

# 원거리 장애물이 VOR에 미치는 영향의 비행측정 및 분석

## Flight Measurement and Analysis of VOR Signal Influence from the Long Distance Surrounding Obstacles

박형택\*, 황병원\*

Hyeong-Taek Park\*, Byong-Won Hwang\*

### 요 약

전방향표지시설(VOR : VHF Omni-directional Range)은 1949년 국제민간항공기구(ICAO)에서 국제 항공항법 표준시스템의 하나로 지정한 이후, 각국에서 항공로 구성과 항공기의 이착륙 정보제공에 널리 사용하고 있다. 현재 VOR은 우리나라의 39대를 포함하여 전 세계적으로 2,000여대가 설치되어 있어 가장 유용하게 활용되고 있는 단거리 항공 항법시스템이나, VHF 반송파를 진폭 및 주파수변조하여 항법정보를 제공하기 때문에 산악지대 등 주변 장애물의 영향을 많이 받아 예상하지 못한 성능 미흡으로 이미 설치한 장비를 다시 옮기는데 따른 비용과 시간이 많이 허비되는 등 사회적인 문제를 야기하기도 한다. 이 논문에서는 원거리 장애물이 VOR의 성능에 어느 정도 영향을 미치는 지를 계측기 등을 장착한 항공기를 이용하여 10개 VOR의 24개 장애물에 대하여 측정 및 분석하고, 이를 VOR의 설치장소 결정에 활용할 수 있도록 하여 성능 미흡으로 설치된 장비를 이전하는 등의 문제점을 해소하는데 도움을 주고자 한다.

### Abstract

International Civil Aviation Organization(ICAO) adopted VOR(Very high frequency Omni-Range) as an international standard air navigation system in 1949 and recommended every country to make use of it in formulating air route and guiding take-off and landing of an aircraft. VOR is quite a useful navigation system so that more than 2,000 VORs have been installed all over the world including 39 in Korea; however, VOR signal could be easily affected by its circumstance like a mountainous area because it provides navigation information through AM and FM of VHF carrier. Therefore this study intends to investigate how much VOR performance is affected by its circumstances. For this purpose, the performance of the 10 VORs influenced by 24 obstacles are measured and analyzed by using an aircraft equipped with measuring instruments. This study may give us a feasible solution of problems related to the VOR siting in the future.

Key words : VOR, navaid, SARPs, ICAO, air navigation

### I. 서 론

국제민간항공기구(ICAO)에서 국제 표준항공항법 시스템으로 지정한 VOR은 모든 방위에 걸쳐 방위각

정보를 제공하므로 항공로 구성과 공항 이착륙 경로 제공 기능 등을 가지고 있어 전 세계 각국이 가장 많이 활용하고 있는 항법시스템인데, 현재 우리나라의 39대를 포함하여 전 세계적으로 2,000여대가 운영되

\* 한국항공대학교 항공전자공학과(School of Avionics and Telecommunication Eng., Korea Aerospace University)

· 제1저자 (First Author) : 박형택

· 접수일자 : 2007년 12월 28일

고 있다.

VOR은 VHF 반송파를 진폭 및 주파수변조하여 항법정보를 제공하기 때문에 성능이 산악지대 등 주변여건의 영향을 받게 되어, ICAO는 VOR의 설치여건에 대한 기준을 정하여 각국에서 활용하도록 하고 있다. 그러나 이 기준에 부합되지 않는 장소에 선정하여도 성능이 미흡한 경우가 있어, 설치를 완료한 후 이를 이전시키는 데에 약 3억원 정도의 비용과 1년 이상의 시간이 추가 소요되어 항공로 신설이나 공항 개항 시기가 늦추어져 사회적으로 큰 파장을 일으키기도 한다. 따라서 이러한 문제점 해소를 위해 VOR 주변의 여러 장애물에 의한 전파의 왜곡 등에 대한 연구가 필요한 것으로 지적된바 있다[1].

