

Original Article

<https://doi.org/10.12985/ksaa.2023.31.3.071>
ISSN 1225-9705(print) ISSN 2466-1791(online)

항공안전 증진을 위한 경비행장 건설에 따른 입지선정 AHP(Analytic Hierarchy Process) 연구 - 송포 비행장을 중심으로 - 박상용*

Analytic Hierarchy Research on Site Selection to Construct Airfield to Contribute to Improve Aviation Safety Focusing on Song-Po Airfield

Sang Yong Park*

ABSTRACT

To minimize the occurrence of aviation accidents in the post-COVID, continuous flight training is crucial. However, the current infrastructure of domestic airports and airfields is insufficient to prepare for and respond to accidents, and there is a need for sufficient facility capacity. Therefore, this study examines the construction of a regional airport to minimize aviation accidents and selects factors necessary for determining the site location. Among the 11 selected factors, six were considered the most important site selection factors, including noise issues, weather conditions, obstacle limitations, environmental issues, airspace conditions, and facility usability. Applying these factors, an analysis was conducted on the Songpo area of Sacheon City, Gyeongsangnam-do. Based on a comprehensive review, it can be concluded that the Songpo area is a suitable choice for a regional airport due to its excellent transportation environment, consideration of noise and environmental issues with the residential population, and other factors. Furthermore, the development of the aviation industry is expected to bring about an increase in tourism and economic benefits, and it is anticipated to make a significant contribution to the domestic aviation industry along with the construction of the currently under-construction Ulleung Airport.

Key Words : Aviation Safety(항공안전), Airfield(비행장), Site Selection(입지선정), Noise Problem(소음피해), Weather Conditions(기상상태), Obstacle Limit(장애물 제한)

1. 서 론

세계 항공 여객 시장은 지난 40년간 전쟁, 감염병(SARS, MERS 등), 경제 위기(IMF), 각 지역 테러 분

쟁 등과 같은 다양한 위기 상황에 직면하면서도 단기간 내에 이를 극복하며 지속적인 성장을 이룩해 왔다(Choi, 2021).

하지만 최근 COVID-19 대유행으로 인해 항공 여객 시장은 큰 충격을 받았고, 하늘길과 국경을 단거나 입국 제한 등의 규제로 인해 여행 수요가 급감하면서 항공사들은 큰 손실을 보게 되었다. 이제는 포스트 코로나 시대를 맞이하여 다시 항공 산업의 재도약 시기를 준비하고 있다.

Received: 19. Jul. 2023, Revised: 27. Jul. 2023,

Accepted: 07. Sep. 2023

* 중원대학교 항공운항학과 교수

연락처 E-mail : parksy@jwu.ac.kr

연락처 주소 : 충북 괴산군 괴산읍 문무로 85

현재 전 세계적으로 항공 여행 산업은 코로나19 대유행 이후 새로운 변화를 겪고 있다. 많은 국가에서 백신 접종 의무가 없어지고 실내 마스크 착용 의무가 해제와 함께 여행이 재개되고 있으며, 항공산업도 이에 맞춰 대규모 여행객을 수용하기 위한 준비를 하고 있다. 그러나 이와 같은 증가된 비행 횟수는 불행히도 항공사고 발생 가능성도 높아지고 있다.

2022년 10월 23일 KE631편이 승객과 승무원 173명을 태우고 필리핀 세부공항에서 기상 악화로 착륙에 성공하지 못하고 실패접근(Missed Approach) 후 세차레 시도 끝에 착륙에 성공하였으나, 활주로를 300m 지나서 과주(Over run)하여 승객들이 비상 탈출하는 사고가 있었다. 이와 같은 사고를 예방하고 이에 대비하기 위한 항공안전 증진에 필요한 교육과 함께, 안전한 비행을 지원할 수 있는 인프라 구축이 필수적으로 요구된다. 이에 교육을 통한 항공 안전 증진에 기여되는 경비행장 건설에 대한 입지 선정 연구를 목적으로 2015년부터 추진해오던 경상남도 사천시에 위치한 송포 항공·해양 복합단지 사업을 중심으로 연구하였다. 본 사업은 송포 일반산단 앞 공유수면을 매립하여 75만 9,000m² 부지를 조성해 항공·해양 복합 산업군을 유치하는 사업이다. 주요 사업은 경항공기 생산 연구 및 교육·훈련, 컨벤션 센터, 호텔, 상업시설 등 관련 인프라를 확보할 계획이다. 따라서 본 논문은 이 사업에 핵심 역할을 하는 경비행장 건설의 입지조건이 얼마나 타당한지를 연구한다.

