

論文

강화도 지역의 항공기 소음저감을 위한 인천국제공항 운항절차 검토

유병선*, 송병흠*

A Study on Flight Operation Procedures of Incheon International Airport for Noise Abatement in and around Gangwha Island

Byeong-Seon Yoo*, Byung-Heum Song*

ABSTRACT

After a series of aircraft noise measurements conducted in Noise Sensitive Areas(NSAs) in Gangwha Island, there appeared to be no regions affected by aircraft noise of over 75 WECPNL, the legal noise level standard for aircraft operations. However, with regard to the future environment where flight operations at Incheon International Airport are likely to escalate, an INM analysis result drawn shows that the number of regions afflicted by such noise will increase in Gangwha Island. Therefore, we studied similar cases from developed countries, which are pertinent to solutions for aircraft noise abatement in the vicinity of airports and herewith provided 6 more flight operation procedures other than those 3 currently in service at Incheon International Airport.

Key Words : Flight Operation Procedure(비행절차), Noise Abatement(소음저감), Noise Level(소음레벨), WECPNL(항공기소음영향도), INM(항공기 소음 예측 시뮬레이션)

I. 서 론

1.1 배경

인천국제공항 개항 후 항공기 운항증가로 인하여 공항 인근 주민들의 소음민원이 꾸준히 제기되고 있고, 특히 강화도를 포함한 주변 마을의 주민들은 항공기 소음으로 인한 가축피해 등을 호소하고 있는 실정이다. 이러한 시점에서 인천국제공항에서 운영하고 있는 비행절차 중 강화도 지역의 상공을 비행하는 항공기로 인한 소음피해가 예상되는 지점의 소음 측정과 예측, 이에 대한 비행절차 분석을 통해 이 지역에 효과적인 항공기 소음저감을 이룩하고자 한다.

1.2 연구의 범위

인천국제공항을 입출항하는 항공기가 통과하는 강화도의 소음민감지역 4곳의 소음을 측정하여 “공항소음 방지 및 소음대책지역 지원에 관한 법률”에 규정된 현행 법규에 따라 피해지역 적용가능 여부를 파악하였다. 그리고 시뮬레이션을 수행하여 향후 항공기 운항증가로 인한 미래 목표시점에서의 소음을 예측하고, 기수행된 인천국제공항의 계기접근절차의 검토를 제외한 소음저감 방안들을 제시하고자 한다.

II. 본 론

2.1 국내외 소음관련 기준 검토

2.1.1 항공기 소음관련 기준

현행 국내법규에서 항공기 소음과 관련이 있는

2010년 11월 17일 접수 ~ 2010년 12월 19일심사완료

* 한국항공대학교 항공운항학과 교수
연락처, E-mail : bsyoo@kau.ac.kr
경기도 고양시 덕양구 화전동

법규는 소음진동 관리법, 항공법, 공항소음 방지 및 소음대책지역 지원에 관한 법률, 한국공항공사법에이 있다.

소음진동 관리법 시행령은 항공기소음의 한도로서 공항부근 인근지역과 기타지역으로 구분하여 항공기소음영향도(WECPNL)를 정하고 있다. 또한 동법 시행규칙에서 공항주변의 지역구분은 공항소음 방지 및 소음대책지역 지원에 관한 법률에 규정된 구분을 따르도록 하고 있다.

Table 1. 공항 소음피해지역 등의 지정

구역	설정 기준(WECPNL)	비고	
제1종 구역	95이상	소음피해 지역	
제2종 구역	90이상, 95미만		
제3종 구역	가 지구	85이상, 90미만	소음피해 예상지역
	나 지구	80이상, 85미만	
	다 지구	75이상, 80미만	

자료 : 공항소음 방지 및 소음대책지역 지원에 관한 법률

항공법 제107조는 항공기 소음방지대책의 수립에 관한 조항으로써, 항공기에 의한 소음의 피해를 방지 또는 저감시킬 필요가 있는 경우에는 대통령령이 정하는 바에 따라 사업시행자 및 공항시설의 관리자로 하여금 소음의 피해를 방지하기 위한 대책을 수립·시행 할 수 있도록 규정하고 있다.

