

회전익 항공기의 통신·항법 안테나 최적 위치설계를 통한 체계성능 측정방법 연구

노상완¹ · 진상윤^{2†} · 김민수³ · 강호원¹ · 안승범⁴

¹한국항공우주산업(주)

²대전대학교

³국방과학연구소

⁴한화시스템(주)

The Study on Optimal Placement and Systematic Performance Measurement Method for Communication/Navigation Antenna of Rotary Wing

Sangwan No¹, Sangyoon Jin^{2†}, Minsoo Kim, Howon Kang¹ and Seungbeom Ahn³

¹Korea Aerospace Industries, LTD

²Daejeon University

³Agency for Defense Development

⁴Hanwhasystem Industries, LTD

Abstract

In this paper, the optimal placement of the rotary wing's communication and navigation antennas was evaluated by measuring their performance through ground simulations and flight tests. To select the mounting position of the communication and navigation antenna on the helicopter, after considering the shape and characteristics of the airframe, the radiation patterns, coupling analysis, equipment operation profiles, and antenna type analysis were performed for the aircraft-mounted antenna. Based on the analysis results, a procedure for sequentially performing voltage standing wave ratio (VSWR) measurement and antenna pattern test was established through ground and flight tests of the antenna. The systematic performance measurement method and procedure proposed in this paper were verified through ground and flight tests of the Light Armed Helicopter (LAH) system.

초 록

본 논문에서는 회전익 항공기 통신·항법 안테나의 최적 위치와 체계 성능측정 방법에 대해 연구하였다. 통신·항법 안테나의 항공기 최적 장착 위치 선정을 위해, 기체 형상 및 특성을 고려한 후 항공기 장착 안테나에 대한 복사패턴, 커플링 분석, 장비 운용 프로파일 및 안테나 종류별 분석을 수행하고, 분석결과에 따라 항공기에 장착된 안테나에 대한 지상시험 및 비행시험을 통해 VSWR 측정, 안테나 패턴 시험을 순차적으로 수행하는 절차를 정립하였다. 본 논문에서 제안한 체계적인 성능 측정 방법 및 절차는 LAH(소형무장헬기)체계의 지상 및 비행시험을 통해 입증하였다.

Key Words : Performance Measurement Method(성능측정 방법), EM Simulation(EM 시뮬레이션), Antenna Pattern Test(안테나 패턴시험), Electromagnetic Compatibility(전자기파 적합성)

1. 서 론

항공전자 분야의 발달과 함께 항공기에는 다양한 RF(Radio Frequency) 장비들이 탑재되며, 이 중에서도 통신·항법 장비들은 회전익 항공기의 운용과 안전 측면에서 중요한 영역을 차지하고 있다. 항공기 통신·항법장치는 항공기의 요구성능 충족을 위해 사용되는 RF 신호를 최소 손실로 송/수신 할 수 있도록 안테나의 장착 위치

최적화와 체계 성능 요구조건 만족 방안 등에 대한 연구가 선행되어야 한다. 그러나, 지금까지 항공기 안테

나는 다른 항공기에서 검증이 완료된 해외 선진 회사의 안테나를 우선 선정하여 개발 중인 항공기 체계에 장착 후 항공전자 장비에 대한 성능 검증을 통하여 개발되었다. 항공기 장착 위치는 해외 선진업체가 제공하는 개별 안테나 성능과 타 항공기 장착 사례를 기반으로 결정하였다. 항공기 체계에서의 안테나 성능은 안테나 패턴이나 수신 레벨에 대한 명확한 기준보다 정성적인 평가를 적용하였다. 이러한 방식은 반복적인 비행시험을 통하여 최대의 안테나 성능을 찾아내는 방식으로 수많은 시행착오와 후속 설계변경에 따른 개발손실을 야기하였다.

