

# Global Radio Navigation—A Challenge for Management and International Cooperation\*

汎世界的인 電波航法

—管理 및 國際協約을 爲한 挑戰—

J. M. Bucukers

〈要 約〉

常時 利用可能한 全天候, 汎世界的인 正確한 航法을 開發하는 것이 航海者들의 숙원이었다. 이제 시스템의 補完의 問題가 國際的인 規模에 適合이 맞추어 진다면 現時點의 技術로도 이 숙원이 앞으로 10년 내에 이루어 질 可能性이 尙보인다. 汎世界的인 電波航法은 그 定義上 受信地點이 아무리 멀리 떨어져고 고립되어 있다 하더라도 陸·海·空 어디서나 아무런 電波干涉 없이 受信될 수 있는 것이어야 한다.

汎世界的인 航法方式을 採擇하는 데 있어서 重要하게 考慮되는 事項은 干涉이 없는 周波數 스펙트럼의 利用과 電波航法の 送信仕様の 發刊이다.

國家安保를 위한 航海와 民間의 目的을 위한 航海 사이의 갈등과 國家間의 要求의 相異는 國家的 決定과 國際的 協力을 위한 意味있는 挑戰을 나타낸다.

送信局이 陸地에 있는 長距離航法方式 2가지, 즉 Loran-C와 Omega는 현재 시행되고 있으며, 인공위성항법방식이 앞으로 實現될 可能性이 있는데, 지금이 바로 行動을 취할 때라고 提案한다.

본 논문은 Loran-C와 Omega 방식의 技術仕様書 發行의 切실한 필요성과 이러한 汎世界的인 電波航法の 送信에 要求되는 周波數, 스펙트럼의 定義의 必要性을 기술한다.

그리고 국제 전기통신협회의 후원하에 1979年 Genova에서 열린 World Administrative Radio Conference에 앞서서 注意를 要하는 특별한 技術的인 分野에 대해서 記述한다.

## I. 序 論

現在 補完되고 있는 한가지 또는 몇가지의 電波航法方式을 利用하여 멀지않은 장래에 全世界를 航海할 수 있게 될 것이다. 세계의 항해자들은 신외할 수 있고 汎世界的이고 全權후인 航法方式을 오랫동안 꿈꾸어 왔는데 이 航法方式은 지금 실현 단계에 있다. 필자는 항해자들의 꿈이 실현되기 위해서 꼭 이루어져야 할 몇몇 行政的인 問題에 대해서 記述하고자 한다. 電波航法方式은 너무 多樣하여 政府는 이러한 方式들의 增殖에 대해 기술과 사용자 단제를 비판하게 되었다. 그러나 汎世

\* NAVIGATION, Journal of the Institute of Navigation, Vol. 23 No. 4, 1976~1977에 게재된 논문을 번역한 것임.

界的인 전파항법은 分野가 좁혀져서 5개의 方式만이 있을 뿐이다. 이러한 方式의 施行과 使用이 本論文의 主題이다.

## Ⅱ. 長距離 電波航法方式

(1) Loran C

(2) Omega

(3) 航海衛星

(4) USSR VLF "ALPHA"

(5) US Navy VLF 통신(이것은 안정된 位相傳送이 航海에도 이용될 수 있는 통신방식이다.)

航法은 安定된 周波數의 送信과 到着時間의 測定에 기인한다. 送信局이 陸地에 있는 4개의 航法方式은 地球의 만큼을 克服하기 위해서 超長波를 利用하는 반면에 衛星航法方式은 視線을 따라서 進行하는 高周波로 傳送한다.

投術的인 細部事項이나 여러 方式의 比較를 論하는 것이 本論文의 目的이 아니므로 더욱 詳細한 內容은 參考文獻을 참고하기 바란다.

長距離 航法方式의 歷史, 現在의 狀態 및 計劃을 좀 調査해 보면 몇몇 재미있는 情報를 提供해 준다. 그리고 오늘날 우리가 가지고 있는 것과 計劃段階에서 알고 있는 事項들이 다음 世記로 바뀔때 까지 우리와 같이 있다는 나의 믿음을 確實히 해 준다.

Loran A를 除外하고는(Loran A는 급박한 戰時의 必要性에 의해서 開發되었음) 모든 航法方式들이 Fig.1에 나타낸 바와 같이 着眼을 하고 부터 實施될 때까지는 10년 내지 20년 혹은 그 以上の 時間이 걸린다.

어느 國籍이든, 어떠한 目的이든, 모든 사람들에 의해서 使用될 수 있는 汎世界的인 電波航法方式의 資格을 갖추기 위해서는 相當한 必要條件이 滿足되어야 한다.

### 1. 刊行된 航法方式 仕様書

矛盾이 없으며 信賴받을 수 있는 航法方式이 되기 위해서는 刊行된 確固한 仕様書가 있어야 한다 만일 이 仕様書を 改正하고 싶을 때는 使用者에게 通知를 하여 使用者의 批判을 듣고 난 후에만 許諾되어야 한다.

