

인천국제공항의 음향설계원리 및 성능분석

Acoustic design principles and the acoustical performance analysis of Incheon International Airport

한찬훈[†]

(Chan-Hoon Haan^{1†})

¹충북대학교 건축공학과

(Received January 16, 2019; revised February 15, 2019; accepted April 11, 2019)

초 록: 공항의 여객터미널은 안내방송과 배경음악, 긴급안내등이 24시간 이루어지는 곳이기 때문에 명료한 음성의 전달이 매우 중요하다. 인천국제공항은 연 4천500만명 이상의 여객을 처리하는 가장 큰 공항으로서 2001년부터 운영되고 있다. 인천국제공항에는 제1여객터미널, 탑승동, 제2여객터미널 등 3개의 터미널이 있으며, 현재 제2여객터미널의 확장공사가 2020년까지 진행되고 있다. 본 논문은 인천국제공항내의 모든 여객터미널의 설계시 적용된 건축음향과 전기음향설계의 기본원칙을 설명하였다. 특히, 대규모 체적을 보유한 출발홀과 중앙홀, 교통센터등의 음향성능을 분석하였다. 연구결과로서, 공항의 대형공간에 대한 음향설계 기준을 제시하였으며, 터미널 천정의 설계와 천정의 흡음에 대한 방안을 제시하고, 더불어서, 전기음향설계의 원칙에 대한 방안을 제안하였다.

핵심어: 인천국제공항, 여객터미널, 음향설계, 전기음향, 음성전달지수

ABSTRACT: In airport terminal, aural information is transmitted during 24 hours a day including announcement, background music and emergency control. So, clear sound is mostly necessary to be transmitted to the passengers in airports. IIA (Incheon International Airport) is one of the largest airports accommodating 45 million people a year which have been built since 2001. There are currently three passenger terminals including Terminal 1 & 2, and boarding concourse. The 2nd passenger terminal is under construction to expand the spaces which will be finished in 2020. The present work aims to explain the design principles of both architectural acoustics and electro-acoustics which have been applied to all the terminal buildings in IIA including ticketing counter, great hall, departure concourse and transportation center. Also, the acoustical performances of those spaces were examined. As a result, acoustic standards for airport were suggested. Architectural concepts for designing ceiling spaces and sound absorption treatments were suggested. Also, electro-acoustic design principles were commented.

Keywords: Incheon International Airport, Passenger terminal, Acoustic design, Electro-acoustics, Speech transmission index

PACS numbers: 43.55.Gx, 43.55.Dt, 43.55.Jz

1. 서 론

인천국제공항은 2001년 3월 역사적인 개항 이후 명실상부한 동북아시아의 중추적인 공항으로 그 역할을 시작하였으며 현재에는 명실 공히 세계 최고 수준의 공항으로 자리매김하고 있다. 인천공항의 이

러한 위상은 전 세계 1,700여 개 공항 중 최고의 공항 시설을 선정하는 “세계최고공항상”을 7년 연속 수상함으로써 입증되고 있다.

인천공항의 건설은 1992년부터 2001년에 걸쳐서 1단계 공사가 완료되었으며, 이를 통해 승객의 편의 시설을 포함한 제1 여객터미널이 완공되었으며 추가적으로 2001년 8월 교통센터를 완공하였다. 또한 2단계 공사를 통해 2002년부터 탑승동 건설을 추진하여 2008년도에 최종적으로 완공하였다. 그리고 3

[†]Corresponding author: Chan-Hoon, Haan (chhaan@cbnu.ac.kr)
Department of Architectural Engineering, Chungbuk National University, 1 Chungdae-ro, Seowon-gu, Cheongju, Chungbuk 28644, Republic of Korea
(Tel: 82-43-261-2438, Fax: 82-43-263-2635)

단계 공사로서 제2 여객터미널을 2017년에 완공하여 사용 중에 있다. 현재 제2 여객터미널 확장공사를 위한 4단계 사업이 설계 시공 중에 있으며 향후 2020년에 완공될 예정이다. 영종도 인천공항의 활주로와 나란히 하여 남북의 축선상으로 교통센터, 제1 여객터미널, 탑승동, 제2 여객터미널이 순서대로 같은 축선상에 위치하고 있다.

