

# 중형수송기 Aircraft Classification Number 예측

정진덕\* · 배중원\* · 이해창\*

## ACN Estimation for Medium-class Aircraft

Jin-Deog Chung\* · Joong-Won Bae\*\* · Hae-Chang Lee\*

### ABSTRACT

ACN(Aircraft Classification Number) is allocated by marketing group during early stage of aircraft design phase and is a critical parameter to decide whether the designed aircraft can be landed or not in a certain airport. The loading on the main landing gear wheels, selection of main landing gear tire and estimation of ACNs for flexible and rigid pavements were done for the proposed medium-class aircraft. The estimated ACN values are compared with the similar class aircraft. And PCN(Pavement Classification Number) values of airport in Korea are summarized. Results showed that the currently proposed medium-class aircraft can land any airport in Korea.

Key Words: Medium-class Aircraft, ACN, PCN, Loading on main landing gear tire

### 1. 서 론

신규 항공기 개발과정에서 경쟁력을 확보하기 위해서는 운항사와 고객들의 다양한 요구도를 반영해야 한다. 요구도는 대부분 항공기 운항사들이 기존의 운용 경험을 토대로 항공기제작사에게 제시를 하는데 이를 상위요구도(Top Level Design Requirement, TLAR)이라 부른다. TLAR에는 항공기가 기본적으로 가져야할 성능 요구도인 승객수, 복도 및 좌석의 폭, 좌석간의 거리, 순항거리, 이착륙거리와 속도, 순항속도, 순항고도 이외에 COC(Cash Operating Cost), 소음기준, 수화물 공간, 상업화 시기(Enter into Service, EIS), ACN와 PCN 등을 제시한다.

이들 중에서 설계한 항공기 어느 특정한 노선과 공항을 운항한다고 가정하였을 때, 항공기가 선택한 공항에 이착륙이 가능한지를 분석을 해야 한다. 이 분석에 사용되는 지표가 항공기 주륜 착륙장치 타이어에 작용하는 하중을 기준으로 예측하는 ACN과 공항의 활주로와 유도로의 포장상태를 나타내는 PCN을 비교하여 결정을 한다[1]. PCN 값이 항공기 ACN값보다 낮은 경우에는 항공기가 착륙할 때 활주로 표면에 파손을 야기하여, 타 항공기가 이착륙할 때 떨어져 나간 포장의 일부분(FOD)이 항공기 엔진 혹은 기체에 손상을 주어 사고를 유발할수 있고, 잠정적으로 관련 공항의 활용도에 치명적인 영향을 준다.

본 논문에서는 중급 항공기가 국내에 운항한다는 가정하에 국내 공항에서 자유롭게 이착륙 할

\* 정회원, 한국항공우주연구원 항공체계실  
연락처, E-mail: jdchung@kari.re.kr

수 있는지를 분석을 하고자 한다. 이를 위해서 항공기 주륜 착륙 장치 타이어에 작용하는 하중을 예측하고, 하중 조건에 적합한 타이어를 선정하고, FAA가 개발한 코드[2]를 활용하여 중급 항공기의 ACN값을 예측하였다. 그리고 국내 공항에서 이착륙이 가능한지를 판단하기 위하여 국내 공항들의 PCN값을 조사하고 예측한 ACN값과 비교하는 과정을 소개하고자 한다.

## 2. 본론

### 2.1 ACN 계산 절차

Figure 1은 본 보고서를 위해 임의로 생성한 중형급 항공기이다. 최대이륙중량은 30 Ton이상이므로 전방에는 2개의 타이어가 부착된 전륜 착륙장치를, 가정한 후방 무게중심(주익 25% MAC + MAC의 10%)을 지나 15도의 tip-back angle을 갖는 지점의 주륜착륙장치 strut에는 두 개의 타이어가 장착되어있다.