본 논문에서는 항공기의 설계 초기 임의의 안테나 장착에 따라 발생하는 설계변경 최소화화 및 요구된 체계 성능측정 방법을 연구하였으며 실체계인 LAH(Light Armed Helicopter)에 적용하여 검증하였다. 항공기 기체 특성과 장착 안테나에 대한 장착 사례 분석을 바탕으로 1차 안테나 배치를 수행하였다. 이후 EM(Electromagnetic) Tool을 이용한 시뮬레이션 분석을 통해 최적 장착 위치를 도출하는 방법을 수행하였다. 최적 위치에 장착된 통신·항법 안테나는 항공기 체계의 지상시험과 비행시험을 통해 안테나 성능을 검증하는 체계적인 방법을 제안함으로써 안테나의 항공기 탑재 전 과정을 체계화하였다. 제안된 체계적인 안테나 장착 및 성능검증 절차는 LAH 실 체계의 개발과정에 적용하여 수행 및 입증하였다. 우선 통신·항법 안테나의 종류 및 운용 시나리오에 따라 선정된 안테나를 이용하여 LAH에 장착 가능한 복수 영역에 대한 EM(Electromagnetic) 시뮬레이션을 수행하였다. 이 분석 결과를 통해 LAH의 최적 장착 위치를 도출하였다. 도출된 최적 안테나 위치에 대한 성능분석은 LAH 지상 및 비행시험을 통하여 검증하였다. 안테나 임의의 장착 후 반복적인 비행시험을 통해 최적의 장착 위치를 찾아가는 기존 방식에 비해 본 논문에서 제시한 체계적인 안테나 장착 절차는 기존의 지상시험과 비행시험의 소티(Sortie) 감소 및 초기 안테나 장착 위치 정확도 향상 등의 시험 결과를 확인하였다.

2. 항공기 최적위치 설계 및 체계성능 검증

항공기 구조체에 장착되는 안테나는 장착 위치에 따라 성능에 많은 변화가 생긴다. 특히, 회전의 항공기는 블레이드, 착륙장비 및 무장장비 등의 외부 돌출 구조물로 인하여 안테나의 RF 복사패턴에 많은 왜곡이 발생한다. Fig. 1은 2GHz에서 동작하는 3소자 배열 안테나의 복사패턴을 보여준다. Fig. 1(a)와 같이 개별 안테나는 메인 빔이 도넛 모양을 보이지만, LAH 항공기의 전방 중앙동체 하부에 장착될 경우 Fig. 1(b)와 같이 복사패턴의 위쪽 부분이 변형되는 것을 확인할 수 있다.

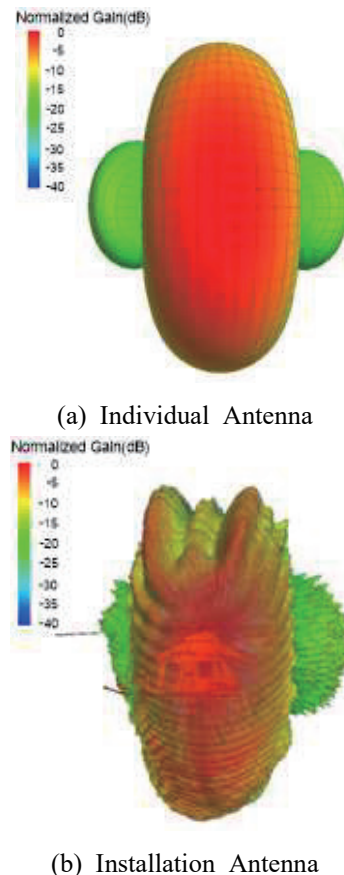


Fig. 1 Antenna Radiation Pattern Comparison by Aircraft

이는 항공기 동체와 블레이드에 의해 복사패턴의 변형이 생겼음을 고려할 수 있다. 시뮬레이션 결과를 통해 알 수 있듯이 항공기 안테나는 안테나의 위치에 따라 성능에 많은 변화가 발생한다. 본 논문에서는 다양한 환경에서의 항공기 안테나 장착 위치 설계 및 체계성능 측정 방법

을 연구하였으며, 연구 결과로 도출된 안테나의 최적 위치 선정 및 체계성능 검증 절차를 LAH 체계에 적용하여 검증하였다.

2.1 항공기 안테나 배치 1단계

Figure 2와 같이 안테나의 성능분석 및 성능검증은 크게 3단계로 나누어진다. 1단계는 항공기 기체구조 특성 및 장비별 임무 성능분석과 타 헬기 배치 사례 분석을 통한 1차 배치로 정의한다. 항공기 체계개발 시 기체구조 특성을 분석하여 안테나의 장착 가능한 영역과 불가능한 영역을 확인한다. 항공기 기체는 운용상 장착이 불가능한 영역과 Skin 표면 재질에 따라 장착이 불가능한 영역, 복합재를 사용하는 기체 구조 특성으로 안테나 그라운드 확보가 제한되거나 복합재 내부 전도성 물질이 내재되어 있어 장착이 가능한 영역 등으로 다양한 특성을 갖는다. 다음으로 안테나를 장착하고자 하는 항공기의 통신·항법 장비별 임무성능에 대한 분석이 필요하다. 특히, RF를 사용하는 무전기의 경우 송/수신 지역(지상 또는 공중)의 주변환경과 거리 요소에 대한 영향성 분석이 필요하다.

