

中波放送에서의 技術的 懸案問題

徐 廷 旭

電子工學會 理事, 工博

1. 머리말

中波放送은 1920년에 美國에서 시작되어 우리나라에 있어서도 그로부터 7년 後인 1927년에 放送이 개시되었으므로 벌써 50년 歷史를 갖게 되었다.

現在 中波 라디오 放送은 세계 대부분의 나라에서 실시하고 있으며 우리나라는 약 400萬台, 미국은 약 3億 4千萬台, 日本은 약 4,000萬台, 西獨은 약 2,000萬台的 受信機가 보급되고 있어¹⁾ 先進國에선 中波放送은 확실히 飽和狀態에 달한 감이 있다. 그 밖에 아시아, 아프리카 등의 新生國家에서는 中波放送은 最近 활발히 행하여지고 있으며 이때문에 우리나라는 많은 受信機를 輸出하고 있다. 따라서 이러한 中波放送에 대하여 더 거론할 일이 남아 있는가 하고 의문을 가질 수도 있지만 실은 先進國에서의 라디오 放送의 飽和狀態와 新生國家에서의 中波放送의 強化策 間에는 中波放送用 周波數를 둘러싼 對決問題가 發生하여 放送이 그 歷史의 문을 연 지 50년이 지난 오늘날 다시 한번 中波放送의 技術문제에 對하여 논의하지 않으면 안될 必要性에 이르렀다.

中波放送帶의 다이알을 한번 아래서 위까지 둘러보면 거기엔 各種 言語의 파노라마, 國際善隣을 目的으로 한 PR, 그중에는 敵意에 찬 中傷誹謗까지도 합친 그야말로 環境汚染에 허덕이

는 20세기 文明에 또하나의 電波汚染이 存在하고 있다. 여기에 이와 관련된 몇가지 中波放送에서의 技術的 懸案問題를 해설한다.

2. 中波放送에 관련된 技術問題²⁾

가. 音聲放送 無線周波 保護比 (Sound Broadcasting RF Protection Ratios)

周波數割當委員會(Frequency Assignment Committee)는 그 업무의 기초를 公認된 無線周波保護比에 두고 있는데, 이 無線周波保護比를 適用해야 하는 最小 電界強度는 周波數와 써비스의 種類에 따라 地域마다 다르다.

無線周波保護比는 원하는 無線周波信號對 干涉無線周波信號의 比인데, 이것은 어느 特定한 조건하에서 受信機의 出力段에서 音聲周波保護比를 얻을 수 있게 한다(CCIR Recommendation 447에 의하면, 音聲周波保護比는 主觀的으로 定義되는 受信 Quality를 얻기 위해 필요하다고 인정되는 音聲周波 保護對 干涉比의 公認 最小值이다).

1) 원하는 信號와 干涉信號의 상대가 모두 安定한 경우(地表波 信號에 의한 干涉을 받는 地表波 信號): Technical Committee와 Radio Programme Committee의 견해에 의하면, 원하는 信號와 干涉信號가 다같이 安定되어 있을 때 즉 晝間의 地表波 써비스에서는 最小 30db의 同一채널 無線周波保護比가 필요하다.

2) 안정한 원하는 信號와 불안정한 干涉信號의 경우(空間波信號에 의한 干涉을 받는 地表波信號): 일반 청취자들은 같은 中央值의 안정한 干涉보다 불안정한 干涉에 대해 더 민감하다는 것이 실험적으로 증명되었다(세부사항은 CCIR 보고서 298-2 참조). 만일 안정된 干涉과 불안정한 干涉, 즉 晝間과 夜間조건에 대해 동일한 質基準이 채택된다면 夜間에는 保護比가 30db 이상이 되어야 한다는 뜻인데 이러한 保護比는 실제적으로는 維持 不可能할 것이다.

그러므로 일년 중 적어도 50%는 子正의 無線周波保護比가 30db가 되어야 한다는 것이 적절하다고 결론지을 수 있다. 이는 干涉信號가 안정되어 있는 경우보다 불안정한 경우에 質이 보다 저하된다는 것을 인정하는 것이다. 이 제한 조건은 단지 써어비스 지역 외곽의 청취자에게만 적용되는 것으로서, 대부분의 청취자는 보다 나은 保護를 기대할 수 있을 것이다. 50% 이외의 경우에 대한 保護比는 CCIR 보고서 264-2의 공식 (4)에서 계산된다.

