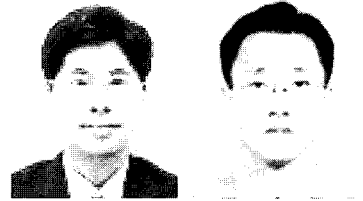


## 인천국제공항 2단계건설 공항포장 설계고찰



유 승 권 | 정회원 · (주)유신코퍼레이션 전무  
윤 한 주 | 정회원 · (주)유신코퍼레이션 부장

### 1. 머리말

인천국제공항은 2001년 3월말에 1단계시설이 성공적으로 개항한 이래 항공여객 및 항공화물 처리량에서 꾸준한 증가를 보여 왔으며 예상치를 웃도는 국제선 항공수요의 증가로 용량포화에 대비한 시설확장이 요구됨에 따라 제3활주로 신설을 포함하는 2단계건설을 추진하게 되었다.

인천국제공항의 에어사이드 포장시설은 항공기의 이·착륙 및 지상이동과 주기를 위한 활주로, 유도로 및 계류장으로 구성된다. 포장설계를 수행한 결과, 1단계 포장설계에 적용하였던 설계항공기 및 기반조건의 변화와 1단계 포장시설 운영으로 발생한 문제점 개선 등에서 1단계와 상이하게 2단계 포장설계에 적용되었다. 본고에서는 인천국제공항의 1단계 포장시설과 2단계 포장설계 내용을 비교 고찰코자 한다.

### 2. 인천공항 단계별 시설규모

인천공항은 지난 1991년의 기본설계 및 마스터플랜 수립을 근간으로 1992년말의 착공식을 거쳐

2001년 3월 29일에 개항하였다. 1단계시설은 연면적 11.7km<sup>2</sup>의 부지위에 2개의 활주로와 4개의 평행유도로, 중대형 항공기 60대가 주기할 수 있는 여객계류장, 연면적 50만m<sup>2</sup>의 여객터미널, 화물터미널 및 계류장, 항공기 정비시설, 행정시설 등으로 연간여객 2,700만명, 연간화물 170만톤의 처리용량으로 운영되고 있다.

국제선 항공수요의 지속적인 성장으로 2단계건설의 필요성이 대두됨에 따라 활주로 1개 증설, 여객계류장 및 터미널 확장, 화물계류장 및 터미널 확장 등의 시설개선으로 연간여객 4,800만명, 연간화물 530만톤을 처리할 수 있는 용량을 확보하게 된다.

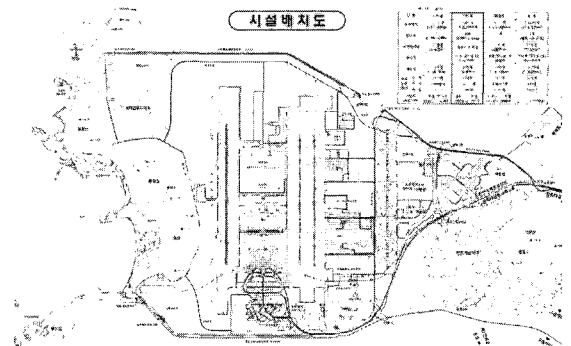


그림 1. 인천국제공항 1, 2단계 계획평면도

### 3. 1단계 공항포장 설계내용 및 운영결과

#### 3.1 포장시설 현황

활주로 남측 말단에서 300m구간과 북측 말단에서 300m 구간은 저속주행, 후풍영향 등을 고려하여 시멘트콘크리트로 포장하였으며, 그 외의 중양부(3,150m)는 주행성을 고려하여 아스팔트 콘크리트로 포장하였다. 또한 항공기의 하중분포에 따라 지역별로 포장두께를 달리하였다. 제1, 4 평행유도로는 출발항공기의 지상이동용으로 사용되므로 출발항공기의 중(重)하중을 고려하여 시멘트콘크리트포장으로 하였으며, 도착항공기가 이용하는 제2, 3 평행유도로 및 그 외의 유도로 구간은 아스팔트콘크리트로 포장하였다. 계류장지역은 저속 및 정지구간임을 감안하여 시멘트콘크리트 포장으로 설계하였다.

표 1. 활주로 포장단면 (단위 : cm)

구 분	활주로 양말단	활주로 중앙지역	제1.4 유도로	제2,3 유도로	여객 계류장	정비 계류장
포장형태	콘크리트	아스팔트	콘크리트	아스팔트	콘크리트	콘크리트
슬래브두께	50	15	50	15	50	40
아스콘중간층	5	20	5	20	5	5
Lean콘크리트	20	-	20	-	20	30
쇄석기층	-	35	-	35	-	-
보조기층	-	35	-	35	-	-
동상방지층	20	-	20	-	20	20
계	95	105	95	105	95	95

#### 3.2 설계항공기 및 설계입력변수

인천공항 1단계 포장시설의 설계항공기는 장래항공기로 선정하되 개발전이므로 가상의 B747-400S로 결정하였으며 최대 이륙중량은 492톤(1,084,000lb)을 적용하였다.