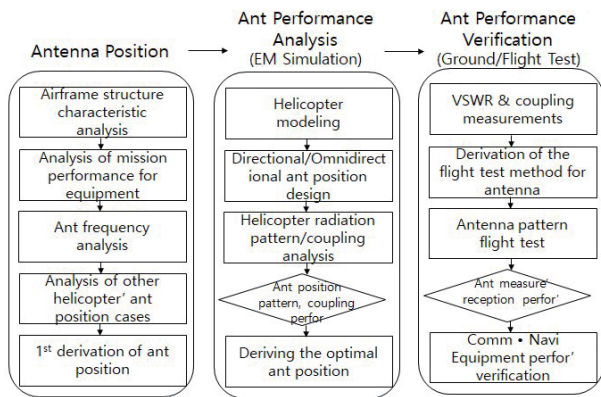


Fig. 2 Systematic Method of Performance Analysis and Verification for Antennas

Figure 3은 LAH 항공기에 장착되는 송/수신 안테나의 운용주파수 대역을 보여준다. 회전익 항공기에는 다양한 주파수 대역 안테나가 장착됨에 따라 송/수신 주파수 대역을 분리하여 안테나 간의 이격거리 및 영향성에 대한 사전연구가 필요하다. VHF-FM 무전기의 최저 운용주파수 30MHz에서부터 최대 운용주파수인 RWR의 18GHz까지 스펙트럼 분포를 확인하고 중첩되는 주파

수 대역 여부를 확인하여야 한다. 이는 향후 안테나 간의 간섭영향성 분석에도 유용하게 사용된다. 또한, 항공기에 탑재되는 안테나의 수와 주파수가 다양해짐에 따라 안테나 간 최소 이격거리를 만족하여 안테나를 배치하는 것은 제한적이지만, 안테나 장착위치를 배치 시 참고자료로 사용된다[1~2].

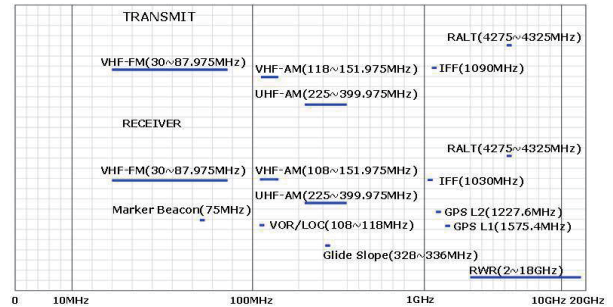


Fig. 3 Operating Frequency Distribution for Rotary Wing Antennas

Figure 4는 LAH 통신 안테나의 장착 가능 영역을 보여주고 있다. 본 논문에서 제안한 안테나 1차 최적 위치 장착 방법을 이용한 결과이며, 상부 2군데(Location ①, ②)와 하부 3군데(Location ③ ~ ⑤)가 도출되었다. 특히 운용 시나리오와 연계한 항법 안테나(GPS)의 장착위치는 안정적인 GPS 신호 수신을 위해 블레이드에 의한 차단을 최소화하고 항공기 정비 등을 고려한 장착 위치를 선정하여야 한다.



Fig. 4 Characteristic Analysis of Aircraft Fuselage

2.2 통신·항법 안테나 장착 성능분석 2단계

항공기 형상에서 통신·항법 안테나가 장착 가능한 영역을 확인한 후 안테나의 성능분석을 수행한다. 안테나의 성능분석은 MoM(Method of Moments) 방식을 이용하여 대형 구조체에 장착되는 안테나의 RF 복사 패턴 분석이 가능한 FEKO(Feldberechnung für Körpermit beliebiger Oberfläche) 시뮬레이터를 적

용하였다[3]. 시뮬레이션 정확도를 높이기 위하여 항공기 외부 장착 형상에 대한 모델링 작업이 필요하며, 안테나 운용주파수를 고려한 MoM 해석을 위한 Re-Mesh 작업이 선행되어야 한다. Figure 5는 LAH 항공기에 대한 모델링과 Re-Mesh 결과로 외부 장착 형상인 블레이드와 착륙장치, 무장 장비 등을 추가하였으며, Fig. 5(c)와 (d)와 같이 운용주파수에 대한 Re-Mesh 결과를 보여준다. VHF-AM 무전기 주파수 대역인 120MHz에서는 2만개의 Mesh가 생성되며, RWR 안테나의 동작 주파수인 2GHz에서는 156만개의 Mesh가 생성된다. 고주파일수록 Mesh 수 증가로 인한 수치해석 계산량이 많아짐에 따라 해석 소요 시간이 급증하며, 분석 주파수 선택과 해석이 필요한 항공기 영역 설정을 통해 효과적인 EM 시뮬레이션을 수행하게 된다.

