



## 인천국제공항의 포장 시공

김 동 욱\*

### 1. 머리말

우리나라의 산업의 발전은 외국과의 각종 교류를 증대시키고 있다. 수출을 위한 물류의 수송은 주로 선박을 이용하고, 인편 및 시간의 제약을 받는 물류수송은 항공기를 이용하고 있다. 그러나, 산업의 고도성장으로 인해 항공수요가 크게 증가하였고, 이로 인해 기존의 공항을 이용한 물류 및 인적자원의 수송이 포화상태에 이르게 되었다. 이러한 문제를 해결하기 위해 인천국제공항을 계획하게 되었고, 현재 공사가 상당히 진행되었다. 우리나라의 경우 도로, 교량, 터널, 철도 등의 다른 토목공사와는 달리 발주처인 공항공단, 감리단, 시공사 모두가 공항공사에 대한 노·하우가 적어 시공상 어려움이 많았고, 현재 인천국제공항이 완성되어 가는 단계에서, 인천국제공항의 활주로 및 유도로, 계류장의 토공사 및 콘크리트 포장·아스팔트 포장공사를 수행하며 설계 및 시공과정에서 느꼈던 바를 기술함으로서 향후 공항공사의 보다 더 나은 품질과 질적 개선을 바라며 이 글을 서술한다.

공항 공사의 시공과정은 일반적으로 또는 고속도로 건설시 이용되는 시공과정과 비교해 볼 때, 여러 면에서 차이점이 있다. 도로의 경우 주로 차량 진행방향으로 포장이 이루어지고, 또한

차량 진행으로의 길이가 도로폭에 비해 매우 크므로, 하중에 의한 응력-변형관계가 도로상의 하중의 위치변화에 따라 다르게 적용해야 한다. 이에 반해 공항 포장은 활주로(84m), 유도로(60m)등과 같이 포장면적이 넓기 때문에 도로공사의 설계 및 시공개념과는 차이가 있다. 특히, 포장체에 작용하는 하중의 크기와 이의 반복횟수가 매우 크게 차이가 난다. 공항포장의 경우 600톤 이상인 항공기의 하중을 견딜 수 있는 포장체의 강도와 밀도가 요구되므로, 시공전에 작업방법, 시공 조인트, 장비조합, 일일포설량, 간섭공종 등을 면밀히 검토한 후 시공해야 한다. 특히 포장공사의 간섭공종인 항공등화시설, 급유시설, 테더시설, 전기관로, 통신관로, 오수관로, 공동구, 지하차도, 관수관로, 배수박스, 조명탑, GPS(Ground Power System), 계류장치(Mooring Point) 각종 건축구조물 및 건축배관 파이프 등과 같이 실제로 수 많은 시설물이 종합적으로 제 위치에 설치된 후 포장작업이 이루어지게 되는데 수 많은 공종들과의 작업연계가 유기적으로 이루어지지 않을 경우, 설계와 달리 작업지연이 많아 공기지연과 품질의 저하가 발생할 가능성이 크다.

\* 인천국제공항 제2활주로지역 시설공사 현장소장



## 2. 인천국제공항 설계기준

인천국제공항의 설계기준은 국제민간항공기구(ICA0), 미국 연방항공국(FAA), 국내 항공법 및 동 시행령, 그리고 일본 운수성의 설계기준 등을 적용하였고, 특히 항공기의 성능, 파이럿의 기술 및 기상조건 등에 부합될 수 있도록 활주로, 유도로 및 기타 시설들의 제원이 설계되었다. 본 시설에 적용된 콘크리트 포장 및 아스팔트 포장의 대표적인 설계단면은 그림 1과 같다.

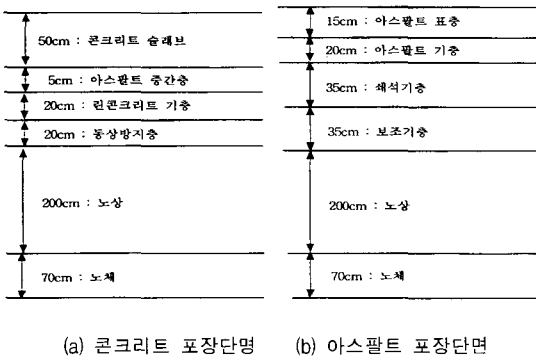


그림 1. 대표적인 공항포장 단면

## 3. 시공순서 및 기술

공항건설에 필요한 공종은 일반 도로공사에서 요구되는 것에 비해 매우 다양하다고 할 수 있다. 본 절에서는 여러 개의 시공절차 중에서 포장시공에 가장 기본이 되는 토공사, 기층시공, 아스팔트 표층, 콘크리트슬래브 시공 등에 대해 설명하고자 한다.