표 2. 설계조건 및 입력변수

구 분	주 요 내 용
설계 항공기	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 기종 : B747-400S</li> <li>• 이륙중량 : 492톤(1,084,000lb)</li> </ul>
하중 결정	<ul style="list-style-type: none"> <li>• B747기종의 최대이륙중량 증가추이를 반영하여 492톤(1,084,000lb)까지 23.7% 증가하는 것으로 가정</li> </ul>
ACN/PCN	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 아스팔트포장 : 88/F/B/X/T</li> <li>• 콘크리트포장 : 86/R/B/X/T</li> </ul>
설계 입력 변수	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 콘크리트 휨강도 : <math>\sigma_{bk} 90day = 710psi (50kg/cm^2)</math></li> <li>• 노상상부의 지반반력계수 : <math>K = 200pci</math></li> <li>• 노상의 CBR : 10%</li> <li>• 설계항공기의 등가년간 출발회수:154,338회</li> </ul>

#### 3.3 포장재료 검토

##### 가. 콘크리트 포장

1단계 콘크리트포장의 재료관련 입력변수 중에서 콘크리트 휨강도는 90일 기준  $50kg/cm^2(5.0Mpa)$ 의 강도가 적용되었다. 아스콘 중간층(5cm)은 슬래브와의 분리층 목적과 슬래브 하부 인장응력에 대한 저항성 등 내구성 증진 목적으로 설치되었다. 아스콘 중간층의 재료는 FAA 시방기준을 준용하며 별도의 개질재는 적용하지 않았다. FAA 규정에 의하면 설계항공기가 100,000lb이상일 경우에는 슬래브 하부에 안정처리층을 두도록 권고하므로 적정두께의 린콘크리트층을 적용(7일 압축강도  $50kg/cm^2(5.0Mpa)$ )하였다. 2단계 설계에서도 동일한 설계기준과 층구성 및 FAA 시방을 적용하였으며, 아스콘 중간층 시공시 콘크리트 슬래브 포설전에 반사균열이 발생할 경우에는 균열을 보수토록 시방 및 내역에 반영하였다.

##### 나. 아스팔트 포장

아스콘 표층(15cm)은 소성변형을 방지하기 위하여 상부 6cm는 FAA 시방을 적용하고 하부 9cm는 Superpave 입도를 적용하였다. 아스콘 기층의 경우에는 개질처리하지 않은 FAA 시방에 의한 아스콘층

을 적용하였다. 쇄석기층은 최대 골재크기 50mm에 7일 압축강도 40kg/cm<sup>2</sup>(4.0Mpa)의 시멘트 안정처리층으로, 보조기층은 최대골재크기 50mm, 7일 압축강도 10kg/cm<sup>2</sup>(1.0Mpa)의 시멘트 안정처리층으로 적용하였다.

상기의 1단계 아스팔트포장재료를 시험시공 등 대안 검토를 통하여 선정된 것으로 2단계 포장에도 동일하게 적용되었다.

### 3.4 1단계 포장 운영 결과 분석

1단계 공항포장은 설계당시 새로운 공법을 다수 적용하여 포장의 공용성을 높이고자 하였다. 보조기층을 비롯한 포장의 전층에 안정처리층을 도입하였으며 콘크리트슬래브 하부에 아스콘 중간층을 포설하였다. 아스콘표층의 소성변형 방지를 위해 수퍼페이브 입도를 적용하였고, 콘크리트슬래브의 하중전달을 위해 종횡방향으로 다웰바를 설치하였다. 또한 포장표면의 마찰저항을 높이기 위해 그루빙을 적용하였는데 아스팔트포장에도 반영하였다. 이러한 신공법은 2단계 설계에서도 동일하게 적용하였다.

개항후 5년이 지난 1단계 에어사이드포장은 전반적으로 양호한 상태이지만 항공기와 지상조업 차량이 주행하는 구간의 시공이음, 배수구조물 및 맨홀 등 구조물과 포장체간의 접속부와 같은 일부 지역에서 포장균열이나 파손이 부분적으로 발생된 상태이다. 1단계 포장시설의 주요 파손은 아스팔트포장의 경우 시공이음부를 따라 발생된 종방향 균열이었으며 주로 유도로나 활주로의 중심선을 따라 관측되었다. 콘크리트포장의 경우에는 주로 팽창줄눈부에 파손이 발생되었다. 1일 시공 종료후 설치된 시공이음부의 팽창줄눈이나, 종, 횡방향의 줄눈이 바뀌는 지점에 설치된 팽창줄눈에 균열이나 파손이 발생되었으며, 맨홀이나 Ditch Box 등 구조물과 포장이 접속하는 부분에 설치된 팽창줄눈에 균열이나 파손이 발생되었다. 또한 Ditch-Box부 인접슬래브에 전반적으로 미세한 헤어크랙이 발생되었다. 포장운영 결과