II. 본 론

2.1 개념과 현황

공항(Airport), 비행장(Airdrome)과 경비행장(Airfield)은 모두 항공기가 이착륙할 수 있는 공간을 의미하지만, 각각의 개념은 조금씩 차이가 있다. 우리나라 공항시설법 제2조에 의하면 “공항”이라 함은 공항시설을 갖춘 공공용 비행장으로서 국토교통부 장관이 그 명칭/위치 및 구역을 지정, 고시한 것을 말한다. “비행장”이란 함은 항공기의 이륙(이수), 착륙(착수)을 위하여 사용되는 육지 또는 수면의 일정한 구역으로서 대통령령으로 정하는 것을 말한다.¹⁾ 그리고 본 연구에서 다룰 “경(소형)비행장”이하 ‘경비행장’은 착륙대의 어느 등급에 속하는지는 국내 항공법에서는 정확하게 언급

하고 있지 않으나, 비행장 착륙대 E등급 이하의 육상비행장으로서 항공기 좌석이 50인승 이하를 운영하는 비행장으로 의미한다.

다음은 경량항공기 이착륙장(Airpark)과 초경량비행장치 공역의 정의이다(Shin, 2012). “초경량비행장치 이착륙장”은 2009년 경량항공기 제도 도입 이전에는 초경량비행장치만을 이용할 수 있었던 공간에서 경량항공기도 함께 운영할 수 있게 되었다. 따라서 “경량항공기 이착륙장”으로 표기하는 것이 타당하나, AIP(AIP-Aeronautical Information Publication)에 초경량비행장치 비행 공역 등과 관련된 용어가 혼재되어 있는 경우가 있다(Ministry of Land, 2010). 이러한 혼재는 용어의 표현이 일관되게 이루어지지 않거나, 관련된 용어의 개념이 명확하게 정립되지 않는 경우에 발생할 수 있다. 따라서 본 연구에서는 경량비행장 이착륙장과 초경량비행장치 공역으로 구분하여 정의하며, 본 연구에서 다룰 것은 경량비행장으로 한정한다. 이것은 일반비행장과 유사하나 비행장 길이로는 1,500m 미만 것으로 본 연구에서는 규정하겠다. 그리하여 국내의 모든 공항, 비행장, 경량비행장, 초경량비행장치 이착륙장들 현황을 파악하여 경비행장의 현황을 알아보면 다음과 같다.

먼저, 현재 민간항공기가 운항하는 국내 공항들의 활주로 길이는 주로 1,500m 이상급인 A~D등급이 대부분이다. 민간항공기가 운영 중 또는 운영 가능한 공항은 20곳이며, 이 밖에 비행장은 공군기지와 대외기지 이외의 기타 비행장 시설은 95곳으로 파악되었다. 언급한 것처럼 민간비행장으로 사용 중인 항공 시설물은 공항으로는 울진 비행장, 무안 공항이 있으며, 비행장으로는 충남지역의 한서대학교 비행장과 제주도의 정석비행장이 있다. 그리고 국내에는 약 100여 개의 비행장과 군 공항이 있으며, 이들 시설은 대부분 중소도시 주변에 위치하고 있다. 하지만 이러한 시설들은 군의 작전 훈련 이외에는 크게 활용되지 못하는 실정이다.