3) 불안정한 원하는 信號와 안정 또는 불안정한 干涉信號의 경우(地表波 또는 空間波信號에 의한 干涉을 받는 空間波信號): 空間波 써어비스의 특징은 傳播(propagation) 효과가 일반적으로 受信信號의 質의 低下를 招來한다는 것이다(예를 들면, 選擇性 fading에 의한 찌그러짐) 이러한 사실 때문에 空間波 써어비스에서는 地表波 써어비스에 의해 더 낮은 保護比가 적용되어야 한다고 생각된다. 현재 얻을 수 있는 정보는 불충분하지만, 일년 중 50%에 대해서는 子正의 無線周波 保護比로 27db를 사용할 것을 권고한다. 일년 중 50% 이외의 비율에 대한 保護比는 CCIR 보고서 264-2의 공식 (4)에서 계산된다.

4) 相對 無線周波保護比: 일단 同一 채널 無線周波保護比가 결정되면 안정 또는 불안정한 원하는 信號와 안정 또는 불안정한 干涉信號 사이의 搬送波 周波數 간격의 函數로 표시된 隣接 채널 간의 無線周波保護比는 다음 (그림 1)의 곡선으로 표시된다.

곡선 A; 高忠實度 送信에서와 같이 送信機 入力段에 낮은 變調 compression을 가했을 때

곡선 B; 送信機 入力段에 높은 變調 compression(曲線 A의 경우보다 적어도 10db 이상)을 가했을 때

곡선 C; 곡선 A와 같은 compression이지만 送信機에서 가청주파 帶域幅이 4.5kHz로 제한되어 있을 때

곡선 D; 곡선 B와 같은 compression이지만 送信機에서 가청주파 帶域幅이 4.5kHz로 제한되어 있을 때

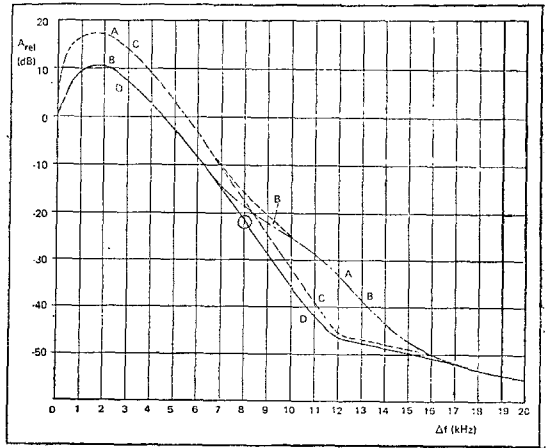


그림 1

變調 compression은 원하는 信號와 원치않는 信號에 동시에 적용된다. 결론적으로, 周波數使用計劃 목적으로 相對 保護比를 決定하는 때는 曲線 D를 사용할 것을 권고한다. 이는 장래의 모든 送信機는 위에서 설명한 바와 같이 제한된 帶域幅과 높은 compression을 이용해야 한다는 것을 의미한다.

나. LF 및 MF 帶域에서 채널 간격의 選擇³⁾

1) Area coverage에 대한 채널 간격의 영향: 주어진 周波數 帶域에서 채널 간격을 늘이면 이용할 수 있는 채널數가 줄어드는 것은 당연하다. 예를 들면, 中波放送帶域(band 6)에서는 8, 9, 10kHz의 채널 간격에 대해 각각 135, 120, 108 채널을 얻을 수 있다. 채널 간격의 選擇에 있어 가장 중요한 기준은 coverage에 대한 영향인데 특히 어려운 것은 夜間의 coverage이다. 이는 地表波 및 空間波 써어비스에 대해 모