표 3. 1단계 포장시설 공용결과 주요 문제점 및 대책

문 제 점	개 선 방 안
콘크리트포장 등화켄 주변에 균열발생	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 포장단면 보강</li> <li>• 조인트 추가 설치</li> <li>• 등화켄 위치를 고려한 줄눈위치 선정</li> </ul>
콘크리트포장 줄눈재 파손	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 줄눈재 주입전 청소 철저(1차커팅후 2차 커팅 전까지 조인트 밀봉)</li> <li>• 줄눈재료 선정에 대한 검토(우레탄 계통 보다는 폴리실라이드 계통이 우수)</li> </ul>
배수구조물 횡단구간 토피 (포장두께미확보)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 횡단구간 포장두께 확보를 고려한 계획고 결정</li> <li>• 지오그리드 보강</li> </ul>
구조물 접속부 단차 발생	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 채움재료 선정 검토</li> <li>• 철저한 다짐관리</li> </ul>
활주로 말단부 아스팔트포장 파손	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 콘크리트포장 구간을 남측은 말단에서 595.5m, 북측은 679.5m로 연장</li> </ul>
횡단줄눈 폭이 2차 절단폭(13mm) 보다 넓은 곳 발생	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1차 절단 깊이를 h/5에서 h/3으로 깊게 시공하여 균열유도</li> <li>• 계절별 적절한 1차 절단시기 파악을 위한 시험시공</li> </ul>

나타난 문제점에 대해 표 3과 같이 조치하였다.

## 4. 2단계 공항포장 내용 및 1단계 비교

### 4.1 구역별 포장형식

공항포장에서 콘크리트포장과 아스팔트포장의 비교는 경제성뿐 아니라 노면의 평탄성, 내구성, 시공성, 토질, 유지보수성 등을 고려하여 포장시설 구역별로 포장형식을 선정하여야 한다. 포장형식별 특성을 비교하면 표 4와 같다.

비행장 포장의 구조적인 설계에서 가장 중요한 요소들은 항공기 종류, 교통량 및 항공기 운항형태의 영향이다. 항공기 운항형태는 주로 포장지역을 운항하는 항공기의 속도와 관련이 있으며 구역별 포장공법 선정시 다음과 같은 요소를 고려하여 결정하였다.

표 4. 포장형식 비교

구분	아스팔트 포장	콘크리트 포장
구조 특성	<ul style="list-style-type: none"> <li>포장층이 일체로 교통하중을 지지하고 노상에 윤하중을 분포</li> <li>기층 또는 보조기층에도 큰 응력이 작용하여 반복되는 교통하중에 민감</li> <li>포장두께는 교통하중과 노상지저력에 의거하여 설계</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>콘크리트슬래브 자체로 교통하중 및 온도변화에 대해 지지</li> <li>가로·세로 줄눈 설치</li> <li>골재 맞물림 작용 및 다우웰바를 통해 슬래브간 하중 전달</li> </ul>
시공성	<ul style="list-style-type: none"> <li>시공이 어렵지 않고 비교적 단순하며 시공경험 풍부</li> <li>단계시공이 용이함</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>정밀시공을 위한 고도의 숙련된 기능필요(콘크리트품질관리, 줄눈시공, 양생, 평탄성)</li> <li>많은 균용비행장에 적용</li> </ul>
항공기 하중 및 내구성	<ul style="list-style-type: none"> <li>중하중에 대한 적응성 불량</li> <li>누유와 열에 약함</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>중하중 항공기에 대한 적용 양호</li> <li>누유에 대한 내구성</li> <li>포장수명 : 20~40년</li> </ul>
유지 보수	<ul style="list-style-type: none"> <li>유지관리비 고가</li> <li>국부적인 파괴에 대한 보수용이</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>유지관리비 저렴</li> <li>국부적인 파괴에 대한 보수 곤란</li> <li>보수시 품질 보장이 어려움</li> </ul>
토질 영향	<ul style="list-style-type: none"> <li>노반의 부등침하에 순응성이 좋음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>노반의 부등침하가 파괴의 주원인이 됨</li> </ul>
공용성 및 평탄성	<ul style="list-style-type: none"> <li>공사후 즉시교통개방</li> <li>평탄성 및 승차감 양호</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>장기간 양생 필요</li> <li>줄눈의 설치로 승차감 불량</li> </ul>
표면 처리	<ul style="list-style-type: none"> <li>배합비율, Grooving 공법으로 처리 가능</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Grooving 공법으로 처리 가능</li> </ul>

이·착륙 및 이동에 따른 중하중의 교통이 반복적으로 작용하는 활주로 단부와 이륙시 주로 이용되는 평행유도로 및 활주로 단부에 인접한 연결유도로와 항공기 주기를 위한 계류장은 중하중에 적응성이 양호하며 제트엔진으로부터 유출되는 후폭풍 및 분사 열에 내구적이고 유지관리가 비교적 경제적인 한편 연료 누유에 내구적인 콘크리트포장으로 계획하였고, 항공기가 주로 고속으로 운행하거나 재하하중이 상대적으로 적은 활주로의 중앙부와 고속탈출유도로, 착륙시에 주로 이용되는 평행유도로 및 직각유도로를 비롯한 기타 유도로는 승차감이 양호하고 연

약지반에 순응성이 좋으며 유지보수가 신속한 아스팔트포장으로 계획하였다. 계류장 포장은 제트누유에 대한 저항성, 정지 및 저속하중에 의한 저항성, 교통의 반복 및 집중화, 최대하중 재하에 대한 저항성 등이 요구되는 조건이므로 콘크리트포장으로 계획하였다.