또한 국내 지방의 소형비행장이나 경비행장을 이용할 경우에는 관제, 공역 협조, 지상조업 등의 지원 문제가 발생할 가능성이 높으며, 군 공항의 경우에는 비행금지구역, 비행 제한 구역 등의 다양한 제약사항으로 인해 공항을 이용하기 어려울 수 있다는 것도 사실이다.

다음은 국내에서 초경량비행장치 비행 허가 구역(Ultralight Vehicle Flight Restricted Areas)과 이착륙장이다. 현재 AIP에 고시된 초경량비행장치 비행

1) 공항시설법 2조 2호, 개정 2022년 06월 10일.

이 허가되어 있는 지역은 총 18곳이며, 모든 구역의 수직적 범위는 지표면으로부터 500ft 이내이고, 수평적 범위는 지표면으로부터 4km 범위인 원통 구조로 구성 되어 있다.

2.2 입지 선정 요소

2.2.1 AHP 분석의 개념

AHP(Analytic Hierarchy Process)는 정책 결정 과정에서 여러 가지 대안들이 존재할 때, 대안들을 체계적으로 평가하여 우선순위를 도출하는 의사결정 방법이다. AHP는 상황이 복잡하여 다수의 평가 기준으로 대안을 평가해야 할 때, 인간의 뇌가 단계적으로 또는 계층적으로 분석한다는 프로세스를 응용하여 만든 분석 방법이다(Longaray et al., 2015). AHP는 대안별로 상대적 중요도를 비율 척도(ratio scale)로 측정하여 정량분석을 한 후에 최적의 대안을 도출하는 방법이다. AHP 분석은 복잡한 주제를 계층화하여 주요 요인과 세부 요인들로 분해하고 이러한 요인들에 대해 각각 1:1 비교를 통해 생성된 데이터를 기반으로 상대적 중요도를 분석한다. 구성 요소의 중요도나 우선순위를 매겨야 하는 평가 기준이 많을 때 AHP는 유용한 의사결정 방법이며 계량화가 어려운 인문 또는 사회과학 분야 연구 주제나 정책 대안에 대해서도 적용이 가능하다.

AHP는 복잡한 의사 결정문제를 전문가의 판단과 수리적인 분석을 통하여 해결하는 방법으로 전문가들이 참여하는 집단적 의사 결정 과정에서 특정인의 영향력을 좌우되지 않고 의사 결정 즉 여러 대안들 중 최적의 대안을 선택하기 위한 시간 및 비용 등의 현실적인 문제점을 완화하는 장점이 있다(Kalić, 2014).

2.2.2 AHP 분석 절차 및 고려사항

AHP는 여러 분야의 정책결정 과정에서 유용하게 쓰이고 있는 방법이지만 분석 방법론을 설계할 때 주의할 사항이 있다.

첫째, AHP 분석의 평가요소는 상호 비교가 가능한 것으로 구성되어야 한다. 즉 동일한 계층 내에서 2개의 요인을 짝지어 비교하고 중요도를 피설문자가 1:1 동등한 비교를 통해 표시할 수 있어야 한다. 두 번째, AHP 설문 내에서 중요도를 측정할 경우 동일한 척도로 구성하여야 한다. 일례로, 정책 수용성과 정책 형평성을 일대일 비교할 경우 수용성과 형평성의 중요도 척도는 동일한 5점 또는 7점 척도가 되어야 한다는 것이다. 세

번째, AHP 분석의 계층구조는 의사결정에 관련된 모든 사항을 완전하게 포함해야 한다. 분석을 위한 평가 기준은 정책 대안을 모두 포괄할 수 있는 수준의 광의적 범위의 기준으로 설정해야 한다(Choi, 2020).

