

## 技術解説

## 보청기 호환성 전화기의 자계세기에 관한 기술기준 Technical standards on magnetic field strength for a hearing-aid-compatible telephone

강 경 욱, 강 성 훈  
(Kang Kyeongok, Kang Seonghoon)  
(한국전자통신연구소/음향정보처리연구실)

## 요 약

보청기가 자계 pick-up 코일을 구비하고 있고, 전화 수화기에서 충분한 자계를 발생할 경우의 전화 수화기와 보청기의 자기결합을 이용한 전화기를 보청기 호환성 전화기(hearing-aid-compatible telephone)라고 한다.

본 고에서는 보청기와 전화 수화기의 결합방법과 자기결합에 관한 국제 기준을 고찰하여, 국내의 보청기 호환성 전화기의 자기 기준 및 측정법에 관한 검토사항을 제시한다.

## I. 개 요

장애인 중에서 청각장애인의 경우, 그 장애의 원인은 여러가지이며, 국내에서도 아직 정확한 통계숫자는 파악되지 않았지만, 청각장애로 인해 통화에 지장을 받는 사람(약 35만명으로 추정, 노인성 난청 제외)이 상당수 있을 것으로 추정되고 있다. 따라서, 이들에 대한 "전화통화에의 참여"라는 다소 제한된 영역의 장애인 지원통신 대책을 강구할 필요성이 제기되고 있으며, 또한 그에 대한 연구도 활발하여 골도 전화기, 수화증폭의 고출력 전화기 등의 전화통화 대책을 마련하고 있는 실정이다[1~4]. 또, 청각장애인 중에서 보청기를 사용하는 사람들이 증가함에 따라 이들이 손쉽게 전화통화를 할 수 있는 보청기와 전화기의 결합방법의 필요성이 제기되고 있으며, 이 결합방법 중에서 보청기가 자계 pick-up 코일을 구비하고 있고, 전화 수화기에서 충분한 자계를 발생할 경우의 전화 수화기와 보청기의 자기결합(magnetic coupling)

방법을 생각할 수 있으며, 이러한 전화기를 보청기 호환성 전화기(Hearing-aid-compatible telephone)라고 한다. 이에 대한 연구는 국내의 경우 거의 전무한 상황이나 ITU-T 및 각국에서 중요한 과제로 삼아 여러면에서 검토가 이루어져 왔다. 특히, ITU-T SG 12(통화품질 연구위원회)에서는 1981년부터 과제로 설정하여 권고 P.37을 통해 보청기와 전화기의 자기결합 방법을 권고하고 있고[1], 미국 FCC(Federal Communications Commission)의 Rules and Regulations의 Section 68.316, EIA(Electronic Industries Association)의 권고표준 RS-504 및 IEEE 표준 Std. 1027 등에서는 전화기와 보청기의 자기결합을 위한 전화기의 자기장의 표준치 및 표준 측정법에 관한 내용을 취급하고 있다[5~7].

본 고에서는 보청기와 전화 수화기의 결합방법과 자기결합에 관한 국제 기준을 고찰하여, 국내의 보청기 호환성 전화기의 자기 기준 및 측정법에 관한 검토사항을 제시한다.

## II. 보청기 호환성 전화기

보청기를 착용한 난청자가 사회와 접촉을 가질 때 가장 필요하고, 또한 가장 곤란한 문제의 하나는 전화를 사용할 때 보청기와 전화기와의 결합문제이다. 따라서, 보청기와 전화기와의 유용한 결합법을 확립하고, 그 평가법을 확립하는 것이 보청기 관련 의 문제로서 중요하다[8].

보청기와 전화기의 각종 결합방식을 정리하여 <표 1>에 나타낸다. 보청기에는 외부의 음을 수음하는 마이크로폰이 장착되어 있지만, 음성으로 변조된 외부 자계를 소리로 변환하는 유도코일(pick-up coil 또는 tele-coil)을 함께 갖추고 있는 것도 많다. 따라서, 보청기와 전화기를 직접 결합하는 방법은 두가지를 생각할 수 있다. 이는 수화기의 음향출력을 보청기의 마이크로폰 입력으로 하여, 보청기에 의해 증폭된 음을 듣는 음향결합(acoustic coupling) 방식과 전화