#### 4.2 구역별 포장두께

공항의 포장시설은 운항하는 항공기의 중량의 정도, 운항속도, 교통의 빈도 등에 따라 구조적으로 단면변화를 적용한다. 이를 위하여 ICAO, FAA, 일본 운수성 등 여러기준을 비교하여 결정하였다.

활주로 단부와 계류장 및 평행유도로 등 가장 임계적인 구역은 중하중을 지지하도록 하였다. 활주로 바깥쪽 과주로, 노건 등은 항공기 운항이 극히 드문 지역이므로 최소치를 채택하여 경제성을 도모하였다. 활주로 중앙부 안쪽과 고속탈출유도로는 항공기의 고속운항지역이나 저속운항의 경우도 예상되므로 안전한 값을 적용하였다. 활주로 본포장 외측부는 항공기 운항이 드문 지역으로 전이구간을 콘크리트 1블럭크기(6m)만큼 두고 최외측부는 이에 맞도록 단면을 적용하였다.

#### 4.3 포장 설계항공기 선정

1단계 포장설계항공기는 B747-400S로 492톤(1,084,000lb)의 하중을 가정하여 포장설계를 하였으나, 이는 1단계 포장설계시 장래항공기가 미개발된 상태에서 항공기 제작사의 개발계획을 고려하여 선정한 가상의 항공기였으며, 현재 개발예정인 장래 대형항공기는 에어버스사의 A380-800F와 보잉사의 B747-400XQLR이다.

설계항공기는 운항예상되는 항공기중 가장 큰 포장두께를 요구하는 항공기로 가장 무거운 항공기를 의미하지는 않는다. 즉 연간이륙회수를 비롯한 기어 배치, 윤하중, 타이어압 등 변수와 장기공용성 등을

종합적으로 고려하여 가장 큰 포장두께를 요구하는 항공기를 설계항공기로 선정한다. 설계항공기 결정을 위한 해당 항공기의 예상되는 연평균 이륙회수에 따른 포장두께는 표 5와 같다.

상기 산출결과를 볼 때 해당기종의 연간이륙회수를 고려한 포장두께 산출시 B777-300ER이 가장 두껍게 산출된다. 따라서 설계항공기는 B777-300ER을 선정함이 타당하다. 한편 ACN 검토에서도 B777-300ER이 항공기 운항이 가장 많은 B747-400에 비해 큰 값을 나타내므로 B777-300ER의 설계항공기 선정은 타당하다고 판단된다.

#### 4.4 연간 이륙회수 검토

연간 이륙회수는 1단계 설계시와 비교하여 항공 수요예측의 변화에 따른 기종별 운항회수를 산출하고 2단계 포장설계를 위한 설계항공기의 연간 이륙회수를 산출하였다. 이를 위해 항공수요 중 연간 운

항회수 자료를 활용한다. 포장설계는 20년 수명을 목표로 기종별 이륙회수를 설계항공기인 B777-300ER에 대한 등가환산 이륙회수로 산출하였다. 포장설계 입력변수인 설계항공기 등가연간 이륙회수를 공용기간 2008년~2027년에 대해 산출한 결과 193,407회/년이 산출되었으며, 이륙용 활주로를 고려하여 100,000회를 설계적용 연간 이륙회수로 선정하였다.

#### 4.5 노상의 지지력

활주로 및 유도로지역 포장설계에 필요한 노상의 지지력을 결정하기 위해 토취원인 오성산의 노상토 지지력을 결정한다. 인천국제공항 1단계 때는 포장 하부 노상재료로서 준설토(사질토)가 사용되었으나, 2단계에서는 장애구릉 절취부에서 생산되는 파쇄암을 이용하는 점에서 차이가 있다. 설계 CBR 및 지지력 계수(K)가 표 6과 같이 결정되었다.