공항소음 방지 및 소음대책지역 지원에 관한 법률은 소음진동 관리법과 항공법에서 포괄적으로 다루었던 소음관련 내용 중 항공기 운항으로 발생하는 공항소음 분야를 전문적이고 효율적으로 관리하기 위하여 제정되어 2010년 9월 23일부터 시행되고 있다.

한국공항공사법에는 법 제9조 및 시행령 제11조에 정부의 보조금 등 재원의 범위 내에서 공항소음 피해지역에 대하여 공사가 시행하는 소음방지대책사업이 명시되어 있다.

2.1.1 해외 소음관련 기준

해외 국가별 항공기 소음기준은 사용단위와 기준이 상이하며, 항공 선진국일수록 항공기 소음 적용기준이 점차 강화되고 있는 실정이다.

우리나라는 국내 소음관련법규에 따라 WECPNL 75 이상의 지역만을 대상으로 하고 있지만 미국의 경우 항공기 소음에 따른 토지이용 권고기준은 WECPNL 65 이상 지역에서도 소음

저감이 이루어지도록 규정하고 있다. 항공기 소음은 피해지역이 광범위하고 항공기의 안전을 위해 매우 제한적인 방안이 강구되고 있기 때문에 항공기 소음을 근본적으로 차단하기 위해서는 종합적인 대책이 요구된다. 공항건설 전부터 사전에 토지이용을 검토하여 피해를 최소화 시켜야 하며 불가피한 경우 저소음 항공기를 도입하거나 인구가 밀집된 지역을 피하여 운항시키거나 이착륙 시간대를 조정하기도 하며, 때로는 피해주민의 피해보상을 위해 주택의 방음시설을 해주거나 각종 공과금을 지원하는 등의 각종방안이 마련되고 있다.

각 나라별 적용하고 있는 소음관련 기준을 요약하면 다음과 같다.

Table 2. 해외 국가별 항공기 소음기준

국가	소음 단위	기준치		규정
		국가 소음 지표	LAeq(24h) in dB	
호주	NEF	< 20	< 53	주거가능
		20 ~ 25	53 ~ 58	신축 방음대책 필요
		> 25	> 58	주택 신축 금지
캐나다	NEF	≤ 25	≤ 57	주거가능
		28 ~ 30	60 ~ 62	신축 방음대책 필요
		> 35	> 68	주택 신축 금지
프랑스	N	< 84	< 62	주거가능
		84 ~ 89	62 ~ 71	기존주택 방음대책 필요
영국	Leq (24h)	≤ 57	≤ 55	주거가능
		57 ~ 66	55 ~ 64	신축 방음대책 필요
		> 66	> 64	신축 업적 제한
		> 72	> 70	주택 신축금지
		> 69	> 67	런던공항 방음계획
일본	WECPNL	< 70	< 54	주거가능
		> 85	> 69	방음대책 필요 (실내소음레벨 ≤ 65WECPNL)
미국	Ldn	≤ 65	≤ 62	주거 가능
		65 ~ 70	62 ~ 67	택지 개발금지
		70 ~ 75	67 ~ 72	택지 개발제한
		> 75	> 72	택지개발업적 금지
한국	WECPNL	< 75	< 67	주거 가능
		75 ~ 95	67 ~ 82	방음대책, 신축제한
		≥ 95	> 82	이주대책, 신축금지

자료 : 국립환경과학원

2.2 강화도 지역의 항공기 소음 측정

2.2.1 항공기 소음 민감지역 선정

본 연구에서는 인천국제공항 비행절차 중 강화도 상공을 통과하는 지역 중 항공기 소음이 예상되고 항공기 소음피해를 호소하는 소음민감지역 4곳을 선정하여 실제로 항공기의 소음을 측정하였다.



Fig.1 강화도 소음민감지역

2.2.2 항공기 소음 측정 방법

소음민감지점 4곳에서 7일간 연속 24시간 연속 측정을 실시하였다. 정확한 소음 측정 장소와 사용 장비는 다음과 같다.

