

# 위성항법시스템(GPS)의 이용불능을 대비한 LORAN-C 활용과 위치오차 개선

## LORAN-C using and Position error improvement against being unable to use the Global Positioning System(GPS)

구자현\*, 강광원\*\*, 안영은\*\*, 한승조\*\*, 박종안\*\*

Ja-Heon Goo\*, Gwang-Won Kang\*\*, Young-Eun An\*\*, Seung-Jo Han\*\* and Jong-An Park\*\*

### 요 약

본 논문에서는 해양/항공안전, 차량항법, 정밀농업, 정밀측량 등 우리사회 전반에 걸쳐 이용자가 급속히 확산되고 있는 GPS(Global Positioning System) 인프라에 대한 이용 불능상태를 대비하여 국가항법체계의 혼란을 예방하고 전파항법에 대한 BACK-UP 기능을 부여할 수 있는 지상 송신국 기반의 로란-C 항법의 활용을 제안하였다. 로란-C의 활용가치를 높이기 위한 위치오차 개선방안으로 ASF (Additional Secondary Phase Factor) 산출과 적용실험을 실시하였다. 그 결과로 로란-C 위치오차 100 ~ 400m를 10 ~ 65m로 현저히 개선할 수 있다는 결론에 도달하게 되었다. 또한 육상지역의 ASF보정테이블 이용 시 산출 범위는 복합매질과 굴곡면을 가만할 때 위도, 경도 10분 이내가 적절할 것으로 판단되며 향후 한반도 전역을 대상으로 한 ASF 보정테이블 적용시 현저한 위치오차개선과 GPS BACK-UP 기능수행이 가능할 것으로 판단되어진다.

### Abstract

Loran-C of ground transmitting station base that can prevent confusion of country navigation system and give BACK-UP function about electric wave navigation comparing utilization incapability state about GPS(Global Positioning System) infra that user is spreading rapidly over our society whole such as sea/aviation safety, vehicles navigation, minuteness agriculture, minuteness measurement in this treatise practical use of Loran-C navigation propose . Executed ASF(Additional Secondary Phase Factor) production and an application experiment Loran-C by location error improvement way to enhance practical use value. By the result Loran-C in conclusion that can improve location error 100 ~ 400m remarkably by 10 ~ 65m reach. Also, production extent is latitude when go composition medium and bends cotton at ASF revision table utilization of land area, this smell is judged to be suitable hardness 10 minutes. And notable location error improvement and numeric of GPS BACK-UP function are judged to be possible at a ASF revision table application to Korea Peninsula whole area hereafter.

Key words : GPS, DGPS, Loran-C, ASF, Monteath

---

\* 해양수산부 광주해상무선표지소(Gwangju Loran-C Station)

\*\* 조선대학교 정보통신공학부(School of Information & Communication Eng. Chosun University)

- 제1저자 (First Author) : 구자현

- 접수일자 : 2007년 1월 16일

I. 서 론

로란-C는 1958년부터 운영되어 온 전파항법의 일종으로 하나의 주국과 2개 이상의 종국이 서로 동기된 신호를 90 ~ 110kHz의 대역으로 송신하며, 이 신호를 수신한 이동체의 수신기는 펄스의 포락선(Envelop)과 싸이클을 비교하여 주국과 종국 신호의 시간차를 측정하고 로란-C 차트에 의해 자신의 위치를 결정하는 대표적인 지상계 항법시스템이다.

우리나라에서는 해양수산부에서 일본과 연계한 동아시아 체인을 구성, 포항 송신국을 주국으로 광주국과 일본의 계사시, 니지마국, 러시아의 우스리스크국과 함께 코리아 체인(GRI9930)을 구성 운영하고 있다. 초창기 상선과 어선 등 선박의 항법에 주로 많이 이용되었으나 GPS 서비스의 민간 개방에 따른 저변 확대로 현재의 로란-C 항법은 라디오존데(고층기상 관측용 기구)의 위치측정업무 및 국방 분야의 전투기 항법 등 민간분양 보다는 특정분야의 이용자와 선박의 보조항법장치로 주로 이용되고 있다.



