

論 文

협대역 ISDN 서비스 제공을 위한 우리나라의 가입자 선로 특성 측정

正會員 成 兌 慶* 正會員 陳 庸 玉**

A Measurement on Subscriber Line Characteristics in Service of Narrow Band ISDN in Korea

Tae Kyung SUNG*, Yong Ohk CHIN** *Regular Members*

要 約 본 논문은 ISDN 실현 초기 단계에서 제공되는 서비스중 협대역 정보신호(2B+D)를 기존의 가입자 선로를 이용하여 전송할 때 요구되는 국내가입자 선로의 특성을 조사하고 전송선로 특성 조건에 관한 국제적인 동향과 비교, 분석하였으며, 그 결과를 분석하여 이를 모델링하였다. 그 결과 U-트랜시버의 수신레벨이 -31dBm 이하일 경우에는 기준품질 확보가 불가능하며, 측정회선의 3.6%는 협대역 ISDN 전송로로는 사용할 수 없는 것으로 나타났다. 선로잡음의 주요 형태는 임펄스성 잡음과 근단누화가 주류를 이루고 있으며 착오발생 형태는 버스트 모드보다 순간성이 강한 것으로 확인되었다. BER 측정결과 측정회선중 70% 이상의 회선이 품질기준을 충족시키는 구간은 2.5km 이내로 관측되었다.

ABSTRACT In this paper, we deal with to survey a narrow band ISDN transmission capability through the local subscriber line in Korea. First, we discuss international activity trends of technical references required for a narrow band ISDN services using existing pair cables. Second, we have measured transmission characteristics to send digital signals at 144kbps ratio through the local subscriber line. With this result, we have found that 3.6% of measured lines are not available for a narrow band ISDN channel, obtained a conclusion that the input level of U-transceiver should be more than -31dBm so as to assure the sufficient digital transmission quality. We also know that majority noise caused by transmission error are due to impulsive noise and near end crosstalk. Finally, as a result of the BER measurement, it is observed that, within 2.5km, more than 70% of measured cables are satisfied with the reference quality.

I. 서 론

ISDN 서비스중 초기에 실현할 수 있는 것으로는 협대역 ISDN 서비스이다. 이는 사용자-망간 인터페이스(User-Network Interface)를

*韓國通信技術株式會社

Korea Telecommunication Authority International

**慶熙大學校 電子工學科

Dept. of Elec. Eng. Kyung Hee Univ.

論文番號: 88-10(接受 1988. 2. 6)

통하여 2B+D의 채널, 즉 144Kbps의 전송서비스가 제공되는 것을 말한다.

이 경우 가입자 선로로 사용되는 전송로는 144Kbps에 알맞게 새로이 설치하는 것보다 기존의 2선식 동선케이블을 사용하는 것이 경제적이다. 따라서 세계 각국은 이와같은 방향으로 연구가 진행 중에 있으며, 그 방법에 관한 국제표준화도 거의 확정된 단계에 와 있다.

협대역 ISDN의 전송기술은 전송방식과 전송부호 기술로 대별할 수 있는데 양자의 방법은 각국이 보유하고 있는 가입자 전송선로 상황에 따라 현저히 달라진다. 따라서 우리나라에서도 현황파악이 시급하며 그 기초자료가 전송장치나 시스템 설계에 반영되어야 한다. 그러나 몇가지 조사보고가 있기는 하지만⁽⁷⁾ 심층적 분석은 이루어지지 않고 있었다. 따라서 이논문은 필자 중의 한사람이 1986년 협대역 ISDN에 대한 전송로 능력을 조사한 바 있는데 단순기초 자료를 근거로 심층적 분석을 행하고 그에 따른 이론적 근거를 파악하고자 하였다. 즉 2B+D 채널의 144Kbps 전송이 우리나라에 사용하고 있는 기존 2선식 동선케이블에 어느 정도 가능한 지를 분석하고 국제동향과 비교한 후 적절한 기준치를 설정하는 기술적지침을 마련하고자 한다. 아울러 통계적 기법을 이용하여 모델링 수식을 유도하고자 한다.

II. 협대역 ISDN의 구성

II-1. 협대역 ISDN 서비스

CCITT에서는 협대역 ISDN에서 제공되는 정보운송 서비스(Bearer Service)를 제공하고 텔리서비스(Teleservice) 가입자에게 액세스할 수 있도록 사용자-망간 인터페이스 표준안을 권고하고 있다. 기본적인 인터페이스 구조는 2개의 B 채널과 하나의 D 채널로하여 2B+D로 구성하고 있다. B 채널은 타이밍 정보를 포함한 64kbps, D 채널은 16kbps로 규정하고 있으므로 2B+D 채널의 전송속도는 144kbps가 된다⁽¹⁾.

따라서 협대역 ISDN은 144kbps의 정보량을 전 2중 방식(full duplex system)으로 송수신할 수 있어야 한다.

II-2. U-인터페이스

ISDN 사용자-망간 인터페이스와 U-인터페이스의 관계는 그림(1)과 같다.

그림 1에서 T, S, R 인터페이스는 이미 표준화의 권고가 확정되었으며 U, V 인터페이스는 CCITT에서 논의중에 있다⁽²⁾.

