

Original Article

<https://doi.org/10.12985/ksaa.2018.26.4.013>

ISSN 1225-9705(print) ISSN 2466-1791(online)

공항의 접현주기장 규모 산정 방법의 적정성 연구

박성도*, 이영혁**, 장조원***

A Study on the appropriateness of attach stands

Park Sung Do*, Lee Yeong Hyeok**, Chang Jo Won***

ABSTRACT

Master plan plans for new airports should estimate the approximate scale of the airside's moorings and terminals. The size of the pavilion can be determined by complex factors such as the operating hours of the operating company, the frequency of operation, and the aircraft class. Among them, the number of flights is calculated using the Horon-jeff equation because of the relationship between the number of flights and the time occupied by the mains. Since this estimation formula is a simplified formula, it is necessary to verify the appropriateness of the method of estimating the scale and to suggest improvement directions. Therefore, in this study, we propose a method of estimating the size of the western flags by investigating and analyzing the main airports of overseas airports to determine whether the application of the Horon-jeff formula is appropriate.

Key Words : Attach Apron(접현주기장), Horon-jeff formula(호론제프), Number of Apron(주기장수), Overseas airport(해외공항), Size computation(규모산정), Type of runway(활주로 유형)

1. 서론

공항의 주기장 종류는 접현주기장(Attach)과 원격주기장(Remote)이 있다. 접현주기장은 터미널에 인접하여 보딩브릿지를 통하여 승객이 터미널로 유출입하는 주기장이고, 원격주기장은 터미널에서 멀리 떨어져서있으며 승객이 버스를 통하여 터미널로 이동하거나, 장기적으로 주기하는 항공기가 이용하는 주기장이다[1].

공항의 에어사이드시설인 터미널, 활주로, 유도로, 계류장 등은 최초건설 후 공급과잉에 따라 추가적인 건설이 불가피하나 일반적으로 건설비용, 주변 환경여건, 확장지역 여건 등으로 확대가 쉽지 않은 상황이다

항공기가 주기하는 주기장의 경우 터미널에 인접하여 기능을 하는 접현주기장과 터미널에서 떨어져서 주기하는 원격주기장이 있으며, 그 주기장들은 에어사이드의 많은 공간을 차지함으로 최초에 규모 선정시 신중을 기해서 산정해야 한다. 그 중 접현주기장은 전 세계적으로 Horon-jeff식을 이용하여 산정되는데 그 이유는 주기장규모를 산정하는 변수가 운항횟수와 주기장 점유시간과 관계가 있으며, 산정식은 단순 도출할 수 밖에 없는 상황이고, Horon-jeff식이 그 특성을 반영한 식이기 때문이다.

Received : 25. Nov. 2018. Revised : 07. Dec. 2018.

Accepted : 23. Dec. 2018

* 한국항공대학교 대학원 항공교통물류학과 박사과정

** 한국항공대학교 항공교통물류학부 교수

*** 한국항공대학교 항공운항학부 교수

연락처 E-mail : sungdopark7@gmail.com

연락처 주소 : 서울특별시 강동구 상일로6길 21 (우:05288)



Fig 1. Type of apron

김포공항, 제주공항, 김해공항 등 국내공항과 국외의 대부분공항 등이 접현주기장의 규모산정에 있어서 Horon-jeff식을 개략규모 및 상세규모에 이용하고 있다. 그러나, Horon-jeff식으로 산정된 주기장 규모를 검증하여 좀 더 정확한 접현주기장규모의 산정이 필요하다. 왜냐하면 주기장의 규모는 조업사의 업무시간, 운항횟수 특성, 항공기 등급 등 복합적인 요인에 따라 결정될 수 있기 때문이다.

본 연구에서는 해외사례를 통한 주기장규모를 분석하여 단순한 변수를 이용하는 Horon-jeff식의 적용의 타당성을 분석하고 개선방향을 제시하였다.

본 연구에서는 Horon-jeff식에 의해 산정되는 접현주기장에 대해 변형될 수 있는지의 여부를 해외사례를 통하여 분석된 데이터를 가지고 판단하여 그 결과 Horon-jeff식의 변형을 추론하였다.