### 3.1 토공사

인천국제공항은 주로 매립에 의해 형성된 부지에 시공되었다. 공항시공부지는 매립에 사용된 재료의 특성에 따라 크게 준설매립토 지역과 산토매립 지역으로 나누어진다. 매립을 위해 사

용된 재료의 특성에 따라 사용된 시공방법 및 시공장비의 조합이 각각 다르고, 특히 재료의 특성으로 인해 발생하는 문제가 다르므로 시공 시 고려해야 하는 사항에 차이가 크다고 볼 수 있고, 이중 가장 중요한 요소중의 하나는 매립으로 인한 포장체의 침하 및 지지력 문제이므로 이를 해결할 수 있는 다짐방법 및 적절한 장비의 사용이라 할 수 있다.

#### ① 준설매립토 지역

준설매립토 지역의 노상 다짐 시험시공 결과, 개량심도는 4.2~5.4m(준설매립토 두께 5.2~5.6m)이며, 상부 교란층의 심도는 1.0m 정도의 교란이 발생하며 유압햄머 다짐 95%를 만족하였을 경우 체적감소율은 대략 7~9%의 범위로 준설매립고가 3~5m인 1단계 공항부지에 대하여 평균 40cm 정도 두께의 여분 매립토가 요구되어 추가로 1m의 여분을 실시하였다. 램 무게 10톤, 낙하고 1.2m인 유압식 햄머 다짐으로 다짐을 수행하였고, 다짐도를 확인하기 위해 콘관입시험(cone penetration test, CPT)를 실시하였다. 다짐도 95%를 만족하였을 경우 여분토를 제거한 후, PP 매트를 포설하고, 노상층을 포설하고 다짐을 실시하였다.

#### ② 산토매립지역

부지조성 공사중 에어사이드(Airside)지역의 1공구에 해당되는 산토매립지역의 경우 원지반 상부 위에 평판재하시험시 사용한 두께 70cm의 샌드매트를 깔고, 그 위에 노체재료(φ300mm 이하 성토재)를 층 다짐하였다. 노상재료(φ100mm 이하 성토재)를 170cm까지는 20cm씩 95% 다짐으로 층다짐을 실시하였고, 상부노상 30cm는 15cm씩 2회로 100% 다짐을 실시하였다.

### 3.2 기층 시공

기층은 도로포장체에서 포장의 종류, 즉 아스



팔트 포장과 콘크리트 포장에서의 역할이 약간 다른데, 그 주된 이유는 각각의 포장체에 가해진 차량하중을 지지하는 방법의 차이로 인해 발생하는 것이다. 기층재로 이용되는 재료는 주로 쇄석이 이용되고, 경우에 따라서는 시멘트, 석회, 아스팔트 등을 이용하여 안정처리한 기층을 사용하기도 한다. 본 인천국제공항 시공에서는 시멘트 안정처리 기층을 사용하였다.

시멘트 안정처리기층(Cement Treated Base course, CTB)은 포장체에 직접 전달된 하중을 노상층에 분산하여 전달하는 층으로서 시멘트, 모래, 골재, 석분, 물을 적절히 배합하여 포설장비를 이용하여 포설 및 다짐을 수행하였다. 시멘트 안정처리 기층용 혼합재료는 생산직후 손으로 만져보았을 때 촉촉히 젖어있어야 하며, 너무 건조하거나 물기가 많으면 다짐이 되지 않으므로 단위수량을 조절하여 최적의 다짐밀도가 되도록 현장배합 함수비에 주의를 기울여야 한다. 또한, 혼합재료 운반시 건조하는 것을 방지하기 위하여 덤프트럭에 꼭 덮개를 씌워 운행토록 하고, 일일 포설량 및 시공조인트 발생이 최소화되도록 최적의 장비 조건을 갖추어야 한다. 현장에서는 포설 준비작업을 위해 스트링라인을 포장예상 순서에 맞게 설치하고, 측량을 실시하여 작업에 효율성을 높여야 한다. 스트링라인은 풀이 흔들리지 않도록 단단히 세우고, 라인은

늘어지지 않게 팽팽하게 잡아당긴다. 또한 각 지점의 계획고를 재확인하고, 기준점을 다시 확인한 후 측량을 실시한다. 측량의 중요성은 아무리 강조해도 지나치지 않기에 매 측량시 마다 다시 한번 확인 후 시공토록 한다.