Table. 3 측정장소

NO	지점명	위 치
1	석모도	삼산면 매음리
2	공숙노인회관	양도면 능내리 공숙마을회관
3	길정저수지	양도면 길정리 656-4
4	화도면	화도면 장화리 336-1

Table. 4 소음측정 기기

구 분	장비명	모델명	제조사	수량
소음측정 분석장비	소음 계측기	SC-160	Spain	3
	소음 계측지	SC-310	Spain	3
	FFT 분석기	Spectra Lab	USA	1
	Microphone			2
	삼각대		korea	4
보조장비	Sound Device	USBpre	Sia soft	2
	GPS Logger	740	Asen	1
	Camera	DSC-T20	Japan	1

2.2.3 항공기 소음 측정 결과 분석

소음민감지역에서 측정된 소음자료는 FAA의 항공기 소음 예측에 대한 표준화 도구(Standard Tool)로 적용하고 있는 항공기 소음 예측 시뮬레이션(INM, Integrated Noise Model)을 활용하여 분석하였다. 소음측정사항을 기준으로 INM에서 해석된 소음등고선 피해면적은 다음 그림과 같다.

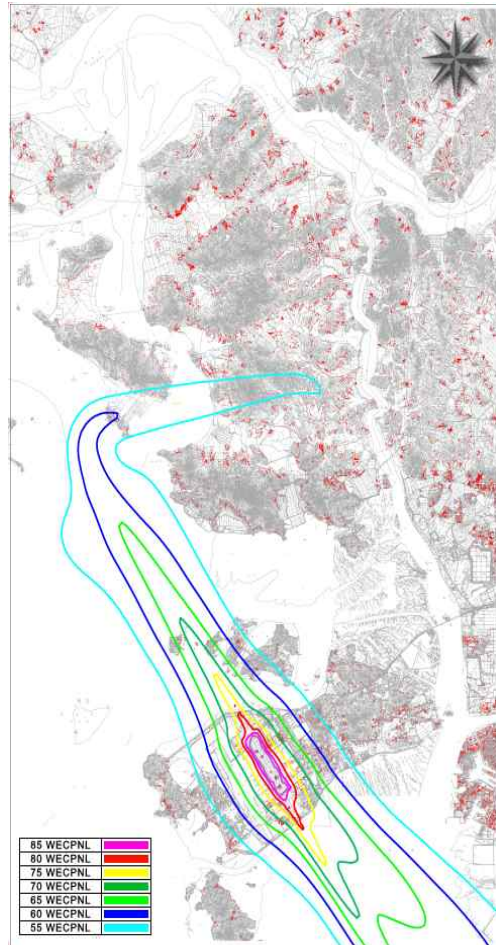


Fig. 2 측정 소음등고선

INM(항공기 소음 예측 시뮬레이션)에서 해석된 예상 피해면적 중 법적 기준치인 75 WECPNL(노란색)의 피해지역은 인천국제공항이 위치한 영종도 주변으로 강화도 지역에는 없는 것으로 나타났으나, 55 WECPNL(하늘색)의 피해정도는 석모도가 가장 넓었으며 다음으로 화도면, 양도면 순이다.

2.3 강화도 지역의 항공기 소음영향 예측

강화도 지역의 미래의 항공기 소음 파악을 위하여 예측 소음등고선은 2015년, 2020년, 2025년을 기준으로 작성하였으며, 해당연도의 인천국제공항의 항공기 운항횟수는 「제3차 공항개발 중장기 종합계획 수립조사」(건설교통부 2005) 및 「인천국제공항 공역개선 및 제3활주로 비행절차 수립용역」(한국항공진흥협회 2006)을 기준으로 하였다.

