

ISDN 전화기의 단말 결합손실 기준

正會員 姜京玉* 正會員 姜成勳* 正會員 張大永*

Standard of Terminal Coupling Loss of ISDN Telephone

Kyeng Ok Kang*, Seong Hoon Kang*, Dae Young Jang* *Regular Members*

要 約

ISDN 전화기는 송화자 에코에 관한 적절한 규정이 필요하며, 이는 ISDN 전화기의 송화 및 수화음량정격 및 단말 결합손실에 의해 좌우된다. 따라서, 전화기의 송화 및 수화음량정격이 규정될 경우, 에코가 없는 전화 통화를 할 수 있는 단말 결합손실의 규정이 필요하며, 실질적으로 이에 대한 규정은 가중 단말 결합손실(weighted terminal coupling loss ; TCL_w)과 에코 안정손실(stability loss)로 분류되어 규정될 수 있다.

본 연구에서는 전화 사용자의 에코 지각정도에 근거하여 단말 결합손실을 규정하기 위하여, 에코에 관한 오피니언 평가결과의 에코와 가입자 오피니언의 상관과 ISDN 전화기의 측정실험을 토대로 ISDN 전화기의 종합음량정격을 10dB로 정규화하였을 경우에 적어도 40dB이상의 가중 단말 결합손실과 10dB이상의 안정손실을 국내기준으로 제안하였다.

ABSTRACT

A standard on talker echo for ISDN telephone, mainly consisting of those on sending and receiving loudness ratings and terminal coupling loss(TCL), is necessary. Accordingly, if sending and receiving loudness ratings are pre-determined, we need a standard on TCL providing echo-free telephone communications to telephone users, and the standard can be classified into that weighted TCL(TCL_w) and that on stability loss.

In this paper, in order to make a national standard on TCL, based on users' perceived quality on a talker echo, we conducted user opinion tests on talker echo. From the results of correlation between echo and user opinion on quality and measurement on TCL of telephones, we proposed the standard as follows : we must preserve TCL_w of at least 40dB and stability loss of at least 10dB when overall loudness rating for ISDN telephone, sum of sending and receiving loudness ratings, is normalized to 10dB.

* 한국전자통신연구원
Korea Electronics and Telecommunications Research Institute
論文番號 : 94162
接受日字 : 1994年 6月 17日

I. 서 론

전화접속에 있어서 송신신호의 일부가 송화자 자신에게로 되돌아 올 때, 이 반향신호의 지연시간에 따라 약간의 차이는 있으며 일반적으로 2~4ms 이내는 즉음으로 지각되지만, 송화자에게 에코로 지각되는 송화자 에코(talker echo)가 발생한다. 이러한 송화자 에코는 어느 정도의 지연시간을 가지고 그 음량이 다소 감소되어 송화자에게로 반향되지만, 송화자가 지각하지 못할 정도로 충분히 감쇠되지 않을 경우 불쾌감을 유발하여 통화시 통화품질을 저하시키며 정상적인 통화를 방해한다. 송화시 에코에 의한 열화효과(는 에코의 손실크기에 따라 변하므로 에코의 크기는 송화자 에코경로 손실(TEPL : talker echo path loss)로 나타내며, 일반적으로 ITU-T에서 권고한 음량정격(loudness rating)을 평가척도로 사용하여 송화자 에코 음량정격(TELR : talker echo loudness rating)을 사용한다.

이러한 송화자 에코의 지각에 영향을 주는 요소들은 에코 신호레벨과 에코경로의 지연시간이 가장 중요하며, 그외 즉음 레벨, 단단과 원단의 실내소음 및 회선잡음을 들 수 있다. 이중 에코 지연시간이 200ms 이상이면 즉음은 송화자 에코의 지각에 영향을 주지 않으며, 또 실내소음과 회선잡음은 즉음경로를 통해 수화잡음으로 작용하여 지연시간에 관계없이 모든 에코에 대해 마스킹 효과를 일으킨다는 보고가 있다¹⁾. 또, 이러한 단말에서의 에코 제어는 상대방 가입자에게 에코가 없는 만족스러운 전화통화(echo free performance)를 제공하기 위해서도 필요할 뿐만 아니라, ISDN에 기초한 음성 서비스가 가능해지고 망이 점차 광대역 ISDN으로 진화함에 따라, 음성서비스를 위한 에코 제어를 전송망 내에서 제공하기가 상당히 어려워진다²⁾³⁾ 이에 대한 해결점이 망에서의 에코 제어 기기들의 사용이 필요없을 정도의 만족스러운 echo-free performance를 제공할 수 있도록 단말에서 충분한 에코경로 손실을 제공하는 것이다.