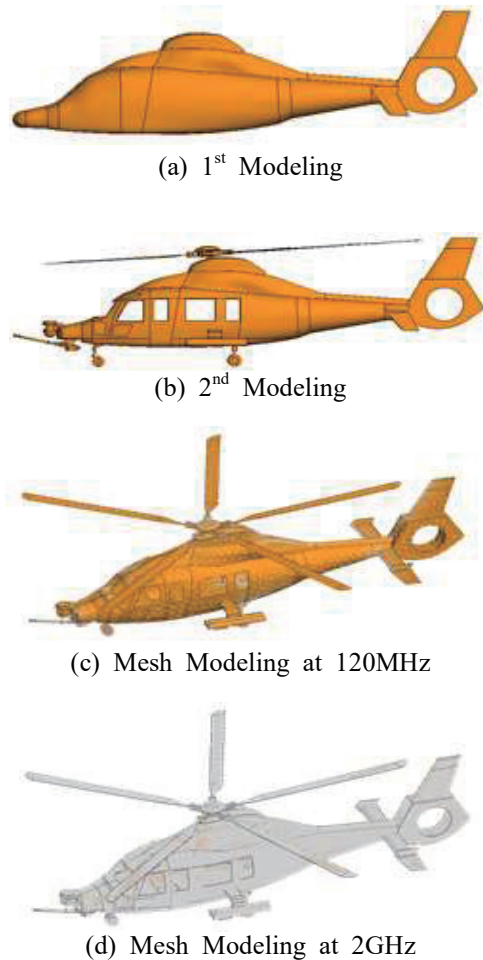


Fig. 5 Modeling and Re-Mesh for EM Simulation

모델링이 완료된 항공기 형상에 1차 도출된 최적 위치에 안테나를 설계하여 복사패턴 분석을 수행한다. 항공기에 장착되는 안테나는 무지향성(Omni-Directional) 안테나와 지향성(Directional) 안테나로 분류된다. VHF-FM과 U/VHF-AM 무전기 안테나처럼 모든 방향에서 RF 송/수신이 필요한 무지향성 안테나는 해당 주파수에서 동작하는 다이폴 안테나로 복사패턴을 분석한다. 하지만, GPS 안테나나 RALT(Radar Altimeter : 레이더 고도지시계) 안테나는 특정 방향에서 송/수신이 필요한 지향성 안테나인 경우 개별 안테나의 3D 복사패턴을 항공기에 장착하여 항공기 동체에 의한 복사패턴 변화를 분석한다. 이때 장착 위치에 따른 안테나 간의 커플링 분석을 수행하고 해석한 결과를 바탕으로 안테나의 최적 위치를 선정한다. 통신·항법 장비의 운용 시나리오를 고려하여 Table 1과 같이 안테나의 3D 복사패턴 평가기준을 정하였다. 무지향성 안테나는 방위각(Azimuth) 방향에 대한 편차를, 지향성 안테나는 신호를 받는 고도각 기준 3dB 빔폭을 기준으로 설정하였다. VHF-FM 무전기와 U/VHF-AM 무전기는 지상 또는 공중 통신이 주 운용 시나리오로 90°에서 110°까지 고도각을 기준으로 방위각 편차를 분석하였다. IFF 상부 안테나는 동일 고도 평가 기준으로 90°에서 95°까지를 IFF 하부 안테나는 105°에서 110°까지 고도각 기준을 설정하였다. 지향성 안테나에서 위성 신호를 받는 GPS 안테나는 고도각 0° 기준 3dB 빔폭을 RALT 안테나는 지상기준 3dB 빔폭을 기준으로 설정하였다.

Table 1 Analysis Method of Radiation Pattern for Communication and Navigation Antennas

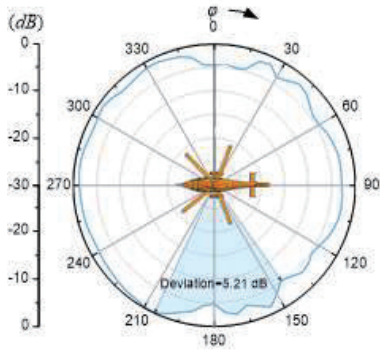
(a) Omni-directional Antenna: Deviation of Azimuth

| Sort | FM/AM Antenna | IFF Up Antenna | IFF Low Antenna | Localizer Antenna |
|-------------------|---------------|----------------|-----------------|-------------------|
| Angle of Altitude | 90~110° | 90~95° | 105~110° | 100~105° |