표 5. 항공기별 연평균 이륙회수에 따른 포장두께

구 분	B747-400S (1단계, F급)	A380-800F (장래, F급)	747-400XQLR (장래, F급)	B777-300ER (현재, E급)	B747-400 (현재, E급)
총 하 중	492톤 (1,084,000lb)	592톤 (1,305,125lb)	419톤 (923,000lb)	352톤 (775,000lb)	398톤 (877,000lb)
기어배치	4각 16륜	4각 20륜	4각 16륜	2각 12륜	4각 16륜
축 하 중	116.8톤	112.5톤	99.5톤	162.0톤	94.5톤
운 하 중	29.2톤 (64,362lb)	28.1톤 (61,993lb)	24.9톤 (54,803lb)	27.0톤 (59,533lb)	23.6톤 (52,072lb)
타이어압	250psi	197psi	225psi	218psi	200psi
접지면적	0.15m <sup>2</sup>	0.20m <sup>2</sup>	0.16m <sup>2</sup>	0.18m <sup>2</sup>	0.17m <sup>2</sup>
단위하중	19.5kg/cm <sup>2</sup>	14.1kg/cm <sup>2</sup>	15.6kg/cm <sup>2</sup>	15.0kg/cm <sup>2</sup>	13.9kg/cm <sup>2</sup>
연간이륙회수	2,592회	2,592회	2,592회	31,711회	79,167회
ACN	아스팔트	84	73	69	64
	콘크리트	82	72	69	62
아스팔트포장 두께	74cm (29.3in)	60cm (23.5in)	69cm (27.0in)	85cm (33.5in)	75cm (29.5in)

- 주: 1. ACN은 노상 등급 B 기준(CBR=12)
- 2. B747-400S 및 B747-400XQLR, A380-800F의 이륙회수는 F급 항공기 연평균 이륙회수
- 3. B777-300ER 및 B747-400의 이륙회수는 E급 항공기의 인천공항 운항실적(비율) 참조

표 6. 노상강도 비교

구 분	설계 CBR	지지력계수(K)
1단계 설계기준	10 %	5.5kg/cm <sup>2</sup> (200pci)
2단계 설계기준	12 %	5.8kg/cm <sup>2</sup> (210pci)

4.6 포장구조계산

가. 아스팔트포장

보잉사에서 발간된 B777-300ER에 대한 포장설계차트를 이용하여 노상 CBR 12를 대입하면 총포장두께는 33inch(84cm)가 산출된다. 이 산출두께는 연간 이륙회수 25,000회일 경우이므로 인천공항의 연간 이륙회수 100,000회를 고려할 때 산출된 두께의 8%를 증가시켜 총 포장두께는 35.6in(91cm)가 산출된다.

보조기층 CBR 20을 대입하면 보조기층 상부의 두께는 22in(56cm)가 산출되며 운항회수를 고려하여 8% 증가할 경우 23.8in(61cm)가 산출된다. 표층의 두께는 5inch가 기준이나 연간 이륙회수 25,000회 초과시 1 inch를 증가시키므로 6in(15cm)가 된다 (FAA AC 150/5320-6D). 기층의 두께는 보조기층 상부의 두께 61cm에서 표층두께 15cm를 제외하면 46cm가 산출된다. 이는 최소기층두께 20cm를 만족하게 된다. 보조기층 두께는 총포장 두께 91cm에서 보조기층 상부두께 61cm를 빼면 30cm가 산출된다.

상기의 과정을 거쳐 산출된 포장두께에서 기층을 안정처리층으로 선정하고 2개의 층으로 나누어 환산하면 표 7과 같이 포장두께(T)를 산출할 수 있다.

표 7. 아스팔트 포장의 최종 환산두께

구 분	Granular	Stabilized
표 층	6" (15cm)	6" (15cm)
안정처리기층	-	6" (15cm)
쇄석기층	18.2" (46cm)	12" (30cm)
보조기층	12.1" (30cm)	12" (30cm)
합 계	35.6" (91cm)	36" (90cm)

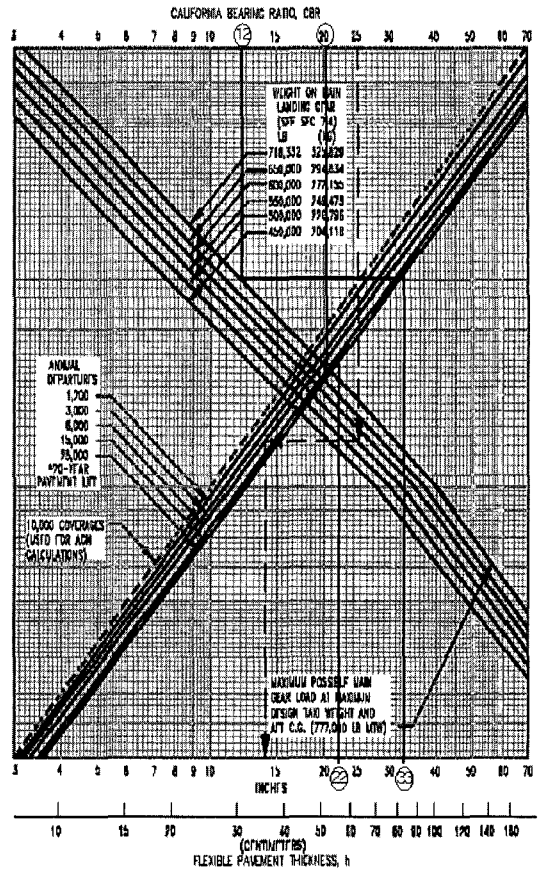


그림 2. B777-300ER 연성포장 두께 산출

이 포장두께를 기본두께로 항공기 이동 하중조건을 고려하여 3.2항에서 검토된 구역별 단면변화를 반영하였다. 구역별 포장두께를 표 8과 같이 조정하여 적용하였다.