한편, 통신시장의 급격한 개방화 추세에 따른 국내 시장을 보호하기 위해서라도 ISDN 전화기의 통화품질에 관한 국내기준은 시급히 제정되어야 하며, 그 방향은 ITU-T 등의 국제기준과도 부합되어 국내의 ISDN 전화기 제조업체가 국제 경쟁력을 확보할 수 있고, 적절한 통화품질을 마련함으로써 질 좋은 서비스를 전화

가입자에게 제공할 수 있는 방향이어야 할 것이다.

본 연구에서는 이러한 목적으로 ISDN 전화기의 통화품질에 관한 국내기준을 제정하기 위한 인련의 연구 중에서, 에코에 관한 오피니언 평가결과의 에코와 가입자 오피니언의 상관관계를 토대로, 에코가 없는 전화통화를 할 수 있도록 제정한 단말 결합손실(TCL: Terminal Coupling Loss)의 국내기준과 국내에서 ISDN 시범용 전화기로 생산된 전화기를 대상으로 한 단말 결합손실 측정실험 결과를 기술한다.

II. 단말 결합손실의 정의

가입자 전화기의 진화망 접속점인 NCP(network Connection Point)와 단국 교환기(LE: local exchange)까지의 가입자 회선(subscriber circuit)이 양 가입자 모두 2선이고 송/수화선의 각 LE간이 4선인 아날로그 진화망에서의 송화자 에코는, 수화단의 4선-2선 접속의 하이브리드에서의 임피던스 부정합으로 인하여 전송된 송화자의 음성이 4선식 전송로의 수신 루프를 통해 송화자에게로 반사되는 것을 말한다. 이때의 TEPL은 단단(송화단)의 LE에서의 송화음량정격(SLR: sending LR)과 수화음량정격(RLR: receiving LR) 및 원단(수화단)의 4선-2선 변환의 2선 중단지점을 통한 에코 손실(echo loss: 양 LE사이의 양 방향의 전송손실과 에코 balance return loss의 합)의 합으로 정의된다. 그러나, 가입자계의 ISDN 전화기를 포함한 "all digital" 접속의 ISDN에서는 이러한 하이브리드가 존재하지 않기 때문에 에코는 원단의 ISDN 전화기셋 자체에서만 발생한다. 즉, ISDN의 경우의 TEPL은 (a) 단단의 ISDN 전화기셋의 송화 및 수화 음량 정격과 (b) 원단의 ISDN 전화기의 다음과 같은 원인의 결합(coupling)에 의한 단말의 수화단(receiver)의 디지털 입력과 송화단(transmitter)의 디지털 출력사이의 주파수 의존의 전체 결합손실(loss/frequency characteristic)을 의미하는 단말 결합손실에 의해 좌우된다.

- (i) 사용자의 인터페이스에서의 음향결합;
- (ii) 핸드셋 코일 또는 전기회로 내에서의 누화에 의한 전기적 결합;
- (iii) 단말의 역학적 부분(mechanical parts)을 통한 기계적 결합(seismic coupling).

따라서 ISDN 전화기의 송화 및 수화 음량정격이 규정된 경우, 에코가 없는 전화통화를 할 수 있는 단말

결합손실의 규정이 필요하며, 실질적으로 단말 결합손실은 각각의 주파수에 따른 결합손실로 주어지기 때문에 하나의 수치(characteristic value)로 표시하기 위하여, 300 ~ 3400Hz의 대역에 있어서 각 주파수에 따른 가중(weighting)치를 사용하여 적분한 값이 가중 단말 결합손실(TCL_w; weighted terminal coupling loss)이며, 0 ~ 4kHz의 주파수 대역에 있어서 결합손실의 최소치가 안정손실(stability loss)이다. 가중 단말 결합손실은 사용한 가중방법에 따라 ITU-T 권고 G.122⁽⁴⁾에 의한 TCL_w와 EIA/TIA-579(2)에 의한 WAEPL(weighted acoustic echo path loss)로 분류될 수 있다.