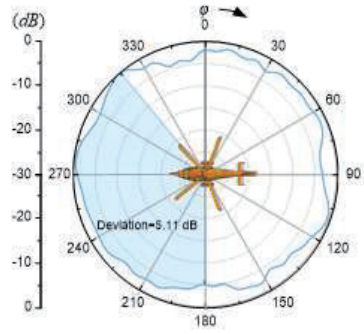
(b) Directional Antenna: 3dB Beamwidth

| Sort | Marker Beacon Antenna | GPS Antenna | RALT Antenna |
|-------------------|-----------------------|-------------|---------------|
| Angle of Altitude | 105° | 0° (Sky) | 180° (Ground) |

Figure 6은 Location ④에 장착된 AM 무전기의 VHF 대역인 120 MHz의 방위각 복사패턴이다. 고도각 90°에서 110° 값 중에 90°와 100°, 110°에서의 복사패턴으로 편차는 각각 5.21 dB와 5.68 dB, 7.71 dB를 나타낸다.

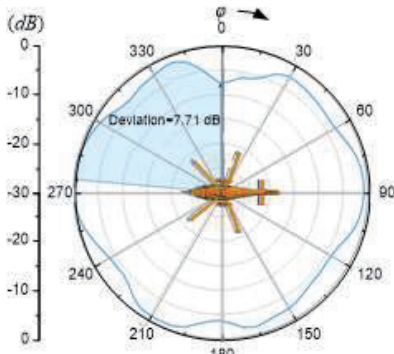


(a) $\theta=90^\circ$



(b) $\theta=110^\circ$

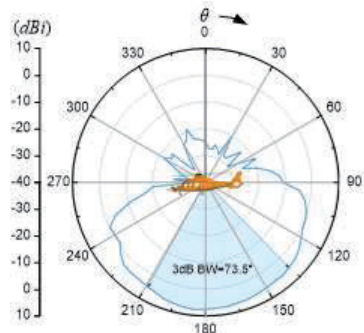
Fig. 7 Azimuth Radiation Pattern at 225MHz for AM Antenna



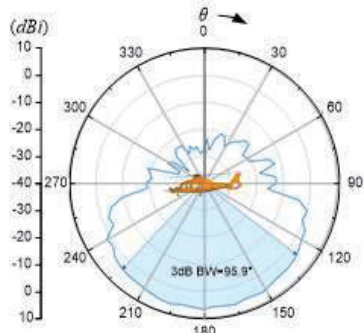
(b) $\theta=110^\circ$

Fig. 6 Azimuth Radiation Pattern at 120MHz for AM Antenna

Figure 7은 UHF 대역인 225 MHz에서의 방위각 복사패턴이다. 각 6.34 dB와 6.53 dB, 5.11 dB를 나타내어 10 dB 이내의 낮은 방위각 편차를 보였다. 항공기 동체에 의한 영향으로 10dB 이상의 방위각 편차를 보이는 다른 위치가 존재하였으며, 복사패턴 분석 결과를 통해 Location ④를 최적 위치로 선정하였다.



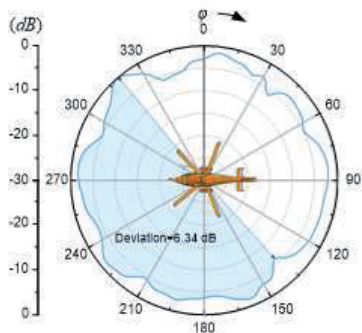
(a) Transmit Antenna



(b) Receive Antenna

Fig. 8 Elevation Radiation Pattern for RALT Antenna

Figure 8은 RALT 송/수신 안테나에 대한 고도 각 복사패턴으로 항공기 측면 방향에서의 결과를 보여주고 있다. RALT는 장비에서 RF 신호를 송신 후 RF 신호를 받아 송/수신 신호 간의 시간 지연 계산을 통해 고도를 표시하는 장비이다. 따라서, 지상으로의 송신 및 수신에 대한 성능 확보가 중요하며 이를 평가기준으로 3dB 빔폭을 확인하였다. 송신과 수신 안테나 모두 70° 이상의 3dB 빔폭을 보였으며 특히, 수신 안테나는 85° 이상의



(a) $\theta=90^\circ$

Table 2 Coupling Analysis of IFF Upper/Lower Antennas

| Freq (MHz) | FM Up | FM Low | AM #2 | IFF Low | RALT Rx | RALT Tx | VOR Left | VOR Right |
|------------|-------|--------|-------|---------|---------|---------|----------|-----------|
| 1030 | -56 | -63 | -80 | -78 | -89 | -104 | -56 | -57 |
| 1090 | -59 | -64 | -86 | -77 | -89 | -101 | -57 | -57 |

| Freq (MHz) | FM Up | FM Low | AM #2 | IFF Up | RALT Rx | RALT Tx | VOR Left | VOR Right |
|------------|-------|--------|-------|--------|---------|---------|----------|-----------|
| 1030 | -70 | -54 | -57 | -96 | -73 | -60 | -57 | -58 |
| 1090 | -71 | -45 | -49 | -76 | -64 | -65 | -62 | -62 |