AHP 분석을 수행할 경우 평가 기준이 많을수록 1:1(쌍대) 비교 문항 수가 많아진다(Fig. 1 참조). 응답자 입장에서는 같은 형태의 문항을 반복적으로 묻는 과정에서 응답 성실도가 낮아질 수 있다. 일례로 평가 기준이 4개일 경우 총 12개의 문항이 나오며, 5개일 경우 20개로 늘어난다. 이 경우 피설문자의 응답이 불성실하여 AHP 분석 결과에 대한 신뢰도인 일관성 지수(C.I.:Consistency Index)가 기준치(0.2)를 초과하여 신뢰도가 하락할 수 있다(Fig. 2 참조).

$$\text{Principal Eigenvalue} : \lambda_{\max} = \sum_{j=1}^n a_{ij} \frac{W_i}{W_j}$$

$$\text{Consistency Index} : C.I. = \frac{(\lambda_{\max} - n)}{(n - 1)}$$

n = Number of criteria

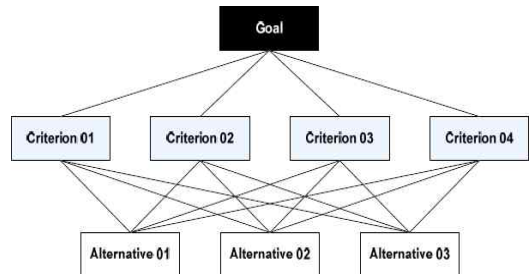


Fig. 1. AHP process and hierarchy

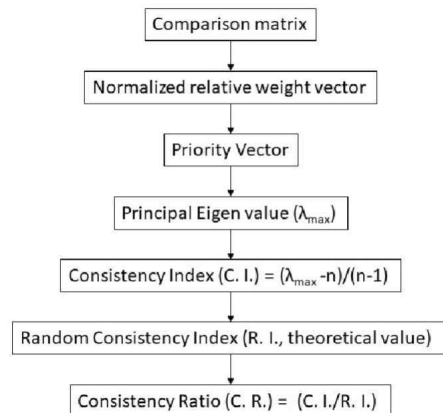


Fig. 2. Calculation of CI and CR

따라서 AHP 설문을 수행하기 전에 설문지를 통해 또는 구두로 응답자(전문가 풀(pool))에게 AHP 조사의 특성과 목적에 대한 충분한 설명을 해주어야 한다.

AHP 분석의 평가기준을 설정할 때 평가기준이 서로 비교할 수 있는 요소인지, 독립적인지 연구자가 충분히 검토해야 한다. 본 연구자는 사전에 계층 구조를 작성할 때 이에 대한 충분한 검토를 수행하였으며 예비조사를 통해 전문가 집단 풀(Pool)에 속한 응답자가 1:1 비교를 할 수 있는 항목인지에 대한 반응을 확인하는 과정을 거친 후 최종적으로 분석기준을 설정하였고 이에 따라 AHP 분석을 수행하였다.

2.2.3 입지 선정 요소 분석

경비행장 입지 타당성 검토를 위해 본 저자의 “경비행장 개발 및 입지선정에 관한 연구”를 활용하였다 (Park, 2015). 본 연구는 항공운송 및 운항 기타 관련 종사자로서 업무 기간 또는 비행시간을 명시하여 최대 30년(또는 26,000시간)까지의 전문가로 구성 총 60명을 대상으로 실시하였고, 그중 응답이 불성실한 자료를 제외한 58명을 대상으로 하였으며, 기중치 CR 값은 0.2로 분석되었다. 응답결과에 대한 기중치들이 모두 기중치 CR 값인 0.2 미만으로 나타나 응답결과에 있어 일관성이 있는 것으로 나타났다. 분석결과 입지선정 요소 선정 및 중요도(기중치)는 다음과 같다.

요소 선정에 대하여 Fig. 3을 보면 기술적 요소로는 기상조건, 장애물 제한 표면조건, 공역 조건, 운항절차

가 해당되며, 운영적 요소는 소음 문제, 환경 문제가 포함된다. 그리고 경제 및 정책적 요소는 시설의 이용성, 건설 및 투자비용, 지역경제 기여도, 접근성, 산업 연계성이 포함되어 있다.

Fig. 3을 근거로 중요도를 위한 Table 1을 정리하면 기술적 요소와 운영적 요소가 합쳐진 “기술 및 운영적 요소” 기중치가 0.732이고, “경제 및 정책적 요소”는 0.268로 나타났다. 이를 세부적으로 분석해 보면 다음과 같다.