ITU-T 권고 G.122에 의하면, 손실/주파수 특성(출력/입력 전력비)으로부터 300~3400Hz 대역을 대수 스케일로 등간격 대역폭의 N개의 sub-band로 나누어, N개의 sub-band edge의 (N+1)번째 주파수에서의 손실을 출력/입력 전력비 A_N라 하고 가중 단말 결합손실을 TCL_w라 하면

$$TCL_w = -10 \log_{10} \{ [(A_0/2) + A_1 + \dots + A_{N-1} + (A_N/2)] / N \} (dB) \quad (1)$$

와 같다. 여기서 A₀와 A_N는 각각 300 및 3400Hz의 전력비이다. 또, EIA/TIA-579에 의하면, WAEPL은 200~4200Hz사이를 200Hz의 등간격의 대역폭으로 나누어 각 주파수에 따른 가중치⁽²⁾를 사용하여

$$WAEPL = -10 \log_{10} \frac{\sum W(f_i) \cdot 10^{-A(f_i)/10}}{\sum W(f_i)} \quad (2)$$

와 같다. 여기서 A(f)는 주파수 f에서의 측정된 전력비이고, N은 측정 주파수(가중점)의 수(21개), W(f)는 주파수에 따른 가중치이다. 실제 동일 측정결과에 대하여 위의 2가지 가중방법을 사용하여 구한 가중 단말 결합손실은 WAEPL이 TCL_w보다 수 dB(약 5dB) 정도 큰 값을 나타낸다.

한편, ITU-T 및 ETSI에서는 가중 단말 결합손실(TCL_w)의 경우 에코에 의한 열화를 최소화할 수 있고 가입자의 핸드셋 사용법을 고려하여, 자유공간 조건(suspended in free air)에서 ISDN 전화기의 디지털 입력으로 부터 디지털 출력까지의 손실을 측정하였을 때,

전화기의 종합음량정격(OLR; overall LR, OLR = SLR + RLR)이 10dB로 정규화되었을 때 40dB 이상의 TCL_w를 규정하고 있다. 또, 안정손실의 경우에는 핸드셋을 딱딱한 표면에 수화기가 그면을 향하도록 놓았을 때, OLR을 +10dB로 정규화하였을 경우에 디지털 입력에서 디지털 출력까지의 손실은 200 ~ 4000Hz의 모든 영역에서 적어도 10dB이상(ITU-T) 또는 6dB이상(ETSI)일 것을 규정하고 있다⁽⁵⁾⁽⁶⁾

III. 국내기준 도출

1. 송화자 에코에 대한 오피니언 평가

오피니언 평가는 전화회선에서 발생할 수 있는 열화 요인과 일반 전화사용자들의 오피니언 체계의 관계를 확립하는데 목적이 있다. 본 실험에서는 송화 오피니언 실험을 통해 지연시간과 측음에 따른 송화자 에코가 가입자의 만족도에 미치는 영향을 고찰한다.

그림 1은 실험에 사용된 실험 장치의 블록 다이어그램이다. TELR은 5dB에서 7dB 간격으로 68dB까지, STMR은 5, 15dB로, 에코 지연시간은 20ms에서 600ms (20, 40, 60, 80, 600ms)로 가변하여 총 63개의 실험 조건을 남녀 31명의 대학생으로 구성된 피험자에게 제시하였다. 전 실험에 걸쳐 방음실내의 실내소음을 50 dB(A)로, 회선잡음을 -57dBmp로 고정하였다⁽⁷⁾.

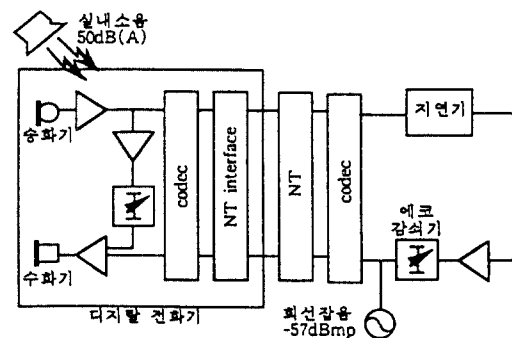


그림 1. 송화자 에코에 관한 오피니언 평가의 블록 다이어그램

Fig. 1. Experiment block diagram of opinion test on talker echo

전화 오피니언 평가는 평이한 대화체 문장을 사용하여 피험자가 송화한 내용을 전화회선의 품질열화요인의 변화정도에 따라 직접 평가하는 것으로서, 피험자의 자연스런 송화를 유도하기 위하여 간단한 문장을 주고 상대방과 통화하는 것처럼 문장을 읽도록 하였다. 이때, 송화 시료는 자연스럽게 읽을 수 있는 쉬운 문장들을 사용하기 위하여 10초 이내의 평이한 문장으로 구성되어 63개의 조건들을 피험자들에게 무선식으로 제시하였다. 사용한 오피니언 척도는 제시된 각 조건에 대해 '매우 나쁘다, 나쁘다, 보통이다, 좋다, 매우 좋다'의 5점 척도를 사용하였고, 피험자의 평가 결과에서 매우 나쁘다로 부터 1, 2, 3, 4 및 5점의 가중치를 주어, 각 조건에 대한 전체 피험자의 "일반적인 통화상태에 대한 만족도"를 평균하여 평균 오피니언 점수(MOS: mean opinion score)를 구하였다.

