 및 관제주파수 도달범위, 포착범위 등에 대한 항행안전시설 환경 분석과, 백령도 접근관제구역 신설이나 관제방식 및 관제기관 지정 등 관제업무 제공 방식에 대한 구체적인 계획 마련과 제한공역을 회피하는 직선항로 검토 및 국방부 협의를 통한 항로 수립이 필요하다.

2.4 비행절차 수립

도서지역의 특수성을 고려하여 시계비행절차의 출발절차 경우, 이륙 후 일정기간 동안 시계비행을 통해 시계비행 point로 진입하고, 이후 계기비행 방식으로 전환하여 운항하도록 제시하고 있어, 제시된 출발절차가 주변 제한구역(R131/R132)과 금지구역(P116)과 수평/수직으로 분리되어 운항 안전성에 문제는 없으나, 향후에는 시계 이륙후 바로 계기비행으로 전환하여 항공

로와 연계될 수 있는 특정 fix로 진입하도록 보다 세밀한 출발절차 수립이 필요할 것으로 판단된다.

특히, R132 제한공역의 경우, 출발절차로 회피할 수 없는 곳에 위치하고 있기 때문에, 해당 공역의 이설이나 합의서를 통해 R132 사용 여부에 따른 출발절차 운용 등이 필요하다.

시계비행교통장주의 경우, 도서 소형공항 취항 항공기종(ATR-42) 등을 고려할 때, Category 2C급 기준의 설계가 적절한 것으로 보이며, R132 제한공역에 대해서는 출발절차와 동일한 운용 제한이 발생할 것으로 보인다.

입출항 비행절차의 경우에는 선박 운항 노선과 유사하게 항공기 입출항 경로가 설정된 점은 항공기와 선박에서 상호 확인을 통해 안전확보가 가능한 점에서 적절한 것으로 보이며, Y644, G597/Y697 항공로를 통한 백령도 공항 입출항 방법은 R134 제한공역과 P116 금지구역과의 고도분리가 가능하고, VOR/DME 또는 위성항법을 이용한 방식으로 적절하게 검토된 것으로 판단된다. 백령공항의 입지 여건, 항공 수요 등을 고려할 때, 입출항 비행절차의 수립과 현공역 여건에서 가장 영향을 많이 미치는 통제구역(R131/R132 비행제한구역, P116 비행금지구역)에 대한 공역 재조정 또는 합의서를 통한 제한된 운용 방식이 타당할 것으로 판단된다.

다만, 시계비행 방식만으로는 운용은 시정, 운고 등 기상 환경에 따라 활용도가 낮아지고, 휴전선과 인접한 위험성 등을 고려할 때 보다 효과적인 월경방지 대책 마련이 어려운 점을 고려할 때, 계기비행방식의 운항이 공항 활용성 측면과 항공기 운항 안전성 측면에서 보다 유리할 것으로 사료된다.

특히, VOR/DME를 이용한 계기접근절차를 적용하면 백령도 공항의 관제공역은 시계비행만 이루어지는 공항 또는 비행장에 설정하는 비행장교통구역이 아니라 시계 및 계기비행이 이루어지는 공항 또는 비행장에 설정하는 관제권으로 설정되어야 하며, 향후 공역실무위원회에 안전으로 상정할 필요가 있다.

2.5 항공교통관제사(ATC)의 역할

본 연구에서 검토된 도서 소형공항은 지정학적 위치가 국토의 최북단에 위치하고 있어 무엇보다도 항공기 안전운항에 대한 적극적인 대책 수립·시행이 필요할 것으로 판단된다. 항공기 운항 측면에서도 시계비행 방식으로 지상 참조지점이 거의 없는 바다 상공으로의 장시간 비행은 조종사 피로 증가와 위치 확인 어려움 등이 발생한다. 그러므로, 백령도 공항에 VOR/DME

시설을 설치하고, 이를 활용한 백령도 전용 항공로를 설정하여 공항 인근까지 계기비행 방식으로 접근이 가능하도록 필요한 서비스를 제공할 필요가 있다. 또한, P-518 내에서의 휴전선과 근접한 비행이 이루어지는 상황에서는 RADAR 시설을 활용한 항적 감시와 조종사와 관제사간 지속적인 통신 유지 등을 위해서 관제구역(D등급)에 해당하는 구역등급 배정과 이에 합당한 관제장비 등을 구비하고 항공교통관제사의 통제권으로 안전이 담보되어야 할 것으로 사료된다.

III. 결 론

공항건설은 국가정책이라는 기초 하에 항공학적인 안전 측면과 국가 경제에 미치는 파급력 등을 다양하게 고려하여 건설되어야 한다. 특히, 국내 도서지역의 경우, 접경지역이라는 특수성을 추가로 고려하여 월경방지대책과 비행절차를 마련해야 한다. 본 연구에서 백령도 사례를 통해 도출한 월경방지 대책 및 비행절차 수립 연구 결과는 다음과 같다.

첫째, 장애물 및 NNL 등 비행운항에 위험요소가 있는 경우, 계기접근 비행절차를 최대한 활용하여 안전거리 확보 여부 등 항공기 운항 안전성을 확보하여야 한다.

둘째, 국내의 소형공항은 도서지역의 특수성을 고려하여 항행안전시설(ILS, VOR/DME 등)을 지형에 따라 다양하게 배치하여야 한다.

셋째, 활주로 방향 및 주변 지형에 따라 계기비행절차 수립을 고려하여 항공운항 안정성이 확보할 수 있도록 계획단계부터 전반에 반영되도록 검토하여야 한다.

넷째, 관련 규정과 항공기 비행방식에 따른 월경방지 방안을 활용하여 항행안전시설, 시각 참조물, 항법을 이용한 월경방지대책을 제시하였다.

다섯째, 제시된 월경방지 대책과 함께, 백령도 공항이 P-518 내에 위치하고 있는 점을 고려하여 관제사와 지속적인 통신이 이루어질 수 있는 관제구역으로

설정하여, 항공기에 대한 직접적인 모니터링, RADAR를 통한 감시, 무선교신 유지, 군 기관과의 직통선 확보 등을 통해 사전에 휴전선을 침범하지 않도록 하고, 만일의 경우 적극적인 대응이 될 수 있도록 대책을 마련할 필요가 있다.

여섯째, 시계비행 출발절차의 경우, 주변 제한구역(R131/R132)과 금지구역(P116)과 수평/수직으로 분리되어 운항 안전성에 문제는 없는 것으로 판단되나, 향후 보다 세밀한 출발절차 수립이 필요할 것으로 판단되어진다.

끝으로, 세계 유일의 분단국으로 민간 공항의 효율적인 활용을 위해 공역조건(북방한계선)을 동시에 만족하는 활주로 배치와 비행절차 수립을 위해 계기착륙시설이 반드시 필요하며, 남·북관계에 따라 활용성이 바뀌는 공항 수익 목적이 아닌 도서지역 주민의 교통여건 개선으로 교통복지 증진을 위한 기반시설 건설이 반드시 필요하다.

References

1. KDI, "Baekryeongdo Small Airport Construction Project Cost Feasibility Study", KDI, 2023, p.71.
2. Ministry of Land, Infrastructure and Transport, Notice No. 2019-177 "Airspace Management Regulations", 2019, Article 18.
3. Ministry of Land, Infrastructure and Transport, "Baekryeong Island Small Airport Pre-Feasibility Review", 2017.
4. Yang, H. M., "Current status and recent issues in domestic air space management system", The Korean Journal of Air & Space Law and Policy, 14, 2001, pp.207-240.