“기술/운영적 요소”의 경우 ‘기술적 요소’ 0.423이 ‘운영적 요소’ 0.309보다 높게 평가되었고, 그중에서 1위부터 5위까지 모두 기술 및 운영적 요소에 해당되었다. 1위는 항공기 소음문제이며, 다음으로 기상조건이 2위이고, 3위는 장애물 제한표면으로 나타났다.

특이 사항은 기술 및 운영적 요소 중에 운항절차만이 이 중에서 가장 낮은 9위로 평가되었다. “경제 및 정책적 요소” 측면에서는 시설 이용성이 6위로 가장 높게 평가되었으며, 그 다음으로 산업 연관성이 7위, 접근성이 8위, 건설 및 투자 비용일 10위, 지역 경제 기여도가 11위로 평가되었다.

소음, 기상조건, 환경문제가 높은 이유는 대부분의 경비행장을 이용하는 항공 관련 업체들이 소형항공기 운송사업, 관광/레저, 항공 교육훈련, 에어쇼, 제조업, 등과 같이 공항에서 중요하게 여기지 않는 지역에서 충분히 운영될 수 있는 것이기 때문이다. 이에 따라 경비행장 입지 요소가 기존의 공항 입지 요소의 기중치와는 다소 다른 결과가 도출되었다.

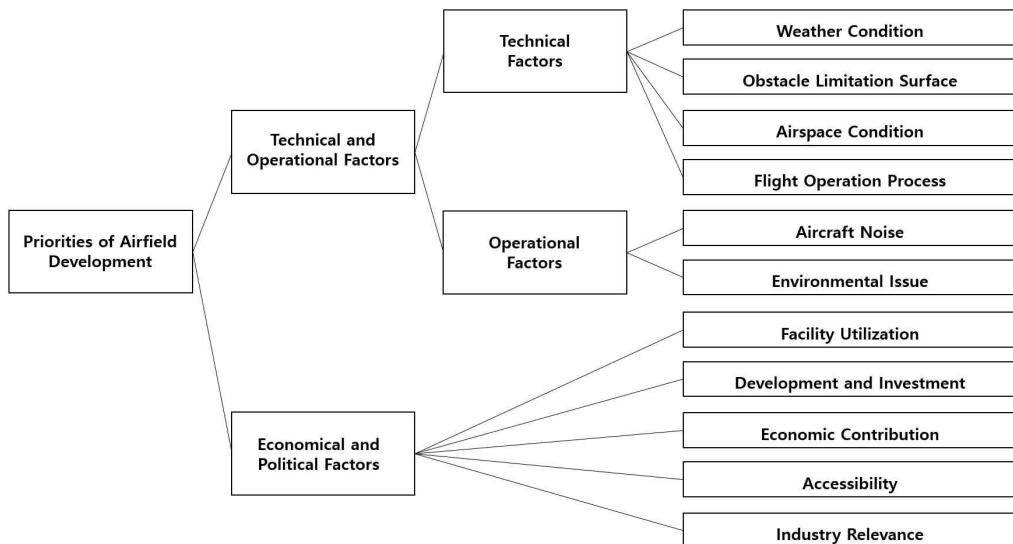


Fig. 3. A research model and structure for AHP

Table 1. Results of the element-wise weighted evaluation

Classification	Factors	Consistency ratio	Rank
Evaluation factors for site selection of airfield	Aircraft noise	0.198	1
	Weather condition	0.175	2
	Obstacle limitation surface	0.120	3
	Environmental issue	0.111	4
	Airspace condition	0.079	5
	Facility utilization	0.008	6
	Industry relevance	0.006	7
	Accessibility	0.057	8
	Flight operation procedure	0.049	9
	Development and investment	0.042	10
	Economic contribution	0.038	11