수화기의 누설자속을 보청기의 유도 코일의 입력으로 하여, 보청기에 의해 증폭된 음을 듣는 자기결합 방식이 있으며, 후자의 경우의 전화기를 보청기 호환성 전화기라고 한다. 이 두가지 방식은 각각 장점과 단점이 있다. 음향결합 방식은 음향피드백(acoustic feedback)에 의해 하울링이 생기기 쉽고, 충분한 이득을 얻을 수 없다. 이에 비해 자기결합 방식은 하울링에 의한 장애는 적지만, 전화 수화기의 자기장의 세기에 관한 기준이 없어서 보청기와 전화 수화기의 결합 효율이 좋지 않으며, 또한 현재의 유도 코일이 전화를 대상으로 한 것이 아니고 유도 루프에 의한 자계를 이용하기 위한 것이므로, 일반적으로 유도 루프에 의한 경우보다 수화기의 누설자속이 더 작기 때문에 감도가 낮아서 그대로는 실용성이 적다.

이와 같이 난청자에게 전화통화가 가능하도록 하는 기술에 대해서 전화기측과 보청기측에서 각각 대책이 강구되어 왔지만, 지금까지는 양자가 각각 개별

표 1. 보청기 결합 방식의 장·단점

방 법		장 점	단 점
직접결합	음향결합	· 간편 · 보청기 이외에 특별한 도구가 필요 없음	· 일반적으로 이득이 부족
	자기결합	· 간편 · 보청기 이외에 특별한 도구가 필요 없음	· 유도잡음에 민감 · 부착 위치와 방향의 제약
어댑터 결합	수화기의 누설 자속과 자기 결합	· 최적 자계강도를 쉽게 얻을 수 있음 · 휴대가 가능	· 유도잡음에 민감 · 기계적으로 복잡
	수화기와 음향결합	· 최적 전계강도를 쉽게 얻을 수 있음 · 저잡음 레벨 · 휴대가 가능	· 실내잡음의 영향을 받기 쉬움 · 주파수 특성제어가 어려움 · 기계적으로 복잡
	전화선과 전기적 결합	· 최적 전계강도를 쉽게 얻을 수 있음 · 저잡음 레벨 · 주파수특성을 제어가능	· 특수 코넥터가 필요 · 축음 감쇠가 없음
	수화기 단자와 접속	· 최적 전계강도를 쉽게 얻을 수 있음 · 저잡음 레벨 · 주파수특성을 제어가능	· 특수한 결합 방법이 필요
핸드셋에 부가코일 내장	보청기의 유도 코일과 수화기 코일과 자기결합	· 사용하기 쉬움 · 충분한 자계강도를 얻을 수 있음	· 부가코일을 내장한 전화기만 사용가능

적인 시스템으로 발전되어 왔기 때문에 여러가지 문제가 많다. 따라서, 난청자 통화에 대한 보다 바람직한 인터페이스에 대해서 여러가지 방식이 제안되고 있다. 이러한 것 중에서 음향-자기 어댑터(acousto-magnetic adaptor) 방식이 있다. 이 방식은 전화 수화기로부터의 음을 마이크로폰으로 받아, 그 전기 출력을 증폭하여 보청기의 유도 코일 입력에 필요한 세기의 자계를 발생시킨다. 어댑터를 잘 설계하면 보청기와 전화기와의 결합조건이 좋아지며, 이미 상품화되어 있다. 그러나, 사용자 입장에서는 충분히 만족스럽지 않다는 점이 지적되고 있다.

또 한가지는 전화기측에 부가코일을 내장하고, 보청기의 유도코일 입력으로서 충분한 타계를 발생시키도록 하는 것이다. 이 방식은 보청기를 필요로 하는 사람은 전체 인구에 비하여 그렇게 많지 않은데, 모든 전화기에 부가 코일을 장착하는 것은 비효율적이지만, 어댑터 등을 전혀 사용하지 않고 보청기만을 사용하여 전화통화를 할 수 있다는 점은 난청자에게 있어서 가장 바람직한 방법이다. 미국에서는 전화기측에 보청기 호환성(compatibility)의 부가코일을 장착시켜 모든 전화기에 보청기 호환성 기능을 의무적으로 설치하도록 되어 있으며[5], 국내에서 1995년도부터 이와같은 기준을 시행하기 위하여 기술기준을 연구중에 있다.