공항은 여객과 화물의 운송과 이동이 빈번한 대형 공간으로서 많은 승객이 이동하는 거대한 동선이다. 공항에서는 무엇보다 깨끗하고 질 높은 음환경의 조성이 필수적인데, 공간 내에서 전달되는 음성정보와 배경음악, 및 긴급구난 및 관제에 따른 정보들이 하루 24시간 전달되어야 하기 때문이다.

공항의 여객터미널은 이용객을 분산하여 여객동선의 도착과 출발이 이루어지는 곳으로써 무엇보다 우선하여 음성정보의 전달이 매우 중요한 곳이다. 또한 공항을 이용하는 모든 여행객에게 체류 시 제반의 정보를 제공하는 데 있어서 높은 명료도의 음환경이 필수적으로 요구되는 곳이다. 특히, 여객의 출발이 이루어지는 탑승수속대(check-in counter)와 출발홀(departure concourse)은 큰 체적을 지니고 있을 뿐만 아

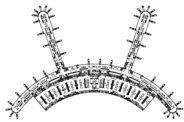
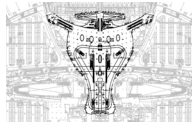



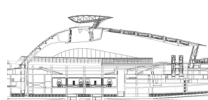
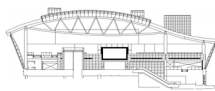


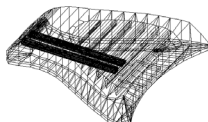
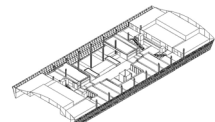

니라, 공항이 지나는 특수성에 따라서 실내의 거의 모든 마감재료가 반사성이 강한 딱딱한 자재로 구성되기 때문에 잔향이 길고 울리는 등 음성전달에 불리한 환경 을 지니고 있는 실정이다.

본 연구는 인천공항 1단계부터 3단계공사에 이르기 까지 여객동선의 핵심인 여객터미널의 대규모 공간에 대한 음향성능을 비교 분석하고, 공항내 대공간의 음향을 제어하기 위한 방법으로서 건축계획사의 제어와 전기음향설비적 제어에 대한 검토를 수행함으로써, 인천공항의 음향성능에 대한 평가와 더불어 향후, 공항설계의 기본적인 설계자료로서 활용하고자 한다.

II. 주요 시설 현황

인천국제공항은 1990년에 건설부지를 확보한 후 총 4단계 건설사업에 돌입해 2001년에 개항하였다. 여기서 수립된 단계별 건설사업은 2001년, 2008년, 2018년에 걸쳐 총 3단계까지 완료되었다. 그 결과로 현재 인천국제공항에는 제 1여객터미널 및 교통센터, 탑승동, 제2 여객터미널이 개장해 동북아시아의 허브(HUB) 공항으로써의 역할을 다하고 있다. 현재

Table 1. Architectural overview of main halls in IIA (Incheon International Airport).

Contents		Passenger terminal 1 ticketing counter	Traffic center great hall	Boarding concourse main hall	Passenger terminal 2 ticketing counter
Size (L*W*H)		1060 m * 86 m * 27 m	150 m * 160 m * 30 m	175 m * 80 m * 24 m	365 m * 85 m * 29 m
Volume			490,000 m ³	202,400 m ³	814,250 m ³
Interior finishing material	Wall	Glass	Glass, metal	Glass, metal	Glass, imitation marble
	Floor	Granite stone	Granite stone	Granite stone	Granite stone
	Ceiling	AL. perforated panel	AL. perforated panel	AL. perforated panel	AL. perforated louver
Shape	Plane				
	Section				
	3D				
Completed year		2001. 03.	2001. 03.	2008. 06.	2018. 01.

는 마지막 4단계 사업인 제2 여객터미널 확장공사가 진행 중이며 이를 통하여 새로운 활주로 신설과 제2 여객터미널의 시설 확장이 이루어질 예정이다.