오피니언 평가결과에 의하면, 측음정격 STMIR (side-tone masking rating)이 15dB일 때 지연시간에 따른 TELR과 매우 나쁘다로 평가한 피험자의 누적확률의 상관관계는 그림 2와 같다. 이 그림에 의하면 참고문헌 (1)에서와 같이 전체 통화의 2.5%를 임계치로 설정하면, 모든 지연시간을 고려하여 50dB이상의 송화자 예코경로 손실(TEPL)이 적절함을 알 수 있다.

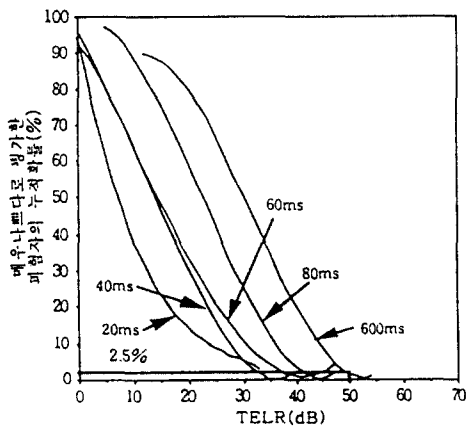


그림 2. TELR과 "매우 나쁘다"로 평가한 누적확률과의 상관
Fig. 2. Correlation between TELR and the cumulative percentage of subjects evaluating transmission quality as "bad"

2. 국내기준(안)의 제안

COM 12-28(1)에서는 'all digital' 접속에서 송화자 예코의 치각에 관한 오피니언 평가로 부터 TCL의 허

용치를 제안하고 있다. 이에 의하면, 전체 call 중 2.5%를 임계치로 잡아, 모든 지연시간에 대해 55dB이상의 예코 경로 손실이 적절하나 실내소음에 의한 마스킹 효과를 고려하면 50dB이상의 TEPL이 적절함을 제안하였다. 이 값은 ITU-T의 LR과 다른 손실 척도인 IEEE의 OLR(objective loudness rating)을 사용하여 ITU-T의 SLR과 RLR 대신에 각각 TOLR (transmitting OLR)과 ROLR(receiving OLR)을 이용한 것이며, 또한 북미(EIA/TIA)의 ISDN 손실계획에 의한 경우에 종합음량정격(OOLR: overall OLR)이

$$OOLR = TOLR + ROLR = 5dB(ITU-T의 경우 SLR+RLR = 11dB^{(1)})$$

인 때의 송화자 예코 경로 손실이므로, 가중 단말 결합 손실은 45dB 이상의 WAEPL(39dB의 TCLw)을 의미한다. 즉, 이 기고문은 예코에 대한 망 제어가 불필요하도록 하기 위해서는 45dB이상의 가중 단말 결합손실(WAEPL)을 ISDN 전화기가 만족하도록 설계되어야 한다고 제안하고 있다.

또한, 사람의 귀 또는 의사귀를 이용한 경우와 자유공간(free air)에 매달린(suspended) 상태 등의 측정법 및 가중 단말 결합손실의 계산에 사용되는 가중방법의 차이점 등을 기술한 연구결과⁽³⁾⁽⁴⁾에 의하면 TCLw의 경우는 가중의 정도가 많아(much weighting) WAEPL에 비해 낮은(약 5dB) 단말 결합손실을 나타낸다고 한다.

이를 종합하면, 예코가 없는 전화통화를 위해 50dB의 TEPL이 필요하며, 이는 단말의 송화, 수화음량정격을 제외한 단말 결합손실의 경우, ITU-T 권고 G.122의 가중방법에 의한 TCLw의 경우 최소한 40dB(OLR 10dB), EIA/TIA-579의 가중방법에 의한 WAEPL의 경우 최소한 45dB(IEEE의 OOLR 5dB)를 유지해야 함을 알 수 있다.

한편 안정손실은 전체 망의 안정도에 대한 전화 단말측의 기여 정도의 척도로 주어지는 음향 예코경로 손실의 최소치를 의미한다. 이는 결국, 명음(singing)을 방지하기 위해 필요한 조건이며, ITU-T 권고 G.122에 의하면, 0~4kHz 대역의 임의의 주파수에서 국제망과 국내망의 접속점인 가상 아날로그 교환점(VASP; virtual analog switching point)간의 손실이 0dB 이하가 될 가능성이 1000번의 호(call) 중 6번을 초과하지 않는 분포이어야 호 설정 및 해제, 호 변환 시 망의 안정성

을 보장할 수 있으며, 이때의 손실이 적어도 6dB 이상 일 것을 주장하고 있다. 또 한편 EIA/TIA-579에 의하면 그 손실이 0dB 이하가 될 경우 명음이 발생할 수 있으며, 호 접속시 singing margin은 수화자 에코경로 손실의 최소치로 정의되고 4dB로 설정되어 있다. 결국 이를 종합하면 완전한 호 접속에 있어서 이러한 명음의 발생을 제어하기 위해 필요한 안정손실은 200 ~ 4000Hz 대역의 모든 주파수에서 적어도 10dB의 TEPL을 보장해야 함을 알 수 있다.