### Ⅲ. 보청기 호환성 전화기의 자계 기준

본 절에서는 보청기와의 자기결합을 제공할 수 있

는 전화기의 수화기에 방사되는 자기장의 세기(magnetic field strength)에 관한 FCC 또는 EIA 및 ITU-T의 기준을 기술한다.

FCC Rules and Regulations의 Part 68.316[5] 또는 EIA의 Engineering Committee의 TR-41에 의한 권고표준 RS-504[6]에서 보청기 호환성 전화기의 자계 기준을 권고하고 있으며, FCC Part 68.316은 실제 EIA의 권고표준 RS-504를 그대로 인용하고 있다. 또 EIA RS-504에서는 자계 세기의 측정법을 IEEE Std. 1027[7]에 준하고 있다. 한편, ITU-T의 SG 12에서는 ITU-T 권고 P.37[1]의 Part I에서 자계 기준 및 측정법을 권고하고 있으나, 그 내용은 EIA RS-504와 다소 차이가 있다. 그 주된 내용을 이하에서 기술한다.

먼저 EIA RS-504에서는 자계 기준의 설정 및 측정에 필요한 용어를 다음과 같이 정의하고 있다.

- 전화기(telephone): 장거리의 상대방과 전화망을 통하여 양방향 및 실시간 음성통신을 가능하게 하는 단말기기를 의미하며, 이 기준에 적합한 전화기는 보청기가 자기결합을 할 수 있는 자기장을 발생시킨다.
- 전화기 경계(telephone boundaries): 망, 구내교환기(PBX) 또는 키폰 시스템(KTS)과의 전기적 인터페이스, 그리고 사용자와의 음향적, 자기적 및 기계적 인터페이스를 의미한다.
- 보청기(hearing aid): 청각장애를 보상하기 위하여 음량을 증폭시킬 목적으로 고안된 개인의 전기적 증폭기기를 말하며, 부가적인 유도 pick-up

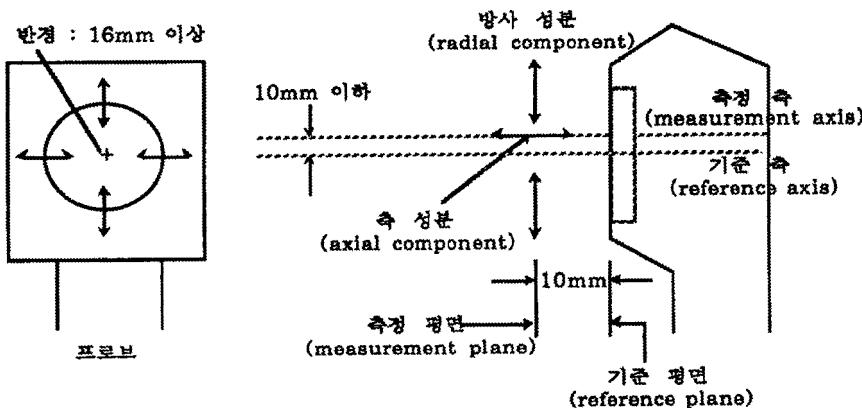


그림. 1. 자기장의 세기를 측정하기 위한 기준 및 측정 평면과 축의 정의

코일(또는 telecoil)을 구비할 경우 보청기는 전화 수화기나 유도 루프 시스템의 출력 자기장을 증폭시킬 수 있다.

- 기준 평면(reference plane) : 정상적인 핸드셋 사용상태에서 핸드셋의 수화기(receiver-end)가 귀에 닿는 점들을 포함한 평면.
- 측정 평면(measurement plane) : 기준 평면에 나란하고 이 평면으로부터 10mm의 위치에 있는 평면.
- 기준 축(reference axis) : 기준 평면에 수직이고 수화기 캡의 중심을 지나는 축.
- 측정 축(measurement axis) : 기준 축에 나란하고 이 축으로부터 10mm이내에 있는 축

위의 용어 정의 중 자체 측정에 필요한 기준 평면 등에 관한 것을 (그림 1)에 나타내며, 이는 ITU-T 권고 P.37과 동일하다.