Table. 5 인천국제공항 항공기 운항 예측

구 분			2015	2020	2025	
국내선	여객기	항공기 혼합률 (%)	E	6.6	6.6	6.6
			D1	3.2	3.2	3.2
			D2	0.0	0.0	0.0
			C1	79.1	79.1	79.1
			C2	11.1	11.1	11.1
	탑승률(%)	68.0	68.0	68.0		
	연간운항(회)	12,142	17,654	22,476		
	국제선	여객기	항공기 혼합률 (%)	F	1.0	1.5
E				53.8	53.8	52.8
D1				20.0	19.5	19.0
D2				0.2	0.2	0.2
C1				16.0	16.5	17.0
C2				9.0	10.0	10.0
탑승률(%)				73.0	73.0	73.0
연간운항(회)		223,756	280,466	355,317		
화물기		항공기 혼합률 (%)	F	1.0	1.5	2.0
			E	77.2	77.2	77.2
			D1	21.0	20.0	20.0
			D2	0.2	0.2	0.2
			C1	0.1	0.1	0.1
	C2		0.5	0.5	0.5	
적재율(%)	51	51	51			
연간운항(회)	56,238	74,578	98,991			
연간운항 총 합계(회)			292,136	372,698	476,784	

자료 : 제3차 공항개발 중장기 종합계획 수립조사

인천국제공항의 항공기 운항 예측결과를 고려하여 INM의 소음등고선을 분석하여 보면 항공기 운항의 증가에 따라 소음도도 비례하여 높아지는 현상을 나타내고 있으며 현재에 피해가 없던 양도면 및 화도면 지역이 2015년도를 기점으로 하여 피해면적이 서서히 늘어나는 현상을 보인다. 65 WECPNL(연두색) 등고선이 강화도 서쪽 섬인 석모도에 등장하고 있다. 2020년부터 65 WECPNL(연두색) 등고선이 양도면 일부지역과 석모도 지역에서 가축의 피해 및 민원이 제기될 것으로 사료된다. 2025년부터는 60~65 WECPNL의 소음도가

석모도 지역에 확장되어 나타날 것으로 예측되었으며, 이는 가축의 피해가 우려되는 수치이며 지속적인 항공기의 소음으로 인해 지속적인 민원이 제기될 것으로 보여 진다.

