

《主 題》

B-ISDN 시험망 구축, 운용

황 갑 선

(한국통신 초고속통신관리단 개발계획 부장)

□ 차 례 □

- I. 개요
- II. 시험망 구축계획
- III. 시험망 운용방안
- IV. 시험망의 국제협력 증진
- V. 단계별 망진화 방향
- VI. 맺음말

I. 개 요

급속한 산업구조의 변화는 정보통신산업이 사회기반산업으로 중추적인 역할을 담당할 것으로 예상됨에 따라 미국, 일본, 유럽 등 선진 각국에서는 차세대 통신망인 B-ISDN에 대한 중요성을 인식하고 이분야 기술개발과 초고속통신망 기반구축을 위하여 총력을 기울이고 있다. 국내에서는 국가 산업 경쟁력 강화를 위하여 B-ISDN 연구개발사업을 국가 선도기술개발사업의 일환으로 강력히 추진하여 왔으며 이어서 초고속정보통신망 구축을 위하여 범 정부적인 차원에서 국내 기간 통신사업자 및 산업체 등 민간자본 및 기술력을 결집하여 통신망 구축, 이용기술개발, 시범사업 등 관련 사업계획을 수립, 추진중에 있다.

B-ISDN 연구개발사업은 1992년부터 2001년까지 연인원 10,583명과 총연구비 6,850억원을 투입하여 교환, 전송, 단말 통신망분야 등 4개분야 8개장치를 산, 학, 연 공동으로 추진중에 있으며 B-ISDN 시험망(NTB: Network Test-Bed)은 통신분야내 하나의 단위사업으로 구성되어 단계별 시험망 구축 및 운용, ATM 망성능 및 프로토콜 시험기술 연구, 응용서비스 개발시연을 그 목표로 하고 있다.

시험망 구축의 주요목적은 연구개발제품 상호간 접속시험 및 시스템 연동시험 등 기능검증을 위한 연구개발 환경을 제공하고 응용서비스 개발, 시연을 통한 망의 특성을 조사, 분석하여 개발요구사항을 추출하고 서비스 이용기술개발의 활성화를 도모하는데 있다.

시험망 구축 소요장비는 국내기술개발 촉진을 위하여 국내개발제품을 우선 활용하되 연구개발 순기에 따라 단계별로 추진하고 시험망의 효용성 제고를 위하여 초고속선도시험망 구축사업 등 국내 유관사업계획과 연계 추진할 계획이다.

가. 1단계('94~'95)시험망 구축

제1단계에서는 서울↔대전간 2.5Gbps/STM-1급 동기식 국간 전송로를 구성하고 소형 ATM 교환기 개발시제품을 서울(광화문전화국), 대전(유성전화국)에 각각 설치하여 기간 시험망을 구축하고 한국통신 연구소, 한국전자통신연구소와 서울, 대전지역 일부 대학 상호간을 광가입자망을 구성하여 연구개발 참여기관 상호간 공동연구환경을 '95년 4월까지 구축하고 장치별 연구개발 순기에 따라 시스템의 안정성 및 시험망의 유용성을 확정할 계획이다.

II. 시험망 구축계획

표 1. 제 1단계 장비 및 시설소요 내역

구분	내역	기능
서비스노드	• 소형 ATM 교환기	• VP(Virtual Path) 교환기능
액세스노드	• ATM MSS	• DS1, DS3 접속기능
접속장치	• 집중형 B-NT • LAN-TA, Video TA, ISDN-TA, Frame Relay TA	• STM 1급 방출단 기능 • 단말장치 정합기능
전송로	• 시내외 국간전송로 : 2.5Gbps/STM 1급 광전송로 • 시내 가입사 전송로 : STM-1급, DS-3급, DS-1E급	• 동기식 기간전송로 • 광가입사 전송장치
단말장치	• 워크스테이션	• 멀티미디어 처리기능 • LAN간 접속기능

나. 제 2단계('96~'97) 시험망 구축

제 2단계에서는 제 1단계 시험망(서울 ↔ 대전)을 활용하여 장치별 연구개발순기에 따라 중형 ATM 교환기 및 10Gbps급 광 전송장치 등 시험망 구성장비를 대체하여 통신망차원의 호환성, 연동기능 등을 검증하고 DTV급 영상회의 및 원격의료 서비스 등을 시연할 계획이다.