접현주기장의 규모는 여러 가지 요인에 의해 영향을 받으나 활주로의 유형이 공항의 용량에 큰 영향을 미치므로 활주로의 유형에 따라 연간 운항횟수와 주기장수를 해외사례를 통하여 조사하여 그 결과를 기존의 Horon-jeff식에 반영되도록 하였다.

그러나 활주로의 유형 가운데 일반적이고 연간 운항횟수와 주기장의 규모의 상관관계가 있다고 생각되는 중속평행활주로를 표본으로 조사를 하여 추론하며 전체 유형별 연구론을 제시하였다.

II. 본 론

2.1 기존 산정식 검토

접현주기장 산정시 전세계적으로 많이 사용 Horon-jeff식은 다음과 같음[2]

$$G = V \times T / U$$

G : 주기장의 수(개소)

V : 침두시간 도착 운항횟수(회/시간)

T : 항공기 점유시간(시간)

U : 이용률 계수

접현주기장의 산정시 Horon-jeff식을 이용할 경우 V값인 침두시간 도착운항횟수는 다음과 같다.

V(침두시간 운항횟수) = 연간수요 × ADPM집중률(최침두2개월평균) × 일중 침두시간 집중률

이 값은 년중 침두 2개월과 일중 침두시간 집중률을 포함하는 값으로 평상시 보다 많은 항공기의 운항일 때의 접현주기장 규모를 산정한 것으로, 평상시의 운항횟수가 아닌 침두시의 운항횟수를 반영함으로 접현주기장의 규모가 과하게 산정된 것임을 알수 있다.

물론 접현주기장은 초기의 건설 후 추가적인 건설이 쉽지 않으므로, 여유있는 규모의 시설의 건설을 위함이나, 다소 비경제적인 면이 있음을 알수 있다.

2.2 연구조건

본 연구는 해외공항의 사례를 조사하여 공항별 연간운항횟수 및 주기장을 조사하는 것으로, 비슷한 용량을 가진 공항을 선정하여 비교함이 타당하다. 공항은 활주로 형태에 따라 용량이 차이가 남으로 활주로의 형태를 선정하여 조사하였다.

공항의 용량은 활주로의 유형, 비행장의 구성, 항공기의 운영환경, 항행보조시설의 이용여부 및 정밀성, 항공교통 관제시설 및 절차 등 영향요인이 많으나, 그 중 활주로의 유형이 용량에 큰 영향을 미친다[3].

활주로의 구분시 IFR조건을 기준으로 하였으며, 활주로유형별 시간당 최대운항횟수는 단일 활주로가 시간당 40회~50회 운항횟수, 평행활주로는 평행의 간격에 따라 50회~100회의 운항횟수, 교차활주로는 40회~70회, V자형 활주로는 50회~70회이다[4].

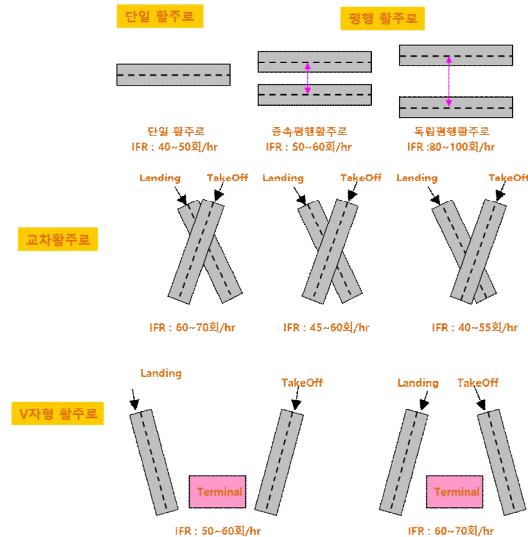


Fig 2. Capacity of airport by runway type

단일 활주로는 전 세계적으로 그 수요가 많으나 터미널이 없어 접현주기장이 없는 경우에서 터미널의 접현 주기규모가 많은 경우 등 주기장의 규모가 큰 폭으로 이루어져 제외하였으며, 교차활주로는 교차의 위치에 따라 시간당 운항횟수가 차이가 많이 나며, V자형 활주로는 형태상으로 다양하여 주기장 규모를 비교하기 어려워 제외하였다. 따라서, 조사의 개수가 충분하고 주기장 규모가 공항별로 크게 차이가 없는 중속평행활주로를 선정하였다.