시멘트 안정처리 기층의 포설장비인 피니셔에는 TITAN, VOGEL, DYNAMIC, DEMAG 등 여러 가지가 있고, 표 1에 나타난 것과 같이 기본적인 기능은 같지만 제조회사마다 피니셔의 특성에 약간의 차이가 있으므로 사용시 주의해야 한다. 특히, 장비의 엔진마력이 큰 장비를 선택하여 작업을 실시하여야 한다. 시멘트 안정처리 기층은 아스콘과는 달리 골재가 굵고 보통 포설두께가 12~18cm에 이르는 만큼 작은 엔진으로는 힘이 모자라서 작업속도가 느리고, 포설 폭이 좁아 그만큼 시공조인트가 많이 발생하게 되고 품질에 나쁜 영향을 미치게 된다. 아울러 중요한 것이 숙련된 장비 조종원으로 장비의 효과적인 운용에 중요한 요소이다. 실제로 장비 조종원의 숙련도에 따라 최고 2~3배의 작업효율에 차이가 나으며, 품질에도 큰 차이가 있었다. 시멘트 안정처리 기층 시공을 위한 장비의 조합은 진동롤러 1대, 타이어롤러 1대, 탄뎀롤러 1대를 기본 조합으로 하여 다짐횟수는 각각 8회, 4회, 4회로 다짐을 실시하며, 시방기준 다짐 밀도를 얻을 수 있도록 관리하였다. 다짐장비는

표 1. 피니셔 장비 제원 비교표

구분 장비명	엔진마력 (kW)	무게 (ton)	폭 (m)	크라운 (%)	최대포설 두께(cm)	아스콘포설량 (t/h)	C.T.B. 포설량 (m <sup>3</sup> /h)	다짐장 비조합	비고
TITAN 322	125	17	2.5~8	±3	30	140	100	1 조	작업여건, 대기온도, 장비조종 원숙련도 골재특성에 따라 작업효율 차이발생
TITAN 422	138	20	2.5~8	±3	30	140	120	1 조	
VOGEL SP-1600	105	16	2.5~8	+3~-1	30	100	60	1 조	
VOGEL SP-2500	209	28	3~16	+3~-1	40	200	140	2 조	
DYNAPAC	110	16	2.5~6	±3	25	100	60	1 조	
DEMAG	110	16	2.5~6	±3	25	100	60	1 조	



최대한 길게 연속적으로 작업하여 평탄성을 유지할 수 있도록 하였고, 중앙부에서 외측방향으로 전압하고 아래에서 윗쪽 방향으로 전압을 실시하였다. 시멘트 안정처리 기층 포설시 살수차를 상주시켜 포설 직전 바닥면을 살수하고, 이음부 및 1층 시공후 2층 포설전에도 살수하여 접착력을 향상시켜야 한다. 특히, 하절기에는 수분의 증발이 심하기 때문에 살수차를 2대 이상 여유있게 준비하여 표면을 7일간 습윤상태로 유지해야 하며, 포설후 최소 7일간은 차량 등의 출입을 통제하여야 한다. 하절기의 경우 살수가 원활하지 못할 경우 표면에 크랙이 발생할 우려가 있는 만큼 특히 주의를 기울여야 한다.

### 3.3 아스팔트 포장

아스팔트 포장은 골재와 역청재료를 혼합하여, 포장표면에 재하되는 교통하중을 골재 맞물림 작용, 골재입자의 마찰력, 아스팔트 시멘트의 접착강도 등을 이용하여 아스팔트 표층, 기층 및 보조기층, 노상, 노체로 분산시켜 교통하중을 지지하는 다층 구조체이다. 아스팔트 표층은 원활한 주행표면을 제공하고, 미끄럼과 마모저항 및 하중분산 기능을 가지는 마모층과 하중을 기층에 균일하게 전달하는 전이층 기능을 가진 중간층으로 구분할 수 있다. 이밖에 역청질 재료층 사이를 결합시키기 위한 택코팅, 입상재료 층과 역청재료 층 사이의 프라임코팅, 표층표면에 내구성, 수밀성 및 미끄럼저항을 강화시키기 위한 실코팅도 표층의 구성요소로 정의할 수 있다.