두 검토되었다. 첫째로 두 종류(地表波 및 空間波)의 coverage는 同一채널 送信機간의 거리에 비례하여 증가한다. 妥當한 비교를 하기 위해서 어느 일정 지역내에 동일한 수의 送信機를 割當하여 空間波 coverage의 채널 간격에 의한 變化를 조사하였다(같은 數의 送信機가 일정지역 내에서 운용될 경우 채널 간격이 좁아지면 채널 數가 늘어나 同一채널 내의 送信機는 줄어들어 同一채널 간섭은 줄어들지만, 채널 간격이 좁아지면 隣接채널 간섭은 증가한다). 이 조사에는 CCIR Recommendation 449-1의 相對 無線周波保護比 曲線을 사용하여 同一채널 및 隣接채널 간섭에 의한 障害를 모두 포함하였다(이는 送信機와 보통 受信機에서 현재 사용하는 대로 10kHz의 AF 帶域幅을 조사에서 假定했음을 의미한다). 이러한 假定下에서는 채널 간격에 관계없이 reproduction quality는 일정할 것이다. 또한 사용된 曲線에서는 送信 變調帶域幅을 제한함으로써 얻어지는 어떠한 잇점도 포함되어 있지 않다. 지금까지 수행된 다른 조사에서와 마찬가지로, 이번 조사의 결과도 7, 9, 10kHz의 간격과 비교했을 때 8kHz의 간격이 가장 높은 area coverage를 가지고 있다는 것이다. 表1에 空間波 서비스의 실제 경우에 대한 수치적인 例를 들었다.

表 1. 空間波 서비스에서의 相對的 Area Coverage

채널간격 (kHz)	7	8	9	10
상대적 Coverage	0.80	1.0	0.91	0.76
同一채널 送信機 간격 (km)	4,160	3,890	3,670	3,480

假定:

- i. 유럽 및 아프리카의 表面積 (42,000,000km²)
- ii. 총 432개의 送信機
- iii. 各各의 원하는 送信機는 3개의 同一채널 및 3개의 隣接채널 干涉 送信機에 의해 干涉을 받는다.
- iv. 電界의 中央值에 대한 동일채널 保護比: 27db
- v. 相對的 隣接채널 保護比: CCIR Recommendation 449-1
- vi. 空間波 傳播曲線: Com. T.(A) 185,

Appendix 및 예외적 경우에는 CCIR 보고서 264-2의 曲線

夜間의 地表波 coverage에 대한 연구는 아직 완전히 못하지만, 현재 상태(근본적으로 9kHz 간격)와 비교할 때 8kHz의 채널 간격이 더 큰 coverage를 얻을 수 있는 것은 확실하다. 이는 일반적인 送信機(配置) 格子를 사용하고 유럽/아프리카 지역에서의 실험적인 割當을 한 연구에 기초를 두었다. 또 현재상태에서 高出力 送信機(100kW 이상)에서는 同一채널 放送局이 隣接채널 放送局보다 10db 이상 有效 干涉레벨이 초과한다는 것도 밝혀졌다. 이는 간격을 9kHz 이하로 하여 더 많은 채널을 얻음으로써 同一채널內의 送信機數를 줄이면 同一채널內의 送信機間 거리가 늘어나 결과적으로 양호한 coverage를 얻는 결과가 된다는 것이다.

만일 가정한 傳播曲線이 有效하다면, 위의 연구는 LF 에도 똑같이 적용될 수 있을 것이다.

이는 一次 近似方法으로서 실현성이 있고 LF 에서도 역시 8kHz 간격이 유리할 것이다.

그러므로, 기술적 측면에서, 8kHz 간격은 LF 및 MF 대역에서 다같이 가장 큰 coverage를 가진다는 확실한 利點이 있으므로 8kHz 간격을 추천하고 있다.

2) 地域마다 다른 채널 간격을 사용했을 때의 결과: CCIR의 Study Group 10에서는 EBU의 제안(Draft Report 458(Rev. 1972), Item 3. 2.3)을 근거로 다음과 같이 언급하였다.

“공칭 搬送波 周波數가 搬送波 간격의 정수배 일때, 적어도 放送帶域 5와 6에서는 균일한 반송파 간격을 채택해야 한다(또 汎世界的인 觀點에서는 帶域 7을 포함해서 균일한 搬送波 간격을 채택하는데 대한 기술적 利點이 있다.)”

유럽/아프리카/아시아地域(ITU 第1 및 第3地域)에서 單一 채널 간격을 사용하지 않을 때의 影響을 결정하기 위한 조사를 하였다. 이 연구에서는 第3地域(아시아)에서 10kHz 간격, 第1지역에서 8kHz 간격을 假定했다. 理想的인 送信機 放送網을 假定하면, 8kHz 간격을 채택한 경우보다 약 47%의 通達範圍을 縮小(경제선에서 2,000km까지의 地域에서)이 있을 것이다.