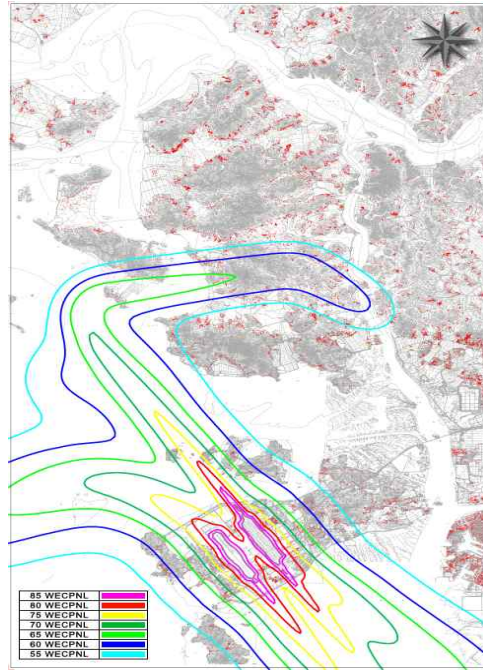


Fig. 3 2015년 소음등고선 예측

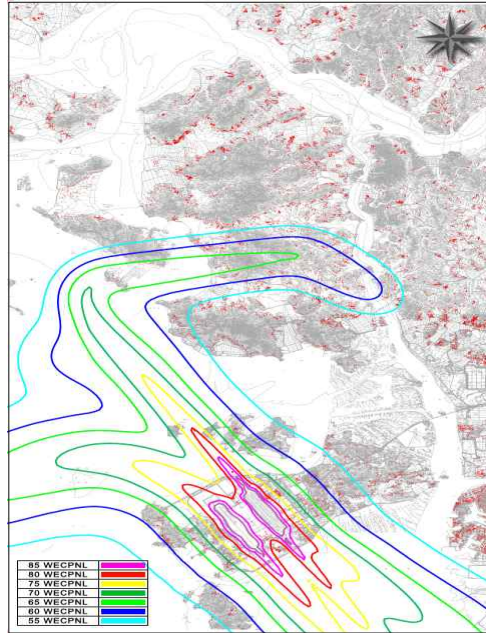


Fig.4 2020년 소음등고선 예측

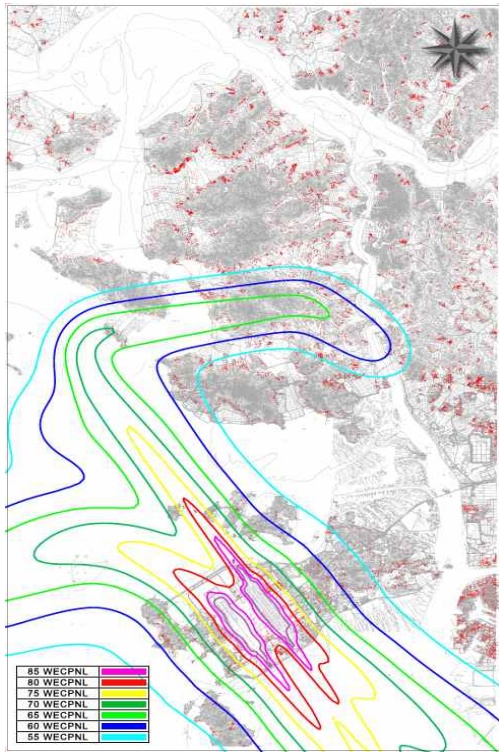


Fig. 5 2025년 소음등고선 예측

2.4 항공기 소음피해 대책

2.4.1 국내 항공기 저소음 대책

항공기 소음 저감을 위한 항공법규 상의 일반적인 대책은 다음과 같다.

- 이주대책(제1종 구역)
- 주택방음시설 등 소음저감 대책지원
- 공항 내 항공기 지상이동 소음저감을 위한 방음벽 설치
- 항공기 엔진 시운전 소음저감 시설 설치
- 항공기 소음 자동측정망 설치

상기 내용 외에 항공기 운항에 따른 구체적인 소음대책을 식별하기 위하여 해외 항공선진국의 항공기 소음저감방식을 살펴보았다.

2.4.2 해외 항공선진국의 항공기 소음저감 방식

항공기 소음방지대책을 위한 선진 공항들의 일반적인 유형은 이착륙 비행로를 소음 민감지역으

로부터 가능한 멀리 떨어지도록 개선하여 항공기 소음을 저감시키는 방안을 채택하였으며, 고소음 항공기 운항억제 및 저소음항공기의 도입 및 항공기 이착륙 항로의 제한 및 감시, 야간비행 금지, 지상소음저감 대책 마련을 요구하고 있다. 또한 소음 민감 지역 주변 또는 상공을 가능한 높은 고도로 비행하도록 비행절차를 개선하여 항공기 소음을 저감시키는 방안을 채택하도록 유도하고 있다.

현재 해외공항에서 적용 중에 있는 항공기 소음 저감방식의 여러 가지 유형 중에서 소음할증금 부담 방식과 같이 항공기 운항과 직접적인 관련이 없는 방안을 제외하면 Table. 6, Table. 7에 정리한 바와 같이 12개 운항 방식으로 분류할 수 있다.

Table. 6 항공기 저소음 운항 방식(1)

저소음 운항 방식의 분류		운항 방식의 설명
활주로 운영	1 우선 활주로 운영	소음 민감 지역을 통과하지 않는 방향의 활주로 상으로 이착륙시키는 방식
	2 중간 이륙	출발 항공기 후방에 주거지역이 인접 위치하는 경우에 출발지점을 앞으로 당겨서 항공기와 주거지역의 거리를 멀리하게 하는 방식(전방의 주거지역은 소음저감 효과에 역행)
비행로 운영	3 우선 비행로 운영	이륙 및 도착 비행로를 소음 민감 지역을 피하는 방향으로 설정·운영하거나 우선적으로 운용하는 방식
	4 CDA	도착항공기로 하여금 높은 고도로 부터 일정 각도로 지속 유지하면서 접근하도록 하는 방식, 일반적으로 3° 접근 각도가 추천되고 있음.
도착 비행	5 Delayed /Reduced Flap	접근하는 동안 공기 저항을 감소시키기 위해 Flap 조작 시기를 늦추거나(Delayed), Flap 각도를 줄이는(Reduced) 방식
	6 역추력 제한	착륙 후 활주거리를 줄이기 위해 사용하는 항공기 엔진 역 추진의 사용을 제한하는 방식
	7 급각도 진입	접근 각도를 높여(일반적으로 3.5° 이상) 주거지역으로부터의 수직 이격 거리를 높여 소음 저감 효과를 얻으려는 방식