U-인터페이스는 사용자-망간 인터페이스와 교환기 사이에 개재하는 가입자 전송로를 포함하는 영역으로서 CCITT SGXVIII에서 논의되고 있으며, 현재 제안하고 있는 U-기준점에서의

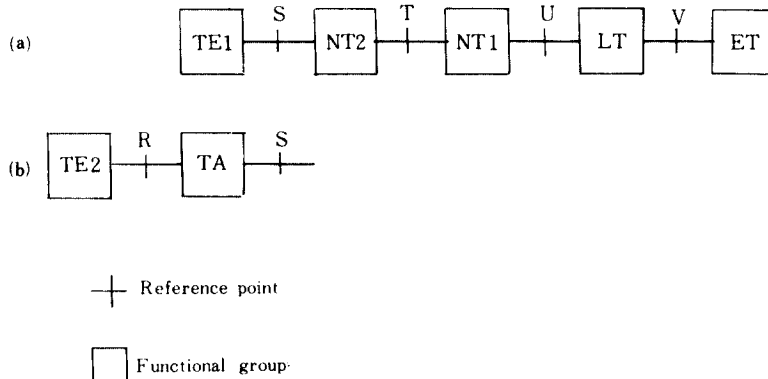


그림 1 ISDN 사용자-망간 인터페이스와 U-인터페이스
ISDN user-network interface and U-interface.

구조와 매체는 그림 2 와 같다⁽³⁾.

그림 2에서 T-기준점과 V-기준점 사이를 디지털 구간(Digital Section), NT 1과 LT 사이를 디지털 전송 시스템(Digital Transmission System)으로 정의하고 있으며 이 구간에는 2선식 동선케이블, 광케이블, 무선링크가 사용되는 것으로 설정되어 있다.

II-3. U-트랜시버

U-트랜시버는 NT 1과 LT 사이에 2B+D의 정보신호를 전 2중방식으로 전송하는 기능 외에 자기진단 및 제어신호를 상호 교신하도록 되어 있다.

본질적으로 U-트랜시버는 가입자 터미널에 액세스하는 정보를 교환 설비측에 중계하는 전송기능 요소이므로 모든 가입자의 상황에 적절히 적응할 수 있도록 설계되어야 한다.

II-4. 가입자 전송로

협대역 ISDN 서비스 공급을 위한 전송방식은 기존 아날로그 전송과는 달리 4선식 보다 2선식이 기술적 측면이나 경제적 측면에서 유리하다. 따라서 각국에서는 모두 이 방향으로 연구하고 있다. 궁극적으로 협대역 ISDN 서비스는 가입자 선로의 품질과 이에 대응하여 개발되는 U-트랜시버의 성능에 의하여 서비스 공급범위가 결정된다.

III. 전송품질 기준

III-1. 국제전송 품질기준

ISDN 서비스는 디지털망에 의하여 전송되므로 아날로그망과는 달리 새로운 전송품질 평가기준이 필요하다. CCITT는 향후 모든 서비스가 ISDN 개념에 의하여 발전할 것이므로 음성 및 데

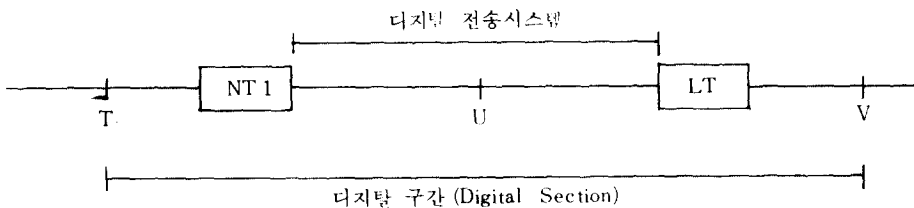


그림 2 U-기준점의 구조와 매체
Structure and medium of U-reference point.

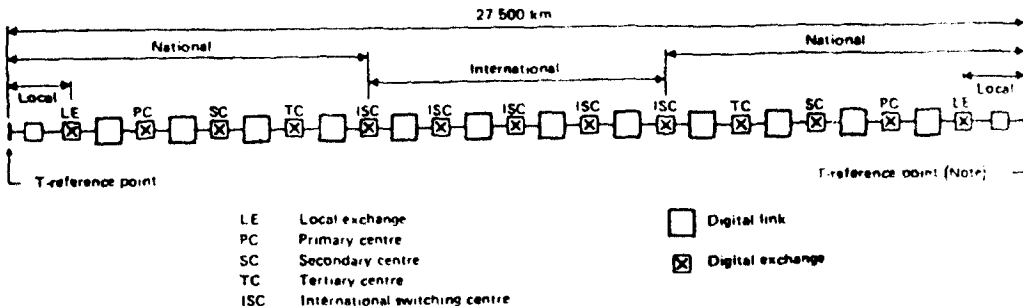


그림 3 표준디지털 회선 가상 접속계 (CCITT G. 801)
Standard digital hypothetical reference connection (CCITT G. 801).

이더 형태의 서비스를 전송할 때 품질저하를 일으키는 가장 큰 요인을 착오(Error)에 의한 것으로 가정하였다. 이에 따라 다양한 서비스를 전송하는 ISDN에서 통일된 기준이 필요하므로 잠정적인 전송품질 평가기준을 권고하고 있다⁽⁴⁾.

그림 3은 표준 디지털 회선 가상 접속계(Standard digital hypothetical reference connection)로서 최장 회선구간을 국제 회선을 구성하는 것으로 고려하여 27,500km로 가정하고 있으며, 이 그림에서 로칼(Local)구간이 U-기준점 영역과 일치한다^{(4), (5)}.

이와같은 디지털 회선에서 전송품질을 평가하기 위하여 %ES(Percent Error Second)개념을 정의하고 있으며 전체 구간에서 발생하는 %ES를 각 구간별로 배분하여 할당하고 있는데 그 내역은 표 1과 같다⁽⁵⁾.

표 1 전송품질의 구간별 배분
Reference transmission quality.

구분	Local Grade	Medium Grade	High Grade	계
D·M	1.5%×2	1.5%×2	4%	10%
SES	0.015%×2	0.015%×2	0.04%	0.2%
ES	1.2%×2	1.2%×2	3.2%	8%

표 1에서 D·M(Degraded Minute), SES(Serverly Errored Second), ES(Errored Second)의 3개 항목 중 U-인터페이스 구간에서의 실용적인 평가기준은 ES로서 앞으로 디지털 회선에서는 BER(Bit Error Rate) 평가방법과 ES 평가 방법이 같이 적용될 것으로 보인다.