결국, 송화자 에코에 관한 오피니언 평가결과의 가입자의 에코의 지각에 근거한 최소한 50dB이상의 송화자 에코경로 손실과 저자의 '93년도 연구결과에 의한 ISDN 전화기의 종합음량정격이 6~10dB⁽¹⁵⁾인 것을 이용할 경우에 단말 결합손실에 관한 국내기준은 적어도 40dB이상의 가중 단말 결합손실과 10dB이상의 안정손실이 필요하다고 할 수 있다.

IV. 단말 결합손실 측정실험

1. 측정실험

본 절에서는 국내의 ISDN 전화기의 단말 결합손실(가중 단말 결합손실, 안정손실)의 실태를 파악하고 III장에서 기술한 국내기준에의 부합여부를 알아보기 위하여 국내에서 생산된 4대의 ISDN 전화기에 대하여 실시한 단말 결합손실 실험 내용을 기술한다.

국내의 경우 ISDN 전화기 제조업체는 현재 4개사 정도이기 때문에 이들 업체에서 ISDN 시범용 전화기로 생산한 것을 1대씩 표집하여, 실험은 이 4대의 전화기에 대하여 ITU-T에서 권고하고 있는 자유공간(free air) 조건과 HATS(head and torso simulator) 및 사람의 귀를 이용한 측정(피험자 1, 2)으로 구성하였다. 자유공간 조건은 30dB(A)이하(실제로 24dB(A))의 실내 소음 환경인 방음실을 이용하였고, HATS는 B&K 4128을 사용하였다. 또, 사람의 귀를 이용한 측정에서는 2명의 피험자를 대상으로 하여 통상적인 사용상태(normal pressure usage)에서 측정을 실시하였다. 모든 측정조건에 측정신호는 pink noise를, 입력신호 레벨은 0dBm으로 설정하였고, 사람의 귀를 이용한 측정의 경우 레벨조정을 하지 않고 귀마개를 사용하였다. 또, 주파수 분석기의 주파수 분해능을 고려하여 출력/입력 전력비(손실/주파수 특성)를 183Hz ~ 5.45KHz 사이에서

1/12oct. 대역으로 측정하였다. 가중 단말 결합손실 계산을 위한 측정도는 그림 3, 안정손실의 측정도는 그림 4와 같다⁽⁶⁾⁽¹⁶⁾. 또, 측정대상 전화기의 단말 결합손실에 관한 국내기준에의 부합여부를 알아보기 위하여 먼저 각 전화기의 SLR 및 RLR을 측정하였다. 표1에 측정에 사용된 전화기의 송.수화 음량정격, 변환법칙 및 TCL_{max}에 대한 보정치를 나타낸다. 표1에 따르면 4대의 전화기의 특성의 분산이 큰 것을 알 수 있는데, 이는 ISDN 전화기의 통화품질에 관한 국내기준이 없는 상태에서 각 회사 나름대로의 기준에 의해 제작된 것이기 때문이다.