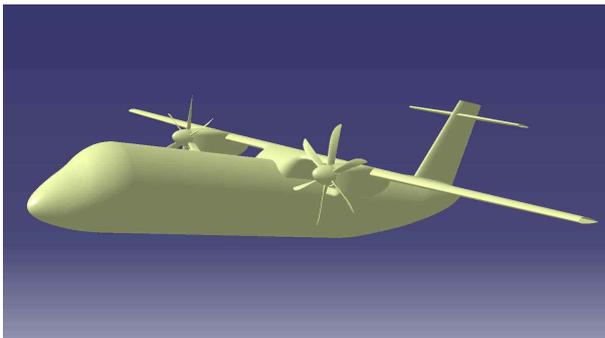


Fig. 1 항공기 개념도

전륜과 주륜 착륙장치에 작용하는 하중을 예측하기 위해서는 최대이륙 중량(MTW), 항공기 증가를 고려한 최대이륙중량 증가분 (MGW=MTW의 125%), 전륜과 후방 CG와의 거리(A), 전륜과 주륜까지 거리(B), 후방CG와 주륜사이 거리(C) 그리고 지상면에서 수직방향으로 CG까지 거리(D) 정보를 알면 예측할수 있다.

$$\text{주륜의 최대하중(Pmg)} = \text{MTW} \times \text{A/B}$$

$$\text{전륜의 최대하중(Png)} = \text{MTW} \times \text{C/B}$$

$$\text{전륜의 브레이크 하중(Pngb)} = \text{Png} + 10 \times \text{D} \times \text{MGW}/(64 \times \text{B})$$

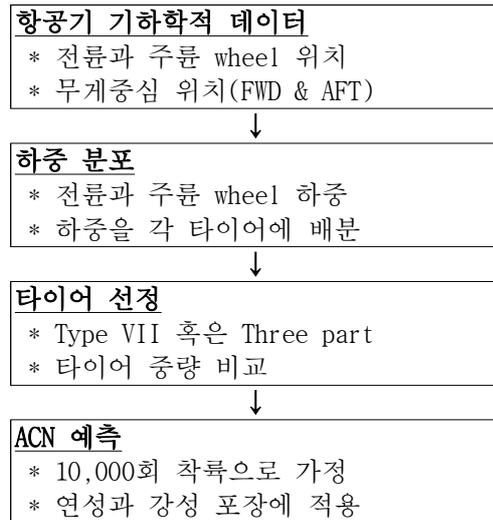


Fig. 2 ACN 계산 절차

제시한 수식에 관련 값들을 입력하여 계산을 수행하면, 전륜 착륙장치 타이어에는 약 5,000lb 그리고 주륜착륙장치에는 17,000 lb의 하중이 작용한다.

Table 1. 타이어 데이터

SIZE	CONSTRUCTION		SERVICE RATING				
	PLY RATING	TT OR TL	RATED SPEED (MPH)	RATED LOAD (LBS)	RATED INFLATION (PSI)	MAXIMUM BRAKING LOAD (LBS)	MAXIMUM BOTTOMING LOAD (LBS)
26x7.75-13	10	TT	210	7,250	110	10800	21750
27x7.75-15	12	TL	225	9,650	200	14475	29000
22x8.0-8	6	TT	120	2,500	40	3620	6700
22x8.0-10	10	TL	190	6,500	110	9750	17500
22x8.0-10	12	TL	190	7,900	135	11450	21300
24x8.0-13	10	TL	230K	12,500	285	18750	37500

다음은 주륜과 전륜 타이어를 선정하는 과정을 소개하고자 한다. 현재 가장 많이 사용하는 항공기용 타이어는 Three part type과 Type VII[3]이다. 타이어를 선정할때는 제조사에서 제시한 표에서 현재 계산한 하중 조건 "RatedLoad"(Table 1 참조)를 보고 선택을 한다. 예측한 결과와 완전히 일치하는 타이어가

없으면 약간 높은 하중에서 사용할수 있는 타이어를 선정하는데, 이때 중량도 고려해서 선정을 해야 한다.

전륜 착륙장치의 타이어는 Three part와 Type VII에서 다양한 선택을 할수 있는데, 가장 중량이 적은 Three part name에서 18 × 6.5-8(외경 × 폭-wheel 직경)으로 결정을 하였고, 주륜 착륙장치용 타이어는 H31 × 13.0-12를 선정하였다.

항공기등급번호는 항공기가 활주로와 유도로의 강도를 어느 정도 영향을 주는지를 나타내는 값으로 ICAO에서 제정하였다. 항공기 제작사가 항공기를 고객에게 인도할때 ACN값들이 공항운용 문서(Airport Planning document)에 포함을 하는데, 착륙장치의 위치, 타이어크기 및 압력 등을 나타내는 footprint, 전륜과 주륜 장치에 작용하는 하중 데이터, 항공기 중량 변화에 따른 주륜장치에 작용하는 하중을 퍼센트로 기록하여 제공을 한다[4].