2.3 공항 데이터 획득 및 분석 사례조사

본 연구는 전 세계의 중속평행활주로를 대상으로 비교적 최근인 2017년도 공항자료를 조사하였으며, 사례조사의 분석데이터로서의 의미가 낮은 공항은 대상에서 제외하였다.

Table 1. apron list

공항	주기장수			운항횟수/년
	Small	Medium 이상	계	
dubai	4	84	88	418,220
mohammed V	9	9	18	69,119
김포공항	12	5	17	161,000
Sao Paulo-Guarulho	44	31	75	266,016
Sao Paulo-Congonhas	21	7	28	217,918
tocumen	42	1	43	145,914
Chengdu Shuangliu	41	35	76	319,382
Rajiv Gandhi	5	5	10	149,581
Shanghai Hongqiao	20	23	43	428,907
gatwick	41	19	60	285,969
manchester	31	23	54	203,631
Sheremetyevo	27	18	45	308,090
Nice cote d'Azur	14	12	26	164,992
Vienna	24	10	34	224,568
Chennai	9	8	17	155,123
Nio bai	19	19	38	566,000
changsha huanghua	30	3	33	179,575
Tan son nhat	12	13	25	230,975
Don mueang	16	19	35	256,760
ninoy aquino	16	30	46	258,366
Chhatrapati shivaji maharaj	29	28	57	320,689

공항	주기장수			운항횟수/년
	Small	Medium 이상	계	
Stavanger	17	1	18	85,306
Bilbao	6	0	6	46,989
Falcone Borsellino	7	0	7	44,122
dublin	38	16	54	215,829
Lisbon	13	7	20	201,818
Dusseldorf	12	14	26	217,575
Milan Malpensa	11	17	28	178,953
Belrlin Tegel	29	3	32	275,014
Vnukovo	20	11	31	163,600
Hamburg	15	5	20	159,780
Warsaw chopin	14	11	25	129,995
Vaclav havel	23	9	32	148,283
Venicemarco	10	7	17	92,236
Falcone Borsellino	18	8	26	55,404
Toulouse	9	8	17	95,192
Marseille	14	9	23	130,000
Keflavik	6	5	11	63,585
Gran canaria	11	3	14	118,554
Monterrey	16	6	22	115,593
Ministro	4	12	16	66,794
Miguel hidalgo	10	2	12	86,455
Rio de janeiro	31	26	57	120,138

2.4 분석

조사된 자료를 근거로 주기장의 개수와 연간 운항횟수를 도식화하면 그림 3과 같다. 그래프에서 X축은 연간운항횟수, Y축은 주기장수로 표현된다.

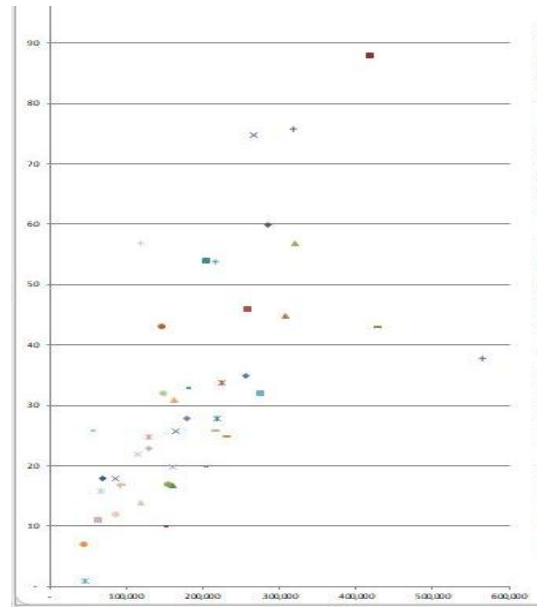


Fig 3. Number of apron and flights per yer

조사된 연간운항횟수와 주기장수는 상향 증가 추세를 보이는데 이를 그래프화하여 분석하였으며 그 결과는 Table2와 같다.

