

## Technical Review

<https://doi.org/10.12985/ksaa.2019.27.2.070>

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

## B747-8 항공기의 CPDLC-DCL 운영에 관한 설명적 연구

(미국 내 운항을 중심으로)

문봉섭\*, 최연철\*\*

## Explanatory Research on CPDLC-DCL in USA of B747-8

Bong-Sup Moon\*, Youn-Chul Choi\*\*

## ABSTRACT

CPDLC-DCL (Controller Pilot Data Link Communications-Departure Clearance) began in 2016 with 62 Towers in the United States. The application of this procedure is to utilize equipment different from existing ACARS PDCs or ACARS-DCLs.

The purpose of this study is to provide information and understanding of CPDLC-DCL operation methods. Also, B747-8 aircraft considered operational cases related to departure procedures at U.S. airports. This procedure is currently not mandatory but will be mandatory in the future. The Flight Crew Procedures for CPDLC-DCL, as an appendix, will be a useful resource for B747-8 pilots.

**Key Words** : CPDLC(Controller Pilot Data Link Communications), ATC Clearance(관제인가), PDC(Pre-Departure Clearance), DCL(Departure Clearance), Direct Connection(직접연결방식)

## I. 서론

항공교통 수용량을 증대시키면서 안전 확보와 탄소배출량과 소음감소 등을 고려한 NextGen Air Transportation System[1]은 2004년에 시작되어 2025년 완성을 목표로 발전시켜가는 과정에 있다[2]. 이것은 새로운 기술을 적용한 시스템의 구축과 통신망을 운영하는 것으로 이 가운데 DCS(Data Communication Services)는 2단계로 구

성된 Data Comm Program(DCP)에 의해 시행되고 있다. 분야(Segment)와 단계(phase)로 구분된 DCP의 Segment 1은 지상 관제탑의 자동화시스템에 의한 비행정보 및 교신(segment1 phase1) 범위가 En-route service까지 이어지는 segment 1 phase 2로 변화되고 있는데[3], 이 단계에서 나온 것이 CPDLC-DCL이다.

본 연구 주제인 CPDLC-DCL은 2016년부터 미국에서 시작하여 현재 62개 주요 공항의 Towers에서 운영 중[4]이며, 이는 기존의 PDC방식이나 ACARS-DCL과는 조종사의 조작 과정과 방법에 차이가 있다[5].

본 연구는 이들 차이점과 운영 전반을 이해하는데 필요한 자료를 제공하기 위해, B747-8 운영절차를 기준으로 차이점을 비교분석하고 기능에 대한

Received : 11. Apr. 2019. Revised : 02. May. 2019.

Accepted : 11. Jun. 2019

\* 대한항공 운항승무부

\*\* 한서대학교 항공산업대학원

연락처 E-mail : pilot@hanseo.ac.kr

연락처 주소 : 충남 태안군 남면 신온리 태안비행장

226호

해설을 통하여 비행에 반영할 수 있는 운영기준의 제시를 목적으로 한다. 이를 위하여 미국 주요 공항의 출발과정에서의 B747-8 항공기의 실제 운영 사례를 통해 개념에 맞는 기준을 제시하였다. 또한, 부록으로 정리한 Flight Crew Procedures for CPDLC-DCL은 B747-8 조종사들의 실무적용이 가능한 유용한 자료가 될 것이다.

## II. 본론

### 2.1 미국의 항공교통과 CPDLC-DCL

2018년 현재 미국 영공을 운항하는 미국 국적 13개 항공사와 53개의 외국 국적항공사, 미국 내의 비즈니스제트기를 운항하는 1,600개 회사들이 CPDLC-DCL에 참여하고 있다. 2018년 통계에 의하면 미국에는 매주 약 55,700편의 항공기가 운항하며 월 평균 운항편수는 약 222,800편에 달하며 매년 증가 추세이다. 그 결과 2018년 한 해 동안 미국에서 CPDLC-DCL를 통해서 얻은 성과는 (1)8,850여 시간 이상의 출발 지연 방지 (2)약 4.7mega kg 이상의 이산화탄소 배출 저감효과 (3)약 10,683시간 이상의 음성통화시간의 단축 (4) 음성통화 중에 일어날 수 있는 약 33,800건 이상의 Read Back Errors를 방지 할 수 있었다[6].

이러한 근거에 의해 미국에서의 CPDLC-DCL이 효율적이고, 성과가 높은 것으로 평가되고 있다. 그러므로 FAA, AC 90-117, Appendix A. Foreign Operators의 적용 하에 미국을 운항하는 한국 항공사의 조종사들도 이것을 명확하게 이해하고, 그 흐름에 동참할 수 있어야 한다.