EIA RS-504에서는 위의 용어 정의를 이용하여, 적절한 자기결합을 보장할 수 있는 측정평면 상의 점에서 자기장을 기술하는 파라미터를 자기장의 세기, 방향 및 자기장 벡터와 관련된 주파수 반응의 3개로 설정하여, 측정 축과 관련시켜 축 방향의 자기장의 세기, 방사 방향의 자기장의 세기 및 축 방향의 자기장에 의한 유도 전압 주파수 반응의 3가지 자체 기준을 권고하고 있고, 그 측정법은 IEEE Std.1027에 준하

고 있으나 급전회로에 있어서 약간의 차이를 보이고 있다. 즉, IEEE에서는 AWG(American Wire Gauge) 케이블 26번의 2.75km와 동일한 루프를 급전회로에 사용하고 있으나, EIA에서는 배터리와 직렬로 연결된 1250Ω 저항을 사용한다. (그림 2)에 EIA의 보청기 호환성 전화기의 자체 세기의 측정도를 나타내며, EIA RS-504의 자체 기준은 다음과 같다.

- 측정 축 방향의 자기장의 세기(axial magnetic field strength :  $H_a$ ) : (그림 2)의 측정도를 이용하여 -10dBV, 1000Hz의 입력신호에 대해, (그림 1)의 측정 평면상의 점에서의 측정 축을 향한 자기장의 축 방향 성분은 -22dB(A/m) 이상이어야 하며, 그값이 -19dB 이상(A/m)이면 주파수 반응에 어느 정도의 허용범위가 주어진다.
- 측정 축에 대한 방사 방향의 자기장의 세기(radial magnetic field strength :  $H_r$ ) : (그림 2)의 측정도를 이용하여 -10dBV, 1000Hz의 입력신호에 대해, (그림 1)의 측정 축으로부터 반경 16mm 이상의 원상의 90° 간격의 측정 평면상의 4점에서의 자기장의 방사 방향 성분은 -27dB(A/m) 이상이어야 한다.
- 유도 전압 주파수 반응(induced voltage frequency response) : (그림 2)의 측정도를 이용하여 측정 축 방향의 자기장의 세기에서와 같이

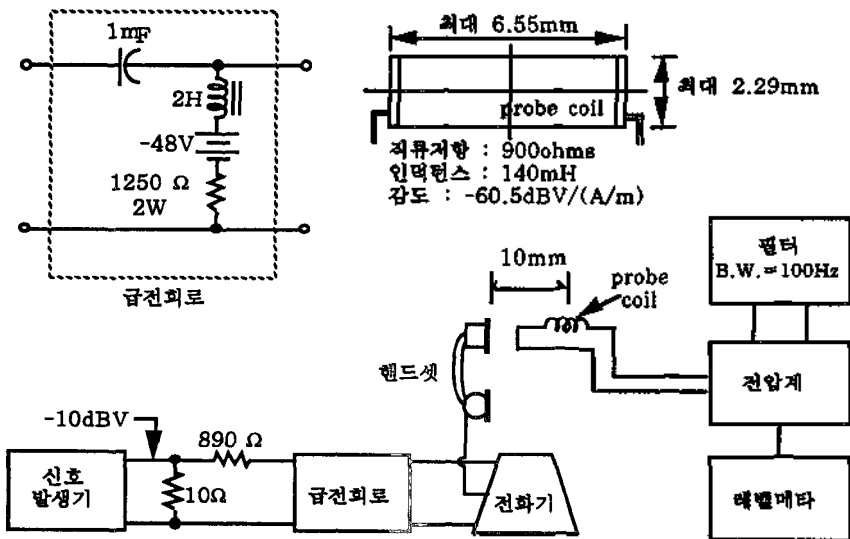


그림 2. EIA의 보청기 호환성 전화기의 자체 세기의 측정도

측정하여, 축 방향의 자기장 성분에 의해 프로브 코일에 유도되는 전압의 주파수 특성은 1000Hz의 측정결과에 규격화하였을 경우, 300~3300Hz의 주파수에 대해

- i) 축 방향의 자기장의 세기가  $-19\text{dB(A/m)}$ 이상이면 (그림 3)의 허용범위내에, ii) 축 방향의 자기장의 세기가  $-22\text{dB(A/m)}$ 보다 크고  $-19\text{dB(A/m)}$ 보다 작으면 (그림 4)의 허용범위내에 있어야 한다.