인천국제공항에는 항공업무 외에도 사무, 상업, 휴게 등의 역할을 수행하는 다양한 공간을 포함하고 있다. 이 중에서 가장 중요한 역할을 수행하는 시설로는 여객의 출발수속을 처리하는 중앙홀(출발홀)을 꼽을 수 있다. 중앙홀은 수속업무 외에도 대규모 여객의 이동 및 대기, 휴식을 위한 곳으로써, 안내방송에 의한 정보전달이 빈번하게 이루어지는 곳으로써 공항의 핵심기능을 담당하고 있다. 현재까지 완공된 인천국제공항의 각 터미널에는 출발홀의 역할을 수행하는 대공간을 각 1개소씩 보유하고 있으며 각 시설의 건축적제원은 Table 1에 정리되어 있다.^[1]

중앙홀은 높은 명료도에 의한 정확한 음성전달이 요구되는 공간이지만 건축적 특성상 바닥면적 및 실 높이, 체적이 크고 대부분의 실내 면적이 유리나 석재와 같은 반사재로 마감되어 있어서 잔향시간이 길어지게 될 우려가 있다. 또한 음원인 안내방송설비(PA speaker)가 천정 가까이 설치되어 있어서 직접음의 확보가 어려우며, 많은 여객들에 의해 발생한 소음 때문에 음성전달에 어려움이 발생할 수 있다.

이러한 이유로 공항 건축물을 설계할 때에는 공간의 크기, 형태, 주요 마감재 등의 면밀한 검토와 계획이 반드시 수반되어야 한다. 안내방송설비 계획에 있어서도 사용되는 장비, 수량, 설치 위치 등을 고려해 과설계를 방지함으로써 전체 공사비를 절감하고 여객에게 명료한 음성정보를 전달할 수 있는 계획을 수립하여야 한다.

인천국제공항 각 시설의 중앙홀은 기본계획 단계에서부터 실시단계에 이르기까지 음향시뮬레이션을 바탕으로 한 계획안이 적용되어왔으며, 일부 시설의 경우 현장측정을 통해 성능이 입증된 바 있다.

III. 공항의 음향성능

공항의 터미널이나 철도역사와 같이 음악보다는 음성전달을 주목적으로 하는 대규모 공간의 계획에 있어서 기본적으로 실내의 음성이해도를 높여줌으로써 청취자가 안내방송을 명료하게 들을 수 있도록 해야 한다. 또한 방송통신설비에서 발생하는 안내방

송 등의 음이 가지고 있는 음질을 느낄 수 있도록 실내 환경을 제공해 주어야 한다. 음성이해도는 사람에게 도달하는 음에너지의 크기에 좌우되므로 직접음을 보강하고 오랜 시간이 경과한 반사음이 도달되지 않도록 반사면의 크기, 위치 등을 적절하게 조절할 필요가 있다. 반면에 지나친 불쾌감을 느끼지 않는 정도의 범위에서 잔향시간을 가능한 짧게 하고 외부 또는 건물 내 인접소음이 실내 허용소음레벨을 초과하지 않도록 계획하여야 한다.

인천국제공항과 같은 대규모 공간의 건축적 환경은 음향적으로 매우 불리한 것이 사실이다. 그 이유는 대형공간의 체적으로 인하여 공간의 울림과 잔향이 매우 커지게 되고, 실내의 마감재료가 표면이 매우 하드한 돌, 보드, 유리등이 사용되기 때문이다. 또한 수많은 여객의 이동과 활동으로 인하여 실제적인 흡음량은 큰 형편이다.

공항의 실내음향성능을 규정할 수 있는 주요음향인자는 잔향시간(Reverberation Time, RT)과 음성전달지수(Speech Transmission Index, STI)이다. 잔향시간은 공간내의 소리에너지의 울림정도를 나타내는 기준으로서, 공항에서는 짧을수록 좋다. 인천국제공항과 같은 공항과 역사시설의 경우, 잔향시간의 기준이 정립되어 있지 않으나, 대규모 공간의 특성을 고려할 때 3.5s 정도가 타당하다고 본다. 공항의 특성상 주용 음향성능은 전기음향설비에 의한 안내방송의 명료성과 이해도가 중요하다. 따라서, 공항의 건축환경으로 비롯된 큰 잔향시간에도 불구하고 음성의 이해도가 매우 중요한 평가지수가 된다.