표 8. 구역별 아스팔트포장 두께

구 분	외측평행 유도로(T)	활주로 중앙부 고속탈출 유도로 직각 유도로(0.9T)	활주로중앙부 외측(0.7T)	노건 (0.5T)
표층	15cm	15cm	10cm	5cm
안정처리기층	15cm	15cm	15cm	10cm
쇄석기층	30cm	25cm	20cm	15cm
보조기층	30cm	35cm	45cm	20cm
합계	90cm	90cm	90cm	50cm

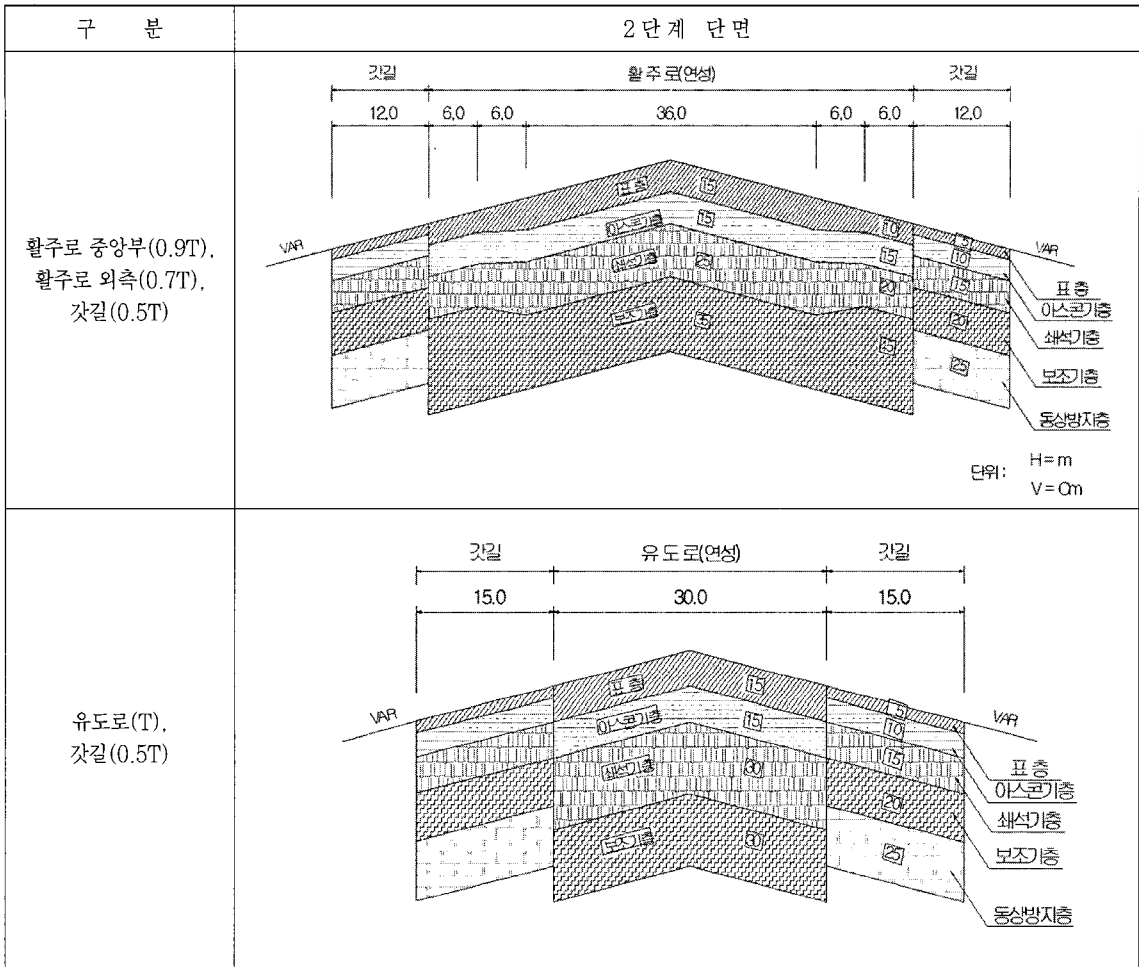


그림 3. 아스팔트 포장 단면

나. 콘크리트포장

슬래브두께는 항공기 제작사에서 제공된 매뉴얼을 이용하여 산출하며 이는 PCA설계법(Design of Concrete Airport Pavement, Robert G Packard, 1973)을 기초로 제작되었다. 콘크리트의 허용응력은 설계휨강도 640psi와 안전율 2를 적용하여 320psi로 산출되었다.