그림 1. 코리아로란-C체인 이용범위  
Fig. 1. Loran-C chain range

로란-C는 전파의 특성상 여러 요인에 의해 불가피한 오차를 발생하고 있으며, 대표적인 오차 요인으로 Lane폭 오차와 동기오차, 지상파 전달오차, 공간파오차 등 다양한 오차발생 가능성 때문에 실제로 로란-C를 이용한 우리나라 내륙지역 측위오차 평가 결과 100m ~ 1km까지 다양한 위치오차 분포를 발생하고 있다.

이러한 큰 오차 발생은 로란-C 이용자로 하여금 신뢰도를 떨어뜨리고 이용률이 감소하는 요인으로

작용하고 있으며, 상대적으로 정밀도가 우수한 GPS 측위시스템의 이용자 확산이 급속히 이루어지고 있는 추세이다. 그러나 해상 및 육상, 항공교통에서 주로 이용되고 있는 위성항법시스템은 위성체를 기반으로 하고 있어 시스템의 고의 또는 우발적 손상에 대한 복구시간이 장시간 소요될 뿐만 아니라 군사적 목적으로 미사일 등에 장착이 이루어지면서 GPS항법의 교란을 목적으로 하는 시스템들도 함께 개발되어 가동되고 있어, 오폭사고가 발생하는 등 언제든 고의적으로 교란될 수 있는 위험성을 안고 있다.

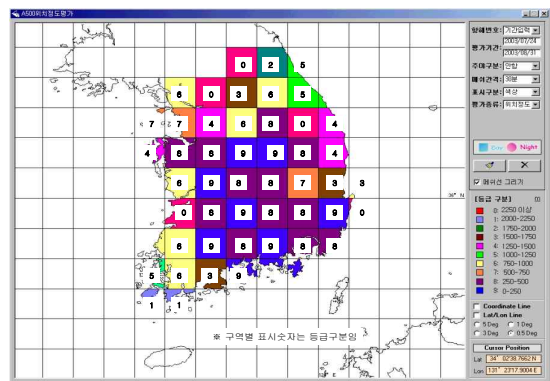


그림 2. 내륙지역 로란-C 오차분포도  
Fig. 2. Inland error distribution of Loran-C

또한 자국에서 운영하는 시스템이 아닌 미국이 군사적 목적으로 운영하는 GPS는 언제든 미국의 이익을 위해서 서비스의 제약이 발생될 수 있다는 점이 GPS 이용자 잠식이 심각한 국가에서는 국가적 대 혼란을 야기할 수 있다는 위험성은 내포하고 있어, 전 세계적으로 GPS시스템의 취약성을 보완하기 위한 BACK-UP 시스템의 연구가 활발히 진행 중이며, 현재 가장 유력한 대안으로 로란-C 항법을 지목하고 있다.

따라서 유럽, 일본, 중국 등 세계 여러 국가에서 로란-C의 측위정밀도를 보정하기 위한 방안들이 연구되고 실용화 되고 있으나 우리에서는 여기에 대한 기초적인 연구조차 이루어지지 않고 있어서 본 논문을 통해 코리아 로란-C 체인의 측위 정밀도를 개선하기 위한 ASF를 산출하고 산출된 ASF를 적용한 평가 실험을 통해 실용 가능성에 대한 연구분석을 실시하였다.

## II. 로란-C 항법의 측정원리

### 2-1 쌍곡선의 원리

로란-C 항법은 전파가 대기중에 퍼지는 속도가 거의 일정하다는 원리를 이용하여 3개 이상의 동기된 송신국이 일정 간격으로 전파를 발사하면 수신기가 첫 번째 송신국 즉 주국의 신호를 기준으로 나머지 종국의 신호가 수신되는 전파의 도달시간차를 측정하여 위치를 구하는 원리이다.