음성전달지수(STI)는 음성의 명료도 및 음성전달의 이해도를 나타내는 지표로서 0부터 1사이의 지수로 나타난다. 공항이나 역사에서는 스피커를 통한 안내방송이 사람들에게 잘 들리고 이해되어야 하기 때문에 STI는 공항의 음향을 평가하는 중요한 지수가 된다. 일반적으로 STI지수가 0.45 이상이면 안내방송을 이해하고, 사람간에 소통하는데 무리가 없다. STI 값에 따른 실내음향의 평가수치의 범위는 Table 2에 나타난 바와 같다.

Table 3은 인천국제공항 제2 여객터미널 각 실의 음향성능 목표를 나타낸 것이다. STI의 경우는 Table 2의 최저 만족기준을 채택하였으며, NC값은 실내허

용소음의 최대값을 채택하였다. 잔향시간의 경우, 상기에서 기술하였듯이, 공항의 특성상 대형공간의 잔향시간이 매우 긴 상태이지만 인천국제공항의 주요 터미널의 잔향시간을 참조하였다(Table 4 참조).

Table 4는 인천국제공항의 여객터미널의 음향성능 예측치 및 실측치를 정리한 것이다. 모든 측정 및 예측은 KS F 2864^[2]를 준수해 진행되었다. 음원의 경우 현장측정시에는 각 시설에 설치되어있는 PA 스피커를 사용하였으며, 음향시뮬레이션시에는 안내방송설비 계획서 상에 표기된 위치 및 스피커 종류와 최대한 동일하게 입력하였다. 수음점의 경우 현장측정 및 시뮬레이션 수행시 모두 이동 중인 여객의 귀높이를 기준으로 하여 바닥으로부터 1.5 m 높이에 설치하였다.

공항시설의 경우 음성정보의 전달이 중요한 공간

Table 2. Speech transmission index criteria.

Quality score	STI
Bad	< 0.32
Poor	0.32 ~ 0.45
Fair	0.45 ~ 0.60
Good	0.60 ~ 0.75
Excellent	> 0.75

Table 3. Sound performance target of the Incheon International Airport terminals.

Acoustic parameter	Goal
RT (T ₃₀)	below 3.5 s.
STI	over 0.45
Interior noise criteria	NC-55

Table 4. Room acoustical performance of main halls in Incheon International Airport.

Room acoustical parameters	T ₃₀	D ₅₀	STI	Number of points
Unit	s	%	-	
Terminal 1 departure concourse ^[1]	2.78 *	40.3 *	0.56 *	28
Traffic center great hall ^[3]	3.21 *	47.9 *	0.61 *	26
Boarding concourse main hall ^[4]	2.08	82.0	0.79	23
Terminal 2 ticketing counter ^[5]	3.54	35.8	0.49	11

* measurement results

이므로 짧은 잔향시간과 높은 명료도, 안내방송설비의 적절한 음량이 요구된다.

인천국제공항의 주요시설에 대한 음향성능 측정 및 예측결과, 모든 곳에서 2s 이상으로 긴 잔향시간이 나타났으며 최대 3.54 s로 예측 혹은 측정되었다. 이것은 공간의 체적이 매우 크고 천장의 높이가 높으며, 실내마감재 대부분이 반사재로 이루어져있기 때문이다. 이렇게 잔향시간이 길어질 경우 명료도를 저해할 수 있으므로 후기잔향음을 제어하기 위한 계획이 필요하다.