이 논문은 VOR 계측기 등을 장착한 항공기를 이용하여 주변 지형이 열악한 10개 VOR이 24개의 산악지대에 의해 성능이 어떻게 변화하는지를 ICAO에서 제시하는 방법에 따라 측정된 후에 이를 지형여건과 비교 분석하여 각 주변 지형과 VOR 성능과의 관계를 알아봄으로써, 향후 VOR 설치장소를 결정하는데 활용할 수 있도록 하여 설치가 완료된 후에 성능 미흡으로 인한 문제를 예방하는데 도움을 주고, 또한 사전에 성능을 예측하는 모델 개발에도 활용될 수 있도록 하고자 한다.

## II. VOR의 원리 및 국제기준

### 2-1 원리

VOR은 1도 간격의 방위각 정보를 항공기에 제공하는데, 모든 방위에 걸쳐 위상이 일정한 기준신호와 각 방위각에 따라 위상이 상응하게 변하는 가변신호를 반송파에 실어 복사하면 항공기가 이 두 신호를 비교하여 방위각을 판단할 수 있도록 한다. <그림 1>은 VOR의 기본 구조인데, 108~118 MHz 대역의 VHF 반송파에 기준위상신호는 FM으로, 가변위상신호는 AM으로 변조시켜 안테나를 통해 방사한다[2].

기준위상신호는 반송파를 9960 Hz의 부반송파로 일정한 AM을 한 후에 9960 Hz에 30 Hz로 FM하여 제공하는데, 주파수편이는 16이고 편이주파수는 ±480

Hz이다[3]. 가변위상신호는 심장모양(Cardiod)으로 1초에 30회 시계방향으로 회전하여 항공기에서 보면 신호의 전계강도가 초당 30회 변하며, 이는 신호가 안테나에서 방사된 후에 공간에서 AM이 이루어진다. 이 신호는 자북을 기준으로 360° 각 방위각에 상응하여 위상 차이를 가진다.

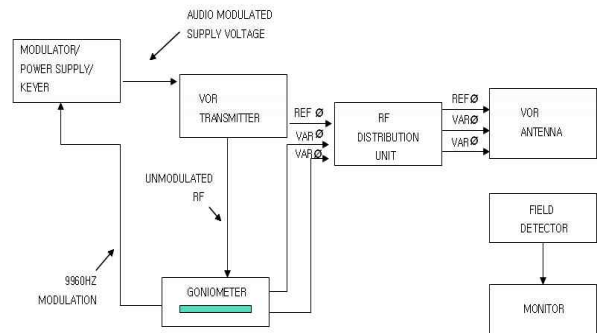


그림 1. VOR 구조도

Fig. 1. VOR block diagram

VOR의 기준위상신호 복사패턴은  $r$ 을 VOR과 항공기간의 거리,  $\phi$ 를 항공기의 방위각이라 하면 식 (1)과 같은데, 이는 각주파수  $\omega_s$ 의 부반송파에 의해 변조도  $m_a$ 로 변조되는 각주파수  $\omega_c$ 의 VHF 반송파인 것을 알 수 있으며, 또한 가변위상신호는 다음 식 (2)와 같다[4].

$$eR(r, \phi, t) = (1/r)[1 + m_a \cos(\omega_s t + m_f \sin \omega_c t)] \cos \omega_c t \quad (1)$$

$$eV(r, \phi, t) = (1/r)\{m_a [\cos(\omega_c t - \phi)] \cos \omega_c t \quad (2)$$

공간에 복사되는 신호의 합은 주변에 장애물이 없이 이상적인 지형인 경우에는 다음 (3)식과 같다.

$$e(r, \phi, t) = (1/r)\{1 + m_a [\cos(\omega_c t - \phi) + \cos(\omega_s t + m_f \sin \omega_c t)]\} \cos \omega_c t \quad (3)$$

VOR은 일반적으로 주변의 장애물 등에 의해 복사되는 신호가 영향을 받게 되는데, 이 경우에는 식 (4)와 같다.

$$e'(r, \phi, t) = (1/r)\{1 + m_a [\cos(\omega_c t - \phi - \beta) + \cos(\omega_s t + m_f \sin \omega_c t)]\} \cos \omega_c t \quad (4)$$

항공기에 수신되는 VOR의 항법신호는 <그림 2>와 같이 기준위상신호와 가변위상신호로 복조되어 위상이 비교되는데, 동쪽 방향의 경우 기준위상신호는 북쪽방향과 위상이 동일하지만, 가변위상신호는 90° 앞서기 때문에 이 두 신호의 위상 차이로 항공기의 비행 위치가 동쪽임을 판단할 수 있게 된다[5].