활주로 포장에는 주로 콘크리트와 아스팔트가 사용이 된다. 활주로의 최상부 층을 아스팔트로 포장하는 경우 이를 연성포장(flexible pavement)라 부르고 흙+자갈+분쇄된 자갈+아스팔트 순서이고, 콘크리트를 사용하는 경우를 강성포장(rigid pavement)이라 부르며 흙+자갈+콘크리트 순으로 포장을 한다. 연성포장과 강성포장에 대해서 ACN값을 모두 예측할수 있는데, 두가지 포장조건으로 계산한 ACN값은 차이가 거의 없어 본 보고서에서는 아스팔트 포장으로 한정하여 그 결과를 제시하였다.

주륜장치에 작용하는 하중이 항공기 전체무게의 90%, 93.5%, 95%라고 가정하고, 타이어 압력을 160 psi와 200 psi로 변경했을때 이로 인한 ACN 값의 변화를 관찰하였다. 주륜 착륙장치에 감당해야할 하중이 늘어날수록 ACN값이 점진적으로 증가하는 결과를 보여준다.

ACN계산에서는 4 가지 CBR (California Bearing Ratio)을 사용했는데, CBR이 클수록 포장 이전에 지반다지기가 우수하여 높은 지내력을 제공한다. 따라서 지내력이 높을수록 포장

두께를 절약할수 있는 장점이 있다. 또한 CBR이 높은 경우 ACN값이 적어서 항공기 착륙시 하중에서도 상대적으로 적은 포장면 변형을 유발한다.

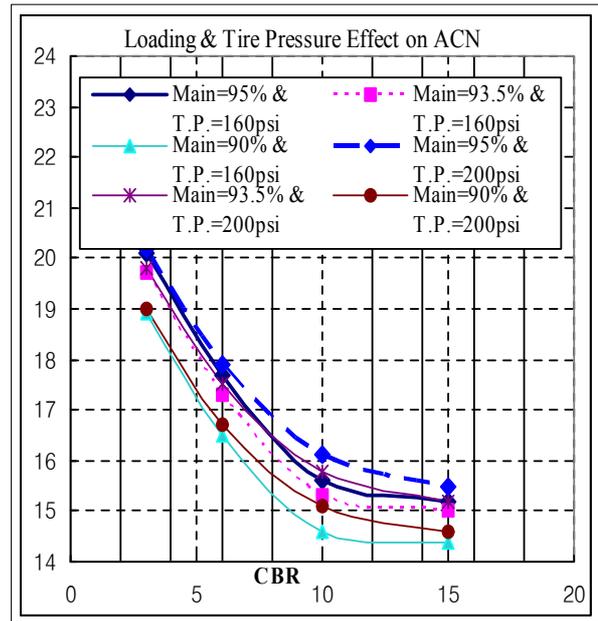


Fig. 3 주륜하중과 타이어 압력 효과

Table 2. 항공기별 최대이륙 중량

기종	중량(lbs)	기종	중량(lbs)
A319-100	142,000	B737-200	128,600
DC9-32	109,000	DASH7	43,799
F28	65,000	F100	98,500
Bae 146	89,500	중형기	66,200

고려중인 중급 항공기와 유사한 중량(Table 2 참조), 전륜과 주륜에 동일한 타이어 배치를 갖는 항공기들을 선택하여 ACN값을 비교하였다. 대상 항공기의 최대 이륙중량은 A319, B737, DC9, Fokker 100, Bae 146, 중형기, F28, DASH7 순이다. ACN값은 제시한 항공기들의 중량과 동일한 경향으로 변하고 있다. 따라서 항공기 중량이 클수록 ACN값이 커지므로, 높은 중량을 갖는 항공기가 활주로에 착륙할 때 활주로의 변형과 손상을 최소화하기 위해서는 포장 두께를 증

가시켜야 한다.