다. 제 3단계('98~) 시험망 구축

제 3단계에서는 제 1, 2단계 시험망을 활용하여 B-ISDN 연구개발장치 전체를 대상으로 시스템 종합 및 통신망 통합시험과 상용화 지원을 위한 시스템 보완, 개선 및 기존망(PSTN, PSPDN, N-ISDN)과의 연동시험을 추진하고 HDTV급 화상전화 등 멀티미디어 서비스 시연을 추진할 계획이다.

표 2. 제 2단계 장비 및 시설소요 내역

구분	내역	기능
서비스노드	• 제1단계 시험망 • 중형 ATM 교환기	• VP/VC 교환기능 • OAM 기능
액세스노드	• ATM-MSS, 분산형 B-NT	• DS1, DS3, STM 1급 접속기능
접속장치	• 집중형 B-NT, B-TA	• STM 1급 방출단 기능 • 단말장치 정합기능
전송로	• 155Mbps, 622Mbps급 광전송로 • 2.5G/10GMbps급 기간전송로	• 동기식 기간전송로
단말장치	• 워크스테이션, 광대의단말기	• 멀티미디어 처리기능 • DTV급 영상정보 처리기능

표 3. 제 3단계 장비 및 시설소요 내역

구분	내역	기능
서비스노드	• 제 1, 2단계 시험망 • 대형 ATM 교환기	• 대형 ATM 교환기능 • PSTN, N-ISDN, 패킷망연동기능
액세스노드	• ATM-MSS, 분산형 B-NT	• DS1, DS3, STM 1급 접속기능
접속장치	• 집중형 B-NT, B-TA	• 155Mbps, 622Mbps 접속
전송로	• 155Mbps, 622Mbps급 광전송로 • 2.5G/10G급 기간전송로	• 동기식 기간전송로
단말장치	• 워크스테이션 • 광대의단말기(HDTV급)	• 멀티미디어 서비스 제공기능 • HDTV급 영상정보 처리기능

Ⅲ. 시험망 운용방안

시험망은 교환, 전송, 단말등의 3개 제품개발분야 뿐만 아니라 통신망종합기술과도 매우 밀접한 관계를 가지고 있는 종합적인 사업분야로서 이를 보다 효율적으로 추진하고 개발 검증된 각종 기술들의 원활한 교류 및 상호 협력증진을 위하여 기술협의회를 구성, 운영할 예정이다.

기술협의회는 B-ISDN 연구개발사업에 직·간접적으로 참여하고 있는 관련그룹과 참여하고 있지 않지만 B-ISDN을 이용하는 각종 정보통신 관련기술의 개발 및 응용에 관심을 가지는 학계 및 산업계로 구성된 일반이용자 그룹으로 구성한다.

기술협의회는 본 회의를 대표하는 의장과 그 산하에 운영조정위원회 및 간사를 두며 각 분야별 분과위원회를 운영조정위원회 산하에 설치한다.

가. 시험망 이용방안

시험망 이용자그룹은 크게 HAN/B-ISDN 이용자 그룹과 일반이용자 그룹으로 분류하며 각 그룹내 세부분류 및 분류기준, 가입 및 해지등은 향후 제정되는 시험망 이용약관에 따른다.

시험망 시설의 설치는 시험망 단위사업주관기관에서 제공함을 원칙으로 하나 시설물에 대한 설치조건은 가입자의 분류구분에 따라 달리 적용할 수 있다.

이용형태는 4가지 경우로 분류되며 그 특성은 다음과 같다.

- 단대단 상호접속 통신이용
- 공동연구환경 이용
- 장치의 망접속시험
- 장치의 기능검증시험

단대단 상호접속 통신이용은 발신가입자와 착신가입자가 허용된 통신망능력에 따라서 표준화된 신호체계를 이용, 상호접속하여 통신을 하는 이용형태로 정의되면, 공동연구환경 이용은 B-ISDN 응용의 개발이나 연구를 목적으로 시험망에 구축된 공동연구환경(예 : Application Service Interface Platform)등에 접속하여 그 환경을 이용하는 형태로 정의된다. 장치의 망접속시험은 본 연구개발의 결과로 생성된 각종제품이 시험망 접속을 통한 망접속 기능시험을 목적으로 하는 이용형태로 정의되며, 장치의 기능검증시험은 시험망에 접속하는 이용형태는 아니며 시험망내에 구축되는 종합시험환경에 설치된 각종 시험장치를 이용하여 각 장치가 시험망에서 규정하고 있는

시험규격에 따른 기능을 보유하고 있는지를 검사하고 검증하는 이용형태로 정의된다.