위치측정은 2개 이상의 전파 도달 시간차 (TD : Time Difference)가 같은 위치선의 교차점으로 가능하며, 각 위치선의 시간차 측정은 주국과 종국 간 동기되고 그들 간의 경과시간의 측정으로 수신된 펄스포락선(Pulse Envelope) 또는 사이클 리딩에이지(Cycle Reading Edge)의 비교에 의해서 결정된다. 따라서 쌍곡선(Hyperbola)이란 두 점의 거리차가 일정한 점의 궤적으로 아래 그림에서 A, B 두 점에서 D 점까지의 거리를 각각 140마일 및 80마일 E점까지의 거리를 100마일 및 40마일, F점까지의 거리를 80마일과 20마일이라 한다면 이들의 거리 차는 언제나 60마일이다.

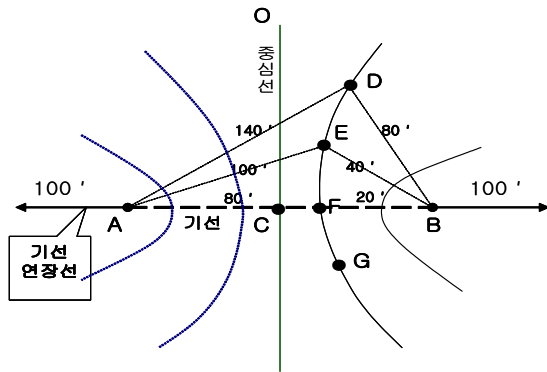


그림 3. LOP 생성원리  
Fig. 3. Generation Principle

이와 같이 거리 차가 일정한 점 D, E, F, G등을 연결한 선을 그리면 쌍곡선의 한 가닥이 된다. 이것과 대칭 하는 위치에 또 다른 한 가닥의 쌍곡선을 그릴 수가 있다면 그 교점이 곧 자신의 위치가 된다.

### 2-2 로란-C 신호의 구성

단순한 펄스 도달시간차를 측정하기 위해서는 주국과 종국이 각 1개의 펄스만 송신해도 되나, 실제의 경우는 다수의(8~9개) 펄스그룹을 송신하는데 이는 송신기의 출력을 높이지 않고 수신기 측에 더 많은 에너지를 공급하기 위함이다.

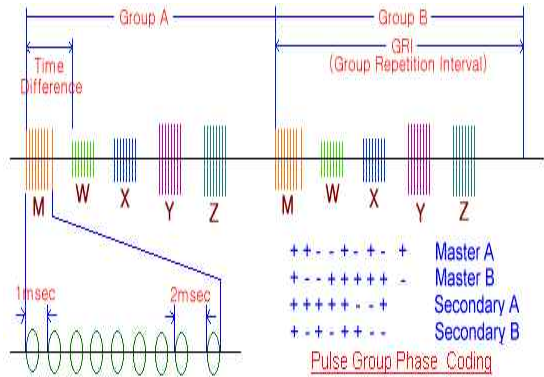


그림 4. LORAN-C Signals  
Fig. 4. LORAN-C Signals

주국에서 발사되는 펄스 군은 9개 펄스로 이루어지며, 처음 8개펄스는 1000μs 간격으로 송신되고 마지막 9번째 펄스는 8번째 펄스의 2000μs 후방에 위치하게 된다. 종국의 경우 8개의 펄스만을 송신하고 정밀도 향상을 위해 100kHz의 전송 캐리어 주파수를 이용하며, 전체적인 체인의 전파발사 주기는 아래 그림과 같은 그룹형태를 유지하게 된다.

그림 4에서와 같이 주국은 9개의 펄스를 그리고 나머지 종국은 8개의 펄스를 발사하며, 그 신호의 시작 위상이 “+”이거나 “-”로 시작하여 코드화 함으로서 신호를 구분할 수 있도록 하였다.

## III. ASF의 산출과 평가

### 3-1 로란-C 위치측정 및 ASF 원리

주국과 종국의 전파도달 시간차가 같은 LOP결정을 위한 산출 식을 표현해 본다

$$TD = \frac{N1}{C} [d_s + d_B - d_m] + t_c [d_s + d_B - d_m] + c_s$$

단, N1은 굴절율

ds(중국), dm(주국) = 송신국에서 수신기까지의 직선거리

dB = 기선장

CS = 코딩딜레이

tc = 각 로정에 대한 전파경로의 물리성을 감안한 위상보정

$$C = 2.99792458 \times 10^8 \text{ m/s}$$

대기중의 전파의 속도는 자유공간의 전파속도보다 약간 느린 것으로 알려져 있어서 이 지연량 보정치를 1차 위상팩터(Primary Phase Factor : PF)라 하며 진공중의 속도(2.99792458×108m/s)에 대한 보정치이다.