### 2.2 기존방식과 CPDLC-DCL 개념 차이

#### 2.2.1 B747-8 preflight preparation process 검토

조종사들은 기종 FCOM에 있는 FMC- CDU Operation의 절차에 따라 비행준비를 한다. Boeing 747 FCOM, Flight Management, Navigation Chapter 11, FMC Preflight Section 40(p.11.40.2)에 있는 Preflight flow continues in

this sequence[7]는 다음과 같으며 이 순서에 따라 비행준비 작업을 한다.

- (1) IDENT page
- (2) POS INIT page
- (3) RTE page
- (4) DEPARTURES page (no prompt)
- (5) NAV RAD page (no prompt)
- (6) PERF INIT page
- (7) THRUST LIM page
- (8) TAKEOFF REF page

이 과정 가운데 (3) Route (RTE) page와 (4) DEPARTURES page (no prompt) 과정에 대한 검토를 하면 아래와 같다.

이 시점에서 Preflight Sequence에 따라 FMC에 select 해 놓은 route는 항공사에서 계획을 수립하여 관제기관에 file화된 것 일뿐 아직 허가된 비행경로는 아니다. 특히 Departure나 Transition 경로는 항공사에서 제공한 참고자료이거나 경험에서 얻은 정보 (또는 reference) 일뿐 관제기관으로 부터 허가를 받은 출항절차가 아니다.

CPDLC-DCL에서는 관제기관에서 허가가 발부 되면 조종사의 손을 거치지 않고 Tower (관제기관)의 컴퓨터가 최종 허가된 Route를 직접 수정한다.

이에 반해 기존의 PDC나 ACARS DCL방식은 만약 Departure나 Transition 경로가 입력 되어 있다면 그것을 조종사가 허가된 절차와 경로를 직접 수동으로 입력한다는 [8] 점에서 큰 차이가 난다.

따라서 B747-8 조종사들처럼 한국에서 미국으로 왕복비행을 할 경우 한국에서 출발 당시에는 PDC 방식을 사용하지만 미국의 공항에서 출발할 때는 CPDLC-DCL방식을 이용해야 하므로 이 과정에서 LOAD> prompt를 이용하여 Load를 시켜야 한다.

만약 이 과정에서 information이나 reference를 근거로 예상되는 Departure와 Transition 경로를 Set up해 놓은 경우, ATC 컴퓨터가 그것을 삭제해버린다는 점을 이해하고 전반적인 절차를 수행해야 한다.

## 2.2.2 ATC 허가 배달방식에 대한 이해

ATC 출발허가의 배달은 Relay(전달)방식과 Connect(연결)방식으로 구분된다. 기존의 전달방식은 음성통화방식과 ACARS 네트워크를 통한 프린트 또는 Electronic Display (CDU)의 메시지를 직접 읽는 방식으로 나눈다.

이 가운데 프린트방식은 미국을 제외한 모든 공항에서 계속 운영하고 있는 방식이다. 이와 달리 직접연결방식(Direct Connection)은 Tower Data Link 컴퓨터와 조종실에 있는 FMS를 직접 연결하여 조종사의 손을 거치지 않고 직접 Push Up Load하는 방식으로 이들 차이점은 Figure 1과 같다. 즉, 음성통신이 교신내용을 기억하거나 메모하는 형식인데 반해, ACARS PDC방식은 Data통신을 이용한 프린터 출력 또는 Center CDU에 Displayed의 내용을 읽고 조종사가 수정사항을 직접 입력하는 방식이다. 이와 달리 CPDLC-DCL은 uplink된 Clearance를 조종사가 검토하여 Loadable clearance인 경우 이를 동의한다는 의미로 LOAD> prompt를 선택하며 Clearance는 자동으로 항공기 FMS의 RTE pages에 입력된다[9].

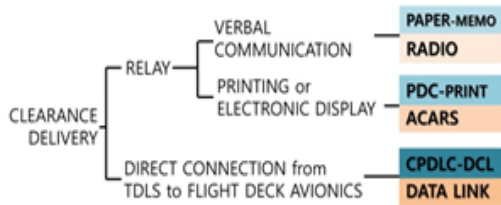


Fig 1. ATC Clearances 전달방식

근거: 연구자 작성

## 2.2.3 기존 방식과 CPDLC-DCL의 차이

2가지 방식의 차이를 설명하고 있는 ICAO 기준에 따르면 두 방식 모두 기존의 음성통신을 보완하기 위한 보조수단으로 이들의 구분은 CPDLC-DCL primary/PDC secondary hierarchy 관계이다[10]. 그러므로 준비가 안 되었거나 문제가 발생하면 언제든지 음성통신으로 전환해야 한다. Fig 2는 현재 B747-8 조종실에서 이루어지고 있는 절차를 기존의 ACARS PDC 방식과 CPDLC-DCL 방식의 차이를 영역별로 구분하여 설명한 것이다.