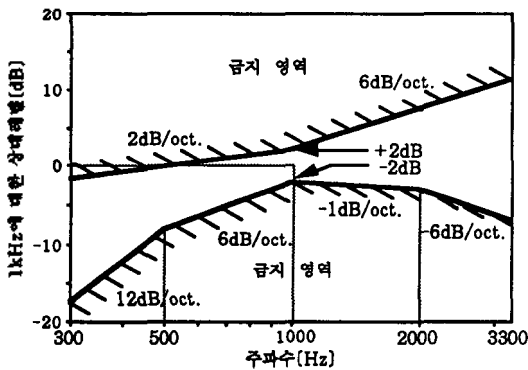


그림 3.  $H_a = -19\text{dB(A/m)}$ 일 때의 유도 전압의 주파수 특성

한편, ITU-SG 12의 ITU-T 권고 P.37의 Part I에서는, 보청기 호환성 전화기의 자기장의 세기는 보청기에 과부하가 걸리지 않는 범위내에서 충분한 신호대 잡음비를 얻을 수 있을 정도로 높아야 한다는 점을 기술하고 있다. 또, 보청기 호환성 전화기의 자계 강도 기준을, EIA RS-504와는 달리 축 방향과 방사 방향 성분으로 규정하지 않고, 최대 결합위치에서 자기장 세기의 기준치 및 측정법과 함께, 자기장의 선형성, 주파수 특성 및 프로브 코일의 특성을 포함하여 권고하고 있고, ISDN 전화기와 관련된 사항도 포함하고 있다. 아래에 그 내용을 기술한다.

아날로그 전화기에 대해서는 (그림 5), ISDN 전화기에 대해서는 (그림 6)의 측정 구성을 이용하여, 측정 신호원인 1000Hz의 정현파 신호의 구동레벨을 의사귀에서의 음압이 80dB SPL이 되도록 조정한다. 이 구동레벨은 자기장의 세기와 주파수 특성의 측정에 있어 동일하다. 이때의 자기장의 세기는 측정용 프로브 코일을 측정 평면에서 최대 결합이 되도록 할 때  $-17 \sim -30\text{dB(A/m)}$ 로 권고하고 있으며, 상한치  $-17\text{dB}$

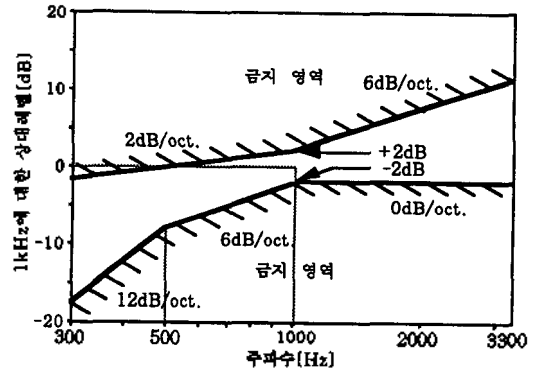


그림 4.  $-22 < H_a < -19\text{dB(A/m)}$ 일 때의 유도 전압의 주파수 특성

는 강당에서의 자계 루프와 결합되도록 만들어진 자계 pick-up 코일을 구비한 보청기에 과부하가 걸리지 않는 보청기의 감도에 해당하는 자기장의 세기이다[9].

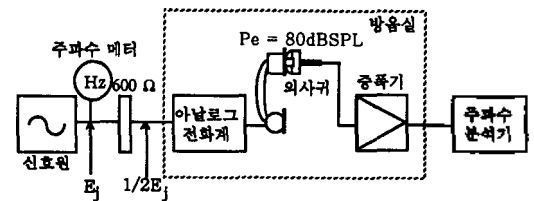


그림 5. 아날로그 전화기의 자계 세기의 측정법

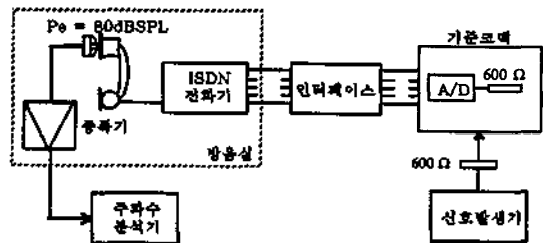


그림 6. ISDN 전화기의 자계 세기의 측정법

또, 자계 강도의 선형성 규정은 신호의 구동레벨을 20dB 만큼 증가시켰을 때, 자기장의 강도도  $(20 \pm 1)\text{dB}$  만큼 증가하여야 한다. 한편, 프로브 코일에 유도되는 자기장의 세기의 주파수 특성은 아날로그 전화기의 경우 300~5000Hz에서, ISDN 전화기의 경우 300~4000(또는 7000)Hz에서 (그림 7)의 허용범위