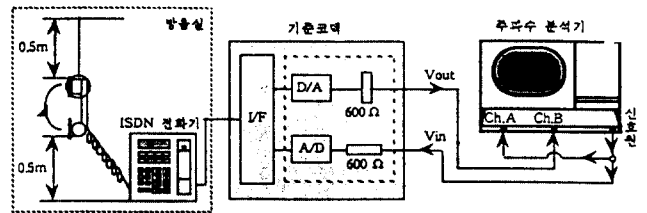


그림 3. 가중 단말 결합손실의 측정도

Fig. 3. Measurement block diagram for weighted terminal coupling loss

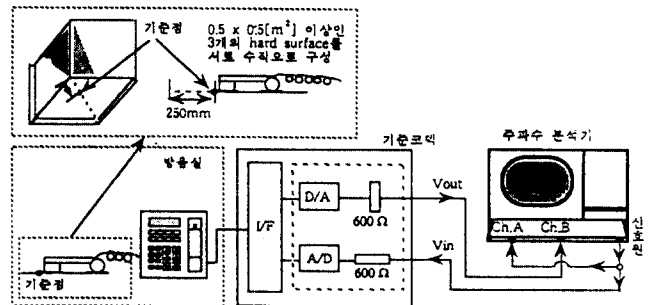


그림 4. 안정손실의 측정도

Fig. 4. Measurement block diagram for stability loss

표 1. 측정대상 전화기의 일반 특성

Table 1. General characteristics of telephones under test

전화기	변환 법칙	SLR	OLR [dB]	TCL의 보정치 (OLR 10dB)
		RL[dB]		
A	μ	6.6	-2.4	-12.1
		-9.0		
B	μ	25.0	16.7	6.7
		-8.3		
C	A	15.3	16.9	-6.9
		1.6		
D	μ	9.6	0.9	-9.1
		-8.7		

2. 측정결과 및 분석

각 측정조건에 따른 손실/주파수 특성 측정결과로부터 식(1)을 사용하여 계산한 가중 단말 결합손실과 측정대역상의 위외의 주파수에서의 최소 손실치를 의미하는 안정손실을 정리하여 표2에 나타낸다. 표1과 같이 표 2에서도 4대의 전화기의 측정결과값의 분산이 큰 것을 알 수 있는데, 이는 표1에서와 같은 이유 때문이다. 표2의 TCL_w 는 측정에 사용된 주파수 분석기의 주파수 분해능으로 인하여 식(1)의 A_n, A_m 는 각각 307, 3450Hz이고 N는 42로 하여 307 ~ 3450Hz 대역에서 1/12 옥타브로 계산하였고, 보정치는 각 측정지에서 표1의 보정치를 이용하여 OLR 10dB에 정규화한 값이다.

표 2. 단말 결합손실 측정결과

Table 2. Measured terminal coupling loss of telephones under test

TCL [dB]	전화기	A		B		C		D	
		측정치	보정치	측정치	보정치	측정치	보정치	측정치	보정치
가중 단말 결합 손실	자유공간	29.6	42.0	43.7	37.0	37.3	30.4	43.7	52.8
	HATS	36.7	49.1	42.3	35.6	39.6	39.6	43.8	52.9
	피험자1	39.6	52	44.6	37.9	42.8	42.8	44.9	54.0
	피험자2	39.2	51.6	44.8	38.1	42.6	42.6	45.1	54.2
안정손실		-3.1	9.3	20.5	13.8	16.6	16.6	17.9	27.0

4가지 가중 단말 결합손실 측정조건에서의 디지털 입력에서 디지털 출력까지의 손실/주파수 특성 측정결과와 일례로 A 전화기의 결과로 그림5에, 또 안정손실 측정조건에서의 3대의 전화기 A, B 및 D에 대한 손실/주파수 특성 측정결과를 그림6에 나타낸다. 그림6은 표1의 보정치를 이용하여 OLR을 10dB로 정규화한 것이다.

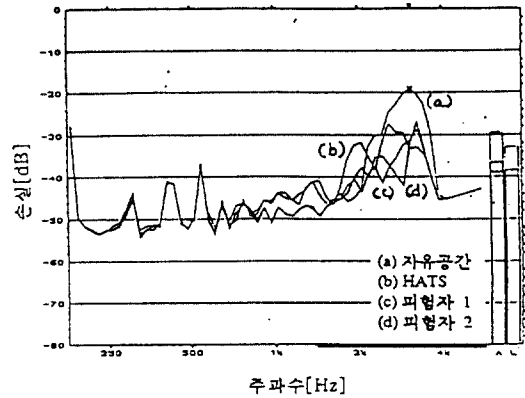


그림 5. A 전화기의 손실/주파수 특성(가중 단말 결합손실)
Fig. 5. Loss/frequency characteristic of telephone A under TCL_w test

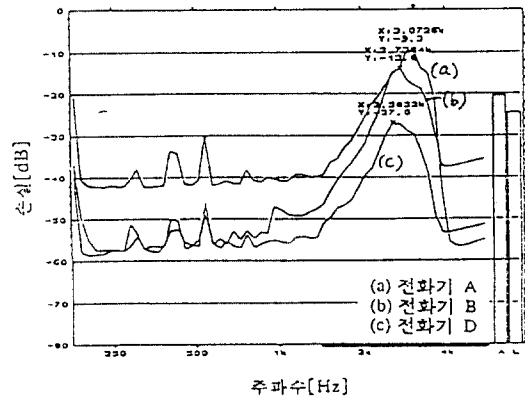


그림 6. 안정손실의 손실/주파수 특성
Fig. 6. Loss/frequency characteristic of telephones under stability loss test