ACARS를 통한 PDC방식은 Center MCDU를 통해서 이루어지며 과정은 다음과 같다.

- (1) Initialization
- (2) Request ATC Clearance
- (3) PDC uplink
- (4) Review PDC on CDU or Make print
- (5) Accept to Print and Print Message
- (6) Verify it.

이에 반해 미국에서 운영되는 CPDLC-DCL은 Captain's 또는 First Officer's CDU를 이용하며 과정은 다음과 같다.

- (1) Logon KUSA
- (2) If Established Logon, Auto uplink
- (3) Review it on CDU
- (4) Select LOAD> prompt for load
- (5) Verify entire DCL then EXEC
- (6) Select ACCEPT>

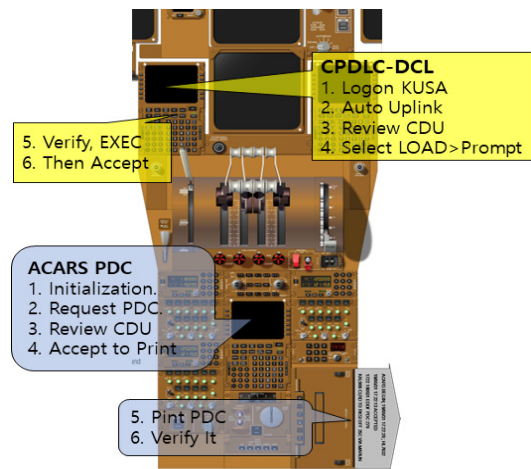


Fig 2. CPDLC-DCL과 ACARS PDC 비교

기존의 ACARS ATS 관제서비스도 VHF, HF 또는 위성통신을 이용하여 지상시설과 항공기를 연결하며 ACARS 네트워크도 FANS 1/A(+) 메시지를 주고받지만 상대적으로 짧고 간단한 메시지에서 활용된다.

그러므로 FAA AC90-117, 2.8.3에서는 CPDLC-DCL과 기존의 ACARS ATS에서 이루어지던 DCL과 혼돈하지 않아야 한다고 강조하고 있는

데 두 장치의 차이는 Table1과 같다.

조종사와 관제사 간에 이루어지는 음성통신은 항공교통량이 증가될수록 혼잡도가 높아지고 음성통신의 수용에 한계가 있으므로 이를 대처하는 것이 CPDLC 방식으로 음성통신을 배제함으로써 통신의 효율성을 통해 관제 총량을 늘리고 안전을 확보하는 수단이다[11].

CPDLC-DCL의 적용과 참여는 조종사(또는 관제사)의 선택에 달려 있고 조종사가 이를 Accept 하면 CPDLC로 전환되지만 원하지 않은 경우 음성으로 변경요청을 하면 된다[12].

Table 1. PDC vs. CPDLC-DCL

PDC	CPDLC
Logon이 요구되지 않음 (Initialization과 다름)	시간을 지켜 출발 30분 전에 KUSA에 Logon
ACARS를 통해 수동으로 PDC 요청	Logon/ATC clearance가 생성되면 자동 Uplink
조종실 Center CDU를 통해 PDC가 Uplink되면 이것을 프린트해서 입력	특별한 경우를 제외하고 프린트는 요구되지 않음 (never required)
변경 사항 (revised clearance)은 지원되지 않음, 변경사항이 있으면 음성통신으로 전환 변경	제한사항이 없는 경우 변경사항(revised clearance)도 항공기 FMC로 직접 전달 가능
조종사가 직접 수동으로 입력하거나, 경우에 따라 RTE REQ기능을 통해 AOC로부터UPLOAD	ATC clearances LOAD >prompt 선택으로 FMC에 보내서 직접 "push to load"가능

AC90-117, Data Link Communication, pp2-9(연구자 정리)

Fig 2와 Table 1을 통한 비교과정에서 프린트를 하는 것과 하지 않는 차이가 명확하다. 두 시스템 모두 프린터 기능이 있으나 PDC방식에서는 ACCEPT> 기능을 통해서 PRINT> Prompt를 경유하여 프린트하고 그것을 기준으로 입력한다.