一般的으로 規則을 設立하는데 쓰이는 이러한 과정은 使用者의 投資를 보호하고 技術의 發達로 인한 피해를 막아준다.

그렇게 하면 限定된 特定の 사용자보다 一般的인 사용자에게 利用될 때에만 航法方式의 向上 혹은 技能의 擴張에 協力하게 될 것이다.

### 2. 航法方式의 現況의 通報

언제든지 使用者가 航法方式의 現況을 判定하는 것이 可能해야 한다. 計劃된 送信中止時期도 充分한 時間여유를 두고 알려주는 것이 중요하다. 送信機 또는 時間 操切裝置의 고장으로 인한 航法方式의 機能의 경고도 그 고장이 생길 때, 그로 인한 사고와 불편을 最少로 줄이기 위해 使用者에

게 알려 주어야 한다. 傳播媒質의 영향을 받는 방식들은 現 情報를 줄 감시계통(Monitoring System)과 連結되어 있어서 航法의 성능을 열화시킬 가능성이 있는 現在의 狀態의 정보를 제공해 주어야 한다.

### 3. 使用者의 情報의 利用可能性

汎世界的 航法方式의 有効度는 使用者의 數와 그것이 作動하고 있는 地域範圍에 의해 測定된다. 즉, 最大의 効用을 爲해 신뢰할 만한 傳播範圍圖, 海圖, 送信局의 位置, 運用의 細部事項 등을 使用者側이 쉽게 入手할 수 있을 것이 必須條件이다.

### 4. 妨害波 除去

信號對 雜音比는 長距離 電波航法의 傳播範圍를 決定하는 主된 要素이다. 여기에서 雜音이라 함은 단순한 航法方式의 性能을 저해하는 效果를 가진 電磁波 에너지의 넓은 範圍를 포괄한다. 航法 施設에 있어서의 이러한 방해현상을 明白한 두 무리로 區分할 수 있다.

(a) 制御 또는 거의 修正할 수 없는 것.

- ① 多樣한 原因으로 생기는 大氣雜音
- ② 電氣的 機械裝置에서 생기는 雜音
- ③ 配電系統에서 생기는 雜音과 高調波

(b) 國內 또는 國際의으로 적절한 조치를 통해서 제거 또는 적어도 最少로 줄일 수 있는 것.

- ① 電波航法 施設 스펙트럼에 인접한 다른 施設의 變調 發射된 搬送波

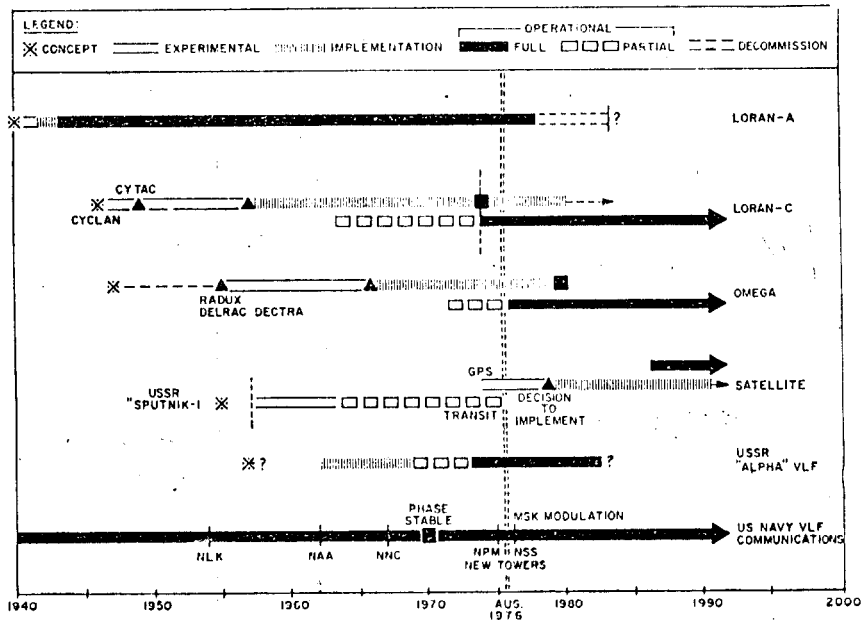


Fig. 1. Long Range Radio Navigation Implementation-Operation Schedule

- ② 電波航法 스펙트럼 내에서 變調 發射된 다른 施設들의 搬送波
- ③ 같은 電波航法 施設의 送信局間 干涉
- ④ 같은 스펙트럼에 대해 경쟁하는 他 國의 비슷한 電波航法 施設物
- ⑤ 電氣的 裝置에 固有한 一般的인 電磁波의 放射

### 5. 最少 保證 期間

새로운 航法方式을 採擇하는데 있어서도 使用者 社會에는 숨은 慣性이 있다. 이것은 最近 1974년 에 美國 연한 합류를 위한 電波航法方式으로서 Loran-C를 採用하고 Loran-A을 폐지할 것을 美運輸省이 發表하였을 때 노골화되었다. 5만 내지 10만의 使用者들이 영향을 받기 때문에 重復期間을 두는 것이 불가피하게 되었다.