표2에 의하면, 대체로 A, B, C, D 4대의 전화기 모두 사람의 귀를 이용한 측정(피험자 1, 2)의 경우에는 일반적으로 예측되는 큰 분산과는 달리 피험자간 가중 단말 결합손실의 차이를 거의 보이지 않았으며(0.2 ~ 0.4dB), 또 사람의 귀를 이용한 측정과 자유공간에서의 측정결과를 비교해 보면, 사람의 귀를 이용한 측정의 경우의 단말 결합손실이 자유공간에서의 값보다 약 0.9 ~ 10dB 만큼 큰 값을 보이고 있다. 특히 A 전화기의 경우 사람의 귀를 이용한 측정과 자유공간의 단말 결합손실의 차이가 4대 전화기 중 가장 큼을 볼 수 있으

나, 이는 참고문헌(8)에서와 같이 통상적인 사용상태의 사람의 귀를 이용한 측정의 경우, 그림5에서 알 수 있듯이 고주파 쪽의 상대적인 피크의 감소로 인하여 더 높은 단말 결합손실을 보인 것이라고 생각한다.

HATS를 사용한 결과가 오히려 자유공간 측정결과보다 사람의 귀를 이용한 측정과 더 유사함(1.1~3.2dB의 차이)을 보이고 있는데, 이를 놓고 볼 때는 HATS를 이용한 측정이 사람의 귀를 이용한 측정 결과에 더 유사하기 때문에 이를 통한 측정법의 표준화가 바람직하다고 생각할 수 있으나, 원래 ITU-T 기준의 경우 채택된 기준의 의미가 최악의 사용상태(실제 사람의 경우에서 loose coupling)에서의 가장 단말 결합손실을 의미하며, 실제 사용상태에 가까운 측정법을 현재 계속 연구중이고, 또한 참고문헌(9)에서는 사람의 경우 loose coupling일 때가 통상적인 사용상태보다 10dB 낮은 값을 보임을 주장하고 있고, 본 실험의 경우 A 전화기가 loose coupling을 고려할 경우 가장 측정조건과 그 결과가 부합한다고 할 수 있을 것이다. 실제 참고문헌(11)에서는 loose coupling과 자유공간의 단말 결합손실의 차이가 약 3dB이내임을 주장하고 있다. 그러나 이를 확인하기 위한 추가 실험이 필요할 것이다.

손실/주파수 특성 측정결과를 보면, 그림5에서 볼 수 있듯이 대체로 1kHz 미만에서는 3대의 전화기 모두 측정조건에 따른 차이를 보이지 않고 있으며, 안정손실의 경우에 그림6에서 볼 수 있듯이 측정대상 전화기에서 손실/주파수 특성의 패턴의 차이는 거의 없으나, 상대적인 손실의 차이를 인하여 표2의 안정손실 값의 차이를 보인다고 할 수 있을 것이다.

끝으로, 표2에 의하면, OLR=10dB에 정규화하였을 때의 자유공간 측정에서의 가장 단말 결합손실 40dB이상과 안정손실 10dB이상의 단말 결합손실에 관한 ITU-T 기준을 놓고 비교해 볼 때, 가장 단말 결합손실의 경우 A, D 전화기가, 안정손실의 경우 B, D 전화기가 그 조건을 만족하고 있음을 보여준다. 측정결과에 의하며 측정에 사용된 전화기 중 가장 단말 결합손실과 안정손실에 관한 기준을 모두 만족하는 전화기는 D 전화기이나, 이 전화기에 있어서도 주어진 입력레벨에서 이미 왜곡이 발생하여 비록 단말 결합손실 기준을 만족한다고 하더라도 왜곡에 관한 기준에 문제점을 나타내기 때문에 D 전화기의 단말 결합손실 측정 자체가 무의미하다고 할 수 있을 것이다. 결국 측정대상 전화기 중 ITU-T의 단말 결합손실 기준을 모두 만족하는 전화기는 없다고 할 수 있을 것이다, 대체적으로 A 전

화기가 그 조건에 가장 부합된다고 할 수 있다.

V. 토의 및 결론

지금까지 송화자 에코에 관한 오피니언 평가결과와 에코와 가입자 오피니언의 상관을 토대로, 가입자에게 에코가 없는 전화통화를 제공할 수 있는 가장 단말 결합손실 및 안정손실의 국내기준과 국내에서 ISDN 시범용 전화기로 생산된 전화기를 대상으로 한 단말 결합손실 측정실험 결과를 기술하였다.