3dB 빔폭을 보였다. 안테나 성능분석 마지막 단계로 안테나들 간의 커플링 분석을 수행하였다. 커플링 분석은 각 안테나를 선정된 최적 위치에 배치한 후 안테나 해석 Simulation Tool 중에서 3차원 구조 표현이 용이하여 헬기처럼 복잡한 구조체의 Mesh를 보다 쉽게 변환할 수 있는 FEKO Tool을 이용하여 개별 포트 설정 후에 커플링 분석을 수행하게 된다. 통신·항법 계통의 안테나는 모노폴 안테나를 장착하고 RALT 안테나는 패치 안테나를 장착하였다. LAH 헬기의 경우에도 커플링 분석을 통하여 간섭의 경향성을 확인하였다. Table 2는 상하부에 장착된 IFF 안테나로 모든 안테나들 간의 커플링이 -50 dB 내외로 매우 낮음을 알 수 있다.

2.3 항공기 통신·항법 안테나 성능 검증방법 3단계

최적 위치가 도출된 항공기 안테나는 체계 개발과정을 통해 해당 위치가 장착되며 지상 및 비행시험을 통하여 안테나의 성능을 검증하게 된다. 지상시험을 통하여 통신장비에 대한 송신출력과 통신·항법 안테나의 VSWR(Voltage Standing Wave Ratio) 측정을 수행한다. 통신장비에 대한 송신출력은 통신 장비의 주파수 대역 별로 측정하며, VHF-FM(ARC-901K)은 8~25 W, U/VHF-AM(ARC-232)은 9~15 W 기준을 적용하였다.

Table 3 VSWR Measurement for Communication and Navigation Antennas

| VSWR | FM Up | FM Low | AM#1 | AM#2 | IFF Up | IFF Low |
|-----------------|--------------|-----------|--------------------------|--------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Criteria | 2.62:1 Below | | 3:1 Below | | 3:1 Below | |
| Measured Value* | 1.98 (40) | 2.04 (40) | 1.21 (140) 1.58 (280) | 1.41 (140) 1.71 (280) | 1.34 (1030) 1.14 (1090) | 1.68 (1030) 1.34 (1090) |

* () is frequency, unit is MHz

(b) Navigation antenna

| VSWR | VOR /LOC | Glide Slope | Marker Beacon | GPS** | | RALT Tx/Rx |
|----------|------------|--------------|---------------|------------------------------|------------------------------|---|
| | | | | L1 | L2 | |
| Criteria | 5:1 Below | | 3:1 Below | 3:1 Below | | 3:1 Below |
| Measure | 2.02 (117) | 1.89:1 (332) | 1.62:1 (75) | 1.57 1.57 1.11 1.03 | 1.23 1.22 1.14 1.17 | Tx 1.40 (4250) Rx 1.271 (4250) |

* () is frequency, unit is MHz

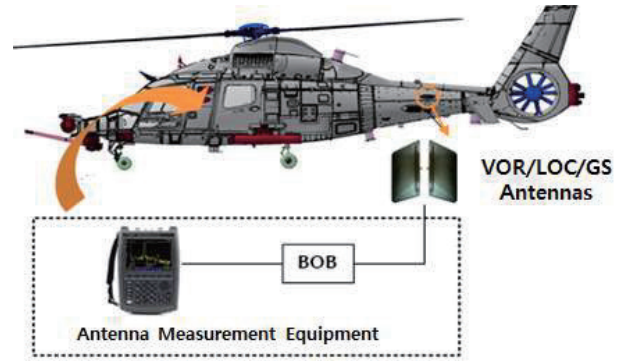
** GPS antenna is a 4 element antenna

안테나의 VSWR은 Table 3에서 보는 것과 같이 VHF-FM 무전기는 UH-60 기준인 반사출력 20% (VSWR 2.62:1) 이내를 적용하였으며, U/VHF-AM 무전기는 RTCA/DO-186B 기준인 반사출력 25%(VSWR 3:1) 이내로 선정하였다[4]. 항법 안테나의 VSWR은 RTCA/DO-192와 195, 196으로 VOR/ILS 안테나 기준을 적용하였고, GPS 안테나와 RALT 안테나는 개별 안테나의 성능을 기준으로 체계장착 영향성을 고려하여 기준을 결정하였다[5~7]. LAH 통신·항법 안테나의 VSWR 측정결과 모든 안테나의 성능이 만족함을 확인하였다.