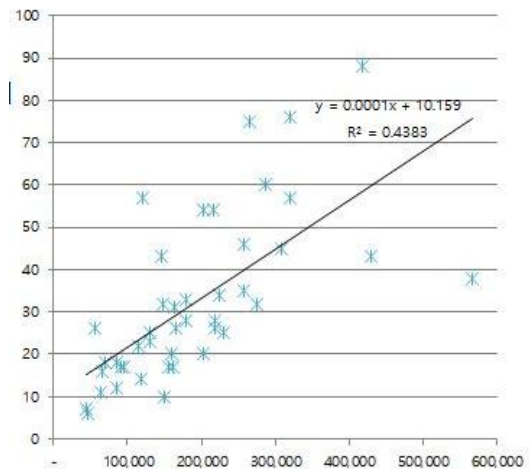


Fig 4. Trand line graph

분석결과 1차선형인 $y=0.0001x + 10.159$ 의 그래프로 표현될 수 있으나 R2 값이 0.4383으로 연간운항횟수와 주기장수의 연관성이 있는지에 대한 확인이 필요하다. 즉, 2개의 데이터가 연구의 이용에 사용될 수 있는지를 회귀분석을 통하여 분석하였다.

Table 2. Regression coefficient statistics

다중상관계수	0.6621
결정계수	0.4383
저정된 결정계수	0.4246
표준오차	14.705

선형관계를 알 수 있는 다중 상관계수의 값의 경우 0.6621로 1에 못 미치고, 독립변수인 연간 운항횟수가 종속변수인 주기장수의 변화의 정도를 나타내는 결정계수가 0.4383으로 1에 가깝지 않았다. 그러므로 조사된 데이터가 분석 자료로서 활용성이 다소 낮음을 알 수 있다.

조사된 데이터를 분석에 분석해 본 결과, 선형 추세선에서 크게 벗어나는 데이터들이 다수 발견되었는데 좌상단 부분은 접현주기장 수에 비해 연간운항횟수가 많은 데이터이며 우하단 자료는 연간운항횟수에 비해 접현주기장 수가 많은 데이터들이다.

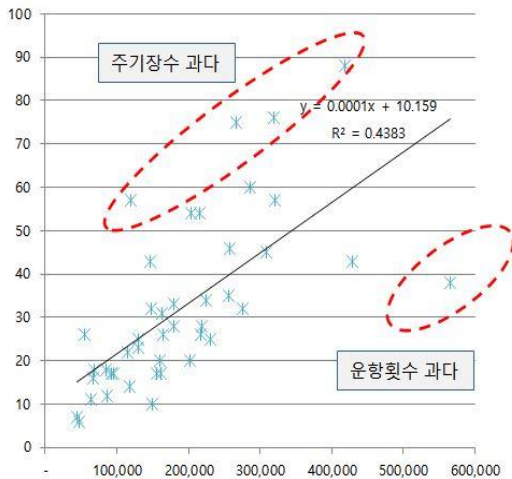


Fig 5. Trand line analysis

첫째로 접현주기장 수에 비해 연간운항횟수가 과다한 부분은 접현주기장이 부족하여 이를 버스게이트를 활용하는 것으로 예측되며, 둘째, 연간운항횟수에 비해 접현주기장이 과다한 것은 주기장이 수요에 비해 과다하게 건설된 것으로 예측된다. 따라서, 이 2가지 경우를 제외하여 추세선을 다시 그래프하면 다음과 같다.

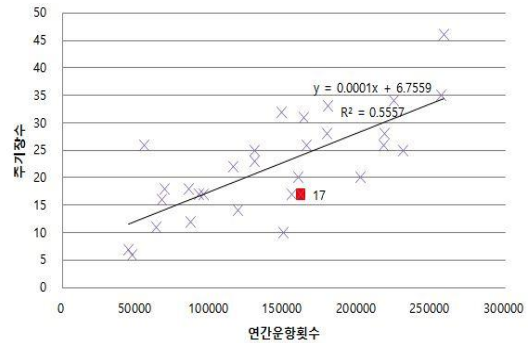


Fig 6. Changed trand line graph

수정된 추세선은 $y=0.0001x + 6.7559$ 이고, R2 값이 0.5557 이다. 이에 대한 상관관계 분석결과는 Table3과 같다.