最低 2년 最高 8년의 重復期間에 대한 公表가 있었다. 使用者는 새로운 方式의 就役後 最少 5年을 要求하고 있다. 그 이유는 분명한 것으로 大部分의 使用者가 航海計器에 투자할 때는 5년 내지 10년의 活用을 기대하는 主要한 구입품이기 때문이다.

使用者는 數年 以上 在來의 方式에 對한 關心을 길러 왔다. 使用者는 대부분 그의 생계를 위한 기반이 되는 資料를 모아 왔던 것이다. Loran-A의 경우 筆者의 추정으로는 最終 送信局이 그 方式의 壽命을 42년으로 하는 1985년 까지는 사라지지 않을 것이다.

Loran-C, Omega, Satellite 와 같은 우리의 現 狀況에 대해서도 이 思考方式을 바꿀 아무런 이 유도 없다. Loran-C와 Omega에 對한 使用者의 투자는 순조로우며, 이제 GPS 航法方式으로의 轉換이 決定될 때에는(이 決定은 1978년으로 豫定되어 있다) 이미 使用者의 投資가 競爭品인 Transit 에 상당히 投入되어 있을 것이다. 長距離이고 世界的인 電波航法方式의 改正令은 기술개발, 工具, 재고조사, 촉진, 분배 등의 면에서 전세계 산업의 상당한 실질투자를 유발한다. 또한 數萬의 利用者에 의한 규모는 작지만 집중적인 투자가 뒤따르게 된다. 결론적으로 말하면 地球上의 상당한 범위를 차지하는 航法方式을 바꿀 때는 그 방식 最少保證期間을 約束할 責任을 져야 한다는 것이다. 이것은 長期運用을 爲한 基金問題를 불러 일으킨다.

### Ⅲ. 汎世界的 航法方式을 爲한 基金

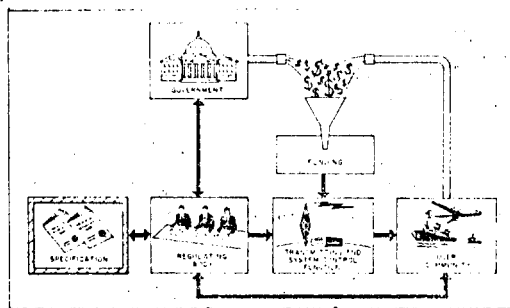


Fig. 2. Funding for Navigation Systems

電波航法이라 하면 우리가 航海하거나 位置를 求하는데 必要한 信號를 發射하는 送信局의 一連으로 생각하는 경향이 있다. 사실은 電波航法의 運用에는 훨씬 더 많은 것이 必要하다. Fig.2가 이것을 설명한다.

첫째로 方式仕様과 이것을 調節하는 機關이 必要하다. 이것이 있어야만 豫定되고 統制된 方法으로 送信機能이 집행될 수 있다. 둘째로 가장 중요

한 利用者가 있어야 하며, 이용자 없는 방식은 있을수 없다. 마지막으로 이 모든 것을 생기게 하는 初期 및 繼續的인 基金이 필요하다. 이 要素들이 適切한 相互作用은 方式의 成功에 불가결하다. 그러므로 좀더 연구해 보자.

電波航法方式의 基本的인 두가지 用途는 國防用과 國防用이 아닌 民間用이라 구분 수 있는 많은 應用이다.

이 두 集團의 要求와 目標은 Table.1에 나타낸 바와 같이 重要한 差異가 있다.

美國에 있어서 民間 航法方式을 爲한 基金은 租稅 및 運輸省을 通한, 航法施設에 對한 特定稅金 또는 利用料로 부터 나온다.

國防省은 國防에 요구되는 이들 航法施設에 責任을 지며 每年 豫算 속에서 聯邦政府의 租稅基金을 이 目的을 위해 充當한다.

Fig. 2에 있는 모든 要素들 즉, 仕様, 調節機關, 送信機能, 利用者 및 基金이 國防體制를 위한 것은 國防省에 있고, 民間 航法方式의 경우에는 權限과 責任이 서로 다른 여러 곳에 있다. 利用者 集團은 別途이다. 즉, 調節機關은 國際的이거나 國際條約에 의해 統制된다. 基金은 여러 곳에서 나오고 送信責任은 分散되어 있다. 後述하는 바와 같이 仕様に 있어서는 더욱 심하다.

오늘날 長距離 航法方式은 어떻게 分類되는가? 前述한 바에 비추어 보면 이에 대한 답은 우리가 期待할 수 있는 몇가지를 지시해 주지만 成功的인 汎世界的 電波航法方式을 확보하기 위해 우리 개개의 機構를 通해서 우리가 해야할 더욱 重要한 것을 아마도 지시해 줄 것이다. 國防省의 基金支援을 받는 航法方式은 Fig. 3과 같다.

#### IV. 實行的 必要性—現在

國防用 電波航法方式의 民間用에의 轉換은 政府, 管理 및 國際的 協力에 대한 挑戰을 불러 일으

Table 1.