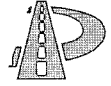
아스팔트 포장을 위해서는 먼저 합리적인 시공계획을 수립하고 현장여건 및 청소상태, 코팅상태, 장비, 인원, 재료, 시험, 온도 등의 준비상태를 모두 파악하고 아스콘 포장을 시작해야 한다. 아스콘 포장도 시멘트 안정처리 기층과 별 차이는 없지만 온도관리에 역점을 두어서 1차, 2차, 마무리 전압을 실시해야만 최적의 다짐밀

도를 확보할 수 있다. 특히 공항의 경우 포장작업이 동절기에도 실시해야 할 경우가 많으므로 포장시 아스팔트 혼합물의 온도관리에 더욱 신경을 써야만 적절한 내구성 및 강도를 지닌 포장을 완성할 수 있다.

### 3.4 콘크리트 포장

콘크리트 포장은 슬래브 자체의 강도를 이용하여 교통하중에 의해 발생하는 응력을 콘크리트 슬래브의 휨저항으로 지지하는 형식으로 가로, 세로줄눈에 의하여 온도변화에 대처하고, 골재의 맞물림 작용 및 다웰바를 통하여 슬래브의 하중을 전달하는 구조적 특징이 있다. 콘크리트 포장의 경우 중차량에 대한 적응과 기름 등의 누유(漏油)에 대한 내구성이 우수하고 유지 관리비가 저렴하고 경제적이므로 다수의 고속도로 및 공항포장에 적용되고 있다.

인천국제공항의 경우 무근 콘크리트 포장(PCC)으로서 다른 콘크리트 포장공법에 비해 줄눈 설치에 따른 유지보수가 불리한 면이 있으나, 부분보수가 용이하고 초기 투자비가 가장 경제적인 장점이 있다. 콘크리트 포장작업을 위해서는 먼저 시멘트 안정처리 기층과 마찬가지로 스트링라인을 팽팽하게 설치한 후 계획고에 맞게 측량을 실시하고 기준점을 다시 확인하여 점검을 완료해야 하며 하부층에 대해서도 재확인하여 포장두께가 시방기준에 합당한지를 확인하여야 한다. 그리고 콘크리트 포장용 배치플랜트에서 생산된 레미콘의 슬럼프를 측정하여 포설에 알맞는지를 확인하여야 한다. 또한 현장의 다웰바는 포장 중심선에 대하여 평행하고 줄눈 판은 노면에 대하여 수직으로 설치되어 있는지, 조면(粗面) 마무리기의 작동여부, 피막 양생재의 양, 양생 매트, 마감용 철재 거푸집, 바이бр레터 등은 갖추어져 있는지 등의 모든 준비작업에 대하여 확인한다. 콘크리트 포장장비는 항상



깨끗하게 유지하여 작업을 시행하며 포장작업시 장비 조종원은 항상 장비에 승차하여 장비의 이상유무를 수시로 체크하여 포장작업이 차질이 생기지 않도록 한다. 포장 작업후 표면마무리를 실시해야 하는데 타이닝 시기에 따라 타이닝의 형상이 달라지므로 평탄 마무리후 표면에 무리가 없어지고 응결이 시작 되기전 적절한 시기에 시행해야 하며 시방기준에 맞는 일정한 깊이를 유지해야하며, 표면마무리시 물을 뿌리면 콘크리트의 내구성, 표면 마모저항성의 약화 등의 유해한 영향을 주므로 절대 금해야 한다. 이후 피막 양생제를 살포해야 하는데 양생제 살포전 분무기 노즐에서 일정량이 균일하게 안개형태로 분무되는지를 확인하고, 노즐의 높이는 양생제가 골고루 뿌려질 수 있는 높이에 설치하여 전면에 고르게 살포 될 수 있도록 해야 하며, 미흡한 부위는 즉시 추가 살포해야 한다.

줄눈부 절단(Saw Cutting)시기는 콘크리트 타설후 4~24시간 이내에 이루어지도록 하며, 절단으로 골재가 지나치게 흐트러지지 않을 만큼 굳으면 곧 절단을 실시한 후 캘리퍼스 등을 이용하여 20m 간격으로 절단깊이의 적정여부를 확인한다. 주입 줄눈재의 시공은 먼저 줄눈 절단시 발생된 먼지 또는 외부로부터 침입한 토사 등을 압력공기를 이용하여 제거한 후, 백업재를 줄눈 사이에 설치하고 프라이머를 도포한 후 실린트를 주입하여 건조시킨다. 실린트의 주입시기는 가급적 경화시 발생된 알카리 성분이 없어지는 2주후 콘크리트가 건조한 상태에서 시공하고 주재와 경화제의 혼합비율을 정확히 준수하여야 하며 공기가 유입되지 않은 혼합기구 및 압력식 주입기구를 사용한다. 특히, 실린트의 시공높이는 슬래브 표면보다 6~10mm 정도 낮게 충전하여 하절기 콘크리트 팽창시 실린트가 상부로 밀려나와 항공기나 차량의 통행으로 인한 손상을 방지하여야 한다.