Table. 7 항공기 저소음 운항 방식(2)

저소음 운항 방식의 분류		운항 방식의 설명
출발 비행	8	소음 민감 지역의 위치(근거리 또는 원거리)에 따라 이륙 후 동력 감소와 플랩/슬롯 집어넣기 조작을 달리하여 소음 피해를 경감시키고자 하는 방식(지상 800ft 이상 도달 즉시 집어넣기 조작을 한다면 NADP 2라 하고, 설정한 최고고도에 도달할 때까지 집어넣기 조작을 지연토록 한다면 NADP 1이라 함)
	NADP 1 or 2	
	9	항공기별로 허용된 범위 안의 최대 상승 각도로 상승하도록 하는 방식
	급상승 출발	
	10	활주로 정지 상태에서 출발 기동을 하는 경우에 발생하는 소음 저감을 위하여, 유도도 상에서 모든 출발 준비를 마치고 이륙하기 위해 활주로 상으로 진입한 후 정지하지 않고 곧바로 이륙하도록 하는 방식
	Rolling take-off	
운항 제한	11	APU의 사용 또는 항공기 엔진 테스트를 위한 장소와 시간을 제한하는 방식
	APU 사용 및 엔진 Run-up test 제한	
	12	수면 시간대의 항공기 운항을 금지 또는 제한하는 방식
	야간 운항 금지/제한	

Table. 8 인천국제공항 적용가능 절차 검토

저감 방안	검토결과				검토내용
	적용 중	추천	제한 적용	비추천	
활주로 운영	우선활주로 운영	●			34/16 활주로 0000-1200UTC만이용
	중간이륙				☒ 강화도에는 역 효과
비행로 운영	우선비행로 설정 운영		○		일부 구간 비행로 개선 및 심야 시간대 강화도 상공 비행로 사용 제한
접근 비행	연속강하 접근(CDA)		○		추천
	Delayed/reduced Flap		○		CDA와 연계 적용 추천
	역추력 제한				☒ 강화도 소음저감과는 무관
	급각도 진입				☒ 비행안전 저해
출발 비행	NADP 1 or 2	●			33 활주로 NADP 1
	급상승출발		○		항공기 성능이 허락하는 범위 안에서 적용 가능
	Rolling take-off		○		운용 가능
운항 제한	엔진 Run-up test 제한	●			적용 중
	야간 운항 금지/제한			▲	교통량이 한가한 심야 시간대 강화도 상공 비행로 이용 제한

2.4.3 인천국제공항에서 적용 가능한 절차 검토

앞서 살펴 본 항공선진국에서 적용하고 있는 12종의 저소음 운항 방식 중에서 현재 인천국제공항에서 적용 중에 있는 저소음 운항 방식은 3종이며, 5종의 절차가 추가로 추천될 수 있고 1종의 절차가 제한적용 할 수 있는 것으로 검토되었다.

특히 인천국제공항의 항공기 소음저감을 위한 계기비행절차의 검토에서도 연속강하접근(CDA)의 필요성에 대하여 선행연구가 이미 수행되었다.(유병선, 2010)

III. 결론 및 시사점

본 연구는 강화도 지역을 경유하여 인천국제공항을 입출항 하기 위한 비행로에 대한 저소음 운항절차를 검토하고, 강화도 주변에서 발생하는 항공기 소음피해를 최소화하는 것으로 목적으로 하였으며, 소음저감 운항절차 해외 사례 조사와 인천국제공항의 항공기 소음현황을 조사 분석한 결과를 기초로 적용 가능한 저소음 운항절차를 제시하고자 한다.