Civil	National Defense
● Safety	● National Security
● Economic Benefit	● Vulnerability Under Attack
● National Necessity (Emergency Services-Resource Exploration Policing Maritime Limits, Etc.)	● Vulnerability to Jamming
● Commitment to International Treaty	● Flexibility
● Independent Users	● Captive User
● Static Requirements	● Changing Requirements
● Technical Development of Minor Importance	● Latest Technology Important
● Regulation by Statute or Treaty	● Self Regulating

킨다. 民間 航法方式으로서의 滿足스러운 運用을 위해서 앞서 언급한 5가지의 必須條件은, 使用者를 포함한 모든 조직이 單一機構의 權限下에 있을 때에는 반드시 適用되는 것은 아니다. 航法方式의 仕様을 發行할 必要가 없으며, 實際로 발행하지 않는것이 國防憲章에 더욱 일치될지도 모른다. 方式現況에 關한 情報의 配布에 있어서도 마찬가지로 國際的으로는 勿論 國內的으로도 一般大衆과 相對하기 위한 機構는 國防省을 通해서는 不可能하다.

마지막으로 保證期間은 적어도 國防用 航法方式의 關心거리가 될 수 없다.

國防用에서 民間運用으로의 轉換을 이룩하고 効率的인 汎世界的 航法方式을 마련하기 위해서는 國內的 國際的인 有用한 行政機構를 통해 5가지 必須條件을 강력히 주장해야 한다. 航海學會의 이번 國際的 會議는 要求되는 目標를 달성하기 위한 個個의 政府의 實行을 자극할 영향력이 있는 技術者들이 이런 問題에 주목하도록 하는 最上의 批評이 될 것이다. 實行을 必要로 하는 3가지 項目을 분명히 밝히고자 한다.

### 1. 航法方式의 仕樣의 發行

두 長距離 航法方式, 즉 Loran-C 또는 Omega의 어느 것도 裝備設計者와 利用者가 참조할 수 있는 公式 發行된 仕樣書가 없다. 그러한 事實은 政府內 관계자, 使用者, 그리고 製造者에게 認識되고 있으며 그 결함을 극복하기 위한 努力이 行해지고 있다. 서로 獨立된 두 組織인 The Wild Goose Association(for Loran-C)과 The International Omega Association이 積極的인 活動을 펴고 있는데, 이 두 組織의 會員들은 통제권을 통하여 最終的인 刊行을 위한 航法方式의 仕樣을 公式化하기 위해 政府內에서 일하고 있다.

그러나 몇가지 장애물들이 있다. 定儀를 요하는 航法方式의 一面이 있다; 어떤 分野에는 國際協定이 必要하며 적어도 한 項目에 있어서는 周波數의 配定과 管理를 위한 國際機構인 國際電氣通信聯盟(International Telecommunications Union; ITU)을 통과할 것이 要求된다.

몇가지 예를 들면;

- (a) Omega方式의 固有 周波數에 對한 政策의 明確化.
- (b) Differential Omega Corrections에 대한 體裁의 標準化.
- (c) Differential Omega Corrections의 通報를 위한 國際的인 周波數의 配定.
- (d) Loran-C 방식에 있어서 送信局 相互間 其他의 通信의 標準化.
- (e) 國際的인 基本 Loran-C 반복주기 構成에 대한 동의와 確定.

이들 項目에 대해 詳述하겠다. Omega 航法方式의 8개 送信網에 있어서 各 送信局은 航法用(10.2, 11.33, 13.6KHz) 이외의 다른 周波數들을 發射할 能力이 있다. 이들 周波數들은 독특한 것으로 알려져 있다. 筆者가 알기로 이들 주파수의 送信과 利用에 대한 國際的인 計劃은 없지만 이들 周波數의 存在가 使用者의 裝備設計와 전반적인 方式의 性能을 左右한다. Fig. 4에서 보는 바와 같이 소비에트의 "Alpha" 방식을 포함하여 모든 送信周波數가 밀집되어 있어서 受信器의 設計에 있어서 아마도 餘分의 選擇性을 要求하게 된다. 그러나 모든 送信局이 固有의 주파수를 송신하므로 自動受信器의 同期 및 演算과정을 간단하게 하며, Ambiguity의 區別에 부가적인 情報를 제공한다.

Omega를 Differential 方式으로 運用하면 그 精度에 있어서 約 10倍의 局地的인 增加를 보여 준다. Omega 信號의 이러한 使用方式은 數個國에서 채택되어 상당한 成功을 거두고 있다. 예를 들어 陸上局이 Omega 信號를 受信하고 그 情報를 부호화하여 통신망을 통하여 인근 1~2백 海哩의 船舶에게 通報한다. 船舶의 受信器는 이 情報를 復독하여 船舶에서 受信한 Omega 信號에 수정을 가

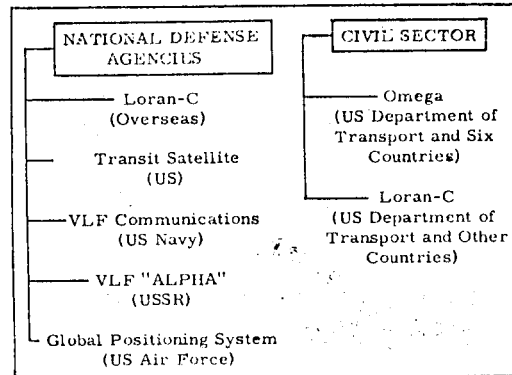


Fig. 3. Funding for Long Range Radio Navigational Aids

하는 것이다. 여기서 중요한 것은 通報用 周波數와 이 修正値를 送信하는 書式이다. 만일 共通의 周波數와 共通의 書式이 全世界에 使用된다면 本方式 運用에 重大한 利益이 될 것이다.