이에 따르면, ISDN 전화기의 송화 및 수화음량정격이 규정되어 질 경우, 단말 결합손실에 대한 규정은 가장 단말 결합손실과 에코 안정손실로 분류되어 규정되고, 이러한 규정은 사용자의 에코 지각정도에 근거한 echo-free per formance를 만족할 수 있어야 하며, 실제 국내 전화기의 단말 결합손실의 정도를 고려하여 설정함이 바람직하다는 것을 제시하였다. 이러한 점을 고려하여 ISDN 전화기의 송화음량정격을 10dB로 정규화하였을 경우 적어도 40dB이상의 가장 단말 결합손실(TCL_W)과 10dB이상의 안정손실을 국내기준으로 제안하였다.

한편, 단말 결합손실의 측정실험 결과에 의하면 시험 전화기가 모두 이 기준을 만족하지는 않지만, 실제 이 전화기가 ISDN 시범용 전화기이고 ISDN 전화기의 통화품질에 관한 국내기준이 없는 상태에서 생산된 것이므로 이에 따른 국내기준을 제정한다고 해도 사용자 만족도 면에서나 전화기 제조측면에서나 무방할 것으로 생각된다.

감사의 글

본 연구는 체신부의 "ISDN전화 전송품질 기준 연구"과제의 일환으로 이루어진 연구결과입니다. 본 연구에 많은 도움을 준 율향정보처리연구실원들에게 감사드립니다.

참 고 문 헌

- (1) ITU-T SG 12, COM 12-28, "Talker echo on all digital connections including ISDN", Geneva, Mar. 1990.
- (2) EIA/TIA-579, "Acoustic-to-digital and

- digital-to-acoustic transmission requirements for ISDN terminals", 1991.
- (3) ITU-T SG 12, COM 12-59, "Terminal coupling loss measurements on simulated 4 wire analog and digital telephone sets", Geneva, Nov. 1990.
- (4) ITU-T Recommendation G.122, "Influence of national systems on stability, talker echo and listener echo in international connections", 1988.
- (5) ITU-T Recommendation P.31, "Transmission characteristics for digital telephones", 1992.
- (6) ETS 300 085, "Integrated Services Digital Network (ISDN) 3.1kHz telephony teleservice. Attachment requirements for handset terminals", 1990.
- (7) 강경옥, 장대영, 김성환, 강성훈, "통신망에서의 단일에코에 관한 오피니언 평가", 한국통신학회 하계 종합학술발표회 논문집, 1992. 7.
- (8) ITU-T Supplement No. 19(to P series Recommendation), "Information on some loudness loss related ratings", 1988.

- (9) ITU-T SG 12, D.56, "Acoustic echo path loss in telephone handsets", Geneva, Nov. 1990.
- (10) ITU-T SG 12, D.60, "Some measurements of terminal coupling loss", Geneva, Nov. 1990.
- (11) ITU T SG 12, D.62, "Terminal coupling loss measurements on digital(PCM) telephony terminals", Geneva, Nov. 1990.
- (12) ITU-T SG 12, D.63, "Terminal coupling loss", Geneva, Nov. 1990.
- (13) ITU T SG 12, D.82, Geneva, Sep. 1991.
- (14) ITU T SG 12, COM 12-93, "Measurement of TCL_{av} on digital handsets", Geneva, Sep. 1991.
- (15) 홍진우, 김성환, 강성옥, 장대영, 강성훈, "ISDN 전화기의 전송품질 평가", 한국통신학회 추계학술발표회 논문집, 1993. 11.
- (16) ITU-T Recommendation P.66, "Method for evaluating the transmission performance of digital telephone sets", 1992.



姜京玉(Kyeong Ok Kang) 정회원
1962년 11월 17일생
1985년 2월 : 부산대학교 물리학과 졸업(이학사)
1988년 2월 : 부산대학교 대학원 물리학과 졸업(이학석사)
1991년 2월 ~ 현재 : 한국전자통신연구소, 음향정보처리연구실

*주관심분야 : 음향정보처리, 전기음향, 통화품질



姜成勳(Seong Hoon Kang) 정회원
1956년 6월 15일생
1981년 2월 : 광운대학교 전자공학과 졸업(공학사)
1983년 2월 : 연세대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학석사)
1987년 3월 : 고베대학 대학원 전자공학과 졸업(공학박사)

1988년 2월 ~ 현재 : 한국전자통신연구소, 음향정보처리연구실

*주관심분야 : 음향정보처리, 전기음향



張大永(Dae Young Jang) 정회원
1966년 2월 24일생
1991년 2월 : 부산수산대학교 전자공학과 졸업(공학사)
1991년 1월 ~ 현재 : 한국전자통신연구소, 음향정보처리연구실

*주관심분야 : 음향정보처리, 전기음향, 통화품질