보조기층의 두께변화에 따른 최적의 포장두께를 찾기 위해 보조기층의 두께를 변화시켜가며 지지력을 산출하고 이에 따른 슬래브 두께를 산출한다.

허용응력 320psi를 적용하여 안정처리층 두께에 따른 슬래브 하부 지지력 증가를 고려한 슬래브 두께

산출결과는 표 9와 같다.

안정처리층 두께 중 5cm는 아스콘 기층을 적용하였으며 이는 1단계 포장시험시공 결과를 반영한 것으로, 아스콘 기층은 분리층의 목적 외에 공용성 및

표 9. 보조기층 두께별 슬래브 두께

안정처리된 보조기층 두께	슬래브 두께 (cm)	
	계산	선정
6" (15cm)	18.8" (47.7cm)	50cm
8" (20cm)	18.5" (47.0cm)	50cm
10" (25cm)	18.1" (45.9cm)	45cm
12" (30cm)	18.0" (45.7cm)	45cm

표 10. 콘크리트포장 기본 포장두께(T)

구 분	두께
콘크리트슬래브	45cm
아스콘 중간층	5cm
Lean 콘크리트 기층	20cm
합 계	70cm

표 11. 구역별 콘크리트 포장두께

구 분	활주로 말단부 내측 평행유도로 계류장 및 런업장(T)	활주로 외측 전이구간 (0.7T)	Blast Pad 지역(0.5T)
콘크리트Slab	45cm	35cm	25cm
아스콘 중간층	5cm	5cm	5cm
Lean 콘크리트층	20cm	20cm	20cm
합계	70cm	60cm	50cm

안정성 측면에서 부가적인 장점을 얻을 수 있다. 특히 항공등화 시설 설치와 관련하여 수밀성 측면에서 우수하여 아스콘 기층을 분리층으로 시행하는 것이 적정한 것으로 판명되었다.

한편 경제성 비교 결과 전체 안정처리층의 두께가 15cm일 때 가장 경제적인 것으로 분석되었으나, 미공군 매뉴얼인 AFJMAN 32-1014 "Pavement Design for Airfields"에서는 시멘트안정처리층이 구조적인 기능을 수행하면서 슬래브두께를 감소시킬 수 있는 최소두께를 15cm(6in)로 규정함에 따라 경제성과 안전성을 모두 만족하고 1단계 시험시공을 거쳐 적정성이 확인된 두께20cm의 린콘크리트층을 기본단면으로 선정하였다.

상기의 포장두께를 기본 두께로 산정하고 항공기 이동 하중조건을 고려하여 3.2항에서 검토된 구역별 단면변화를 적용한 포장두께는 표 11과 같다.

#### 다. 2단계 포장설계 결과검증

2단계 포장설계결과는 1단계의 경우와 달리 설계 결과에 대하여 시험시공을 통한 적정성 여부의 확인이 이루어지지 않았다. 따라서 적용한 설계법에 대하여 설계결과를 검증하였다.

2단계 포장시설의 설계항공기인 B777-300ER 기종은 콘크리트포장에 대해서는 아직 FAA에서 설계 차트를 공식화하지 않았기 때문에 PCA법으로 설계를 수행하였다. 이를 검증하기 위하여 1단계 설계조건에 대해 PCA법으로 포장두께를 산출한 결과 슬래브 두께가 48.4cm로 산출되어 FAA법에 의한 결과인 50cm와 유사하므로 PCA법을 이용한 설계는 타당한 것으로 판단하였다.

또한 FAA에서 공인된 공항포장설계 프로그램인 LEDFAA를 이용하여 포장구조를 산출 비교한 결과, 콘크리트포장의 경우에는 1, 2단계의 설계결과와 동일한 값을 나타내어 적정한 것으로 판단하였다. 아스팔트포장의 경우에는 설계결과보다 LEDFAA 프로그램에 의한 결과가 다소 작게 산출되었으나 구조적인 안전성 및 설계의 일관성을 고려하여 현 설계법을 준용하는 것이 타당한 것으로 판단하였다.

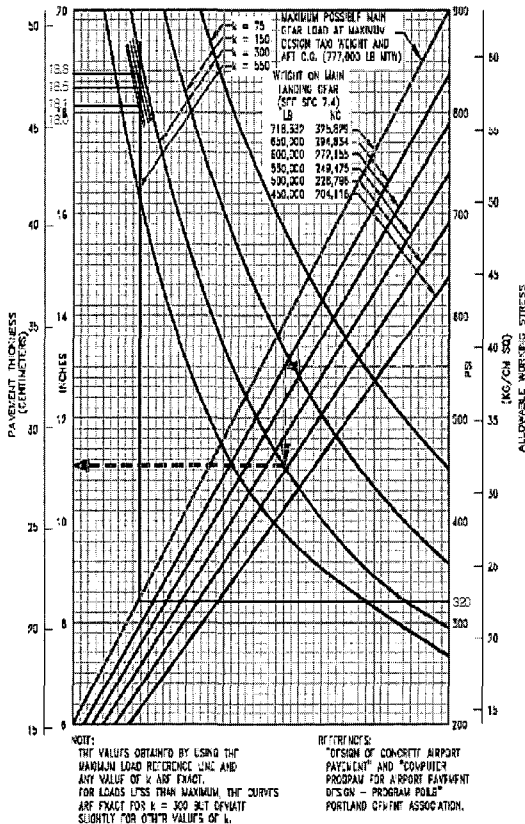


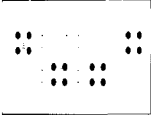
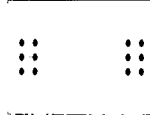
그림 4. B777-300ER 강성포장 두께 산출