음압레벨의 경우 청취자가 음성정보를 이해하기 위해서는 신호대잡음비가 15 dB 이상이 되어야 한다. 조사결과에 따르면 공항의 배경소음이 평균 약 50 dB임을 감안할 때^[6] 현재 인천공항 각 시설의 음압레벨은 평균 70 dB로서 준수한 것으로 평가된다. 다만 탑승동을 제외한 경우 안내방송설비가 높은 천장에 설치되어 있어서 직접음의 전달이 부족한 것으로 나타났다. 한편 음성전달지수의 경우 모든 시설에서 최소 기준인 0.45를 만족하고 있다.

IV. 공항음향설계 적용방안

공항이나 철도의 대합실과 같은 대형공간의 경우 자체가 지니고 있는 암소음레벨이 매우 높은 상태임으로 실내의 음 명료도를 높이기 위해서는 음원의 적절한 배치와 스피커로부터 방사된 소리가 실내의 반사면이나 천장으로 확산되지 않고 바닥의 사람에게 집중하여 전달되도록 하여야 한다. 무엇보다도 음의 명료성을 확보하기 위하여 상대적으로 음원과 수음점간의 거리를 가능한 한 짧게 하고 천장을 비롯해 공간을 둘러싸고 있는 대공간의 표면에 집중적으로 흡음계획을 적용함으로써 실내의 잔향을 줄이고 음의 이해도를 높일 수 있다.

이를 고려한 실내 음향계획의 구체적인 내용은 다음과 같다.^[4]

- 1) 음원으로부터 방사되는 직접음선의 경로를 확보하고 2차, 3차이상의 반사음을 제어함으로써 짧은 음선확보와 충분한 음압이 고르게 분포되도록 한다.

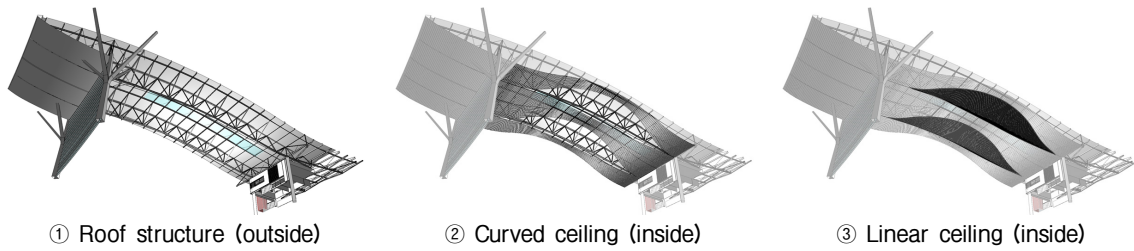


Fig. 1. Roof and ceiling structure of the ticketing counter, the 2nd passenger terminal, IIA.

- 2) 가능한 한 짧은 잔향시간을 확보하여 음의 명료도를 효과적으로 상승시킨다.
- 3) 공간전체에 시간지연 반사음, 반향, 음의 집중, 음의 그림자, 공명현상 등의 음향적 결함이 없도록 한다.
- 4) 음성전달에 방해가 되는 소음 최소한으로 제어하고 진동이 없도록 한다.

공항내 음성전달을 용이하게 하기 위하여는 짧은 잔향과 높은 음성이해도(STI)가 필수적으로 요구되는데, 이를 성취하기 위한 방안은 크게, 건축적인 방법과 전기음향설비적인 방법이 병행되어야 한다. 특히, 건축적인 방법은 공간의 형태와 구조설계에서 적용되는 측면과 내부 마감재료를 결정하는 재료적인 측면이 동시에 이루어져야 한다.

4.1 건축 계획적 측면

탑승수속대나 출발홀과 같이 대공간의 경우 천정의 높이가 평균 25 m 이상이 되기 때문에 공간의 체적에 의한 잔향이 커질 수밖에 없다. 또한 공간의 특성상, 바닥은 대규모 승객의 이동을 위하여 경질의 표면으로 처리되어야 하고, 벽면은 돌과 유리로 마감되는 것이 일반적이다. 따라서, 흡음을 부여할 수 있는 유일한 면적은 천정이 유일하다고 할 수 있다.^[5]