Loran-C 航法の 100KHz 地表波는 精密한 航海에 安성맞춤인 높은 安定性을 가지고 있음이 立證되었다. 送信 펄스에 適當한 變調를 함으로써 高信賴度의 通信手段이 可能하며 現在 몇몇 체인에 使用되고 있다. 이 方式은 利點이 있기는 하지만 Loran-C 方式을 위한 仕樣에 있어서 주의 깊은 고려를 要한다. Loran-C는 근본적으로 電波航法方式이므로 通信이 航法の 性能을 방해하거나 지장을 주어서는 안된다.

航法の 精度가 유지된다는 것을 保證하기 위해서는 受信裝置가 變調를 正確하게 하도록 設計되도록 正確한 變調技術이 明示되어야 한다. 마지막으로 Loran-C의 全世界的인 利用을 위한 체인의 반복주기 구성에 關한 例를 든다. Loran-C에 있어 모든 체인은 時分割多重方式에 의거 90~110KHz 스펙트럼을 共有한다.

本方式 內의 個個의 체인은 主局과 從局順序의 反復 周波數에 의해 구별된다.

예를 들면 美國 東岸에 있는 모든 局은 매 99.3ms마다 8個의 펄스를 發射하고 北大西洋의 局은 같은 펄스를 79.3ms마다 發射한다. 다른 체인의 送信局들에서의 發射가 航法과 位置에 對한 本方式의 精度를 減少시키는 結果를 가져오는 이른바 반복주기 상호간섭을 일으킬 수가 있다. 이 반복주기 상호간섭의 原因과 影響에 대해 적지 않은 關心이 있어 왔다. 重要的 것은 그 影響을 全世界의 體制下에서 체인 反復周波數를 細心히 選定하면 事實上 除去할 수 있다는 것이다. Loran-C 實行計劃이 지금 美國과 캐나다에서 推進中에 있고 소련과 많은 다른 나라에서도 그 採用을 考慮하고 있는 것으로 안다. 그러므로 全世界的인 體制로 採用되기 위한 반복주기 구성에 대해 國際的으로 協定을 하는 것이 最急先務이다. 그리고 國際的인 體制에 緊急한 注意를 要하는 두번째 事項이 있다.

## 2. 90~110KHz의 航海用電波帶 內에서의 混信 除去

航法方式을 위해 期待되는 精度와 利用範圍를 가지기 위해서는 送信波의 受信에 混信이 없어야 한다. 이는 帶域 內의 發射와 인접한 帶域의 發射에 對한 全世界的인 周波數 割當에 細心한 注意를 要한다. 例를 들면 ITU의 地球分割表의 第2區域에서만 이 Loran-C가 運用되는 90~110KHz의 周波數帶에서 優先權을 가진다. 第1區域과 第3區域에 있어서 電波航法은 固定局 및 移動局 通信網과 同等한 調節權을 가지고 있어서 航法施設 運用의 質을 저하시키는 高질적인 混信을 만들어 낸다. 벨기에의 브뤼셀에서 찍은 75~125KHz 스펙트럼의 사진은 이를 잘 說明해 준다. 그것은 周波數帶가 75~125KHz帶 內에 병존하고 있는, Prague 市の 呼出符號 OTL-1과 OTL-2의 送信所를 보여 주고 있다.

이러한 조건하에서 成功的으로 運用되기 爲해서 受信裝置는 混信除去裝置(Notch filters)가 必要하다. 이것은 꽤 滿足스럽기는 하지만 作動을 복잡하게 하고 性能을 低下시키고 受信器費用을 增加시킨다. 더우기 한 장소에서 만 곳으로 움직일 때는 여러가지의 混信을 除去하기 爲해서 계속적으로 調節을 해야 한다. 아이러니컬하게도 最近의 標準 周波數 發生 技術의 進보가 混信문제를 더 악화시켜 놓았다. Loran-C 펄스 送信은 90~110KHz帶 어디서나 線 스펙트럼을 만들어 낸다. 各 線

스펙트럼은 펄스 反復周波數를 略號化한 位相에 對應하는 周波數에 依해 分離된다. 만일 이 線들中에 어느 하나라도 混信으로 位相이 變형되면 航法方式의 双曲線 그리드(Navigation system hyperbolic grid)에 offset를 만들어 낸다. 混信 근원지로 부터의 UTC에 동조된 安定 周波數 送信은 Loran-C 스펙트럼 線과 밀착성이 있는 位相이다. 그래서 그리드 offset가 생긴다.