또 경제선에서 2,000km 이상 떨어진 거리에

서도 어느 정도의 통달範圍손실이 있을 것이다.

위의 연구에서 확실한 결론을 짓는 것은 시기 상조이지만, 第1 및 第3地域에서 同一한 채널 감격을 채택하지 못했을 때 상당한 통달範圍손실이 있으리라는 것은 명백하다.

4) 5) 6) 7)

다. 水平으로 偏向된 안테나에서의 垂直輻射

1) 서어비스의 質

水平으로 偏向된 안테나에서의 垂直輻射는 사실상 傘서어비스 地域으로의 傳播가 단지 空間波에 의하는 夜間에만 有效하다. 그러므로 그 質은 空間波 서어비스를 나타낸다고 할 수 있는데, 이는 地表波 放送에 의한 것보다는 낫다.

2년동안 스위스의 Beromunster에 있는 1,562 kHz 送信所는, 청취자가 자동차안에서 듣거나 또는 휴대용 受信機로 들을 때와 같이 音質에 신경을 별로 쓰지 않을 때 일반적으로 만족할 만한 서어비스를 제공하였다.

fading이 훨씬 자주 일어나기는 했지만 그 持續時間이 보통 垂直안테나의 空間波 서어비스 地域에서 경험할 수 있는 것보다 짧기 때문에 별로 불유쾌하지 않다는 결과를 얻었다.

水平으로 偏向된 안테나에서의 서어비스가 垂直으로 偏向된 안테나에서의 서어비스와 다른 점은 電界強度가 넓은 地域에 걸쳐 相對적으로도 균일하다는 것이다. 이 地域의 範圍는 낮은 大地 導電率이나 산이 많은 周圍환경에 영향을 받지 않는데, 이들은 地表波 서어비스의 coverage를 심하게 제한하는 것들이다. 水平안테나의 경우에도 地表波와 空間波가 간섭하는 地域이 있지만 이것은 매우 작다. 특히 大地 導電率이 높은 곳, 예를들면 Beromunster의 경우에는 半徑이 20km 정도이다.

空間波 서어비스를 干涉으로부터 保護하는 것은 특히 중요하다. 干涉의 심한 증가는 커버하는 全地域에 걸쳐 空間波 서어비스에 심각한 영향을 끼칠 수 있다. 반면에, 地表波 서어비스에 의해 커버되는 地域은 단지 외곽 地域만이 심각한 영향을 받을 것이다. Beromunster에서의 경험에 의하면, 日出후에 電界強度가 떨어지는 비율이 200km 이내의 거리에서는 원거리의 경우

보다 느리고, 마찬가지로 日沒후의 減衰도 가까운 거리에서 작다. 이러한 効果는 겨울보다 여름에 더욱 심하게 일어난다. 서어비스를 할 수 있는 시간이 계절에 따라 변하지만 이런 變化는 日沒과 日出사이의 變化보다 심하지 않은 것은 이러한 이유 때문이다.

2) 混信問題

1972년 제네바에서 열린 CCIR Study Group 10의 中間會議에서 다음과 같은 결론이 내려졌다(보고서 AA/10, Section 5.3).

원거리에서의 電界強度는 水平다이폴의 경우 垂直안테나보다 15db 가량 낮다(온대地域에서). 또 낮은 仰角으로의 輻射를 제한하기 위해서 복잡한 안테나를 사용함으로써 더 많이 감소시킬 수 있다. 이러한 결론들은 단지 E-mode 傳播만을 假定한 理論的 연구에 근거를 두고 있다.

그러나 1,800km 떨어진 Helsinki에서의 Beromunster 기록에 의하면 電界強度가 E-mode 傳播에 대한 예상보다 훨씬 높았다. 이러한 불일치에 대해 B 연구반이 서둘러 연구하고 있는데, 임시적인 추정예에 의하면 multihop F-mode가 예상보다 훨씬 중요하고, 기록된 電界強度는 3F-6F mode 傳播에 의해 설명될 수 있다는 것이다. 단 하나의 long path에 대해서만 연구된 것이기 때문에 B 연구반의 연구 결과를 얻을 때까지는 최종적인 결론을 내릴 수 없지만, 당분간 원거리에서 야기되는 干涉 때문에 水平 안테나가 垂直 안테나에 비해 유리하다고 속단할 수는 없다.