반면에 천정은 매우 높이 있어서 천장을 경유한 소리는 바닥의 승객에게 도달되지 않아야 하기 때문에 더욱 이 부분은 흡음이 요구된다. 공간의 전체 크기에 비하여 천정의 흡음면이 상대적으로 작기 때문에 흡음면을 증가시키기 위하여 천정을 곡선구조로 설계하여 그 면적을 늘리는 방안이 일반적이다. Fig. 1 은 상기의 컨셉에 의한 인천국제공항 제2 여객터미널의 천정구조를 설계한 예를 보여주고 있으며 철골

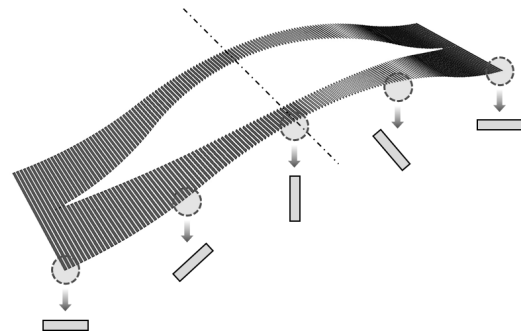


Fig. 2. Louver types in curved ceiling.

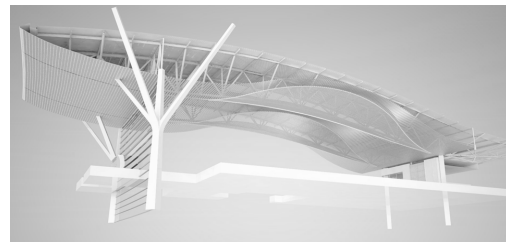


Fig. 3. Final design of the ceiling.



Fig. 4. Perspective of the ticketing counter.

구조와 내부곡선형 천정 및 직선형천정이 겹쳐서 형성된 것을 나타내고 있다.

또한 다공성흡음재와 같은 흡음재는 공간의 특성상 사용하기가 어렵기 때문에 천정구조를 통기형의

Table 5. Interior finishing materials on the ceiling at different design stages of the 2nd passenger terminal, IIA.

Content	Finishing materials at the schematic design					Finishing materials at the working design		
	Type 1	Type 2	Type 3	Type 4	Type 5	Type 6	Type 7	Type 8
ceiling material	Metal (opening 0%)	Expanded metal (opening 20%)	Expanded metal (opening 40%)	Expanded metal (opening 40%)	Perforated panel (opening 28%)	Metal (opening 0%)	Perforated Panel (opening 20.3%)	Perforated Panel (opening 20.3%)
under roof material	-	G3 sound spray 15 mm	G3 sound spray 15 mm	PE absorption (PE) 40 k 50 mm	-	-	-	-
Image								
section								

로 디자인하여 소리를 투과시키는 방안이 사용된다. 즉, 루버와 메쉬형태의 구조를 통하여 천정면에 도달하는 소리를 그 배면으로 투과시키거나 회절하게 하는 것이다(Fig. 2 참조).

천정의 상부에는 대규모의 공기층(air-cavity)이 존재하기 때문에 이를 이용한 흡음이 효율적이다. 이를 정리하면 다음과 같다.^[6,7]

- 1) 천정면 흡음체 louver 구성
- 2) 천정면의 곡선구조
- 3) 천정상부의 대규모 공기층(air-cavity)

이러한 결과로 구성된 천정의 최종적인 디자인은 Figs. 3과 4의 실내투시도에 나타난 바와 같다.

4.2 실내 마감재료적 측면

교통센터를 포함한 인천국제공항의 모든 여객터미널의 천정에는 흡음이 부가되었다. 그 이유는 바닥과 벽체에는 사용목적상 흡음재가 설치되기 어렵기 때문이다. 각 여객터미널의 공간의 특성과 규모에 따라서 흡음방식이 다르게 적용된 차이만 있을 뿐, 동일한 흡음설계가 적용되었다.

천정의 흡음재선정과 시공방식은 설계자와 시공자로부터 제시된 재료를 포함하여 시공성을 만족하는 여타의 재료들을 동시에 검토하고 실내음향성능을 만족하는 안으로 결정한다.