내에 들어가야 하며, 이때 신호 주파수 특성은  $\pm 3\text{dB}$  이내이다.

한편, 측정용 프로브 코일의 규격 및 특성에 대해서도 자세하게 기술하고 있다. 자계 강도측정용 프로브 코일의 치수는 <표 2>와 같다.

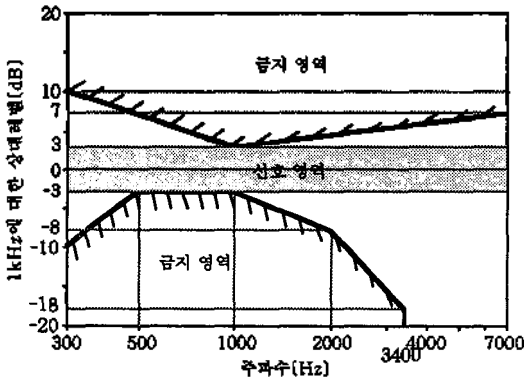


그림 7. 자기장의 세기의 주파수 특성

표 2. 측정용 프로브 코일의 치수

구분		치수
코어 (core)	길이[mm]	12.5 ± 1
	단면[mm <sup>2</sup> ]	(1 ± 0.5) x (2 ± 0.5)
권선 (winding)	길이[mm]	10 ± 1
	단면[mm <sup>2</sup> ]	(2 ± 0.5) x (3 ± 0.5)

이때, 자장은 프로브 코일 길이의 범위내에서 균일해야(homogeneous)하고, 프로브 코일은 300~7000Hz의 범위에서 평탄한 주파수 특성이 얻어지도록 주파수 보정 소자와 결합될 수 있다. 또, 이 프로브 코일의 치수는, EIA RS-504의 프로브 코일의 치수를 포함하고 있다.

프로브 코일을 교정하기 위해서는, 주어진 세기의 균일 자기장이 필요하다. 일반적으로 한변의 길이가 a[m]인 일 회전의 사각 루프에 전류 i[A]가 흐를 경우, 루프의 중심에서의 자기장의 세기는

$$H = \frac{2\sqrt{2}}{\pi} \cdot \frac{i}{a} \text{ [A/m]}$$

와 같다. 이때 a는 중심에서 자기장의 세기의 크기와 방향이 잘 정의될 수 있도록 0.5m 이상이어야 한다 [7][10]. 또 실질적으로 소스로부터 전류를 줄이기

위해 코일을 여러번 감은 루프를 만드는 것이 바람직하다. 정전류 조건은 테스트 주파수 범위에서 유지되어야 하며, 예를들면 이는 필요한 주파수 대역에서 코일 임피던스의 최소한 100배의 직렬 저항을 통해 저임피던스 발전기로부터 코일을 구동하면 된다. 만일, 전류 구동이 교정 절차 동안 모니터되면, 프로브 코일 감도를 측정할 때 그러한 변화를 고려해야 한다. 테스트 공간은 자계 측정에 영향을 주지 않아야 한다. 프로브 코일의 주파수 함수로서의 감도는  $\pm 0.5\text{dB}$  정밀도를 측정되어야 한다. 자계의 고주파 왜곡의 1%보다 적어야 한다. 프로브 코일의 왜곡은 자계 강도를 2dB(A/m) 만큼 올렸을 때 2%이하 이어야 한다.

#### IV. 토의 및 결론

지금까지 보청기 호환성 전화기의 자계 기준과 관련하여 EIA RS-504와 ITU-T 권고 P.37의 기준에 대하여 기술하였다.