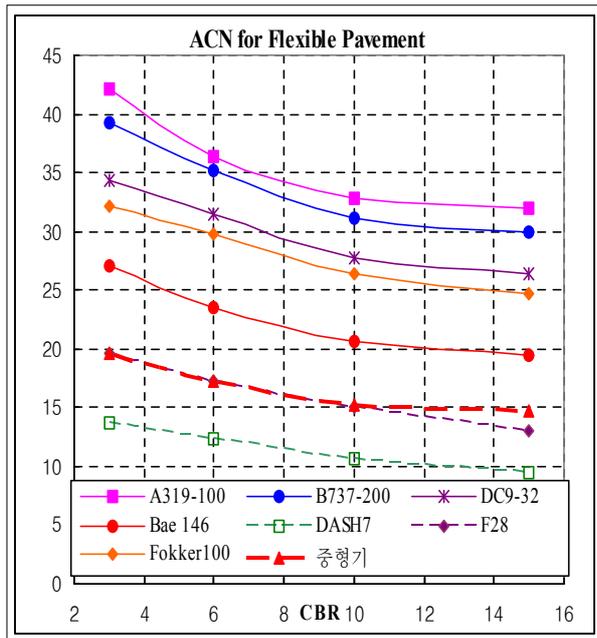


Fig. 4 항공기별 ACN값들

### 2.2 국내 공항 PCN값

PCN값은 활주로가 어느 정도의 착륙하중까지 견딜수 있는지를 나타내는 지표이다. 공항 활주로마다 PCN값을 가지고 있는데, 예로 어떤 공항의 PCN을 “88/F/B/X/T “으로 표시할수 있다. 여기서 88은 공항 활주로의 PCN값, F는 아스팔트 포장을 말하고 만일 콘크리트 포장이면(C), B는 지반 강도중에서 중간수준[5], X는 허용 가능한 타이어압력[5], T는 적용한 예측방법이다.

고려중인 중급항공기가 국내의 공항에 착륙을 하기 위해서는 항공기의 ACN값이 공항의 PCN 값보다 작거나 동일해야 한다 ( $ACN \leq PCN$ ). 이를 확인하기 위해서 현재 국내 공항들의 활주로마다 PCN[6]값, 포장 종류 등을 Table 3과 같이 정리하였다.

Table 3에 정리된 내용을 보면 공항마다 주로 운항하는 항공기급을 예측할수 있다. 국제노선 대형기들이 많이 이착륙하는 인천공항에는 대형 항공기들의 높은 착륙 하중에도 변형이 적도록 높은 PCN값을 가지고 있다. 반면에 B737급 항공

기들이 운항하는 울산과 양양 공항은 PCN값이 낮도록 포장이 되었다. 결론적으로 고려중인 중형급 항공기는 국내 어느 공항에서 운용을 하여도 문제가 없는 것으로 판단이 된다.

Table 3. 국내 공항의 PCN값

공항	활주로	PCN값
서울/인천	15L & R, 33L & R	88/F/B/X/T Asphalt
	16, 34	75/F/B/W/T Asphalt
김포	14L & R, 32L & R	70/F/B/W/T Asphalt
원주	03, 21	55/R/B/W/T Concrete
울산	18, 36	35/F/A/X/T Asphalt
제주	06, 24	70/F/B/W/T Asphalt
	13, 31, 31 displaced	64/F/A/W/T Asphalt
부산	18R, 36L	55/R/B/W/T Concrete
	18L, 36R	51/R/C/W/T Concrete
양양	15, 33	49/F/A/X/T Asphalt
청주	06L, 24R	74/R/C/X/T Concrete
무안	01, 19	85/R/C/W/T Concrete

### 3. 결 론

중급항공기를 국내에서 개발을 하였을때, 이 항공기가 국내에 산재한 공항에서 자유롭게 이착륙할수 있는지를 예측하기 위하여 ACN과 국내 공항들의 PCN을 비교 하였다. ACN을 예측하기 위해서 주륜과 전륜 착륙장치에 작용하는 하중을 결정하고, 타이어의 크기를 결정하였다. 또한 다양한 중량을 갖는 타 항공기들과의 ACN도 비교하여 적절성을 비교하였다.

결론적으로 중량이 적은 regional급 항공기는 국내 공항에서 아무런 문제가 없이 이착륙할수 있다.

### 참 고 문 헌

- [1] 공항포장강도 결정보고 매뉴얼, 국토해양부예규 제 55호, 2009.6.3, 제정.
- [2] COMFAA2.0, FAA.

- 
- [3] Aircraft Tire Data Book, GOODYEAR,  
www.goodyearaviation.com
- [4] Airport Planning Manual, EMB135, EMBRAER.
- [5] Rodney, J. , " ACN-PCN system AC  
150/5335-5A, Transportation Systems  
Workshop, April, 2008.
- [6] Aerodrome Availability, 국토해양부,  
CASA(Civil Aviation Safety Authority),  
//ais.casa.go.kr