구 분	2 단계 단면
활주로 중앙부(T), 활주로 외측(0.7T)	
유도로(T)	
계류장(T)	
블라스트패드 (0.5T)	

그림 5. 콘크리트 포장 단면

라. 1, 2단계 포장 두께 상이점 검토

구 분	1단계 포장설계	2단계 포장설계	비고
설계항공기	<ul style="list-style-type: none"> <li>• B747-400S(F급)</li> <li>- 총하중: 492톤(1,084,000lb)</li> <li>- 기어배치: 4각 16륜</li> </ul>  <ul style="list-style-type: none"> <li>- 축하중: 116.8톤</li> <li>- 윤하중: 29.2톤(64,362lb)</li> <li>- 단위하중: 19.5kg/cm<sup>2</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• B777-300ER(E급)</li> <li>- 총하중: 341톤(752,000lb)</li> <li>- 기어배치: 2각 12륜</li> </ul>  <ul style="list-style-type: none"> <li>- 축하중: 162.0톤</li> <li>- 윤하중: 27.0톤(59,533lb)</li> <li>- 단위하중: 15.0kg/cm<sup>2</sup></li> </ul>	
설계방법	FAA 설계법	아스팔트포장 FAA 설계법 콘크리트포장 PCA 설계법	
지반조건	노상 CBR : 10% 노상상부 지반반력계수 : K=200pci	노상 CBR : 12% 노상상부 지반반력계수 : K=210pci	성토재 변경
아스팔트포장 (본포장 1.0T)	표층 : 15cm 아스콘기층 : 20cm 쇄석기층 : 30cm 보조기층 : 40cm 합계 : 105cm	표층 : 15cm 아스콘기층 : 15cm 쇄석기층 : 30cm 보조기층 : 30cm 합계 : 90cm	
콘크리트 포장 (본포장 1.0T)	콘크리트 슬래브: 50cm 아스콘기층 : 5cm 린 Con'c 기층 : 20cm 동상방지층 : 20cm 합계 : 95cm	콘크리트 슬래브: 50cm 아스콘기층 : 5cm 린 Con'c 기층 : 20cm 동상방지층 : 15cm 합계 : 85cm	
포장두께 변경사유	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 설계항공기가 B747-400S에서 B777-300ER로 변경됨에 따라 기어형태 및 단위하중 변화로 포장 구조에 미치는 하중 영향 감소</li> <li>• 1단계시 성토재료로 준설토가 사용되었으나, 2단계에서는 성토재료로 장애구릉 절취에 따른 파쇄암을 사용함에 따라 노상지력력 증가</li> </ul>		

## 5. 맺음말

인천국제공항 2단계 활주로, 유도로 및 계류장 에어사이드 포장은 변화된 설계항공기와 지반조건을 적용하여 보다 경제적이고 내구적인 구조로 포장설계가 이루어졌다. 또한 1단계 운영시 발생된 포장 문제점들을 보완하여 경제성, 시공성, 품질향상, 안전성 등에서 우수한 공법을 적용하여 최상의 공용성을 달성하고자 하였다. 본 사업에서 연구 검토된 사항이 향후 유사한 사례에서 긍정적인 참고가 되기를 바라며 더욱 발전적인 성과를 기대할 수 있을 것이다.

### 참고문헌

1. 인천국제공항 에어사이드 토목시설 실시설계 포장설

- 계보고서, 1998. 3, 인천국제공항공사
2. 인천국제공항 에어사이드 공항시설공사 건설지, 200.12, 인천국제공항공사
  3. 인천국제공항 2단계건설 공항시설 공사 기본 및 실시설계용역 기본설계보고서, 2003. 10, 인천국제공항공사
  4. 인천국제공항 부지조성공사 건설지, 2000. 5, 인천국제공항공사
  5. 인천국제공항 2단계건설 공항시설공사 기본 및 실시설계용역 탑승동 AB/BC 계류장지역 시설공사실시설계보고서, 2004. 8, 인천국제공항공사
  6. 인천국제공항 2단계건설 공항시설공사 기본 및 실시설계용역 제3활주로지역 남·북측 시설공사 실시설계보고서, 2005. 7, 인천국제공항공사
  7. 인천국제공항 2단계건설 공항시설공사 기본 및 실시설계용역 실시설계보고서, 2005. 11, 인천국제공항공사