1) Primary Phase Factor(PF)

해상에서의 전파전달속도(C=299.6911624m/μsec)

$$PF = \frac{D}{C} [\mu\text{sec}]$$

신호 전파경로가 전부 해면일 경우의 지연치(부정치)는 2차 위상팩터(Secondary Phase Factor : SF)라 부른다.

2) Secondary Phase Factor(SF)

해상에서의 전파 전송거리에 의한 요소

if) PF>537μsec

$$SF = \frac{129.04398}{PF} - 0.40758 + 0.00064576438 \cdot PF [\mu\text{sec}]$$

else)

$$SF = \frac{2.7412979}{PF} - 0.011402 + 0.00032774624 \cdot PF [\mu\text{sec}]$$

신호전파경로에 육상면이 있는 경우에는 이에 대한 위상보정치를 부가적 2차 위상팩터 ASF라 부르며 산출방법은

- ① 측정위치(P)를 결정한다.
- ② 측정위치(P)에서의 측정 TD를 측정한다.
- ③ 선분 SP의 길이로 구한 중국에서의 도달시간(S)와 선분MP의 길이로 구한 주국에서의 도달시간(M)의 차를 이론적 TD로 한다.
- ④ ASF치는 측정 TD와 (이론TD+ED)의 차이로 구한다.

⑤ 중국에서의 도달시간(S), 주국에서의 도달시간(M)은 해상에서의 전파전달방정식으로 구한다.

- 중국에서의 도달시간(S) = 중국PF+중국SF

- 주국에서의 도달시간(M) = 주국PF+주국SF

- 이론적TD = 중국에서의 도달시간(S) - 주국에서의 도달시간(M)

- 측정TD = ED+중국도달시간(S) - 주국도달시간(M)

$$(ED = BLL + CD)$$

$$ASF = \text{측정TD} - (\text{이론적TD} + ED)$$

3-2 Monteath 이론에 의한 ASF 모델링

필드측정 실험에 앞서 Monteath 이론을 적용한 특정지역의 ASF산출 모델링을 실시하여 ASF 값을 예측하였으며, Monteath는 complex attenuation factor G를 수신된 신호의 진폭과 위상 변화를 다음과 같이 정의하고 있다.

$$G = \frac{Z'_{AB}}{Z_{AB}} \quad (1)$$

Z'\_{AB}는 송신기와 수신기사이의 불규칙한 지형과 imperfectly conducting 상태에서의 complex mutual impedance를 나타내며, Z\_{AB}는 평지 지형 및 perfectly conducting 상태에서의 complex mutual impedance를 나타낸다.

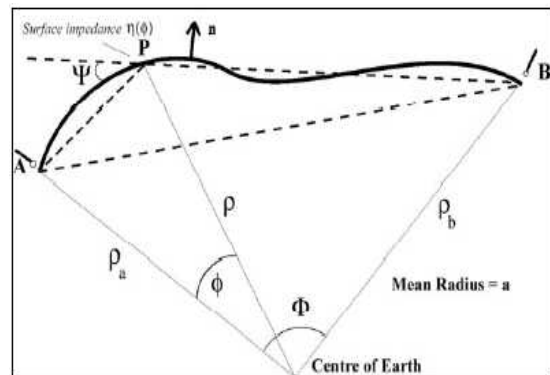


그림 5. Monteath의 method  
Fig. 5. Monteath's method

Monteath는 G를 송신기로부터 거리 R만큼 떨어진 위치에서의 complex attenuation factor G를 다음과 같이 정의하였다.