### 3.5 시공장비

#### ① 아스팔트 포장 시공장비

시멘트 안정처리 기층 및 아스팔트 포장의 시공에 이용되는 장비 및 규격은 표 2에 나타난 것과 같다.

표 2. 시공에 이용되는 장비의 종류

구 분	규 격	대 수	비 고
플랜트	현장 여건	1	
피 니 셔	현장 여건	1	
디스트리뷰터	3,800 l	1	아스콘
덤프트럭	15 ton	7	현장 여건
진동 롤러	10 ton	1	C.T.B.
머캐덤 롤러	8 ~ 10 ton	1	아스콘
타이어 롤러	8 ~ 15 ton	1	
탠덤 롤러	5 ~ 8 ton	1	
살수차	16,000 l	1	C.T.B.

#### ② 콘크리트 포장 시공장비

콘크리트 포장시공에 사용되는 장비, 장비운용을 위한 필요 인원 및 작업내용은 표 3과 같다.

표 3. 콘크리트 포장 시공장비

장 비	규격	수량	인원	작업 내용
슬립폼페이퍼	SP-1600	1대	2명	포장 성형
조면마무리기	TC-250	1대	1명	양생제살포 (조면마무리)
줄눈절단			2명	줄눈 자르기
측 량			5명	라인센서 설치 및 측량
시 험			2명	품질 관리
인 부			12명	줄눈설치 및 포장면 마무리 작업



#### 4. 향후 방향

포장작업은 마감공사이기 때문에 선행 공종의 진행과정과 전체적인 윤곽을 갖고 충분한 시간과 도면속지를 해야만 한다. 그리고 포장작업을 수행한 후에는 포장지역내에는 더 이상 간섭공종의 작업이 불가능하기 때문에 포장 관리자는 간섭공종의 수행과정과 설계의 변화, 추가 변경 사항 등 모든 것에 대하여 숙지해야만 현장 여건의 변화에 대처하여 포장공사를 진행할 수 있다. 인력, 측량, 장비 등의 수많은 작업조건이 복합적으로 만족해야만 포장작업이 이루어질 수 있는 복합 공종이기 때문에 관리 및 운영에 많은 관심과 노력이 필요하다. 특히 측량작업의 경우 중요성이 아무리 강조되어도 지나치지 않으며 측량이 포장작업의 절반이라고 해도 과언이 아니다. 따라서 측량의 기술향상과 포장장비의 자동센서부착을 통한 작업준비 시간의 절감, 품질과 공사기간에 많은 영향을 미치고 있다.

포장작업은 공사의 마지막 단계이기 때문에 외관상 표면의 미려함이나 크랙, 평탄성, 편구배, 조인트부, 마무리면 등 일반적인 외관으로도 품질의 좋고 나쁨을 파악할수 있기 때문에 더욱

시공에 관심을 갖고 수행해야만 한다. 또한 공항의 경우 무거운 항공기의 하중을 지지하고 항공기 운행에 안전성을 확보해야 하기 때문에 아스팔트 포장의 품질을 더욱 향상시켜 하절기의 복사열과 항공기의 제트엔진에서 나오는 고온의 분사열을 견디어 소성변형이 일어나지 않도록 포장재료의 개선이 무엇보다 시급한 과제라고 생각되며 더욱 연구하여 공항에 맞는 아스팔트 포장 개질재를 개발해야 할 것으로 사료된다.

콘크리트 포장의 경우 유도 크랙의 발생이 계절, 온도, 콘크리트의 품질, 절단 시기, 장비의 성능에 따라 변화가 크게 발생하는데, 명확한 시방기준이 확보되지 않아 이에 대한 연구가 더욱 필요하며, 실린트 재료의 내구성에 대한 연구에 박차를 가하여 반영구적인 실린트의 개발도 시급하다고 생각한다. 포장작업은 기계화하여 기술적 향상을 꾀할 수 있는 분야가 아직도 많으며 현장시공과 시방기준의 많은 부분은 앞으로 계속 연구하고 기술개발을 통하여 포장시공기술을 향상시켜야 할 것으로 사료된다.

#### 알림

우리 학회의 정관에 의하여 3월부터 새로운 회계연도가 시작됩니다. 지난 해에 입회한 정회원 및 특별회원은 연회비를 납부하여 주시기 바랍니다.

§ 납부할 곳 : 한빛은행 122-169621-02-101 한국도로포장공학회  
(가입회원명으로 입금)

- 학회 사무국 -