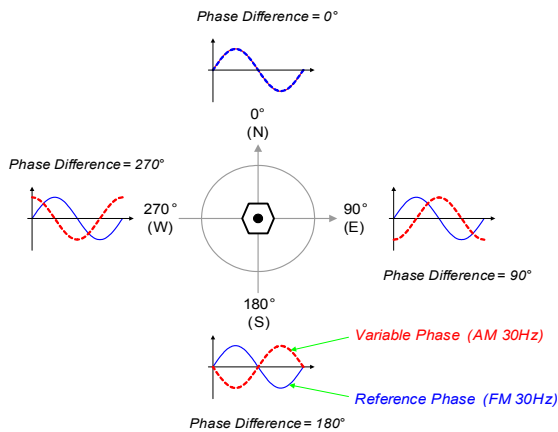


그림 2. VOR 방위각 제공 원리

Fig. 2. Principle of VOR azimuth formation

2-2 국제 표준 및 기준

ICAO는 VOR의 성능에 대한 기준과 허용오차의 범위를 항공안전 확보를 위하여 <표1>과 같이 정하여 각국에서 준수하도록 규정하고 있다.

표 1. ICAO의 VOR 성능 기준

Table 1. ICAO standard of VOR performance

구 분	성능 기준
주파수	대역 : 108~117.975 MHz 채널간격 : 50, 100, 200 KHz 허용편차 : ±0.002~0.005%
편파	수평편파
통달범위/ 전계강도	범위 : 사용구역 상공 40°까지 전계강도 : 90 μV/m
변조	CVOR : 기준위상 30 Hz FM, 가변위상 30 HZ AM DVOR : 기준위상 30 Hz AM, 가변위상 30 HZ FM
식별신호	2~3문자 국제 모스부호를 1020 Hz로 변조
성능감시	주요 파라미터를 지속 모니터링하고 문제 발생시 항행신호 제거 또는 발사 중단

그리고 ICAO는 측정장비 등을 탑재한 항공기를 이용하여 VOR의 성능을 측정하고 미흡할 경우에는 운영을 중단하도록 <표 2>와 같이 VOR의 비행측정 기준도 정하고 있다[6].

표 2. ICAO의 VOR 비행측정 기준

Table 2. ICAO standard of VOR flight measurement

구 분	성능 기준
회전성	반시계 방향으로 비행시 방위각 감소
편파	수직편파 영향은 평균 Radial을 기준으로 ±2.0°이내
Bend	각 Radial의 평균 직진 기준 ±3.5° 이내
Roughness & Scalloping	설정된 코스로부터 ±3.0°이내
변조도/ 편이율	30 Hz AM : 25~35% 30 Hz FM : 14.8~17.2 9960 Hz : 20~50%(음성 미사용시)
방위각 모니터작동	±1.0°이내
예비전원	예비전원 작동시 성능에 영향 없어야 함
예비장비	주장비와 예비장비의 방위각 차이는 ±2.0°이내
선회궤도 전파배열	±1.0°이내

VOR은 주변 장애물에 의거 영향을 받기 때문에 ICAO는 다음과 같이 주변 장애물 기준을 정하여 설치장소 선정 시에 지키도록 하고 있으나, 주로 근거리에 대한 것이고 원거리는 정하기 않고 있다.[7].