다음은 경비행장 입지 선정 요건에 대한 사업추진 평가 결과를 보면 Table 2와 같다. 사업추진에 대한 가장 높은 요소는 기술적 요소 0.283이었고, 다음은 운영적 요소인 0.195이며, 경제적 및 정책적 요소가 0.180으로 나타났다. 그리고 사업 보류에 대한 것은 경제적 및 정책적 요소가 0.088로 가장 낮았고, 운영적 요소는 0.114이었으며, 가장 높은 것은 기술적 요소로 0.140이었다. 종합적으로는 0.423 점수인 “기술 및 운영적 요소”가 0.268 점수인 경제 및 정책적 요소보다 상대적으로 높게 나타났다. 이 결과에 대한 시사점은 경비행장 건설 사업의 성패는 기술적 요소에 크게 좌우되며, 항공기 소음과 환경문제보다도 더욱 중요한 역할을 한다는 점이 판명된 것이다.

이는 기존의 공항과는 달리, 비행안전 측면에서 경비행장이 가지는 중요성이 크다는 것을 시사한다. 따라서 경비행장 건설 사업 추진 시에는 이러한 기술적 요소들을 충분히 고려하여 입지 선정과 건설 계획을 세우는 것이 중요하다. 더불어 경비행장이 가지는 특성상

운영상 요소와 경제/정책적 요소 등을 포함한 다양한 측면들도 고려되어야 한다.

2.3 입지 선정 요소 적용

다음은 Table 2에 제시된 요소별 가중치 평가 결과에 대한 입지 선정 11가지 요소 중에서 가장 중요도가 높게 평가된 6가지(소음문제, 기상조건, 장애물 제한, 환경문제, 공역조건, 시설이용성)를 선정하여 경남 사천시 송포지역에 적용하여 보았다.

첫 번째로 소음문제는 해당 지역에 거주하는 인구수가 연구 초기 단계인 2013년 사천시 세대수는 총 49,647세대로 동 지역에 21,929세대이며, 읍면 지역에 27,718세대가 분포되어 있고, 2021년은 인구수가 110,057명이고, 세대수는 46,840세대, 해당 지역 읍면지역에 25,726세대이다. 사업 시행에 따라 소음피해에 대한 사전공지가 반드시 필요하고 공청회, 설명회를 거쳐 상호 이해가 선결되어야 원만한 사업추진이 가능하다.

Table 2. Detailed evaluation results for airfield construction project

Elements	Airfield construction project		Total	Ranking
	Proceed	Hold		
Economic and political factors	0.180	0.088	0.268	3
Technical factors	0.283	0.140	0.423	1
Operational factors	0.195	0.114	0.309	2
Total	0.658	0.34	1.000	.

두 번째 기상조건은 최근 30년간(진주, 통영 기준) 기상통계자료를 조사, 분석하였다. 연평균 기온은 14.4℃로 인근의 거제, 남해보다 다소 높은 편이며, 연평균 강수량은 1,457.4mm이며 거제, 남해보다 300mm 정도 낮고, 바람은 연중 북동풍계나 남서풍계의 바람이 많이 불며 강한 바람은 주로 남서풍계에서 나타난다. 4월에서 6월은 해무, 안개로 인한 시정장애 현상이 많고, 바람은 최대풍속 S(남쪽) 방향으로 31.8m/s이며, 평균풍속은 2.5m/s이고, 풍향별 최대풍속은 S 방향이 30.8m/s, 풍향별 출현율은 NNE(북북동) 방향이 가장 우세하게 나타나고 있다. 활주로 방향은 기상대 바람 장비 기준으로 측풍 영향이 없으므로 전 방향 가능하고, 만일 경비행장의 경우 세스나급 항공기를 운영한다면, 측풍 13knots까지 운영 가능하므로 현재 바람 장비 분석으로 전 방향 가능하다. 단, 추후 해당 지역에 대한 정밀 기상 분석이 필요할 것이다. 그러나 사천공항의 바람 장비를 분석하면 측풍을 고려한 사천공항 방향과 동일하게 설정해도 무방하다(Fig. 4 참조).