III-2. 국내 전송품질 기준

현재 국내에 확립되어 있는 전송 품질기준은 아날로그 전송방식에 관한 것이 주요대상이었다. 극히 최근에 고속 팩시밀리(G. IV급), 영상전화급의 디지털 통신망 개장을 위한 검토 및 시험운용의 결과에 따라 새로운 형식의 전송 품질 기준을 정립시켜 가고 있으나, 협대역 ISDN 서비스의 전송 품질 기준은 검토단계에 머무르고 있다.

표 2는 가입자 회선계의 디지털 전송망 구성을 위한 기준을 정리, 요약한 것이다.

표 2 국내 전송품질 기준 비교 (*협대역 ISDN의 경우 검토대상항목, -미정, ×고려하지 않음)

Comparison of transmission quality in data services.

항목	PSTN	CSDN	협대역ISDN
정보속도	300-9600bps	56kbps	144 kbps
선로신호속도	300-9600bps	56kbps	80kbps-360kbps
전송방식	DPSK	PCM	ECM 또는 TCM
전송손실*	32dB 이하 (800 Hz)	34dB 이하 (28KHz)	-
감쇠쇄	CCITT H.12	×	×
지연쇄	CCITT H.12	×	×
S/N	24dB 이상	×	×
주파수편이	± 6 Hz 이내	×	×
회선잡음	-40dBmOp	-56dBm 이하	×
비직선쇄			
- 2차	25dB 이상	×	×
- 3차	30dB 이상	×	×
임펄스잡음*	18개 이하(15분) (-18dBmOp)	(7개 이하15분) (-40dBm)	-
위상지터	15° 이하	×	×
위상도약	15개 이하	×	×
이득도약	2개 이하	×	×
Drop Out	2개 이하	×	×
BER			
19.2kbps 까지	1×10 ⁻⁵ 이하	×	×
56-1544kbps*	1×10 ⁻⁶ 이하	1×10 ⁻⁶ 이하	-
%ES*	×	1.25 이하	-
근단누화감쇠*	×	×	-
입출력임피던스*	600Ω	135Ω	-

위 표에서 PSTN(Public Switched Telephone Network)은 일반공중 전화망을 데이터 회선으로 사용하는 것을 말한다. CSDN(Circuit Switched Digital Network)계의 품질기준은 고속 팩시밀리의 서비스 개장을 위하여 검토하고 있는 것을 수록하였으며 잠정적으로 AT&T의 규정을 참고하였다. 협대역 ISDN항은 국제기구에서 검토대상으로 제안하고 있는 사항이다⁽³⁾⁽⁶⁾⁽⁷⁾.

IV. 전송로 측정

IV-1. 전송품질에 영향을 미치는 요소

기존의 음성급 서비스를 제공하는 가입자선로에서는 교환기의 신호전류를 공급할 수 있는 거리 때문에 DC루프 저항만을 주로 규정하였으나

협대역 ISDN 전송로에서는 주파수 대역이 넓어 지므로 여러가지 문제가 발생한다. 국제기구에 서 협대역 ISDN 서비스를 제공하기 위하여 고 려하고 있는 전송 품질에 대한 항목을 정리하면 표 3 과 같다⁽³⁾

표 3 협대역 ISDN 전송로에서 고려하고 있는 전송품질 항목
Transmission quality items of narrow band ISDN.

항 목	관 련 사 항
서비스 공급 거 리	• 허용손실전송 및 U-트랜시버의 시스템 마진
급 전 거 리	• 선로의 DC 루프저항
전송품질 확보를 위한 선로특성	• 임펄스 잡음의 취급방법 및 허용 기준 • 근단누화 잡음의 허용기준 • 선로 불평형 허용기준 • 선로 임피던스 허용기준

IV-2. 측정개요

국내의 협대역 ISDN 건설을 추진함에 있어서 는 가입자 전송로상에서 전송능력을 조사·평가 하는 것이 선결문제이다. 우리나라에서 ISDN서 비스는 대도시를 중심으로 공급될 것이 예상되므 로 이러한 점을 감안하여 서울 반포전화국을 선 정한 바 있다.

측정시기는 1986. 9-12이었으며 KTA 의 의 퇴에 의하여 한국통신기술주식회사(KTAI) 에서 수행하였다. 조사대상국을 선정하는데는 다음과 같은 사항이 고려되었다.

- 선로 길이가 4 km 이상인 전화국
- 선로의 도체 직경이 다양한 곳
- 각종 잡음원의 측정이 가능한 곳
- 선로 현황과악과 측정결과가 분석 가능한 곳

IV-3. 전송손실 특성 측정

① 측정주파수

U-트랜시버의 시스템 마진에 따라 허용 전송 손실의 폭이 결정되며 트랜시버에 사용되는 전송 부호에 따라 최대 손실이 발생하는 주파수가 달 라진다. 현재 국제기구에 제안되어 있는 전송부 호 특성은 표 4 와 같다⁽³⁾⁽⁴⁾⁽¹⁾.

표 4 전송 부호 특성
Characteristics of line code.

항 목	단 위	쌍극위상	MMS 43	2B1Q	SU32	AMI
정보속도 (2B+D)	kbps	144	144	144	144	144
C 채널 정보 속도	"	4		1	4	4
동기및서비스 정보	Kbaud	-	12	-	-	-
전송신호속도	"	160	120	80	108	160
최대 PSD 주파수	KHz	120	50	40	-	80

각국에서 검토하고 있는 전송부호의 특성을 비 교하여 보면 전송로에서 전송신호 속도가높을수 록 최대 전력 스펙트럼 밀도가 나타나는 주파수 가 높아짐을 알 수 있다. 또 우리나라의 경우 외 국에 비하여 전송로 특성조건이 악화되어 있으 므로 트랜시버 시스템 마진을 외국에 비하여 제 한된 조건에서 설계하여야 한다.