첫째, 넓은 통달범위를 확보할 수 있도록 주변에서 가장 높은 곳에 설치하며, VOR에서 적어도 300 m까지는 평탄하거나 경사진 경우에는 하향 경사도가 4% 이내이어야 하며, 이 여건이 600 m이면 더욱 바람직하다. 둘째, 반경 300 m까지는 원형으로 구성하며, 전선이나 울타리는 가능한한 멀리 있거나 안테나로부터 1.5° 이상의 수직각 이내 또는 수평선 위로 0.5° 이내이어야 한다. 다만, 울타리나 전선이 안테나에 방사형이거나 10° 이하의 수평각에 마주보면 50% 증가가 가능하다. 셋째, 150 m 밖에서는 높이 9 m까지 하나의 수목은 허용된다. 집단 수목은 2° 이상의 수직각에 접하거나 300 m 이내이면 아니되며, 600 m 이내 수목은 필요시 제거가 가능하고, 어떠한 구조

물도 1.2° 이상의 수직각으로 접하거나 150 m 이내에 있어서는 아니 된다. 넷째, 산악지대에 설치할 경우에는 45 m까지의 지면은 평탄해야 하며, 송신기는 안테나의 수평면 아래에 설치하여야 한다. 그리고 45 m~360 m 사이에는 지형 장애물, 나무, 전력선 및 건조물 등이 안테나의 가시선 내에 있어서는 아니 된다.

### III. 성능 측정 및 분석

#### 3-1 성능 측정 절차 및 내용

VOR의 성능 측정을 위하여 오실로스코프 등 여러 계측기들을 탑재한 항공기를 이용하여 코스비행과 선회비행을 수행하여 각 VOR의 성능을 측정하고 주변 장애물이 주는 영향을 분석하였다.

코스비행 측정은 VOR이 제공하는 방위각(Radial)을 따라 비행하면서 항공로 및 이착륙절차로 지정된 구간의 사용 가능성 등을 분석하는 것인데, 이 비행으로 방위각의 배열상태(Alignment), Bend, Roughness & Scalloping과 같은 전파 복사패턴의 구조 및 정확도는 물론 변조도, 식별부호, 신호강도 및 정해진 Radial 상에서의 방위각 모니터 설정값도 측정하였다. 한편, VOR을 중심으로 원형의 비행을 하는 선회비행 측정에서는 VOR을 중심으로 360° 전 방향 또는 일부구간에 걸쳐서 방위각의 배열상태를 분석해보거나 360° 전 방향의 통달범위를 평가하기 위한 측정을 실시하였다. 이에 의거 주로 측정된 항목은 회전성(Rotation), 방향성(Sensing), 360° 전체 방위각의 배열상태(Orbital Alignment), 공간 변조도 및 통달범위 등이었다.

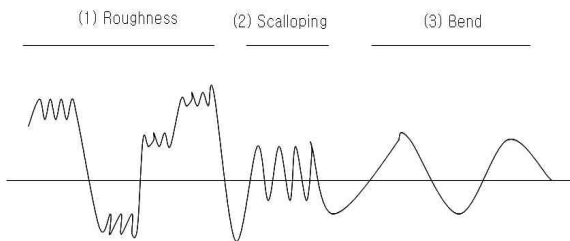


그림 3. VOR 성능판단 요소  
Fig. 3. Major performances for VOR flight measurement

VOR의 성능 측정 항목은 여러 가지가 있으나 이 중에서 주변의 장애물에 의하여 영향을 받아 주로 문제가 되는 요소는 <그림 3>과 같이 Roughness, Scalloping 및 Bend, 그리고 변조도이다. 다른 요소들은 대부분 장비 자체의 조정으로 해결되므로 주변의 지형이 큰 문제가 되지는 않는다[8].

Roughness는 전파의 불규칙성으로서 항공기가 추적하여 비행할 수 없는 정도로 급격한 방위각 정보의 변화 상태를 말하는데, 주로 수목이나 불규칙한 산악지대에서 전파가 반사되어 생기게 된다. Scalloping은 전파가 규칙적으로 변하기는 하지만 변화되는 상태가 매우 조밀하여 항공기가 이를 추적하여 비행하는 것은 곤란한 정도의 상태이다. 그리고 Bend는 비교적 완만하고 규칙적으로 방위각이 변하는 것을 말하는데, 이는 항공기가 추적하여 비행하는 것이 가능한 정도로서 Scalloping과 마찬가지로 긴 건물, 울타리 및 전력선과 같은 비교적 매끄러운 표면에 의한 전파의 반사에 의하여 발생한다. 그리고 변조도는 주로 직접파와 여러 장애물에 의한 반사파의 합성 등으로 변화가 생기게 된다.