CPDLC-DCL에서는 특별한 경우를 제외하고는 프린트는 요구되지 않는다고 CAUTION 사항으로 강조하고 있다. 그 이유는 프린트로는 표현되지 않는 수정사항이 있을 수 있기 때문이다[13]. CPDLC-DCL이라고 프린트를 절대 하지 마라는 의미는 아니다, 그것을 이용하여 브리핑을 한다든지 하는 경우는 제한적으로 프린트를 할 수 있으나, 프린트 내용을 기준으로 허가내용을 확인하는 것은 수정된 경로를 따르지 못할 수도 있다.

### 2.3 CPDLC-DCL절차

지상관제탑 시스템(Tower Data Link System; TDL)과 항공기 조종실 FMCS가 직접 연결되는 CPDLC-DCL[14] 방식은 최적의 Clearance로 변경하는 것과 변경 내용을 주고받는 것이 매우 용이하고 변경된 인가내용을 컴퓨터 시스템이 항공기에 직접 Loading까지 해 주는 것이 가능하므로 관제사는 부담감 없이 Clearance 변경이 용이하게 되었고 변경내용의 자동 upload로 조종사들도 이를 수용하는 것에 무리가 따르지 않을 것이라는 점이 전제되어 있다.

CPDLC-DCL는 FANS 1/A(+) via VDL Mode 0/A and/or Mode 2를 기반으로 하고 있으며 다음과 같은 내용을 포함하고 있다[15].

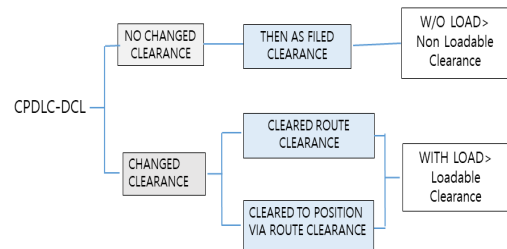


Fig 3. CPDLC-DCL Clearances 종류

근거; 연구자 작성

- (1) Departure procedure
- (2) Flight plan route
- (3) Initial and requested altitude
- (4) Beacon (squawk) code
- (5) Departure frequency
- (6) Other non-route information.

CPDLC-DCL을 운영하는 공항에서 출발하는 조종사들은 최소 출발 30분 전에 모든 미국 관제탑을 하나로 묶는 KUSA에 LOGON을 해야 하는 점이 기존의 ACARS와 다르다. LOGON이 이루어지면 'ATC Connection Established'라는 메시지가 나오는데 그 의미는 다음과 같다.

- (1) Logon/notification information was correctly formatted
- (2) An ATC-filed flight plan is on file

- (3) Flight plan indicates the aircraft is CPDLC-DCL capable; and
- (4) ATC controller has approved the DCL

이 과정에서 관제시스템은 해당 공항의 기상이나 혼잡도, 연결되는 항로 상황들을 반영하여 최적의 출발경로를 설정하고, ATC Connection Established 라는 메시지에 이어서 지체 없이 신속하게 Uplink를 한다. CPDLC-DCL로 발부된 Clearance는 1)경로변경이 없는 No Changed Clearance(Then as Filed Clearance) 2)내용이 수정된 Changed Clearance(항로 대부분 변경; Cleared Route Clearance / 특정지점까지 초기경로 변경; Cleared to Position Via Route Clearance)의 3가지로 나눌 수 있다.

즉, 내용 변경 여부에 따라 LOAD>prompt가 있는 Loadable(LC) Clearance와 LOAD>prompt가 없는 Non-loadable Clearance(NC)로 구분되는데(Fig3 참조) 여기서 NC는 수정사항이 없으므로 기존의 음성통신 방식이나 ACARS를 통해서 CDU로 받아 프린트해서 보던 PDC방식과 동일하게 Accept 하는 반면 LC는 LOAD>Prompt를 통해 load 절차를 적용하게 된다[16].

## 2.4 CPDLC-DCL Clearance 사례 검토

### 2.4.1 THEN AS FILED CLEARANCE (Non-Load Clearance)



Fig 4. THEN AS FILED Clearance

근거: KSEA공항 출발자료로 연구자 작성

Fig 4는 KSEA/RKSI 비행 중에 KSEA 공항 출발에서 발부된 허가 사례이다. 즉, 수정사항이 없는 Then As Filed Clearance로 LOAD> Prompt가 없다. 그러므로 기존에 해오던 PDC 방식과 동일하게 운영하면 된다.