$$G(R) = 1 - \sqrt{\frac{j\beta_0}{2\pi} \int_n^R \left(\psi + \frac{\eta}{\eta_0}\right) e^{-j\xi} \sqrt{\frac{R}{R-r}} G} \quad (2)$$

r은 그림 5 에서의 P 위치에 해당될 수 있으며 송신기 A와 수신기 B 사이의 위치 변수가 된다.  $\beta_0$ 는 자유공간전파상수로 단위는 radians/m 이고  $\frac{2\pi}{\lambda}$  이다. 여기서  $\lambda$ 는 free space wavelength로 단위는 m 이다.

$$\begin{aligned} \xi &= \beta_0 [(AP) + (PB) - (AB)], \\ R &= a\Phi, \\ r &= a\phi. \end{aligned} \quad (3)$$

AP,PB,AB는 그림 5 에서와 같고 실제 Monteath는 해당 위치가 많이 멀지 않은 경우는 직선으로 계산을 해도 무방하다고 설명하고 있다.

지구의 Relative surface impedance인  $\frac{\eta}{\eta_0}$ 는 다음과 같다.

$$\frac{\eta}{\eta_0} \cong (\epsilon_r + 1)^{-\frac{1}{2}}. \quad (4)$$

$$\epsilon_r = k - j \times 1.8 \times 10^{10} \frac{\sigma}{F}, \quad (5)$$

k는 비유전율 상수이고 j는 복소수를 나타내며,  $\sigma$ 는 ground conductivity(지표의 전도율)로 단위는 S/m 이다. F는 주파수로 단위는 Hz이다.

Monteath는 실제 적분 방정식을 구현이 쉽게 일정 구간으로 나누어 쉽게 계산할 수 있는 방법을 제안하였다. r을 일정 간격으로 위치시켜 G(r)을 구하면, r = 0, D, 2D, ..., nD가 되고 n 다음 단계에서 구하는 G값은 G([n+1]D)값으로 유도된다.

수식(2)를 상기 방법을 적용하기 위한 첫 번째 단

계는 적분을 합으로 표현하는 것이다. 이를 위해 R은 ND로, r은 ID로 대체하면 다음과 같은 수식으로 변환된다.

$$G(ND) = 1 - BD^{\frac{1}{2}} \sum_{I=0}^N E(ND, ID) C(N, I). \quad (6)$$

$$\text{여기서 } B = \sqrt{\frac{j\beta_0}{2\pi}} = \sqrt{\frac{j}{\lambda}}$$

D는 간격이고 E는 effective surface impedance 값으로 다음과 같이 주어진다.

$$E(ND, ID) = \left(\psi + \frac{\eta}{\eta_0}\right) \exp(-j\xi) \quad (7)$$

여기서  $\eta$ 는 ID 영역에서의 적정한 값을 갖고  $\psi$ 와  $\xi$ 는 ND와 ID 두 값에 의존한다. 특별히 평지에서는 우향의 값은  $\frac{\eta}{\eta_0}$ 로 간소화되고 ID 만의 함수

가 된다. C(N,I)는 피적분함수의  $\sqrt{\frac{R}{r(R-r)}}$ 을

고려한 계수이다.

수식(6)은 다시 다음과 같이 풀 수 있다.

$$G(ND) = \frac{1 - BD^{\frac{1}{2}} \sum_{I=0}^{N-1} E(ND, ID) C(N, I) G(ID)}{1 + BD^{\frac{1}{2}} C(N, N) E(ND, ND)} \quad (8)$$

G(0)는 1로 두고, 이후 연속적인 G값들은 식(8)의 반복된 적용값으로부터 구할 수 있다.

여기서 문제는 계수 C를 정하는 것이 적분의 양 끝에서의 특성을 고려해야 하는 것 때문에 복잡해지게 되고 C는 시작부분에서 G(r)을 계산하는데 고려되어야 한다. 아주 짧은 구간에서는 언급할만한 불규칙성이 없으므로 G(r) 시작 부근은 uniform plane earth에서의 Groundwave attenuation factor와 같은 값을 가져야만 한다. 그리고 uniform plane earth에서의 groundwave attenuation factor가  $r^{\frac{1}{2}}$ 의 파워시리즈로

표현되어질 수 있다.