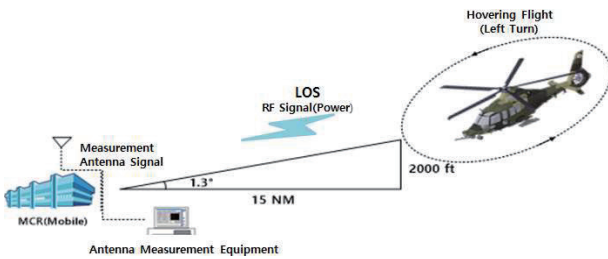
일반적으로 비행시험을 통하여 통신 안테나 패턴시험을 수행한다. 이때, 안테나 패턴시험은 Cloverleaf 방법이나 360° 원형 회전을 적용한다[8]. Cloverleaf 방법 및 원형 회전 안테나 패턴시험 방법은 헬기의 회전 반경에 대한 거리요소가 측정에 영향을 미쳐 정확한 측정이 불가하다. 이에 따라 회전 반경 대 측정거리 기준 (1:20 이상)을 만족하고 360° 연속적인 신호를 측정하기 위한 방법으로 지상 패턴 측정용 계측 안테나로부터 15 NM 이상 이격 및 제자리 비행시험 조건을 제안하였다. 또한, 그라운드 반사파 영향 제외조건과 LOS(Line-Of-Sight) 확보, 무전기 통신품질 시험 결과를 바탕으로 통신 안테나 패턴시험의 성능 확인 조건인 거리 15 NM, 고도 2000 ft 기준을 도출하였다. Figure 9는 통신 안테나의 패턴측정 프로파일로 Fig. 9(a)는 무전기의 패턴 측정 방법을 보여준다. 무전기의 운용 주파수 대역을 고려하여 각 장비 대역별로 저중고 대역의 3개 주파수를 선택하여 측정하는 방법을 적용하였다. 또한, 데이터의 유효성 확보를 위해 360° 2회전을 수행하고 항공기의 GPS 위치정보와 피치, 롤, 뱅크 등의 자세정보를 수신하여 최종 유효성을 확인 할 수 있도록 구성하였다. 지상 안테나 패턴 측정장비는 항공기 자세정보와 수신 신호 측정레벨 등의 정보를 확인할 수 있도록 LabVIEW를 이

용하여 계측 시스템을 구축하였다. 수신용 지상 안테나는 운용주파수에 따라 표준 다이폴이나 표준 혼 안테나를 사용하며, 안테나 패턴시험 이전에 정상적인 신호가 수신되는지 확인 후 선택한다. IFF 안테나의 경우는 실제 신호의 송/수신 제한으로 RF 신호 발생기를 항공기의 탑재하여 안테나와 연결하고 1030 MHz와 1090 MHz의 1 W 펄스 파형을 인가하여 송신하고 지상 계측 시스템을 이용하여 신호를 수신하는 방법으로 측정 프로파일을 구축하였다. 1 W 펄스 파형을 인가함에 따라 측정거리를 3 NM로 조정하고 Survey 후 고도를 결정하는 방법으로 신호 유효성을 검증한다. 항법 안테나의 경우는 안테나 자체 성능 검증은 수행하지 않으며 항법 장비의 비행시험을 통하여 성능 검증하는 방법이 일반적이다. 본 연구에서는 항법장비 성능 검증을 위한 사전 Survey 시험으로 장비의 수신 성능을 측정하는 방법을 수행하였다.

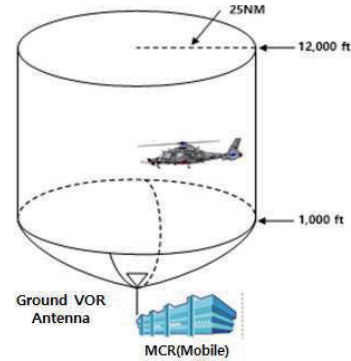
BoB(Break Out Box)를 연결하고 스펙트럼 분석기를 연결하여 수신 신호 측정하는 환경을 구축한다. VOR/LOG/GS RF 신호는 활주로가 있는 지상 관제소에서 송신되며 VOR/ILS 지상국 유효거리 기준이 적용된 영역에서 실제 신호를 측정하는 방법을 적용하였다.