#### 3-2 성능측정에 사용된 장비

VOR의 성능 측정에는 항공기, 항공기 탑재 VOR 수신기, 항공기 탑재 비행검사장비, 항공기 위치추적 및 확인장치, 기타 계측기 등이 필요하다. 여기에서 사용된 비행검사용 항공기는 캐나다 봄바디어사의 챌린저 CL-601/3R로서 <그림 4>와 같으며, VOR의 신호 수신 및 분석에 사용된 계측기는 <표 3>과 같다.



그림 4. 비행측정에 사용된 항공기  
Fig. 4. The aircraft used for flight measurement

표 3. 비행측정에 사용된 장비

Table 3. Equipment used for flight measurement

장 비 명	규격 및 모델	제 작 사
항공기	챌린저 CL-601/3R	캐나다 봄바디아
VOR 수신기	RNA-34AF	미국 Bendix
VOR 안테나	DM N4-15	미국 D&M
비행검사장비	AFIS	캐나다 Litton
오실로스코프	HP 54600A	미국 HP
VOR 호발생기	2030	영국 Marconi
GPS 수신기	RT-20E	캐나다Novatel
스펙트럼분석기	HP 8561E	미국 HP

### 3-3 측정 대상시설 및 측정 결과

성능측정 대상 VOR은 우리나라에 설치된 39개의 시설중에서 산악지대 등 주변에 비교적 장애물이 많이 분포되어 있는 제주공항에 설치된 용담VOR 등 총 10개이며, 이 시설은 24개의 장애물에 의해 영향을 받고 있는 것으로 추정되었다.

비행측정 결과, <표 4>와 같이 ICAO의 성능기준인 Roughness, Scalloping 및 Bend 한계치인 3.0°, 30 Hz 변조도 한계치인 30±5 % 및 9,960 Hz 변조도의 한계치인 20~50 %를 초과하는 것이 조사되었고, 측정불가로 표시된 일부는 오차가 너무 커서 계측기의 측정범위를 벗어나기도 하였다.

성능측정 대상 VOR은 모두 ICAO에서 정한 설치기준에 부합하는 지역에 설치되었으나, 이러한 위치에 설치되었다 하더라도 원거리에 있는 산악지대와 같은 주변 장애물의 영향으로 특정 구역에서는 성능이 ICAO 기준에 미달하여 VOR의 항법신호를 사용할 수 없다는 것이 항공기를 이용한 측정에 의거 입증되었다.

제주공항의 용담 VOR의 예를 보면 180° 방향의 10 NM 거리에 있는 6,393 Ft 높이의 장애물로 인하여 Roughness, Scalloping 및 Bend가 3.0 ° 이상으로 측정되어 ICAO의 기준인 3.0° 이내를 초과하였다.

표 4. VOR의 장애물과 성능측정 결과

Table 4. VOR obstacles and the result of flight measurements

설치 장소	장애물 (방위:도/ 거리:NM/ 높이:ft)	Roughness /Scalloping /Bend	Modulation(%)	
			30Hz AM	9960Hz AM
용담	180/10/6393	3.0 이상	20~36	20~40
김포	270/3.5/1296	2.9	10~39	5~37
	000/4.3/2067	3.0	10~40	15~40
	042/8.1/2385	1.7	5~42	7~45
	097/4.3/2106	3.9	12~40	10~34
김해	350/4.3/2067	3.7	15~36	10~40
	030/6.76/3940	10 이상	측정불가	측정불가
	070/5.4/2654	측정불가	“	“
	080/5.4/2654	6 이상	“	“
대구	360/4.0/1693	5 이상	11~35	10~30
	095/4.6/1673	6도 이상	측정불가	측정불가
	126/4.3/1358	4.2	21~42	20~45
	252/1.9/1299	측정불가	측정불가	측정불가
여수	서쪽/4.0/1500	최대 5	20~36	24~40
	089/0.8/1572	4(변동)	22~40	20~40
	210/1.1/1693	측정불가	30~40	28~35
	270/9.0/6393	4	21~40	20~42
제동	310/1.5/1870	5	15~36	15~36
	190/15/8000	3.5 이상	5~48	4~51
	030/7/1952	4 가변	20~38	20~48
청주	140/5.5/1500	7 가변	22~36	20~35
	280/0.5/351	측정불가	측정불가	측정불가
포항	210/5.0/1500	3도 가변	20~40	15~43
	210/6.0/1650	측정불가	측정불가	측정불가