따라서 이러한 점을 고려하여 전송신호 속도가 낮으며 전송거리를 확대할 수 있는 2B1Q 부호 가 우리나라 실정에 적합하다고 할 수 있다. 2 B1Q를 채택할 경우 고려할 전송손실 주파수기 준은 40KHz로 결정함이 타당하다.

② 전송손실 특성

우리나라에서 가입자 선로로 사용하고 있는케 이블 도체 직경은 0.4, 0.5, 0.65, 0.9mm 등이 다. 각 케이블에 대하여 기준 주파수를 1과 100 KHz로 할 때 전송손실 특성은 그림 4, 그림 5와 같다.

우리나라 가입자 선로의 전송손실 배분기준은 7 dB (1KHz)로 되어 있으며 이를 기준으로 하여 0.4mm 케이블로만 포설하는 경우에는 가입자 선로의 길이가 대략 3.6km 정도이다. 그 이상의 경우에는 0.4, 0.5, 0.65, 0.9mm를 혼합 사용하 여야 한다.

전송부호를 2B1Q로 하였을 경우 U-트랜시 버의 허용 전송손실은 50dB 까지 가능하므로 전 송품질에 영향을 미치는 다른 요인을 감안하지 않고 허용 전송손실 기준만 고려하여 서비스 공 급범위를 계산하면 0.4mm 케이블의 경우 5 km 이 상 가능해 진다. 이는 우리나라 대도시 지역 가

입자에 대한 서비스 공급 범위의 제한이 없다는 것을 의미한다.

실제의 측정에 있어서는 100KHz를 사용한 값이므로 앞에서 언급한 40KHz를 기준으로 사용하면 이보다 좀 더 확장될 것으로 예상된다⁽⁹⁾.

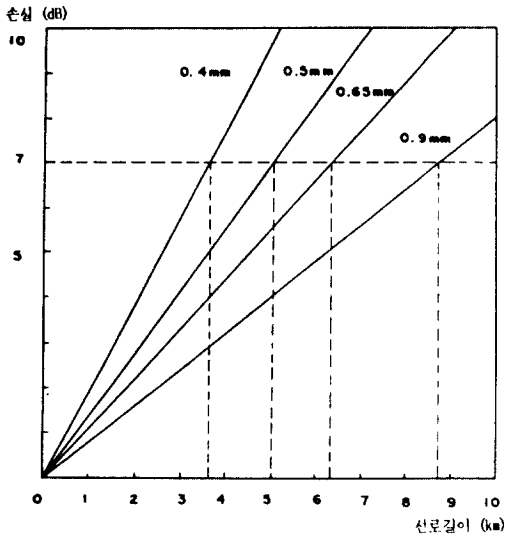


그림 4 시내케이블의 전송손실(1 KHz)
Transmission loss of subscriber line(1 KHz).

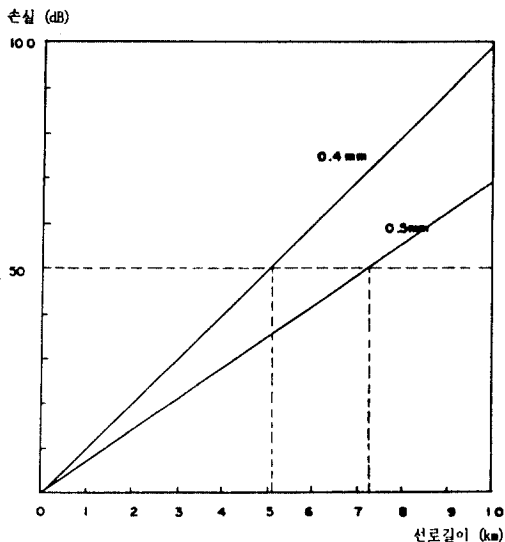


그림 5 시내케이블의 전송손실(100 KHz)
Transmission loss of subscriber line(100 KHz).

IV-4. 임펄스 잡음 측정

임펄스 잡음은 교환기의 스위칭 잡음과 전화기의 펄스잡음이 주요 발생원으로 알려져 있으며 케이블 접속점에서의 접속불량에 의한 잡음도 무시할 수 없다⁽¹⁵⁾⁽¹⁶⁾.

이러한 잡음의 발생형태는 불규칙적이어서 발생간격, 진폭, 펄스형태 등을 정형화 하기가 어려우므로 일정 레벨보다 높게 나타나는 잡음의 발생수를 측정하여 평가하여 왔다.

이 측정에서는 TIMS 4945A (HP)를 사용하여 총 146회선의 표본회선을 선정하고 회선당 9분씩 정량적으로 측정하였으며, 우리나라 가입자 케이블에 보편적으로 나타나는 임펄스 형태를 파악하는데 초점을 맞추었다.

그림 6은 측정기준 레벨을 3dB 간격으로 증가시킬 때 임펄스 잡음 발생회수의 변화량을 보이고 있는데 총 146회선을 측정하여 얻은 결과를 평균한 것이다.

이 데이터를 기초로 하여 dB에 따른 임펄스수에 대한 히스토그램을, 그리고 모델식을 추정하면 식(1)과 같이 지수함수적 모형을 가지게 될 것이다.