Table 2. THEN AS FILED CLEARANCE 해설

1316Z ATC UPLINK	Clearance uplink 시간
STATUS OPEN	Clearance의 상태
CLEARED TO RKSI	Clearance 제목
BANGR9. ARRIE	BANGER9 DP, ARRIE Tx
EXPECT FL320 10MIN AFT DP	순항고도 32000는 출발10분 후 예상됨
THEN AS FILED	항로 허가 정보
CLB VIA SID EXC MAINT 9000FT.	출항 방법 및 상승허가 고도
SQUAWK 6604	기타 자료
CTC GND 121.8	
LOAD>	Non-Loadable clearance이므로 LOAD> prompt가 없음
<SEND STANDBY	이 경우도 문제가 있을 경우 선택하여 음성통신으로 전환
<REJECT	LAOD가 필요 없으므로 REJECT> PROMPT도 없음
<PRINT	메시지를 프린트하는 기능으로 일반적으로 요구되지 않는다고 강조하는 사항임
LOG>	LOG page로 가는 기능

### 2.4.2 CLEARED TO POSITION VIA ROUTE clearance (Loadable Clearance)

Fig 5는 KSFO/RKSI구간의 출발공항에서 발부된 허가로 Loadable Clearance(CLEARED TO POSITION VIA ROUTE clearance)형식이다.

사전에 ATC FILED된 경로인 [KSFO..RBL J1 OED J501 TOU..FIR..FINGS..JOWEN •/• G585 GUKDO..RKSI]과 다르므로 이러한 형식의 허가를 받으면 반드시 LOAD를 한다. 비행준비 과정에서 GNNRR2 DP, AMAKR TX가 선택되었지만 허가내용은 AMARK에서 'TOU로 직접 가라.'고 하는 DIRECT를 의미하는 단어가 없으므로 LOAD를 하지 않는다면, AMAKR에서

TOU로 가지 않고, AMARK에서 원래 FILED 경로에 따라 선택경로인 RBL을 거쳐 항로 J1을 따라 OED, J501와 TOU로 비행이 되므로 이 경우는 경로허가 위반에 해당된다.

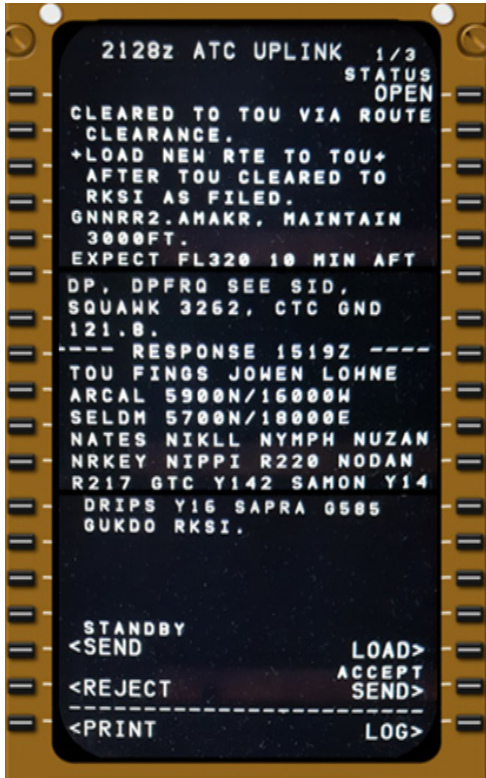


Fig 5. CLEARED TO POSITION VIA ROUTE clearance

근거: KSFO공항 출발자료로 연구자 작성

Table 3. TYPICAL CPDLC-DCL 해설

2128Z ATC UPLINK	Clearance uplink 시각
STATUS OPEN	Clearance의 상태
CLEARED TO TOU VIA ROUTE CLEARANCE	Clearance 제목
+LOAD NEW RTE TO TOU+	+++는 강조를 의미, Load는 동사로 "TOU까지 새로운 경로허가로 로드하시오!"의 명령형태 지시형 공문서
AFTER TOU CLEARED TO RKSI AS FILED	TOU부터 목적지 RKSI까지는 Filed된 경로와 같음
GNNRR2.AMAKR, MAINTAIN 3000FT	GNNRR2 DP, AMAKR Tx Top Altitude 3000ft

EXPECT FL320 10MIN AFT DP	순항고도 32000는 출발10분 후 예상됨
DPFRQ SEE SID	DP 주파수는 SID차트와 동일
SQUAWK3262	기타 출항에 필요한 자료
CTC GND121.8	
---RESPONSE 1519Z---	맨 위에 있는 Up link된 시각인 2128z보다 6시간 9분 이전으로 회사에서 ACT file한 시각
TOU FINGS •/• GUKDO RKSI	TOU부터 목적지까지 경로는 위에 있는 시각에 제출된 route와 동일한 경로로 허가됨. Load를 선택했다면 재차 확인과정은 필요치 않음[17],[18]
LOAD.>	Loadable clearance로 LOAD>prompt 선택하여 load up을 허용하라는 의미
ACCEPT SEND>	Loading 검토결과 Clearance로 비행해도 문제없다고 판단되어 허가를 수용
<SEND STANDBY	CPDLC-DCL을 받을 준비가 안 되거나 장비(시스템) 문제로 진행이 안 될 경우, 선택하여 음성통신으로 전환
<REJECT	Loadable clearance를 받아 검토 결과 수용할 수 없는 경우, 이것을 선택
<PRINT	메시지를 프린트하는 기능. 일반적으로 요구되지 않는다고 강조하는 사항
LOG>	LOG page로 돌아가는 기능