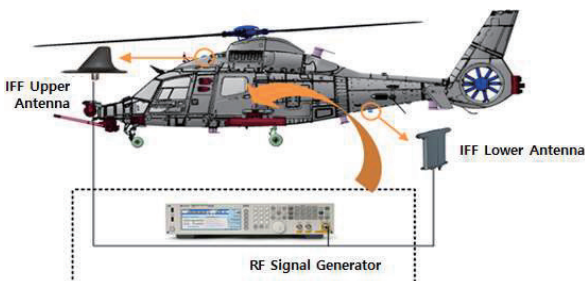
(a) VOR/LOC/GS Antenna Set-up



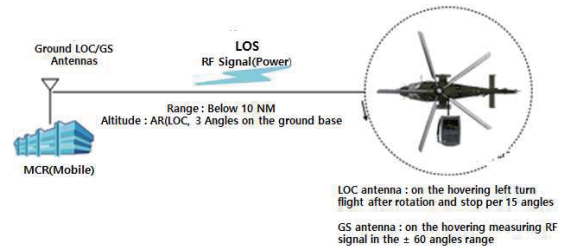
(a) FM and AM Antenna Measurement Method



(b) VOR Antenna Measurement Method



(b) IFF Antenna Set-up



(c) LOC/GS Antenna Measurement Method

Fig. 10 Antenna Pattern Measurement Profile for Navigation Antennas

Fig. 9 Antenna Pattern Measurement Profile for Communication Antennas

VOR/ILS 안테나의 수신성능 검증을 위해 Fig. 10(a)와 같이 VOR/ILS 장비에서 안테나를 분리한 후

Figure 10(b)은 VOR 안테나의 성능측정 방법으로 표준 Terminal 서비스 기준이며 고도 1,000ft에서 12,000 ft 사이의 25 NM 거리 내에서 수신 신호가 정상적으로 측정되는지 확인하였다. 또한, LOC/GS 안테나는 활주로 선상 기준으로 10 NM 이내에서 360°

수신 레벨 측정과 15° 간격으로 지상 관제소와의 방향 기준 $\pm 60^\circ$ 범위로 측정하였다. 측정된 RF 신호 레벨은 VOR/ILS 수신기의 Sensitivity 기준 만족을 통하여 장비의 비행성능 시험 전에 최종 성능을 예측할 수 있었다. LAH 통신·항법 안테나에 대한 성능 검증이 완료된 후 장비에 대한 동작 비행시험을 통하여 최종 성능을 확인하였다.

3. 결 론

본 논문에서는 회전의 항공기의 통신·항법 안테나 성능에 대한 분석과 측정을 위한 체계적인 설계 방법을 연구하였다. 안테나 배치를 통한 1차 장착위치 도출과 2차 안테나 성능분석을 통해 최종 장착 위치 선정 후 3차 검증단계로 제안된 지상/비행시험을 통하여 안테나 성능측정 방법으로 구성품 최종 성능이 예측가능하다. 이를 통해 회전의 항공기에 탑재되는 통신·항법 안테나의 체계장착부터 성능 검증까지의 전 과정을 체계화 하였으며, 이를 통하여 기존 항전장비에 대한 평가기간을 단축할 수 있었으며, 향후 회전의 항공기 안테나 비행 시험평가에 대한 기준이 될 것으로 사료된다.

후 기

본 논문은 방위사업청과 한국항공우주산업의 지원 과제의 일환으로 수행되었으며, 이에 대해 감사드립니다.

References

- [1] I. L. Morrow, G. P. Dingley, W. G. Whittow and A. Cooper, "Wideband blade monopole antenna with sleeved coaxial feed," Proc. 2009 Loughborough Antennas Propagat. Conf, UK, pp. 789-792, Nov. 2009.
- [2] MIL-STD-877 Military standard: Antenna subsystem, airborne, criteria for design and location, Jul. 1968.
- [3] FEKO Simulator: <https://altairhyperworks.com/product/FEKO>
- [4] RTCA/DO-186B, Minimum operational performance standards for airborne radio communications equipment operating within the radio frequency range of 117.975-137.000 MHz, Nov. 2005.
- [5] RTCA/DO-192, Minimum operational performance standards for airborne ILS glide slope receiving equipment operating within the radio frequency range of 328.6-335.4 MHz, Jul. 1986.
- [6] RTCA/DO-195, Minimum operational performance standards for airborne ILS localizer receiving equipment operating within the radio frequency range of 108-112 MHz, Nov. 1986.
- [7] RTCA/DO-196, Minimum operational performance standards for airborne VOR receiving equipment operating within the radio frequency range of 108-117.95 MHz, Nov. 1986.
- [8] AMCP 706-203 Engineer design handbook: Helicopter engineer Part 3 qualification assurance, Apr. 1972.