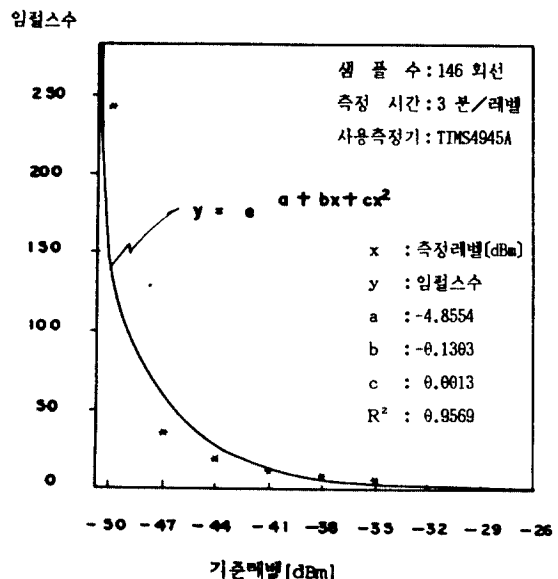


그림 6 평균 임펄스 발생수(9)
Average number of impulse.

$$y = \exp(a + bx + cx^2) \quad (1)$$

이 기본식을 기초로 SPSS 통계 패키지를 사용하여 회귀 계수를 추정한 결과 식(2)와 같이 되 있으며 처리결과 R² (결정계수)는 0.9569로서 신뢰도가 높게 나타났다.

$$y = \exp(-4.8554 - 0.1303x + 0.0013x^2) \quad (2)$$

이 식에서 알 수 있는 바와 같이 기준 레벨이

서는 7개 / 15분(-40dBm)가 임펄스 잡음의 허용한계이므로 현재의 조건에서는 우리나라 가입자 선로에서의 협대역 ISDN 서비스 제공은 임펄스에 의하여 제한됨을 알 수 있으며 표 2에서와 같이 CSDN 서비스의 제공은 어렵게 되지만 이 측정결과는 통계치이므로 실제의 개방사용에는 이 규정에 맞는 회선을 골라 제한적으로 사용되어야 한다.

이와같은 분석에 따라 우리나라의 가입자 선로에 적용할 수 있는 U-트랜시버의 수신신호레

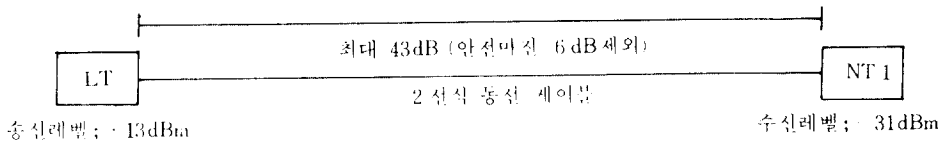


그림 7 U-트랜시버의 최소 수신레벨
Level diagram of U-transceiver system.

증가함에 따라 임펄스 발생 개수는 지수함수의 형태로 감소하고 있다.

또한 U-트랜시버의 최대 전송손실이 50dB이고 2B1Q 부호를 사용할 경우 공칭 송신레벨(Nominal Transmitting power)은 +13dBm 이 된다. 여기에서 공칭 송신 레벨은 편의상 미국이 제안하고 있는 자료를 적용하였다. 그러나 실제로는 전송기기 및 전송로 특성을 감안하여 약 6dB 정도를 안전마진으로 여유를 두면 -31dBm 정도가 될 것이다.

수신레벨이 -37dBm 일 경우 임펄스 잡음의 발생빈도는 9.6개 / 3분이며 -31dBm 일 경우는 1.8개 / 3분으로 측정된다.

임펄스 잡음을 평가하기 위한 측정기준은 15분간 관찰하여 나타나는 기준 레벨 이상의 임펄스 잡음의 수를 계수하는 방법이 보편적으로 사용되므로 이와같은 방법으로 위의 측정결과를 15분 기준으로 환산하면 전자는 48개 / 15분, 후자는 9개 / 15분으로 된다. 표 2에서와 같이 PSTN 계에서는 18개 / 15분(-18dBmOp), CSDN 계에

벨은 최소 -31dBm 이상을 가정하여야 하며 정밀한 수신레벨의 한계치는 추후 충분한 데이터를 수집 평가한 후 결정하여야 한다.

IV-5. 근단누화 측정

누화는 디지털 시스템에서도 전송품질 악화 요인이 되며 ECM (Echo Canceller Method) 방식

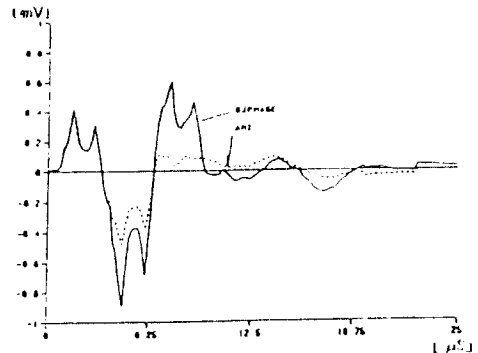


그림 8 근단누화 신호의 진폭"예"
Example of NEXT amplitude.

에서는 근단누화의 영향을 TCM (Time Compression Method) 방식에서는 원단누화의 영향을 받게 된다. 누화는 전송부호의 형태에 따라 세력이 달라지는데 대표적인 예를 그림 8에 보이고 있다¹²⁾.

이 그림에서 쌍극위상은 AMI보다 근단누화의 세력은 크게 일으킨다는 것을 알 수 있다. 또 근단누화는 그 결합경로에 의하여 상호간섭량이 결정된다는 것에 유의하여야 한다. 측정하고자 하는 케이블이 충분히 길고(측정주파수에서 손실 10dB 이상) 유도회선과 피유도회선의 근단누치이 특성 임피던스로 종단되었다면 근단누화 경로에서의 세력 $X(f)$ 는 식(3)과 같다.

$$X(f) = j2\pi f \int_0^{\infty} C(x) \exp(-(\gamma_1 + \gamma_2)x) dx \quad (3)$$

여기에서 γ_1, γ_2 는 전파상수이고, $C(x)$ 는 근단누화 불평형 계수로서 식(4)와 같이 표현되며, 길이의 함수로 정의된다¹³⁾.

$$C(x) = \frac{C_u Z_{02}}{8} + \frac{Mu}{2Z_{01}} \quad (4)$$

여기에서 Z_{01}, Z_{02} 는 특성 임피던스, C_u 는 용량불평형상수, Mu 는 유도불평형 상수이다. 그러나 이와같은 상수는 계산상으로는 정하기가 어렵기 때문에 실측 통계에 의한 추정값을 사용하고 있다.