### 2.4.3 CLEARED ROUTE clearance(Full Route Clearance)



Fig 6. CLEARED ROUTE Clearance

근거: KLAX공항 출발자료

Fig 6은 KLAX/KSEA 비행 중에 KLAX공항 출발 때 발부된 허가로 전형적인 FULL ROUTE CLEARANCE 형식이다. 이 구간은 짧은 구간이며, 수정사항이 없고, 목적지 공항의 접근허가까지 구체적으로 명시하고 있다.

이 날 받은 허가의 경우 제목과 이어지는 지시사항으로 +LOAD NEW RTE TO KSFO+라고 되어 있지만 LOAD>prompt가 없었다. 그러므로 항공기 FMS는 스스로 판단하여 UNABLE TO LOAD CLEARANCE라는 메시지를 scratch pad에 시현 시켜준 사례이다[19].

Table 4. FULL ROUTE CLEARANCE 해설

0658Z ATC UPLINK	Clearance uplink 시작
STATUS OPEN	Clearance의 상태
CLEARED ROUTE CLEARANCE	Clearance 제목
+LOAD NEW RTE TO KSFO+	“KSFO 까지 가는 새로운 경로 허가이니 로드 하시오!”라는 명령문 형태의 지시형 공문서로 해석가능.
VTU 7. CLB VIA SID EXC MAINTAIN 5000FT	VTU7 DP, SID차트 따라 상승, Top Altitude 5000ft
EXPECT FL300 5MIN AFT DP	순항고도 30000는 출발 05분 후에 예상됨
DPFRQ 124.3	기타 자료
SQUAWK 1037	
SERFR SERFR 2 KSFO	Arrival정보; SERFR에서부터 SERFR 2 Arrival
---RESPONSE 0659Z---	맨 위에 있는 Up link된 시각인 0658z에 받아 0659z에 응답
LOAD.> <SEND STANDBY <REJECT	제목의 LOAD 문구가 있었으나 LOAD>, <STBY, <REJECT PROMPT가 없음
ACCEPT SEND>	검토 후 ACCEPT만 하면 됨
<PRINT	
LOG>	LOG page로 가는 기능
UNABLE TO LOAD CLEARANCE	제목의 LOAD라는 문구가 있었으나 항공기 FMS는 Load를 할 수 없는 경우 scratch pad에 “UNABLE TO LOAD CLEARANCE”를 시현하여 LOAD하지 마라는 메시지 [19][20]

## 2.5 B747-8의 CPDLC-DCL 운영기준

어떤 경우든 CPDLC DCL 메시지가 Uplink되면 아래와 같은 과정을 따라야 한다[20].

- (1) Review the CPDLC DCL
- (2) Load the amended clearance into the FMC
- (3) Review the modified route with the new DP, Transition, and RWY before performing a FMS execution function
- (4) Based on company procedures, either Accept or Reject the revised clearance

이 기준을 바탕으로 B747-8이 운영하고 있는 절차에 맞는 기준을 제시하면 다음과 같다.

### (1) Preflight Preparation

Boeing, B747-8 FCOM(APR1, 2014), p.11.40.2의 Minimum Preflight Sequence 절차에 따라 준비하고, SID와 Transition은 선택하지 않고 Logon.

### (2) Logon to KUSA

Preflight Preparation이 이루어지면 ETD기준 최소 30분 전 ATC LOGON/STATUS를 완성하고 시간을 지켜 KUSA에 LOGON>를 SEND한다. Logon이 되면 scratch pad의 ATC COMM ESTABLISHED가 나온다.

### (3) CPDLC-DCL UPLINK

Chime과 함께 EICAS에 LAGE ATC UPLINK message가 displayed되면 Accept 후, ATC LOG page를 열어 1R을 선택하여 clearance를 Open.

### (4) CPDLC-DCL Review

CDU display의 모든 메시지를 읽으며 확인. Next Page key를 사용하여 마지막 page까지 검토하여, 이 허가가 회사 정책이나 기상 상황, 항공기 성능 과 탑재 연료 등과 맞는지 판단.