나. 시험망 관리

시험망 관리는 노드시설과 전송시설 등을 중심으로 한 시험망의 시설관리가 주요 관리 대상이 되며 시험망 가입자들의 현황 및 이용서비스에 대한 관리 기능들을 포함한다.

즉, 시험망 시설을 위주로 하는 망관리와 시험망을 이용하는 시설 및 응용관리로 크게 나누어 수행되고 망관리는 다시 가입자 및 서비스 관리, 노드관리 그리고 설비관리로 구성되며 시설 및 운용관리는 접속시험관리, 기능시험관리 및 공동연구환경관리로 구성된다.

다. 시험망 운용

1) 일반 사항

(그림4-1)은 시험망을 구축하고 운용하기 위한 모델을 나타내고 있다. 시험망의 구축을 위한 설계단계에서는 여러가지 사항을 고려해야 한다. 첫째, 가입자의 선정과 선정된 가입자에 대한 요구사항을 정리한다. 이때에는 가입자에 따른 이용목적과 시험망에서 제공하는 통신망의 능력등을 종합적으로 검토한다.

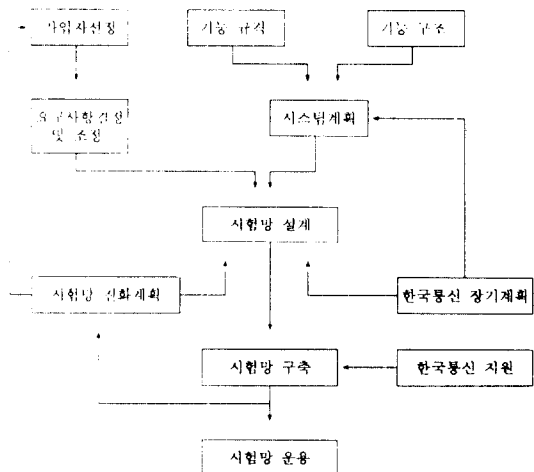


그림 4-1. 시험망의 구축과 운용모델

둘째, 시험망에 대한 시스템적 측면에서 검토가 필요하다. 이 단계에서는 시험망의 인터페이스 규격과 기능구조에 맞도록 설계하여야 하며 시험망 진화계획에 적절하도록 설계한다.

운용을 위한 고려사항으로는 시험망이 제공할 수 있는 서비스 능력, 진화계획 및 이용자의 수준 등을 들 수 있다. 시험망은 단계별로 구축될 예정인데 1단계로서 '95년까지 주요 HAN/B-ISDN 개발제품으로 B-ISDN 개발환경을 제공하게 된다. '96년부터 2년동안 개발시제품에 의한 시험환경을 제공하고 '98년 이후에는 상용제품으로 B-ISDN 시범환경을 제공할 예정이다. 각 단계별로 제공하는 서비스는 다양하겠지만 우선 LAN간 통신, 멀티미디어 회의, 주문형 비디오 등을 고려할 수 있다. 이용자 측면에서 시험망은 시험과 연구를 목적으로 하므로 일반통신망과는 달리 장치개발자와 공동연구를 수행하는 산업체 및 학계를 대상으로 한다. 따라서 운용은 시험망의 성능을 고려한 접속과 응용서비스 개발을 위한 환경을 제공하는 것으로 한다.

2) 시험망의 운용

초기 시험망의 운용은 기본적으로 초기망의 기능과 성능이 충분히 발휘될 수 있도록 각 장치 및 시설들을 가동하고 초기망의 시험대 역할을 제공하도록 하며 관련 기록들을 작성 및 관리하는 제반행위를 포함한다. 여기서는 초기망을 안정시키기 위한 과정과 원칙, 절차를 기술한다.

가) 운용 조직

운용을 위해서는 시험망을 구성하는 장치의 수량과 규모를 고려하여 필요한 인력을 운용에 투입하여야 한다.