그림 9는 시내 저절연 케이블 872회선을 실측한 근단누화 감쇠량분포이다.

그림에서 근단누화 감쇠량이 40dB 이하인 것은 고장회선으로 판단되며 근단누화 감쇠량이 40-60dB 인 디지털 회선에서의 영향은 독일의 가입자선로에 대한 실측치를 모델로하여 컴퓨터 시뮬레이션한 결과가 보고된 바 있다¹⁴⁾. 따라서 40-60dB 구간에 분포하는 회선은 근단누화가 중첩될 경우 전송 품질에 상당히 악영향을 미칠 것이므로 동일 케이블 내의 디지털 회선의 수용율을 높이기 위해서는 이 구간의 회선은 사용할 수 없게 된다.

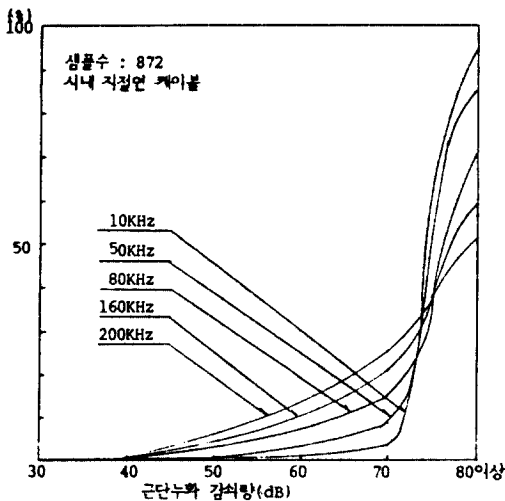


그림 9 근단누화 감쇠량분포(9)
Distribution of NEXT loss.

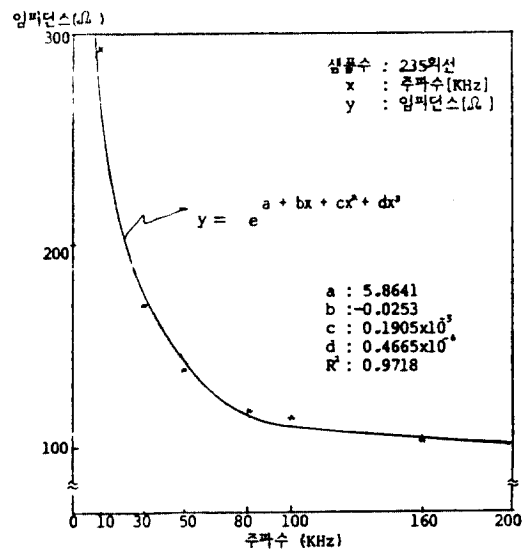


그림 10 임피던스 분포
Distribution of impedance.

측정결과 50KHz에서 근단누화 감쇠량이 60 dB이하인 것은 3.6%이며, 이 회선은 ISDN 협대역 전송로로서 사용할 수 없는 것으로 생각된다⁽⁹⁾.

IV-6. 임피던스 특성 측정

가입자 선로의 임피던스 특성을 파악하기 위하여 총 235회선을 10-200KHz 범위에서 측정하였으며 관측된 임피던스의 평균치는 그림10과 같다.

이 데이터를 기초로 하여 주파수에 따른 임피던스 분포를 히스토그램을 그려서 모델식을 추정하면 식(5)와 같이 지수함수적 모형을 가지게 될 것이다.

$$y = \exp(a + bx + cx^2 + dx^3) \quad (5)$$

이 기본식을 기초로 SPSS 통계패키지를 사용하여 회귀계수를 추정한 결과 식(6)과 같이 되었으며 처리결과 R²은 0.9718로서 신뢰도가 높게 나타났다.

$$y = \exp(5.8641 - 0.0253x + 0.1905 \cdot 10^{-3} x^2 - 0.4665 \cdot 10^{-6} x^3) \quad (6)$$

측정결과에 의하면 협대역 ISDN의 중심대역이 되는 50-100KHz 영역에서 147-124Ω에 분포하고 있는 것으로 나타났다.

협대역 ISDN의 임피던스 범위는 표2에서와 같이 아직 권고사항으로 확정되지 않고 있지만 다른 경우, 즉 1Mbps 이하의 데이터 통신에 사용하는 단말기에서의 임피던스는 100-150Ω으로 사용하고 있으므로 이를 원용할 수 있을 것이다. 추정식에 의한 전체 기울기는 특성 임피던스의 기본 수식과 일치함을 알 수 있다.

IV-7. BER 측정 및 평가

BER을 측정하기 위하여 표5와 같은 측정장비와 표6에 규정한 U-트랜시버를 사용하였으며 이에대한 시스템 연결 다이어그램은 그림11과 같다.

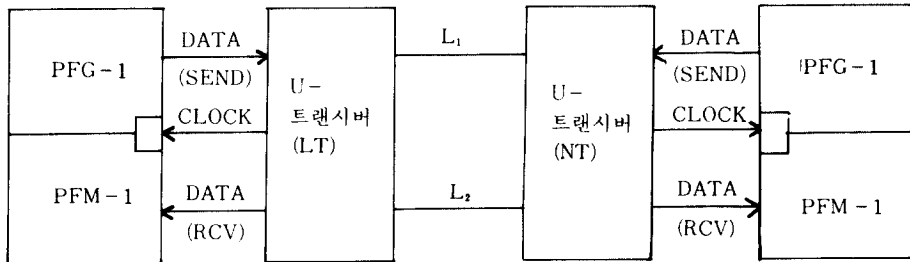


그림11 BER 측정 시스템연결 다이어그램
Block diagram of BER measurement system.