세 번째 장애물 제한 조건은 항공기의 안전 운항을 위해 공항 주변에 장애물 제한표면을 지정하여 비행 안전을 저해하는 지형, 지물 등의 설치가 제한)되며 적용된다(Kim and Han, 2012). 따라서 지형 분석에서 경향공기 이착륙, 장주 패턴 등의 장애물 제한은 없을 것으로 판단된다(Fig. 5 참조). 단, 사업시행 전에 정밀지형 장애물 제한 사항 검토가 요구된다.

네 번째 환경문제는 기존 지역이 농공단지로 이미 지정되었던 곳이었으며, 남해안 청정지역으로 일부 어업 종사자와 양식사업자들이 있었다. 그러나 사천시의 2020년 어가 인구(해수면 어업)는 4,373명으로 매년 지속적으로 감소하는 추세여서 그 문제는 크게 부각되지는 않는다. 그리고 문화재 및 국립공원으로 지정된 곳은 아니어서 해당 문제도 없을 것으로 사료된다(Fig. 6 참조).

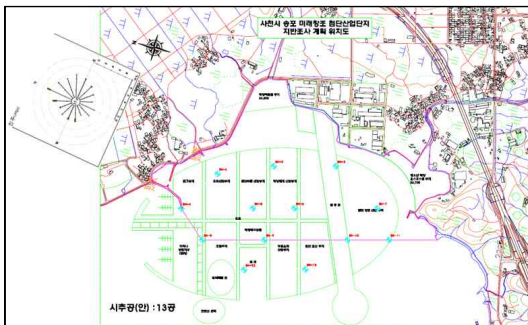


Fig. 4. Weather condition



Fig. 5. Obstacle limits

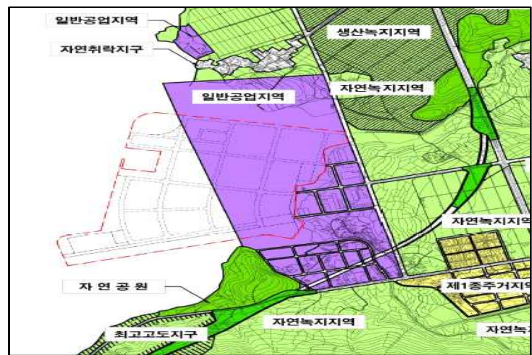


Fig. 6. Environmental issues

다섯 번째 공역 조건은 공군 훈련용 항공기 입출항을 고려하고, 훈련공역과 통제 공역을 참조해야 한다. 경향공기의 경우 해당 공역과 고도 차이로 인해 큰 영향을 받지 않을 것으로 예상되나, 사천공항과 12km 이격되어 있어 훈련용 항공기 입출항 및 장주를 검토해야 할 것이다.

여섯 번째 시설 이용성은 경제성, 활용성의 문제인데 이미 이 단지에 입주를 희망하여 의향서를 제출한 업체 및 학교가 다수가 있다. 대표적인 것이 KAI(한국항공우주산업), 미국 비행학교, 아론비행선박산업(주), 폴리텍대학 항공캠퍼스, T-보트 코리아, 경성대학교 등이다. 따라서 이미 항공제조사와 MRO 선두업체인 KAI 입주와 기타 업체, 학교 등으로 시설 이용성을 확보 예정이다(Fig. 7 참조).

III. 결론

포스트 코로나 시대에 급격히 증가하고 있는 항공교통흐름 속에서 항공사고 발생을 최소화 하기 위해 지

2) 항공안전법 제76조 및 제82조, 항공안전법 시행규칙 제226조, 제246조, 제246조의2.

8. Kim, N. Y., and Han, C. H., "Searching through the legal requirements of airfield's obstacle limitation surface for extension of Goheung Aviation Test Center" *Journal of the Korean Society for Aviation and Aeronautics*, 20(3), 2012, pp.1-7.
9. Yoon, H. Y., and Jang, J. S., "A research on the cabin service quality factors in a national carrier affecting overseas tourist's experience and satisfaction", *Journal of the Korea Academia-Industrial Cooperation Society*, 20(9), 2019, pp.188-197.