우선은 각 개발팀에서 구축, 운용에 필요한 인원으로 구성된 임시조직인 전담반을 구성, 운영중에 있으며 향후 전담운영조직을 구성하여 운용할 계획이다.

운용요원은 B-ISDN 사업의 효율적 추진 및 상용화를 대비하여 교육훈련계획을 수립, 추진중에 있으며 B-ISDN 시험망 시설 운용 및 시범사업 지원, 상용화 시 시설계획 및 유지보수 담당등으로 활용될 예정이다.

나) 운용 원칙

첫째, 운용은 운용준비단계, 준운용단계, 정상운용의 3단계로 분류하고 운용활동은 3단계의 활동을 모두 포함한다. 운용준비단계란 초기 시험망의 안정을 위하여 각종 장치를 연동 시험하고 1일 운용시간은 보장되지 않는다. 그러므로 이시기에는 망을 안정시키기 위한 활동만 고려한다.

준운용단계는 1일 연속 8시간 장치를 가동하여 시

험망로서 기본기능을 수행하는것으로 정의한다. 정상운용단계는 1일 24시간 정상적인 기능을 발휘하는 수준에서 일반적인 통신망에서 하는 운용활동을 하는것으로 정의한다.

따라서 시험망은 3단계로 운용을 하게 되는데 운용준비단계에서 준운용단계로의 이행은 최초로 운용을 하는 전담반에서 결정한다. 준운용단계에서 정상운용단계로의 이행은 추후 결정한다. 그러나 정상운용단계에서도 중대한 장애가 발생하면 준운용상태로 돌아간다. 장애가 복구되면 정상운용상태가 된다.

둘째, 시험망내에서 전담반, 액세스망, 가입자망의 순으로 운용상의 우선권을 가진다. 초기망은 각 장치에 연결된 단말기를 사용하여 기능별, 지역별로 분산 운용체제가 될것이다. 즉 시험망의 운용활동을 위하여 별도의 통신망관리프로그램을 개발하거나 각 장치별 운용시간에 긴밀한 협조가 필요하다. 이때 장치별 운용자의 협력이 필요할때에는 시험망에서 교환기를 중심으로 중단의 가입자망쪽 장치로 운용제어권을 갖는다.

운용에 대한 가장 중심적인 역할은 서울에 구성될 시험망 운용센터가 담당한다. 만약 서울과 대전사이에서 장애가 발생하면 서울측 운용자가 망 운용제어에 우선권을 가지며 전송망침 및 대전측 시험망 운용자의 협조하에 장애를 처리한다. 마찬가지로 교환기와 ATM-MSS 사이에 문제가 발생할 경우에는 교환기 운용관리자가 문제를 우선 해결하고 B-NT와 B-TA 사이에서 일어나는 장애는 B-NT 운용관리자가 장애를 처리한다. 또한 B-TA와 가입자망의 접속시 발생하는 장애는 B-TA 운용관리자가 해결한다.

셋째, 지휘체계는 중앙운용센터를 중심으로 한다. 지역운용센터는 하나의 ATM 교환기를 중심으로 구성된 지역 통신망을 운용한다. 세부적인 사항과 원칙은 추후 정하고 그에 따른다.

다) 운용 절차

시험망은 운용단계에 따라 운용절차도 다르다. 운용준비단계에서는 아직 어떤 표준절차의 운용은 없다. 이때에 기본적인 운용의 범위를 작성하고 다음과 같은 두가지 사항을 수행한다. 첫째, 운용자의 교육이다. 초기에는 개발자로 구성된 전담반에서 운용을 하게 되지만 운용조직이 발족되면 그 인력들에게 교육을 시행한다. 둘째, 기본적으로 장치별 초기화 절차를 마련한다. 이 절차에서는 초기화 절차 및 운용준비단계에서 습득한 초기화 과정의 문제점과 대처방안이

포함되어야 한다.

준운용단계에서는 임시유지보수활동 중심에서 계획유지보수 활동으로 전환하여야 한다. 계획유지보수 활동은 예방유지보수, 사후유지보수 및 통제유지보수로 분류할 수 있다. 예방유지보수는 장애확률이나 장비의 기능저하를 줄이기 위해 예정된 기간이나 규정된 기준에 따라 수행되는 유지보수 행위다. 사후유지보수는 고장 발견후 수행되며 요구된 기능을 수행할 수 있는 상태로 장비를 복구하는 유지보수 행위이다. 이때 시험망에서는 통신망의 일부기능이 제공되지 않을 수 있다. 통제유지보수는 예방유지보수를 최소로 하고 사후유지보수를 줄이기 위해 집중화된 감시설비를 이용하여 체계적인 분석기술의 적용으로 바람직한 서비스 품질을 유지하기 위한 방법이다. 정상운용상태에서는 준운용상태에서 정한 주기적인 점검을 한다.