제2 여객터미널 설계단계에서 천정의 흡음재 적용을 위하여 검토된 재료는 Table 5에 나타난 바와 같

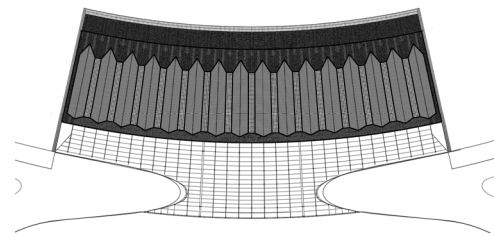


Fig. 5. Application of the absorption materials on the ceiling.

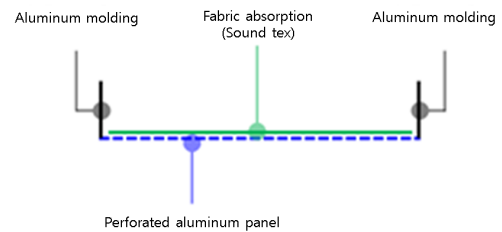


Fig. 6. Detail of sound absorption louver on the ceiling.

Table 6. Sound absorption data of louver on the ceiling.

Frequency (Hz)	125	250	500	1 K	2 K	4 K
Sound absorption coefficient	0.05	0.17	0.45	0.80	0.94	0.80

이 개구율이 큰 Mesh와 Louver 부재이다. Fig. 5는 탑승수속대 상부 천정의 형태와 부위별로 적용된 흡음재의 위치를 보여주고 있다. 추가적으로, 루버형 흡음재의 흡음주파수 특성을 보완하기 위하여 루버 상부에 fabric 계통의 흡음천을 부가하였다(Fig. 6 참조). 본 흡음구조의 흡음율은 Table 6에 명기하였다.

4.3 전기음향설비적 측면

인천국제공항과 같은 대규모 공항시설의 경우 공간의 특성상 방송통신 설비에 의한 정보전달이 큰 비중을 차지하기 때문에 전기음향설비의 사용은 필수적이다. 전기음향설계에서 스피커의 용량과 위치는 제일 중요하다. 대공간 전체를 모두 가청범위로 설정하기 위하여 다양한 대안을 비교 검토하지만, 공항의 음향설계에서는 무엇보다 다음의 원칙이 우선되어야 한다.⁶⁾

- 1) 다중 음원방식 (multi-points sound sources)
- 2) 지향각의 overlapping 최소화

공간의 규모가 크고 바닥면적이 넓기 때문에 기본적으로 다수의 PA 스피커가 사용되지만, 한 지역에 2개 이상의 스피커 음원의 소리가 중첩되지 않도록 설계하는 것이 중요하다. 한 개의 스피커 음원이 담당하는 범위가 넓을 경우, 위치에 따른 음압의 차이와 명료도가 떨어지기 때문에, 스피커 음원의 위치를 바닥에서 높지 않은 곳에 가능한 한도에서 사람들과 가까이 배치하는 것이 좋다.

결국에는 다중음원을 사람들 가까이 배치함으로써, 직접음의 전달비율을 높임과 동시에 음의 이해도를 제고할 수 있다. 이 방식은 잔향이 긴 공간에서 음이해도를 높이는 데 특히 유효하며, 더불어서 높은 용량의 스피커가 필요치 않기 때문에 경제적으로도 유리한 방안이다.