3) 결론

水平으로 偏向된 안테나에서의 垂直輻射는 어떤 경우에는 상당한 가치가 있을 수 있다. 그러나 현재까지의 모든 정보로 볼 때, 高密度의 割當을 얻기 위한 방법으로써 이를 周波數割當計劃에 일반적으로 적용하는 것은 시기상조이다.

라. 低出力 送信機

1) 現在の 狀況

MF帶域에서의 現在狀況은 여러 가지 送信機 出力과 또 넓은 지역내에서 이 出力들이 얼마나 자주 사용되는 가를 확인함으로써 설명될 수 있을 것이다. 유럽(放送地域(소련, 아이슬랜드,

북아프리카 및 이태리(제외)에서의 狀況은 다음과 같다(1972년 1월 5일 현재).

- $p \geq 100kW$; 153個 事例*
- $100kW > p \geq 16kW$; 150個 事例
- $10kW > p \geq 1kW$; 105個 事例
- $1kW > p$; 65個 事例

*各 事例은 한 나라에서 運用된 單一 送信機와 同期 및 非同期方式의 送信機群으로 구성된 것이다.

MF 帶域의 121個 채널의 各 狀態는 全帶域에 걸쳐 대표한다고 할 수 있을 것이다. MF 帶域의 어느 특정한 부분에서의 특정한 出力水準의 사용에 대한 조직적인 연구가 없다(물론, 두 개의 국제공통周波數 1,484kHz와 1,594kHz는 제외) 그러므로, 미래에 여러 종류의 送信機의 割當에 대한 더욱 組織的인 연구에 의해 coverage 면에서 더 나은 결과가 나오지 않을까 하는 問題가 생긴다.

2) 高出力 또는 中間出力 送信機 放送網 속에 低出力 送信機를 挿入하는 영향: 高出力 또는 中間出力 送信機의 一般的인 放送網 속에 하나 또는 그 이상의 低出力 送信機를 挿入하는 것은 항상 地表波 및 空間波의 전체 area coverage를 감소시킨다. 예를 들면, 空間波 coverage를 제공하고 高出力 送信機들의 一般 放送網 사이에 1.5kW 送信機들을 첨가시키면, 全體 area coverage의 10% 이상을 감소시킨다. 마찬가지로 地表波 coverage를 제공하는 中間出力 送信機들의 一般放送網 사이에 0.5kW 送信機들을 紹介시키면 全體 area coverage의 약 10%를 감소시킨다. 그러므로 現 단계에서 area coverage 면에서 보면—population coverage와는 별도로—現在와 같이 高出力, 中間出力 및 低出力 送信機들을 同一 채널에 割當하는 것을 중단한다면 더욱 効果的인 周波數 스펙트럼을 얻을 수 있으리라 생각된다. 단, 同期 送信機群은 例外인데 그들은 計劃의 目的으로 사용되면 單一 送信機와 같이 취급할 수 있기 때문이다.

3) 低出力 送信機를 사용하여 夜間에 다른 프로그램을 放送하기 위한 채널 要求事項: 低出力 送信機를 적용시키는 한 가지 方法은 특별히 이러한 목적을 위한 별도의 채널을 마련하는 것이

다. 만일 이 送信機들이 夜間에 다른 프로그램들을 放射해야 한다면, 상당한 數의 이러한 채널이 필요할 것이다. RAI(이태리 방송국)에 의해 수행된 연구에 의하면, 이태리에서는 채널當 16kW의 總電力을 사용해서 높은 정도의 population coverage를 얻으려면 20個의 채널이 필요하는데, 채널當 16kW는 이태리 全體面積에 대해 채널當 53mW/km²의 평균 電力密度에 대응되는 것이다.

마. 兩側波帶 振幅變調(DSB AM) 이외의 變調 시스템⁸⁾

Radio Programme Committee와 Technical Committee의 견해에 따라서, ITU의 周波數割當委員會에서는 표준화된 兩側波帶 變調 시스템을 기준으로 하고 있으나 未來에는 더욱 발달된 變調送信方法의 개발이 불가능하다고 여겨서는 안될 것이다.