Table 3. Regression coefficient statistics

다중상관계수	0.7454
결정계수	0.5557
저정된 결정계수	0.5398
표준오차	6.191

분석결과 다중상관계수는 0.7454로 1에 근접하며, 결정계수와 표준오차가 이전 추세선의 통계량에 비해 향상되었음을 알 수 있다. 그러므로 조사된 데이터를 변경된 추세선의 결과와 같이 활용될 수 있도록 데이터를 수정하여 적용하였다.

Horon-jeff식에 의한 접현주기장 규모의 적정성을 분석하기 위해 제 조사된 연간운항횟수를 이용하여 접현주기장수를 산정하였다.

$$G = V \times T / U$$

항공기의 점유시간(T)은 70분으로, 이용률계수(U)는 0.8로 가정하였다. 침두시간 도착 운항횟수(V)는 조사된 연간운항횟수에 D factor는 351, H factor는 16으로 가정하여 평균시 운항횟수를 산정하였으며, 침두시 운항횟수는 평균시 운항횟수에 45%를 더하여 산정하였다. 이와 같이 계산된 주기장수(G)는 Table4와 같다.

Table 4. Calculated apron number

공항	조사된 연간 운항횟수	주기장수 (조사값)	주기장수 (공식값)
mohammed V	69,119	18	13
김포공항	161,000	17	30
Sao Paulo-Congonhas	217,918	28	41
Rajiv Gandhi	149,581	10	28
Nice cote d'Azur	164,992	26	31
Vienna	224,568	34	42
Chennai	155,123	17	29
changsha huanghua	179,575	33	34
Tan son nhat	230,975	25	43
Don mueang	256,760	35	48
ninoy aquino	258,366	46	49
Stavanger	85,306	18	16
Bilbao	46,989	6	9
Falcone Borsellino	44,122	7	8
Lisbon	201,818	20	38
Dusseldorf	217,575	26	41
Milan Malpensa	178,953	28	34
Vnukovo	163,600	31	31
Hamburg	159,780	20	30
Warsaw chopin	129,995	25	24
Vaclav havel	148,283	32	28
Venicemarco	92,236	17	17
Falcone Borsellino	55,404	26	10
Toulouse	95,192	17	18
Marseille	130,000	23	24
Keflavik	63,585	11	12
Gran canaria	118,554	14	22
Monterrey	115,593	22	22
Ministro	66,794	16	13
Miguel hidalgo	86,455	12	16

여기서, 조사된 연간운항횟수에 대해 Horon-jeff식에 의한 접현주기장의 산정에 대한 추세선은 그림7과 같이 $y=0.0002x+0.0926$ 으로 정비례함을 알 수 있다.

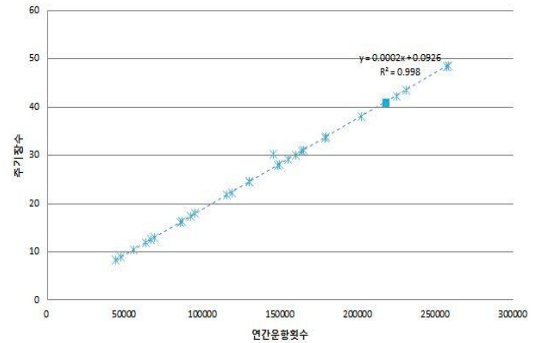


Fig 7. apron trend line by formula

조사된 해외공항의 접현주기장 규모에 대한 추세선의 그래프와 Horon-jeff식에 의해 산출된 접현주기장 규모에 대한 그래프를 비교하기 위하여, 두 그래프를 그림 8과 같이 비교하였다.