문제는  $\int_0^R E(R,r)G(r)\sqrt{\frac{R}{r(R-r)}} \cdot dr$  를  $D^{\frac{1}{2}} \sum_{f=0}^N C(N,I)E(ND, ID)G(ID)$  로 만드는 것이다.  $f(m)$ 을 다음과 같이 정수  $m$ 에 대해 다음과 같이 정의하면,

$$\begin{aligned} f(0) &= 1 \\ f(m) &= m^{-\frac{1}{2}} \quad (m > 0) \end{aligned} \quad (9)$$

$C(N,I)$ 는 다음과 같이 정의할 수 있다.

$$C(N,I) = \frac{f(I)f(N-I)}{f(N)} \cdot K(N,I) \quad (10)$$

그러면 합계식 부분은

$$\frac{D^{\frac{1}{2}}}{f(N)} \sum_{f=0}^N f(I)f(N-I)K(N,I)G(ID)E(ND, ID)$$

이 되고 식(8)은

$$G(ND) = \frac{1 - BN^2 D^2 \sum_{f=0}^{\frac{1}{2}N-1} f(I)f(N-I)K(N,I)E(ND, ID)G(ID)}{1 + BD^2 K(N,N)E(ND, ND)} \quad (11)$$

식 (11)에 의해 Complex attenuation factor( $G$ )를 구할 수 있다. 이렇게  $G$ 를 구하고 육지에서의 지형에 의한 추가 지연 요소인 ASF는 다음과 같이 구할 수 있다.

$$ASF(R) = G(R)_{Mixed-path} - G(R)_{Salt-water}.$$

$G(R)_{Mixed-path}$ 는 송신기와 수신기 사이의 육지와 해수를 포함한 전체 신호 전파 거리이며, 불규칙한 지형 데이터와 전도율 데이터를 적용한  $G(R)$  값과 해수면에서의 지연값인  $G(R)$  인  $G(R)_{Salt-water}$ 를

포함하고 있다. 따라서 육지에서의 ASF 값은 상기와 같이  $G(R)_{Mixed-path}$ 에서  $G(R)_{Salt-water}$ 를 빼면 된다. 이러한 알고리즘을 통해 특정지역의 상수를 입력해 얻어진 ASF값을 적용한 시뮬레이션결과는 그림6과 같이 나타났다.

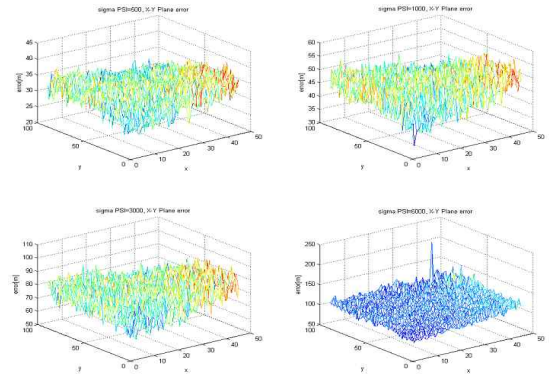


그림 6. ASF 적용 시뮬레이션  
Fig. 6. ASF based simulation

### 3-3 로란-C 필드 측정을 통한 ASF 산출

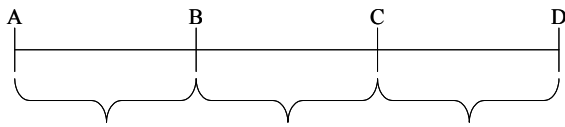
본 논문에서는 ASF 산출을 위해 북위 35도 10분, 동경 127도 30분 부근을 대상으로 로란-C 측위 데이터를 수집하였으며, 위치기준으로 DGPS수신기에 의해 구해진 좌표를 기준으로 하였으며, DGPS 좌표는 평균 오차 5m이하로 로란-C의 측위 오차범위의 1% 이하이므로 허용오차로 간주하였다. 측정에 사용된 수신 장비로는 Locus Satmate 1030 로란-C 수신기와 JRC NAV500 DGPS 수신기를 차량에 설치하여 이동 또는 정지상태에서 수신데이터를 수집하여 노트북에 실시간 저장하는 방식으로 실시하였다.