바. 電雜層에서의 混變調(Cross Modulation)

電雜層에서의 混變調에 의한 障害于渉을 피하기 위해서, 어느 특정한 仰角으로는 電力감소를 시킬 필요가 있다. 이 문제에 관한 연구가 지금 진행중이다.

3. 맺음 말

이상과 같은 中波放送에서의 技術的 懸案問題의 해결 방안을 모색하기 위하여 第1地域인 유럽에서는 EBU를 중심으로 하여 적극적인 研究가 진행되고 있다. 또한 第3地域에서는 ABU 技術委員會에서 中波問題에 관한 2개의 分科委員會가 설립되어 電波傳播의 特性測定 및 그 분석과 앞으로의 ITU 세미나 및 主管廳會議에서의 대책이 검토되고 있다. 이와 같이 긴박한 國際情勢속에서 日本같은 나라는 1973년 1월 電波技術審議會 第1部會 第8小委員會에서 中波放送에 관한 分科委員會가 發足되어 主管廳會議에 대하여 CCIR 最終會議 및 同總會에서의 대책이 적극적으로 추진되고 있다. 우리나라도 이에 대한 關係部署 및 전문가들의 대책이 요망

되고 있다.

主管廳會議의 결과 中波周波數割當이 어떻게 될 것인가는 전혀 예측할 수 없지만 우리나라를 포함한 아시아 諸國에서 강력히 周波數 割當을 요망하리라 생각되며, 대부분의 채널을 이미 既得權으로 사용하고 있는 日本의 태도가 주목되거나 크게 양보할 것은 기대할 수 없다. 이런 의미에서 우리 나라에 있는 音聲放送網의 存在位置에 대하여 FM 放送도 포함한 입장에서 근본적으로 살펴 볼 시기라고 생각한다.

이 글이 中波問題에 대하여 관심을 갖는 여러분에게 조금이라도 도움이 되길 바란다.

<略 語>

- (1) CCIR(International Radio Consultative Committee); 國際無線通信諮問委員會
- (2) ITU(International Telecommunications Union); 國際電氣通信聯合
- (3) EBU(European Broadcasting Union); 유럽放送聯合
- (4) ABU(Asian Broadcasting Union); 아시아放送聯合

<參考文獻>

- (1) 日本放送協會: "世界の 라디오와 텔레비전 72" p. 223, 日本放送出版協會(1972-02)
- (2) EBU; "LF/MF Broadcasting," ABU Technical Review, 27, p. 3 (July 1973)
- (3) H.Eden and D.Minne;"MF Broadcast Coverage by Plane and Spherical Transmitter Network," EBU Rev., No.115, p.109 (June 1969)
- (4) CCIR Doc 10/28(FR of Germany) (1970~1973.)
- (5) CCIR Doc 10/73 (France) (1970~1973)
- (6) CCIR Doc 10/62 (Poland) (1970~1973)
- (7) CCIR Doc 10/17 (UK) (1970~1973)
- (8) H.Eden; "Perspective of Replanning LF/MF Broadcasting," EBU Rev., No. 106, p. 246 (Dec) 1967).

投 稿 要 領

- (1) 本誌에의 投稿는 會員에 限함을 原則으로 한다.
- (2) 本誌의 內容은 報告, 最新技術解説, 세미나抄錄, 技術講座, 技術展望, 技術資料, 海外論文紹介, 圖書紹介, 施設紹介, 特許紹介, 新規格紹介, 會員動靜, 學會消息 등으로 構成된다.
- (3) 本誌에 投稿를 希望하는 會員은 本誌 編輯委員과 事前에 協議하여 執筆 題目과 內容에 關하여 合議하여야 한다.
- (4) 原稿採擇은 本誌 編輯委員會에서 한다.
- (5) 採擇될 原稿에는 所定의 原稿料를 支拂한다.
- (6) 寄稿는 200字 原稿誌 40枚 内外를 原則으로 한다. 但, 그림과 表는 原稿紙 1枚로 看做한다.
- (7) 原稿는 國漢文으로 作成한다.