3. 混雜한 超長波(VLF) 스펙트럼의 分析

國際的인 Omega 航法方式과 USSR "Alpha"航法方式에 의해 점유되는 VLF 스펙트럼에 注意를 해야 한다. 특히 모든 Omega 局들이 할당받은 公유의 周波數로 送信한다면 더욱 그렇다. 이는 10~15KHz 사이에서 할당받은 周波數 도표(Fig. 4)에 잘 說明되어 있다.

훨씬 더 큰 振幅의 大氣雜音 속에서 VLF 信號의 成功的인 受信과 처리를 위해 약 200Hz 以上の 受信器 帶域幅이 要求된다는 것은 一般的으로 用인된다고 筆者는 믿는다. 受信器의 帶域幅을 더 줄이면 大振幅의 大氣 脈스를 擴大하는데 도움이 될 뿐이며 그로 인해 願하는 VLF 信號位相은 더 교란을 받게 된다. 또 다른 考慮할 事項은 제한형 受信器에서는 選別에 의해 또는 線型 受信器에서는 利得의 감소에 의해, 또는 航法方式의 인접한 強한 信號에 의해 원하는 信號가 억제되는 것이다. 本 航法方式이 유지되어야 한다면 그 영향 역시 그대로 둘 수는 없다. 方式上의 混信 때문에 使用할 수 없는, 인접 送信局으로 부터의 強한 信號 때문에 遠距離로 부터 送信되어 安定性은 있지만 미약한 信號를 受信하는 경우 이것은 致命的인 것이 된다.

前述된 短評에서 보듯이 電波航法을 爲하여 "電波의 周波數 스펙트럼 割當"을 再考해야겠다는 結論을 내릴 수 있을 것이다. 多幸하게도, 1979년에 이것을 爲한 機會가 올 것인데 現在 그 準備作業

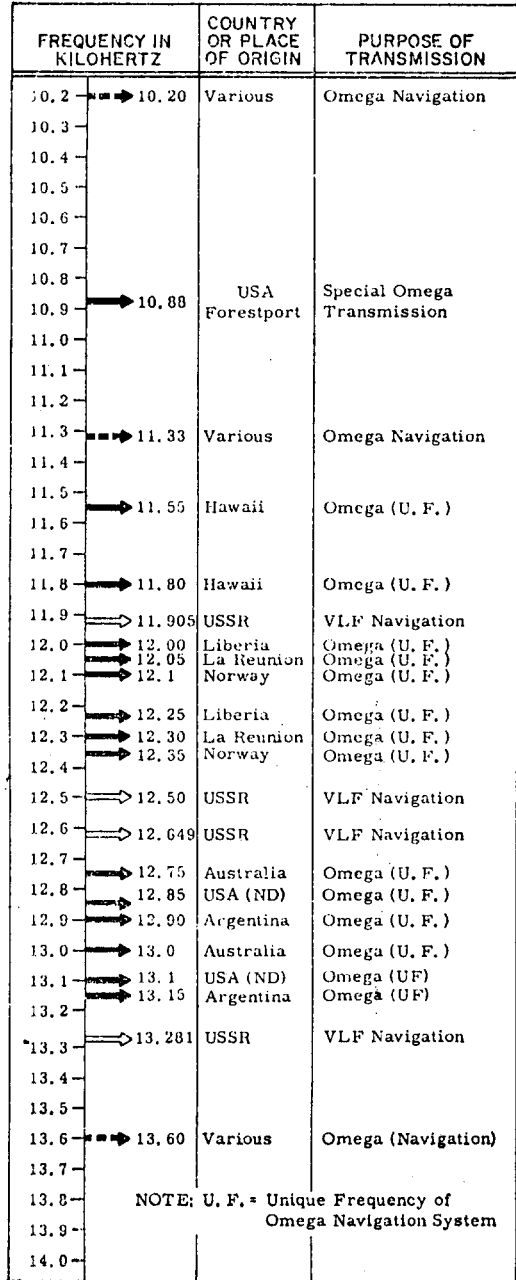


Fig. 4. Crowded Spectrum.



에 착수해야 한다. 이것은 ITU의 “世界電波事務會議”(a World Administrative Radio Conference)가 될 것이다.

世界的인 周波數 스펙트럼의 割當과 事務的인 業務는 스위스의 제네바에 本部를 두고 있는 ITU가 맡고 있다. 世界電波事務會議는 各會員國의 周波數 스펙트럼의 位置 配定에 關한 協議나 交涉를 하기 爲하여 때때로 召集된다. 어떤 特別會議와는 別個로 世界 一般電波事務會議(WGARC)는 1959년에 開催된 바 있으며 그 다음 會議가 20년이 지난 1979년에 열릴 豫定이며 現在 ITU에 加入하고 있는 148個國 中에서 많은 數의 國家들이 참석하게 될 것이다. 이러한 會議가 今世紀에는 더 이상 열리지 않으리라고 생각될 때 長距離航法에 要求되는 明確한 스펙트럼 設定을 爲한 이 會議의 重要性과 適時性은 너무나도 自明하다.