강화도 소음민감지역에서 측정된 소음자료를 분석한 결과 법적 기준치인 75 WECPNL의 피해 지역은 강화군 지역에서는 없는 것으로 나타났

다. 그러나 항공법에서 소음기준단위로 사용하고 있는 WECPNL 방식은 공항 주변지역 소음평가지수로, EPNL에 항공기의 운항횟수, 운항 시 소음도, 소음 지속시간, 소음 발생시간 및 계절에 의한 보정 등을 고려하여 계속되는 소음에 대한 피해 정도와 같은 단위로 환산한 것이다. 즉 상대적으로 단시간에 1회의 큰 항공기 소음에 노출이 되는 경우 WECPNL 값은 낮게 나올 수 있으나 주민들과 가축들이 체감하는 소음피해의 정도는 다를 수 있다. 또한 미래의 소음예측자료에서 항공기 운항횟수 증가에 따라 소음피해지역이 확산되는 바, 1회의 최대소음발생 음원에 대한 규제 기준 적용 등 소음기준단위 사용의 개선을 포함한 인천국제공항의 운항절차에 대한 적극적인 개선이 필요하다고 판단된다.

해외사례조사를 통한 저소음 운항절차 방안 검토 결과 적용 가능한 방안은 12가지가 있었으며, 강화도 지역 소음저감을 위한 저소음 운항절차는 현재 인천국제공항에서 적용 중에 있는 저소음 운항 방식 3종에 5종의 절차가 추가로 추천될 수 있고, 1종의 절차가 제한적용 될 수 있는 것으로 검토되었다.

한편, 항공기 소음자동 측정망은 각 공항에 적용하고 있는 저소음운항절차의 효율성 검증과 소음 적합성 측정 및 저소음항공기 설계를 위해 설치 운영되고 있다.

인천국제공항에서 운영 중인 자동소음측정망은 공항지역에 4대, 공항주변지역에 18대를 운영하고 있으며, 공항주변지역인 강화군(강화도와 석모도)에는 2009년 초까지 1대만 운영되다가 설치목적에 부합하는 운영을 위하여 2009년 말부터 3대로 증가시켜 운영하고 있는 실정이다. 따라서 2010년의 자동소음측정망의 자료는 분석할 수 없었으며 차기연구에서는 이에 대한 내용을 보완하고자 한다.

참고문헌

- 1) 항공법(법률 제10331호) 제107조~제109조의2, 2010.5.31
- 2) 소음진동 관리법(법률 제10252호) 제39조, 2010.7.13
- 3) 소음진동 관리법 시행령(대통령령 제22387호) 제9조, 2010.9.23
- 4) 소음진동 관리법 시행규칙(환경부령 제374호) 제49조, 2010.7.1
- 5) 공항소음 방지 및 소음대책지역 지원에 관한

법률(법률 제10193호), 2010.9.23

6) 공항소음 방지 및 소음대책지역 지원에 관한 법률 시행령(대통령령 제22387호), 2010.9.23

7) 공항소음 방지 및 소음대책지역 지원에 관한 법률 시행규칙(국토해양부령 제288호), 2010.9.23

8) 유병선, 송병흡(2010) 「강화도 지역 소음저감을 위한 인천국제공항 계기접근절차 검토」, 한국항공운항학회지, 제18권 제2호, p 23~34

9) 건설교통부/한국건설교통기술평가원, 「저소음 항공기 운항절차 수립을 위한 연구」, 2006

10) 건설교통부/한국건설교통기술평가원, 「저소음 항공기 운항절차 수립을 위한 연구보고서(소음저감분야 해외사례조사)」, 2005

11) 국토해양부, 「고시 제 2009-303호 항공교통 관제절차」, 2009

12) 국토해양부, 「항공정보간행물 제1권 및 제 2 권」

13) International Civil Aviation Organization
<http://www.icao.int>

14) Federal Aviation Administration
<http://www.faa.gov>

15) 국토해양부 항공정책실
<http://www.casa.go.kr>