검토결과 문제가 없는 경우 즉, Then as Filed Clearance이면 ACCEPT> prompt를 선택. 그리고 Departure Procedure and Transition, altitude와 나머지 필요사항을 수동으로 입력하고 준비를 마치고 Takeoff Briefing을 실시한다.

만약 Loadable Clearance일 경우 다음 절차 수행

- 1) Non-Loadable Clearance 절차 : Then as Filed Clearance의 경우 문제가 없다면 ACCEPT> prompt를 선택. Departure Procedure and Transition, altitude와 나머지 필요한 사항을 수동으로 입력하고 준비를 마치고 Takeoff Briefing을 실시.
- 2) Loadable Clearance 절차: LOAD>prompt 선택하여 Load[22]하고 다음 절차 수행
  - RTE page 확인: RTE key 선택, Title이 ACT RTE 1에서 shaded white인 MOD RTE1으로 바뀐 것을 확인. Page 1에 있는 기본항목들 가운데 Runway정보를 제외한 다른 항목들이 비행 계획과 맞는지 모두 확인. 이어서 Next Page key를 눌러 가면서 마지막 page까지 shaded white 된 항목은 모두 확인.
- 3) RTE LEGS page 확인: Navigation Display (ND)를 PLN page로 선택하고, LEGS key를 선택하고, Title이 MOD RTE 1 LEGS로 바뀐 것을 확인. 이어서 6R의 STEP>을 눌러 가며, ND PLN page 경로와 waypoints 변경 사항을 대조하여 수정내용을 확인. NEXT PAGE key를 눌러가며 RTE 1 LEGS 마지막 page까지 shaded white 항목은 모두 확인.
- 4) Departure Procedure and Transition: 어느 경우든 Departure Procedure and Transition은 조종사가 수동으로 입력[21].
- 5) Select FMS Execution: Route와 RUNWAY, DP and TX 등에 대한 검토가 끝나면 마지막으로 RTE 1 LEGS 내의 Route Discontinuity가 있는지 확인하고 이를 연결. 만약 연결이 안 되면, 음성통신으로 그 내용을 ATC에 알림. 이 과정이 끝나면 EXEC Key를 눌러 Execution.
- (5) Select ACCEPT> prompt  
위와 같은 절차를 마친 뒤에 ACCEPT> prompt를 선택하여 CPDLC-DCL를 수용한다는 의미의 응답을 보낸다.
- (6) 기타 절차
  - 1) 일단 응답을 하고, CPDLC-DCL에 포함된 기타 비행에 필요한 허가사항을 입력하고 Review
  - 2) Altitude, Squawk code, Frequencies, 특별히 언급된 상승절차, 참고사항을 마무리

### 3) Standby and(or) Reject

- Standby: 필요한 경우 언제나 STANBY>를 선택하여 음성통신으로 전환 가능
- Reject: <REJECT prompt는 Loadable clearance를 받아 검토한 결과, 수용이 불가능한 경우로 이를 선택하면 Due to PERFORMANCE, WEATHER 및 FREE TEXT 항목선택이 가능함. 만약 UNABLE DUE TO PERFORMANCE를 선택하면 Verify page로 가서 해당항목을 선택하도록 준비되어 있음[22].

## 2.6 검토

연구결과 CPDLC-DCL은 지상 관제탑 시스템 (TDL)과 조종실의 FMCS간 직접 연결하는 방식으로 조종사의 조치가 없이 LOAD> prompt가 선택되고 ATC 허가경로를 TDL컴퓨터가 항공기시스템에 직접 UP LOAD시켜 주는 것이다. 그러므로 관련 내용을 프린트하여 일일이 확인하거나 수정사항을 수동으로 입력하는 것이 아니다. 그러나 어떤 경우이던지 Departure Procedure와 Transit Route, Runway, Squawk code, frequency 등은 조종사가 직접 수동으로 입력 해야 한다.

## III. 결론

CPDLC-DCL은 미국공항 출발 시 보편화된 우선적인 절차이므로 이에 대한 정확한 이해가 요구되지만 미국을 제외한 지역에서는 계속 ACARS 방식에 의한 PDC 절차가 운영되고 있으므로 2가지 절차가 혼돈을 줄 수 있다.

따라서 본 연구에서는 각 절차 간의 차이를 그림과 설명을 통하여 비교하였다. 즉, 이미 해오던 익숙한 방식과 달라지는 방식에 대한 필요성과 절차를 구분하고 CPDLC-DCL 운용의 이해를 돕기 위하여 달라진 점을 제시, 기술하였다.

또한, 최근 미국에서 B747-8을 운영하며 획득한 자료를 통해서 3개 공항에서의 사례별 기준과 세부항목들을 제시하였으며 이를 근거로 B747-8의 CPDLC-DCL에 대한 운영기준을 다음과 같이 설정하였다.