그 會議에서 취할 立場을 定하는 事務的인 節次는 國家別로 多樣할 것이다. 그런 뜻에서 美國에서 하고 있는 概略的인 段階를 살펴보는 것도 興味있으리라 생각한다. 미국에서는 周波數割當과 使用에 關한 重要問題들은 OTP(電氣通信政策事務局)의 擔當으로 되어 있다. 反面에 民間用이나 産業上의 問題들은 FCC(聯邦通信協會)의 소관으로 되어 있다. 政府와 非政府間의 立場은 FCC와

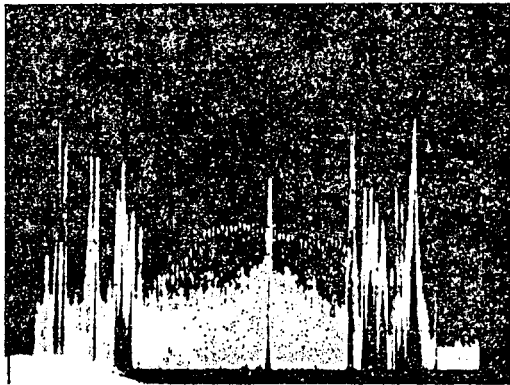


Fig. 5. LF Spectrum 75~125kHz in Brussels, Belgium.

OTP 사이에서 협의되어 美政府가 提案할 草案을 작성하고 있으며 이 提案들은 ITU 世界 會議에 提出하기 爲해서 國務省에 建議된다. 그들의 提案을 發展시키기 爲해서 OPT는 여러 分科委員會와 Ad Hoc Groups로 부터 助言을 받고 있는 各部署間 電波諮問委員會의 諮問을 받고 있다.

FCC는 公청회를 통한 大衆과의 접촉을 通해 議案을 만들고 있다. FCC는 또 特別히 마련된 内部 機構뿐만 아니라 FCC의 副機關長이 會長을 맡고 있는 産業諮問會로 부터 도움을 얻고 있다. 要約하면 美國에는 모든 市民, 民間과 産業團體, 또는

政府代理團體 등이 그들의 立場을 代辯하고, 必要하다면 美國案에 考慮하도록 國務省에 建議할 活路가 있다는 것이다.

## V. 結論 및 勸告事項

本 論文은 바람직한 利用範圍와 精度를 얻기 爲한 長距離 電波航法方式들의 올바른 施行은 國內的, 國際的 調節過程에 對한 挑戰임을 알리기 爲해서 記述되었다. 아마도 가장 重要한 結論이라는 것은 이들 航法方式들이 採用되려면, 10년이나 數十年에 걸쳐서 運用해 보고, 30년이나 그 以上の 수명이 있어야 한다는 것이다. 따라서 現在와 같은 實行段階에서 어떤 調節機構에 의한 行動을 고 취해야 한다는 것이다. 어떤 國際的인 機構가 活動하려면 會議의 召集도 힘들고, 또 그 進歩도 必然的으로 느려지기 때문에 ITU 世界電波會議에 특히 이것을 當부하고 싶다.

## 汎世界的인 電波航法

美國에서는 많은 政府機構와 國民組織에 의해서 準備作業이 現在 進行되고 있는데 特殊周波數帶域內에서의 電波航法 業務에 우선 順位를 부여하는 立場을 취하게 될 것이다. 本 論文이 바라는 바는 他國家들 사이에서도 行動을 자극시켜서 世界的인 電波航法이 目的하는 利用範圍와 精度面에서 멀지 않은 將來에 實現이 可能하도록 하자는데 있다.

本 論文은 特히 다음 事項들을 勸告한다.

- ① 長距離 電波航法方式의 細則發刊에 우선 順位를 부여할 것.
- ② Loran-C 航法方式을 위한 反復周期割當을 國際的으로 一致시킬 것
- ③ Loran-C 方式用的 通信을 爲해서 일반적인 書式을 確立할 것.
- ④ 現在는 第2區域에서만 有效한 電波航海業務에 所要되는 90 내지 110KHz의 周波數 스펙트럼에 于先順位를 提供할 것.
- ⑤ 國際 Omega 航法方式의 固有周波數의 國際的인 統一을 기할 것.
- ⑥ Omega에 더퍼렌셜方式(differential mode)을 採用할 때는 位相修正值通信을 爲하여 周波數를 割當시키고 通信書式을 確保할 것.

## 參 考 書 籍

아래에 紹介하는 參考書籍으로 부터 여러분은 長距離 航法과 그의 未來의 計劃과 狀況에 對한 問題點들에 關하여 더 많은 背景과 知識을 얻게 될 것이다. 參考文獻中 몇몇은 더 넓은 범위의 참고서적을 紹介해 주어 上記 問題를 폭 넓게 理解할 수 있도록 해 줄 것이다.