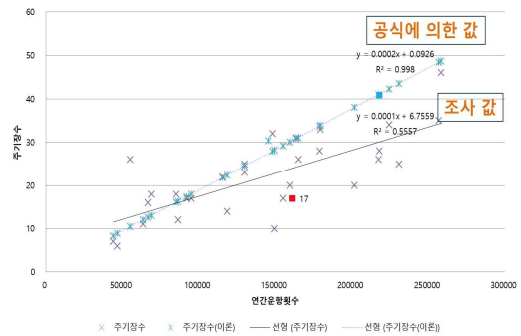


Fig 8. Graph comparison

두 그래프를 비교한 결과 해외공항의 접현주기장 규모에 대한 추세선이 공식(Horon-jeff식)에 의해 산출된 직선 그래프보다 완만하며, 운항횟수가 커질 수록 그 차이가 더 커짐을 알 수 있다. 연간운항횟수가 100,000회 이전까지는 Horon-jeff 공식에 의한 주기장수는 실제주기장수 보다 적으며, 그 이후는 실제주기장수 보다 많아진다.

기존의 Horon-jeff식은 분석된 그래프에 제시된 바와 같이 실제 조사된 데이터 값이 다소 적으므로 본 공식을 감소하는 방향으로 보완될 필요가 있다. 따라서 그래프의 기울기가 다름을 착안하여 Horon-jeff식은 다음과 같이 변형될 수 있다.

$$\text{기존} : G = V \times T / U$$

$$\text{변형} : G = a(V \times T / U) - b$$

(여기서, a는 기울기에 대한 보정값, b는 그래프의 시작점의 차이)

이와 같이 Horon-jeff식에 의해 산출된 접현주기장 규모와 해외공항의 접현주기장 규모와 기울기가 다르고 절편이 다르다. 그 이유는 다음과 같이 설명될 수 있다. 첫 번째는 Horon-jeff식에 의해 산출된 접현주기장 규모는 침두시운항횟수를 기준으로 산정된 것이므로, 조사된 주기장수 보다 많다. 두 번째는 조사된 해외공항의 주기장 규모들이 최초로 설계시 Horon-jeff식에 의해 산출되었으나 시간이 흐름에 따라서 운항횟수가 증가하여 주기장수가 부족해진다라는 점이다.

III. 결 론

본 연구는 공항의 접현주기장에 대해 정확한 규모산정을 위해 출발하였으며, 접현주기장의 규모산정을 위해 일반적으로 설계자들이 이용하는 Horon-jeff 규모산정에 대해 검토하였다. 이를 위하여 해외공항의 접현주기장 들과 비교하여 Horon- jeff식 적용의 타당성을 분석하였다.

그 결과 기존의 Horon-jeff식은 변형의 소지가 있으며 분석된 데이터에 따라 공식에 따라 산정된 주기장수의 감소가 필요하며 그 수치는 기울기를 이용하여 보정되어야 하는 것으로 나타났다. 그러나 변형될 공식을 일반화하는 것은 주기장 산정식에 영향을 주는 점유시간이나 공항의 침두시간의 시간대, 이용률, 공항의 일일운항시간 등 여러 가지 요소를 고려해야 함으로 추후 조사를 통하여 Horon-jeff식의 변형식을 일반화할 수 있는 연구가 요구된다.

또한 활주로의 유형이 중속평행활주로 뿐만 아니라 단일 활주로, 독립평행활주로, 교차활주로, V자형 활주로 등 다르므로, 활주로 유형별로 해외사례를 조사하여 전체 활주로 유형별 Horon - jeff식의 변형식에 대한 연구론의 정립에 대한 후속연구가 요구된다.

후 기

본 논문은 추계학술대회 발표 논문을 수정 보완하여 작성하였다.

Reference

- [1] Yang Seung Sin 2001 "Airport plan and Operation"
- [2] R. Horonjeff, Francis X. Mckelvey, William J. Sproule, Seth B. Young, "Planning and Design of Airports", 5th Edition.
- [3] The European Commission .2016 "AIRPORT CAPACITY ASSESSMENT METHODOLOGY"
- [4] Branko Bubalo-Belgrade, 1983, European Idle Network Capacity-An Assessment of Capacity, Demand and Delay at congested 33 Airport