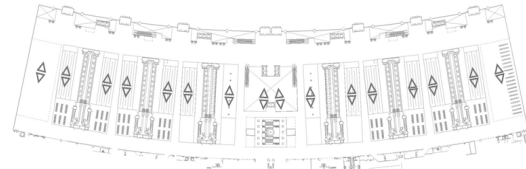
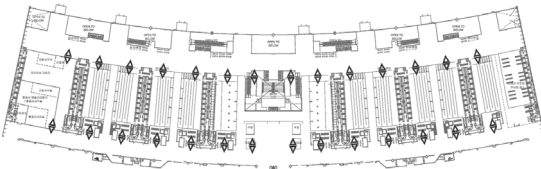
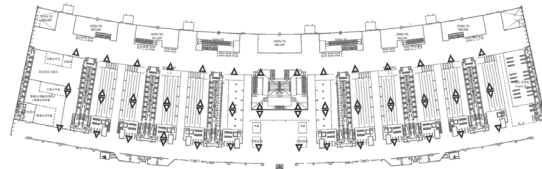
Table 7은 전기음향설계시 검토한 제2 여객터미널 탑승수속대의 구획당 PA 스피커의 배치안을 보여주고 있다. 기본안의 20개조 40개의 음원에 비하여 28개조 56개의 저용량 스피커를 더 많이 배치함으로써 목표음향성능을 얻을 수 있었다(Table 7. STI 수치 참조).

V. 결 론

인천국제공항 3단계공사 제2 여객터미널은 향후 아시아의 중심 허브공항으로서 대규모의 여객과 환승객을 수용할 수 있는 중심시설이 될 것이다. 따라서, 제2 여객터미널의 실내공간은 그 규모와 기능을 고려할 때 음성정보전달을 위한 실내음향조건이 매우 중요하다.

본 논문은 현재까지 건설된 인천국제공항의 3개 여객터미널의 음향성능을 분석하고, 목표음향성능을 얻기 위하여 실시한 건축적, 설비적인 방법을 정리하였다. 현재 제2 여객터미널 확장공사가 진행중이며, 인천국제공항의 모든 여객터미널의 설계와 시공에 있어서 본 논문에서 명기한 건축음향 및 전기음향설계의 원칙이 유지되면서 지금까지 업무가 이루어졌다. 향후 공항의 건설과 이와 유사한 대공간의 음향설계에 있어서 본 연구에서 언급한 방안이 사용되기를 바라며, 대한민국의 대표공항의 우수한 음향성능을 유지하는데 활용되기를 기대한다.

Table 7. Layout of PA speakers in ticketing counter of the 2nd passenger terminal at different design stages.

	
<p>① Basic design (20 set, 40 ea) STI = 0.45</p>	<p>② Schematic design (16 set, 32 ea) STI = 0.41</p>
	
<p>③ Working design (28 set, 56 ea) STI = 0.49</p>	<p>④ Completion (28 set, 56 ea) STI = 0.49</p>

References

1. C. H. Haan, "Acoustic performance analysis of the passenger terminals at Incheon International Airport" (in Korean), J. Acoust. Soc. Kr. Suppl.1(s) **38**, 69-70 (2019).
2. KS F 2864, *Acoustic Measurement Methods of Reverberation Time and Acoustic Parameters in Rooms*, 2012.
3. K. K. Park, C. H. Yeon, and C. H. Haan, "Investigation of the acoustic properties of the traffic center at Incheon International Airport" (in Korean), J. Acoust. Soc. Kr. Suppl.2(s) **22**, 505-508 (2003).
4. D. J. Ryu, C. J. Park, and C. H. Haan, "Analysis of the room acoustics of the terminal buildings at Incheon International Airport" (in Korean), J. Acoust. Soc. Kr. Suppl.2(s) **32**, 95-100 (2013).
5. C. J. Park and C. H. Haan, "Acoustic design of the departure concourse of the 2nd passenger terminal at Incheon International Airport" (in Korean), J. Acoust. Soc. Kr. Suppl.2(s) **35**, 70 (2016).
6. C. J. Park and C. H. Haan, "Acoustic design of new passenger terminal at Incheon International Airport using computer modeling," Proc. Inter-Noise, 3.02 (2015).
7. C. J. Park and C. H. Haan, "Acoustic design of the 2nd passenger terminal at Incheon International Airport", (in Korean) Proc. Korean Inst. Architecture, 135-140 (2017).

저자 약력

▶ 한 찬 훈 (Chan-Hoon Haan)



1983년 2월: 홍익대학교 건축학과 학사
 1985년 2월: 연세대학교 건축공학과 석사
 1993년 12월: University of Sydney 박사
 1994년 9월 ~ 현재: 충북대학교 건축공학과 교수