그리고 각 VOR의 성능이 미흡하여 항법신호를 항로구성이나 이착륙 경로 설정에 사용할 수 없는 구역의 구간을 조사한 결과는 <표 5>와 같다. 용담 VOR의 예를 보면 Roughness, Scalloping 및 Bend가 3.0 이상이며 항법신호를 사용할 수 없는 구역은 <표 5>에서와 같이 방위각 170°~190°구간에서 거리 10 NM 이내의 12,000 Ft 이하 구역으로 분석되었다. 이 결과를 보면 장애물의 방향인 180°와 사용할 수 없는 구역의 방위각인 170°~190°가 거의 일치하는 것을 볼 수 있다.

이 측정 결과에서와 같이 ICAO의 VOR 설치기준에 적합한 어느 장소에 VOR을 설치한다 하더라도

총 10개 VOR의 24개 장애물 중에서 21개는 장애물과 동일한 방향에서 성능이 미흡한 것으로 분석되었고, 강릉은 장애물이 190°에 있고 성능 미흡은 198°~220°에서 나타나는 등 2개는 거의 일치하였다. 다만, 포항 VOR 1개의 경우는 장애물이 280°에 존재하지만 성능 미흡은 000°~030°방향에서 나타나 두 방향이 일치하지 않게 분석되었다. 이 측정 및 분석결과를 보면 원거리 장애물과 VOR의 성능이 미흡한 구간이 대부분 일치하는 것을 알 수 있다.

표 5. 장애물에 따른 VOR 성능 미흡 구역  
Table 5. VOR obstacles and unuseable airspaces

설치 장소	장애물 (방위:도/거리:NM M/높이:ft)	성능미흡 구역	
		방위각(도)	고도(ft)/거리(NM)
용담	180/10/6393	170~190	12000/10이내
김포	270/3.5/1296	260~280	5000/11이내
김해	000/4.3/2067	000~013	7500/20이내
	042/8.1/2385	052~069	7000/22이내
	097/4.3/2106	080~120	7000/21이내
	350/4.3/2067	346~360	7500/20이내
대구	030/6.76/3940	000~040	10000/10이내
	070/5.4/2654	040~070	8500/10이내
	080/5.4/2654	070~100	10000/10이내
	360/4.0/1693	335~360	7000/16이내
여수	095/4.6/1673	090~120	5000/14이내
	126/4.3/1358	121~155	5000/18이내
	252/1.9/1299	195~305	11000/10이내
양양	서쪽/4.0/1500	200~230	8000/21이내
제동	089/0.8/1572	080~095	5000/13이내
	210/1.1/1693	200~225	5000/13이내
	270/9.0/6393	240~300	비행금지구간
	310/1.5/1870	300~320	5000/6이내
강릉	190/15/8000	198~220	8000/17이내
청주	030/7/1952	020~040	5500/14이내
	140/5.5/1500	120~160	7000/20이내
포항	280/0.5/351	000~030	10000/5이내
	210/5.0/1500	180~210	8000/15이내
	210/6.0/1650	210~240	8000/18이내

#### IV. 결 론

VOR은 전 세계적으로 가장 많이 사용되는 항공항법시스템이지만, VHF 반송파를 AM 및 FM하여 항법정보를 생성시키기 때문에 주변지형 등 장애물에 의거 성능이 쉽게 변하게 되므로 ICAO는 근거리의 장애물에 대한 설치여건 기준을 정하여 활용하도록 하고 있으나, 국제기준에 부합되는 장소라 하더라도 원거리 장애물 때문에 사용을 하지 못하는 구역이 존재하는 경우가 있음이 입증되었다.