그림 7. 차량을 이용한 로란-C 측정전경  
Fig. 7. Loran-C measurement using the automobile

육상지역의 전파경로에는 혼합된 도전을 많이 존재하므로 당해 로정의 여러 구간에 대하여 측정된 또는 추정된 대지도전을 적용하여, 먼저 정공법으로 송신국에서 수신점으로, 다음에는 역방향으로 각 구간의 기선보정치를 구하여 합산한 값을 두 방향에 대하여 평균한 기선보정치를 적용해 보았다.

어떤 로정을 통과한 후의 위상의 대수화는 아래와 같이 구간을 분리하여 각 구간에 대한 평균을 적용 하였다.



$$t_{A-D} = t_{(A-B)\sigma 1} + [t_{(A-C)\sigma 2} - t_{(A-B)\sigma 1}] + [t_{(A-D)\sigma 3} - t_{(A-C)\sigma 2}]$$

$$t_{D-A} = t_{(D-C)\sigma 3} + [t_{(D-B)\sigma 2} - t_{(D-C)\sigma 3}] + [t_{(D-A)\sigma 1} - t_{(D-B)\sigma 2}]$$

$$\text{기선전체의 보정치} = T = \frac{[t_{A-D} + t_{D-A}]}{2}$$

### 3-4 ASF 적용한 필드측정 및 평가 결과

북위 35도10분, 동경 127도30분 부근은 포항송신국과 광주송신국의 Lane폭 특성이 우수한 지역으로 오차변동이 타 지역에 비해 양호 하였으며, 산출한 ASF 값을 적용하여 평가한 결과 로란-C 측위 정밀도는 ASF 보정 전 평균 위치오차 380m에서 ASF 적용 후 65m로 현저히 개선되는 결과를 얻게 되었다.

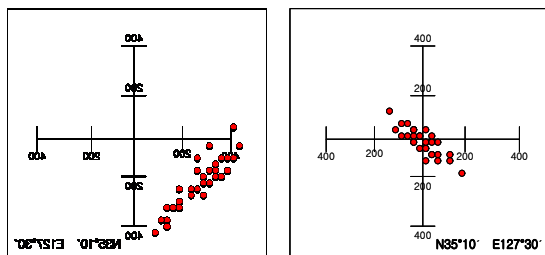


그림 8. (좌) 로란-C 오차 380m  
(우) 로란-C + ASF 오차 65m

Fig. 8. (left) Loran-C error 380m  
(right) Loran-C + ASF error 65m

그러나 일정지역을 대상으로 샘플링된 데이터를 이용한 ASF보정치를 위도경도 10도 이상 벗어나면 서부터 이치오차가 보정율이 현저히 감소하였으며,

그 원인으로 육상지역의 지표면 굴곡과 도전율변화, Lane폭 오차 등으로 보정효과가 현저히 떨어지는 것으로 분석되었다.