표 5 측정에 사용된 장비규격
Specification of measuring equipment.

장 비 명	형 명	수량	제 작 사
U-트랜시버	LT	1	Ericsson
U-트랜시버	NT	1	"
펄스패턴발생기	PFM-1	2	Wandel & Golterman
BER 측정및 계수기	PFM-1	2	"

표 6 U-트랜시버의 규격
Specification of U-transceiver.

항 목	규 격
선 로 접 속	2선 평형식
출 력 레 벨	+3~-12dBm (3dB 간격 선택가능)
선로 송출 전류	10mA, -48V
정합 임피던스	120 Ω
전 송 부 호	Biphase
필 터	50~300KHz 대역통과
입 출력 데이터	160 kbps

실제의 측정에 있어서는 238 회선을 각 30분씩 측정하여 착오 발생회수, 비트 착오율(BER), %ES를 측정하였다. 그림12와 13은 선로 길이에 따라 기준 전송품질(BER 1×10^{-7} 이하 1.2%ES 이하)을 만족하는 회선비율을 보이고 있다.

이 그림은 거리에 따라 프와송 분포와 유사하며 상세한 모델식은 SPSS 통계 패키지를 사용하여 구할 수 있으므로 지면 관계상 생략한다. 또한 측정 회선중 70%이상의 회선이 기준품질을 충족시키는 거리는 BER 평가기준의 경우 2.2 km, %ES의 경우 2.5km로 나타났으며 BER 방식과 %ES 방식에서의 평가기준이 약간 상이함을 알 수 있다. 또 3-5km의 구간에서는 %ES 평가에 의한 것이 BER 평가에 의한 것보다 양호한 특성을 나타내고 있는데 이것은 버스트성 착오에 의하여 총 착오수는 높아지나 ES는 크게 증가하지 않는에서 기인한 것으로 생각된다. 착오의 형태를 분석하기 위하여 1회에 발생한 착오갯수 분포를 조사한 결과는 표 5 와 같고 이것을 히스토그램으로 된 분포도를 그리고 평활시킨 것이 그림14이다.

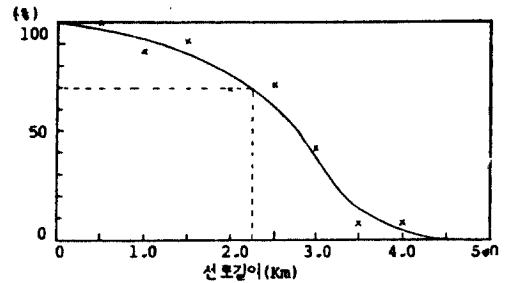


그림12 BER 1×10^{-7} 이하의 회선비율
Ratio of channels below 1×10^{-7} BER.

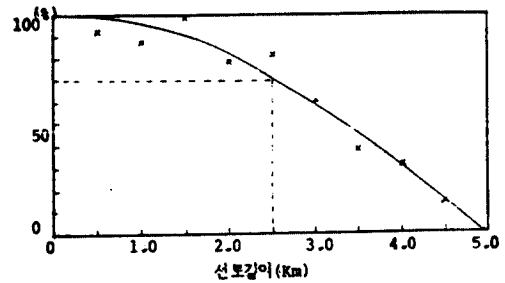


그림13 1.2%ES 이하의 회선비율
Ratio of channels below 1.2%ES.

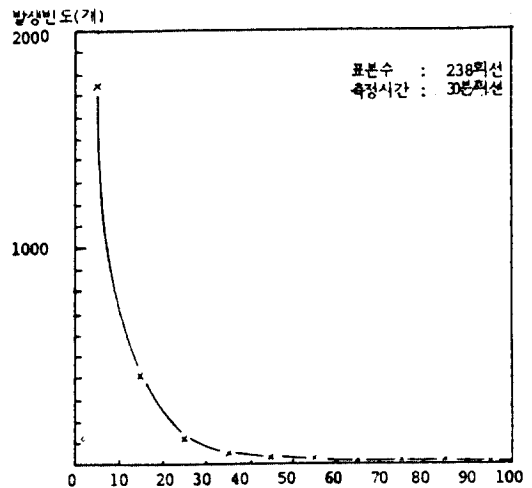


그림14 1 회당 착오수 분포
Distribution of errors / occurrence.

표 7 1회당 착오 수 분포
Distribution of errors/occurrence.

1 회당 착오수	착오발생회수		계	누적 %
	LT측	NT측		
1-10	1,246	512	1,758	73.6
11-20	239	172	411	17.3
21-30	73	24	97	4.0
21-40	46	5	51	2.2
41-50	22	3	25	1.0
51-60	10	3	13	0.5
61-70	1	1	2	0.1
71-80	2	2	4	0.1
91-90	3	2	5	0.2
91-100	3	0	3	0.1
101 이상	18	4	22	0.9
계	1,663	728	2,391	100

표 7에서 보면 전체 착오 발생회수의 73%가 10개 이하로 나타났다. 즉 우리나라 가입자 선로에서의 착오는 버스트모드(Burst mode) 라기 보다는 순간성이 강한 임펄스 잡음에 의한 착오가 주종을 이룸을 보여주고 있다. 다만, 측정기의 기능상 임펄스 잡음 파형의 형태에 따라서 달라지는 착오를 동시에 측정할 수 없었으므로 그 원인에 대한 정확한 요인을 분석할 수 없었다. 또한 교환기 측에 설치된 LT의 착오 발생회수가 가입자 측에 설치된 NT보다 약 2.28배 높은 것으로 보아 전화국내의 잡음 유입원에 의한 데이터 손상이 심한 것으로 나타났다. 이것은 주로 교환기 측에서 발생한 잡음이 강하게 영향을 준 것으로 생각된다. 또한 NT측의 착오원인은 주로 근단누화에 의한 영향이 강한 것으로 추정되나 이에 대한 상관관계는 분석하지 못하였다. 추후 상세한 분석이 요구된다 하겠다.