국내에 설치된 10개의 VOR을 대상으로 각종 측정 및 분석장비가 탑재된 항공기를 이용하여 ICAO에서 정한 성능분석 요소를 측정 및 분석한 결과, VOR의 원거리 주변에 총 24 개의 산악지대가 존재하는 지역 중에서 22 개의 경우에는 장애물이 존재하는 방향과 성능 미흡 구역이 일치하였고, 2개의 경우에는 거의 일치하였으며, 1개의 경우에는 이와 관계없이 성능이 미흡한 구역이 존재하는 것을 확인하였다.

따라서, 지금까지는 ICAO 규정에 의거 근거리 장애물만을 고려하여 VOR의 설치장소를 정하였으나, 국제기준에 규정되지 않은 원거리 장애물도 VOR의 성능에 큰 영향을 미치므로 설치장소를 정할 때에는 사전에 이 논문의 비행측정 및 분석 결과를 참고하여 항공기의 운항에 사용되는 구역 또는 항로의 방향에는 원거리 장애물이 존재하지 않도록 함으로써, 설치 후에 성능 미흡으로 설치장소를 이전하는 등의 문제점을 해소할 수 있을 것으로 판단된다.

또한, 차후 이 논문의 측정 및 분석 결과는 VOR을 설치하기 이전에 예상 설치장소에 대하여 VOR의 성능을 사전에 예측할 수 있는 모델 등의 개발은 물론, VOR 설치장소 선정에 대한 국제기준을 개정하는 데에도 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

#### 참 고 문 헌

- [1] M. L. Meeks, "VHF Propagation over Hilly, Forested Terrain", *IEEE Transactions on Antenna and Propagation*, vol. AP-31, pp. 483-489, May 1983
- [2] R. Wakabayashi, H. Kawakami, "Analysis of Course Errors on CVOR Antennas (Including Effects of

Mutual Coupling Between Elements)", *IEEE Transactions on Vehicular Tech.* vol. 47, No. 2, pp. 392-404, May 1998

[3] Airport Systems Int'l Ltd., USA, *Doppler VHF Omnidirange*, pp. 2~2, January 1993

[4] 한국공항공사, *DVOR System Manual*, pp. 1-5, 1982

[5] E. J. Martin, "Automated VOR Ground Check Techniques", *IEEE Transactions on Aerospace and Electronic Systems.* vol. AES-21, No. 2, pp. 257-261, March 1985

[6] ICAO, Doc 8071, *Manual on Testing of Radio Navigation Aids*, Volume I, pp. 30~44, Oct. 2002

[7] ICAO, *Annex 10(Aeronautical Telecomm.) to the Convention on International Civil Aviation*, Volume I, pp. 134, July 1996

[8] 교통부 항공국, *VORTAC/DME 유지보수지침서*, 교통부, pp. 171-172, 1982

박형택(朴洞澤)



1985년 : 동아대학교 전기공학과(학사)  
 1999년 : 인하대학교 교통대학원(석사)  
 2003년~현재 : 한국항공대학교 박사과정 수료  
 관심분야 : 항법시스템, GNSS, Avionics, 항공기 인증 및 기술기준

황병원(黃병원)



1972년 : 한국항공대학교 항공전자공학과(학사)  
 1981년 : 동경대학교 전자공학과(석사)  
 1984년 : 동경대학교 전자공학과(박사)  
 1984년 ~ 1985년 : 국방과학연구소 선임연구원

1993년 ~ 1994년 : 동경대학교 교환교수  
 1985년 ~ 현재 : 한국항공대학교 교수  
 관심분야 : 영상처리, 영상인식 및 음성인식, 동영상 신호처리, 교통류 해석 및 제어, ITS