### B747-8 CPDLC-DCL 운영 기준

1. 미국을 운항하는 조종사들은 CPDLC-DCL의 개념과 절차를 이해하여야 한다.
2. FCOM의 MINIMUM PREFLIGHT SEQUENCE를 정확히 따라야 한다.
3. 최소한 P-30분을 지켜 KUSA에 LOG ON 한다.
4. CPDLC-DCL 메시지 Review는 CDU Display를 통해서 하고, 프린트 물을 가지고 수정 사항을 검토 하는 것은 요구되지 않는다.
5. 허가 검토 후 LOAD> PROMPT가 있는 경우 우선 LOAD를 시켜야 한다.
6. RTE1 Page와 RTE1 LEGS Page의 [MOD] 내용은 ND의 PLN Page를 펼쳐 놓고, 각각 비교하며, 모두 확인해야 한다.
7. DP와 TX, 그리고 RUNWAY와 SQUAWK, 주파수 등은 언제나 수동으로 입력한다.
8. Select FMS Execution 전에 Route Discontinuity 여부를 확인하고 해결한 후 EXEC Key를 선택하여 Route를 완성한다.
9. 이상의 절차를 거쳐 수정된 CLEARANCE가 수용 가능한 경우 ACCEPT>를 선택한다.
10. 수용할 수 없다면 STBY나 REJECT를 선택하고, VOICE 통신으로 전환한다.
11. 절차를 마친 다음에는 FMC에 있는 ROUTE REQUEST 기능을 사용하여 다시 Company Route를 받아서는 안 된다.
12. CPDLC DCL를 받은 경우 프린트는 요구되지 않는다. 특히 프린트된 내용으로 검토 하는 것은 하지 말아야 한다. 단, 브리핑 등 프린트 내용을 참고 하는 것까지 금지하는 것은 아니다.

주 : 본 연구에서는 운영 기준에 근거하여 CPDLC-DCL과 관련된 절차를 수행함에 있어서 절차상의 누락을 방지하기 위한 조종사 행동절차를 부록으로 첨부하였다.

### 부록 ; Flight Crew Procedures for CPDLC-DCL of B747-8

본 연구는 2019년 한국항공운항학회 춘계학술대회 발표를 수정 보완한 논문입니다.

## References

- [1] Joint Planning and Development Office, Concept of Operations for the Next Generation Air Transportation System Ver. 3.2, 2011, p.1
- [2] The Next Generation Air Transportation System's Integrated Plan (2004)
- [3] Approved by the NextGen Advisory Committee, October 2018, NextGen Integration Working Group Rolling Plan 2019-2021 Final Report, p.10
- [4] Approved by the NextGen Advisory Committee, 2018, NextGen Integration Working Group Rolling Plan 2019-2021 Final Report, Figure 1. Data Comm Services Strategy, p.11
- [5] FAA, AC90-117 Data Link Communications 2017-10-03, pp.2-5
- [6] HARRIS, US Domestic CPDLC, 2018(Slide 4-6)
- [7] Boeing 747 Flight Crew Operations Manual, 2014 Flight Management, Navigation Chapter 11, FMC Preflight Section 40, pp.11.40.1-3
- [8] HARRIS, US DOMESTIC CPDLC, 2018
- [9] A loadable message can be automatically entered into the FMC when the flight crew selects the LOAD prompt.
- [10] NextGen Integration Working Group Rolling Plan 2019-2021 Final Report, p.6
- [11] NextGen Integration Working Group Rolling Plan 2019-2021 Final Report, p.7
- [12] NAS Data Communication Guide.6, p.3
- [13] NAS Data Communication Guide. VER.6, p.17
- [14] CPDLC END2END DESCRIPTION, 2018, Ver.1.2(2018-11-08),DICIT Approved, p.4
- [15] FAA, AC 90-117 Data Link Communications 2017-10-03, pp.2-7
- [16] CPDLC END2END DESCRIPTION, 2018, Ver.1.2(2018-11-08),DICIT Approved, p.4
- [17] NAS Data Communication Guide.6, p.38
- [18] CPDLC END2END DESCRIPTION, 2018, Ver. 1.2(2018-11-08), DICIT Approved, p.54
- [19] Honeywell, Pilot's Guide NG Flight Management System for the Boeing 747-8, 2014, pp. 9-23
- [20] NAS Data Communication Guide.6, pp.22-23
- [21] NAS Data Communication Guide.6, pp.21-24
- [22] Honeywell, Pilot's Guide NG Flight Management System for the Boeing 747-8, 2014, pp. 9-24