V. 결 론

본 연구 조사는 ISDN 구축을 위한 선결조건으로서 우리나라 가입자 선로가 가지고 있는 특

성을 조사, 평가하기 위한 기초연구로 국내에서는 최초로 수행되었다. 다만, 표본의 수가 충분하지 못하였으므로 앞으로 우리나라 가입자 선로를 대표할 수 있는 적정규모의 표본조사가 시행되어야 하며 그 데이터를 분석, 평가하여 향후 전송장치 개발에 활용하여야 한다.

데이터 손상은 교환기측에 의한 순간성 임펄스 잡음의 영향이 많으므로 이에 대한 집중적인 대책이 필요하다. 또한 교환기측 보다 작게 나타난다고는 하지만 근단누화와 같은 전송로의 특성에 의하여 전송품질의 저하가 일어나고 있다. 이에 대한 대책으로 가능한 방법 중 하나는 앞으로 설치될 가입자 선로를 현재의 지결연 케이블 보다 절연성이 양호한 케이블을 사용하는 것이 바람직하다.

비트착오율 측정은 ECM 방식과 쌍극 위상부호를 사용하는 U-트랜시버를 의해 수행되었으나 앞으로 MMS 43, 2B1Q 등의 부호를 사용하는 U-트랜시버에 의한 시험을 계속하여 우리나라 실정에 적합한 전송부호의 선정이 현장 시험을 통하여 입증되어야 할 것이다.

본문에서 지적한 바와 같이 금번 조사연구에서는 거시적 분석에 그칠뿐 미세한 부분에 있어서의 정성적인 분석이 이루어지지 않았다. 추후 임펄스 잡음의 취급방법과 전송신호에 미치는 영향 등에 관한 연구가 계속되어야 한다.

끝으로 이 논문에서 KTAI에서 측정된 자료를 활용하여 분석한 것으로 KTAI의 실무 측정팀과 측정에 협조해준 관계기관 및 해당 전화국에 심심한 사의를 표하는 바이다.

參 考 文 獻

- (1) CCITT REC. I. 412: ISDN User-network interfaces, interface structures and access capabilities red book, vol. III, fascicle III. 5, p.p 132-137 Geneva: ITU 1985
- (2) CCITT REC. I. 430: Basic User-network interface: Layer 1 Specification Red book, vol. III, Fascicle III. 5, p.p 141-177 Geneva: ITU 1985.
- (3) CCITT SG XVIII: Part B. 4 of the report of WP. XVIII/3, report of subworking part XVIII/3 on Q.20/ XVIII. Brasilia, meeting 2-13 FEB. 1987.

- (4) CCITT REC. G. 801: Digital transmission models red book, vol. III, Fascicle III. 3, p.p 287-292 Geneva: I ITU 1985.
- (5) CCITT REC. G. 821: Error performance of an international digital connection forming part of an integrated services digital network red book, vol. III, Fascicle III. 3, p.p 310-317 Geneva: ITU 1985.
- (6) CCITT REC. II. 12: 전화형 전용회선의 특성, red book, vol. III, Fascicle IV, p.p 6-12 Geneva: ITU 1985.
- (7) PSTN 품질조사 결과: 한국전기통신공사, 1986.
- (8) 고속 회선 교환망 기술조사 및 시험운용: 한국통신기술주식회사, 1986.
- (9) 종합정보 통신망 구축을 위한 가입자 선로 전송능력 측정 기술조사: 한국전기통신기술주식회사, 1986.
- (10) PETER KAHL: ISDN. The future telecommunication network. p.p 80-81 R. V. Decker's verlag, G. Schenck, Heidelberg, 1986.
- (11) Application note MSAN-127: 2B1Q Line code tutorial Mitel corporation, Jan. 1987.
- (12) A time domain approach for a biphas and AMI crosstalk comparison Ericsson communication, Sweden, 1986.
- (13) Philip G. potter and Bernard M. Smith: Statistics of impulsive noise crosstalk in digital line systems on multipair cable IEEE Trans. on COM. vol. COM-33, no. 3, p.p 259-270, Mar. 1985.
- (14) Simon J. M Tol and Win Van Der BiJL: Measured performance of ISDN transmission in the dutch local telephone network ISSLS 86, p.p 302-307, 1986.
- (15) 大村誠: 메탈릭 가입자 선로의 잡음특성, 연구 실용화 보고 제32권11호, p.p 2595-2608, 1983, 일본.
- (16) 菊池尚一: 가입자 선로에 있어서 펄스성 잡음의 실태 施-33-4, p.p 71-77, 일본.



成 兌 慶(Tae Kyung SUNG) 正會員

1942年 7月 5日生

1966年: 韓國航空大學電子工學科 卒業

1966年: 海軍電子將校

1970年: 第5回 技術考試合格, 遞信部 勤務

1976年: 延世大學校大學院 電子工學科 工學碩士

1978年: 三井電氣産業株式會社 副社長

1981年: 通信技術士

1981年: 東成通信技術株式會社 代表理事

現在: 韓國通信技術株式會社 常務理事



陳 庸 玉(Yong Ohk CHIN) 正會員

1943年 3月 21日生

1968年: 延世大學校 工科學 電氣工學 科 卒業

1975年: 延世大學校大學院 電子工學科 工學碩士

1981年: 延世大學校大學院 電子工學科 工學博士

1980年: 通信技術士

現在: 慶熙大學校 工科學 電子工學科 教授