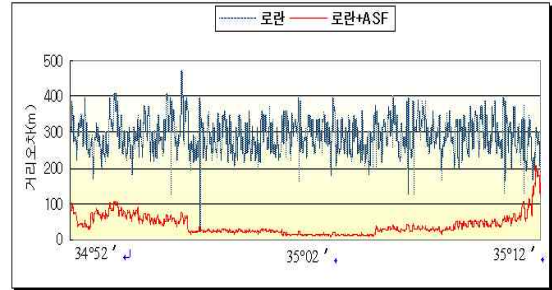


그림 9. 이동측정을 통한 ASF 적용실험  
Fig. 9. ASF experiment by mobile measurement

## V. 결 론

로란-C의 측위 정밀도 보정을 위한 육상지역의 ASF 보정테이블 산출 및 적용 실험결과 로란-C 단독 측위 평균위치오차 380m를 65m까지 크게 개선할 수 있는 결과를 얻었으며, 육상지역의 경우 복합매질과 전파경로의 굴곡면 변화가 심하여 ASF 적용범위는 위도, 경도 10분 이상을 벗어날 경우 위치오차가 크게 증가하는 특성을 보였다. 따라서 ASF 보정테이블은 산출한 지역에서 위도, 경도 10분 이내의 범위에서 사용하는 것이 적절할 것으로 판단되었으며, 산악지역이나 혹은 도심지역과 같이 지표와의 전파도달에 제약을 받는 장애물이 많은 지역에서는 이보다 훨씬 적은 메쉬 간격의 ASF 보정값 산출과 적용이 필요할 것으로 추정된다. 또한 코리아 로란-C의 송신국 배치가 일본과 러시아의 연계체인을 구성하고 있어서 먼 거리의 전파경로로 인해 전계강도와 신호대잡음비 특성이 불량하여 국조합 효율이 떨어짐에 따라 북위36도 이북지역에서 Lane 폭 오차가 심하게 나타나는 현상도 발생 하였다. 따라서 향후 기하학적 위치상 강원도 혹은 경기도지역에 로란-C 송신국을 추가 건설이 검토되어야 할 것이다. 결론적으로 본 논문의 연구결과 ASF 보정테이블 사용은 로란-C 위치오차를 크게 개선할 수 있었으며, 로란-C는 GPS의 BACK-UP 시스템으로 활용할 수 있는 충분한 가치가 있다고 판단되어진다.

참 고 문 헌

- [1] 국승기 “로란-C 성능개선방안 연구”, 한국해양대학교, 2005. 09.
- [2] 이창복 “NDGPS 시각동기기반 항법체계 기술개발 연구”, 한국표준과학연구원, 2005. 09.
- [3] 해양수산부, “전파표지(시스템과 그이용)”, 항로표지담당관실, 1996.
- [4] 해양수산부, “한반도에 적합한 로란-C”, 항로표지담당관실, pp.24, 1993
- [5] 이병곤 외1, “항로표지측정자료”, 여수지방해양수산청, 2005, 2004, 2003, 2002

구 자 헌 (具滋憲)



1998년 2월 : 광주대학교 전자공학과(공학사)  
 2006년 2월 : 조선대학교 정보통신공학과(공학석사)  
 1999년 12월~ : 해양수산부 위성항법중앙사무소(DGPS운영담당)  
 2004년 2월~현재 : 해양수산부 광주 해상무선표지소 (LORAN-C운영담당)  
 관심분야 : GNSS System, 전파항법, 항로표지 등

강 광 원 (姜光源)



2004년 2월 : 조선대학교 정보통신공학과 학사  
 2006년 2월 : 조선대학교 대학원 정보통신공학과 석사  
 2006년 3월 ~ 현재 : 조선대학교 대학원 정보통신공학과 박사과정  
 관심분야 : 멀티미디어 영상처리

안 영 은 (安瑛恩)



2004년 2월 : 조선대학교 수확전산 통계학과 졸업  
 2006년 2월 : 조선대학교 대학원 정보통신공학과 석사  
 2006년 3월 ~ 현재 : 조선대학교 대학원 정보통신공학과 박사과정  
 관심분야 : 정보통신공학

한 승 조 (韓承朝)



1980년 : 조선대학교 전자공학과  
 1982년 : 조선대학교 전자공학과 석사  
 1994년 : 충북대학교 전자계산학과 박사  
 1986년 6월 ~1987년 3월 : 뉴올리언스 대학 객원교수  
 1995년 2월~ 1996년 1월 : 텍사스 대학 객원교수  
 2000년 12월~2002년 2월 : 버클리대학 객원교수  
 2005년 11월~ 현재 : 조선대학교 정보전산원장  
 1998년 3월 현재 : 조선대학교 전자정보통신공학부 정교수  
 관심분야 : 정보보안, 컴퓨터네트워크, DRM, S/W 불법 복지방지시스템

박 종 안 (朴鍾安)



1975년 2월 : 조선대학교 공과대학 전자공학과 공학사  
 1978년 2월 : 조선대학교 공과대학 전기공학과 공학석사  
 1986년 2월 : 조선대학교 공과대학 전기공학과 공학박사  
 1983년~1984년 : 미국 Massachusetts 주립대학 전기&전자공학과 객원교수  
 1990년~1991년 : 영국 Surrey 주립대학 전기 & 전자공학과 객원교수  
 1975년~현재 : 조선대학교 전자정보공과대학 정보통신공학과 교수  
 관심분야 : 디지털신호처리, 멀티미디어 영상처리