1. Navigation Systems, G. E. Beck, Aeronautical Division, The Marconi Company Limited, Van Nostrand Reinhold, London, 1971.
2. Radio Aids to Navigation for the U.S. Coastal Confluence Region, Prepared by Polhemus Navigation Sciences, Inc. for the Department of Transportation, U.S. Coast Guard, Vols. 1, 2, 3 and 4, March 1972.
3. Hearings before the Subcommittee on Coast Guard and Navigation of the Committee on Merchant Marine and Fisheries. House of Representatives Ninety Third Congress, Second Session on H.R. 13595, March 26, 28 and April 25, 1974.
4. "A Survey of Satellite-Based Systems for Navigation," K. MacDonald, Navigation, 301, Vol. 20, No. 4, Winter 1973-74.
5. "A Review and Applications of VLF and LF Transmissions for Navigation and Tracking." John M. Beukeres, Navigation, 117, Vol. 21, No. 2, Summer 1974.
6. "Radio Navigation in North America .. the next 25 Yeares," John M. Beukeres, Navigation, 1, Vol. 21, No. 1, Spring 1974.
7. "Accuracy Limitations of the Omega Navigation System Employed in the Differential Mode," John M. Beukeres, Beukeres Laboratories, Inc. presented to ION Conference, October, 1973.
8. "Medium Accuracy, Low-cost Navigation: Loran-C vs. the Alternatives," James P. Van Etten, ITT Avionics Division. Presented at the 30th Technical Meeting of the Avionics Panel. Advisory Group for Aerospace Research and Development, Sandefjord, Norway, September, 1973.
9. "Navigation Systems: Fundamentals of Low and Very Low Frequency Hyperbolic Techniques," James P. Van Etten, ITT Avionics Division, Printed in ITT Journal Electrical Communication, Vol. 45, No. 3, September, 1970

韓國航海學會誌, 第1卷 第1號, 1977.

10. "Meeting the Maritime Requirements in United States Waters," D. T. Haislip and A. Goldsmith; Navigation, Vol. 21, No. 2, Summer, 1974.
11. "Loran-C Phase Code and Rate Manipulation for Reduced Cross-Chain Interference," Cdr. William F. Roland; Presented at the 3rd Annual Convention of the Wild Goose Association, New Jersey, October, 1974.
12. "Radionavigation Activities Within the Department of Defense," R. N. Parker, Navigation, Vol. 21, No. 2, Summer, 1974.
13. "The Impact of the Choice of Frequency and Modulation on Radionavigation Systems," J. R. Johler; Navigation, Vol. 21, No. 3, Fall, 1974.
14. "The Impact on Canada of The United States Decision to Deploy Loran-C for Their Coastal and Confluence Region," R. M. Eaton; Canadian Aeronautics and Space Institute Symposium on Navigation and Resources Management, Ottawa, November, 1974.
15. "The CCIR and Radio Propagation-A Mini-Review," Harold T. Dougherty and Ernest K. Smith, Institute for Telecommunications, U.S. Dept. of Commerce (accepted for publication in November, 1976 by the IEEE Trans APS).
16. "The International Radio Consultative Committee (CCIR) Part 1 and 2," Ernest K. Smith and Richard C. Karby, IEEE Communications Society, Vol. 12, No. 4, pgs. 11-18, 1974. (Part 1); IEEE Communications Society, Vol. 12, No. 5, pgs 12-19, 1974 (Part 2).
17. Wild Goose Association Proceedings of the 4th Annual Technical Symposium, 16-17 October, 1975. Hunt Valley, Maryland.
18. Proceedings of the Loran-C Workshop, Prepared by Dr. Gabriel Frenkel, Computer Sciences Corporation in cooperation with the Wild Goose Association; Sponsored by Department of Transportation. U. S. Coast Guard, Gettysburg, Pa., June 5-7, 1974.
19. "Omega," E. R. Swanson, Navigation, 168, Vol. 18. No. 2, Summer, 1971.
20. "The Development of Long-Range Hyperbolic Navigation in the United States." J. A. Pierce and R. H. Woodward, Navigation, 51, Vol. 18. No. 1, Spring 1971
21. Meeting the Priority Radio Navigation Needs of the United States, Final Report, Dr. Arthur Goldsmith, Office of Secretary Department of Transportation, September, 1973.
22. Omega Navigation System-A Very Low Frequency Radio Aid to Navigation," Commander J. C. Richardson, USN, Presented at RTCM Assembly Meeting, April, 1973
23. "Omega-A Worldwide Navigational System," Pierce, Palmer, Watt and Woodward, Omega Implementation Committee, P&R Pub. No. 836B, Pickard & Burns Electronics, May, 1966.
24. The Development of Loran-C Navigation and Timing, G. Hefley, U.S. Department of Commerce National Bureau of Standards. NBS Monograph 129 (7 References), October, 1972.
25. "How to Harvest the Full Potential of Loran-C," L. F. Fehlner and T. A. McCarty, Navigation, 223, Vol 21, No. 3, Fall, 1974.
26. The Loran-C System of Navigation, Jansky & Bailey, report prepared for the U.S. Coast Guard, February, 1962.