그러나, 상기 기준을 국내에 그대로 적용하기에는 다소의 문제점이 있다. 즉, 국내에서 판매되는 보청기 내의 유도 pick-up 코일의 직류 저항은 900Ω이며 EIA RS-504의 측정용 프로브 코일의 직류 저항도 900Ω이나, 이는 대부분의 국내에서 판매되는 보청기의 유도 코일이 주로 미국에서 수입되며, 또 미국을 포함한 북미 지역의 급전회로를 포함한 전화계의 전화망과의 인터페이스에서의 종단 임피던스가 900Ω이기 때문이라고 생각된다. 한편, 국내의 경우 전화계의 종단 임피던스가 600Ω이고, ITU-T 권고 P.37의 경우에도 600Ω의 전화계의 종단 임피던스를 채택하고 있으나, 이 경우에도 역시 보청기의 유도 코일의 임피던스와의 비매칭 문제가 있다. 또한, EIA RS-504와 ITU-T(권고 P.37)의 1kHz 정현파 시험 신호레벨의 규정에 있어서도 차이를 보이고 있다. 즉, ITU-T 권고 P.37의 의사귀 음압 80dB SPL에 해당하는 구동레벨과 EIA RS-504의 -10dBV의 전화계 입력레벨 사이에는 상당한 차이가 있다고 생각된다. 실제 측정결과에 의하면, 급전회로에 따라 다소 차이는 있을 수 있으나, -10dBV의 구동레벨에서의 의사귀 음압은 약 111dB SPL에 해당한다.

이상과 같은 점을 고려하여, 보청기 호환성 전화기의 자계 세기에 관한 국내의 기준을 설정할 경우, 다음과 같은 사항이 검토되고 규명되어야 한다.

1. ITU-T 권고 P.37 및 EIA RS-504의 자계 세기 및 주파수 특성에 관한 기준의 근거를 명확히 해야 한다. 이는 보청기의 유도 코일에 입력으로 주어지는 자계 세기와 보청기의 음향출력(또는 음향 이득) 사이의 관계와, 주어진 자계 기준에서의 전화기의 바람직한 수화 주파수 특성의 규명을 전제로 하며, 이 경우 보청기 호환성 전화기로 채택을 받을 수 있는 청각장애인의 범위가 설정될 수 있을 것이다.
2. 상기 문제가 해결될 경우, 국내의 전화계의 종단 임피던스 규정에 적합한 자계 세기의 기준을 설정하여, 국제 기준에 부합되도록 국내 기준을 설정한다.
3. 국내의 보청기의 유도 코일의 저항을 고려하여, 자계 세기의 측정용 프로브의 규정을 포함한 표준 측정법을 설정해야 한다.

mission, 1981.

10. IEC Publicatin 118-1, "Hearing aids induction pick-up coil input," International Electrotechnical Commission, 1983.

#### ▲강 경 옥

11권1호 참조

#### ▲강 성 훈

제9권1호 참조

### 참 고 문 헌

1. ITU-T Recommendation P.37, "Coupling hearing aids to telephone sets," ITU, Geneva, 1992.
2. 강성훈, 강경옥, "청각장애인 및 고령인을 위한 복지형 전화기," 한국음향학회지 제12권4호, pp63~71, 1993. 8.
3. 강성훈, 강경옥, 양재우, "장애인 및 고령인을 위한 복지통신 단말," 전자공학회지 제20권 8호, pp58~64, 1993. 8.
4. 강경옥, 강성훈, "청각장애이용 전화기," ETRI 음성, 언어 및 음향정보처리 워크샵 논문집, pp263~271, 1993. 4.
5. 47 CFR Ch. I Part 68.316, "Hearing aid compatibility: technical standards," Federal Communications Commission, U.S.A., Nov. 1991.
6. EIA Recommended Standard RS-504, "Magnetic field strength criteria for telephone compatibility with hearing aids," Electronic Industries Association, 1983.
7. IEEE Standard 1027, "Draft trial-use standard method for measuring the magnetic field intensity around telephone receiver," IEEE, 1984.
8. R. Plomp, "Auditory handicap of hearing impairment and the limited benefit for hearing aids," *J. Acoust. Soc. Am.*, 63, pp533-549, 1978.
9. IEC Publicatin 118-4, "Magnetic field strength in audio-frequency induction loops for hearing aid purposes," International Electrotechnical Com-