IV. 시험망의 국제협력 증진

ATM을 이용한 B-ISDN의 연구개발은 현재 전세계적으로 크게 활성화 되어 있는 상태이며 일부 통신선진국에서는 이미 자국내 시험망을 통해 B-ISDN에 대한 많은 경험들을 축적하고 있는 상황이다. 또한 이들 선진국들은 이러한 자국내 경험들을 토대로 국제간 ATM 시험망을 구축, 운영함으로써 서로의 경험과 기술들을 교류하고 실제적인 국제망을 통해 교류함으로써 자국내 B-ISDN의 호환성 검증 및 응용개발 등에 박차를 가하고 있다.

이에 국내에서도 1단계 B-ISDN 시험망 구축이 완성되는 '95년에 아시아 태평양지역 국가 등 우선 접촉이 가능한 국가와 시험망 구축을 추진하여 상호기술 교류를 증진하고 추진성과에 따라 대상국가를 확대할 계획이다.

V. 단계별 망진화 방향

가. 시험망 기준 구성

시험망 기준구성은 (그림5-1)에서와 같이 ITU-T의 권고(I.327)를 따른 구성을 기준으로 하며 기준점(S_B , T_B)에 의해 공중망, 가입자망 등으로 구분된다. 기능그룹은 B-TE1, B-TE2, B-TA, B-NT1, B-NT2 등으로 구분된다. 사실 B-ISDN망은 T_B 기준점을 기준으로 하여 사용자측의 망으로 연결되며 시험망에서 여러종류의 B-TA와 CANS등이 포함된다. 또한 공중 B-ISDN 망은 T_B 기준점의 망측으로 구성되는 교환기, DANS, ATM-MSS 등이 포함될 수 있다.

시험망은 공중 B-ISDN망과 사실 B-ISDN망으로 구성되나 운용 및 유지보수에 대한 책임은 공중 B-ISDN 망 범위내로 한정하며 사실 B-ISDN 망에 대한 운용 및 유지보수는 해당가입자가 관리함을 원칙으로 한다.

나. 시험망 참조 모델

(그림5-1)은 구성을 기준으로 하여 시험망의 구조를 전달망으로서의 기능을 충분히 발휘할 수 있도록 OAM과 서비스를 제어하는 OAM/서비스 제어망, 정보의 제어, 관리를 담당하는 관리/제어망, 사용자의 정보를 전달하는 사용자 정보 전달망을 구성하여 시험망 구성 참조 모델이 이루어진다.

관리/제어망은 서비스 제어나 OAM을 위한 하부구조를 이루며 사용자정보 전달망은 시험망에 관련된 사용자들의 정보를 전달하게 된다.

이들 망들은 아래의 조건을 만족할 수 있어야 한다.

- 신뢰성(Reliability)
 - 유연성(Flexibility)
 - 성능(Performance)
 - 인터페이스의 보편성(Commonality of interface)
- 이론 논리적인 전달망을 실제적인 망으로 매핑시

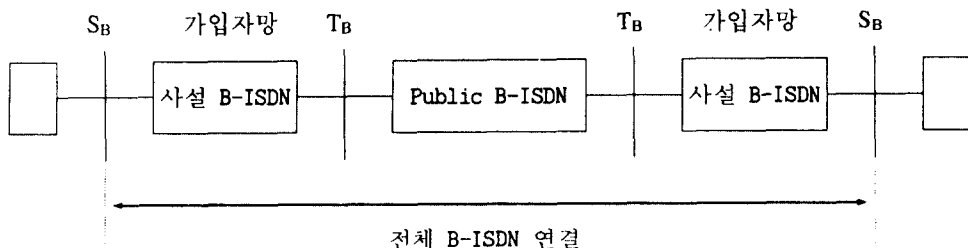


그림 5-1. HAN/B-ISDN 시험망의 기준구성

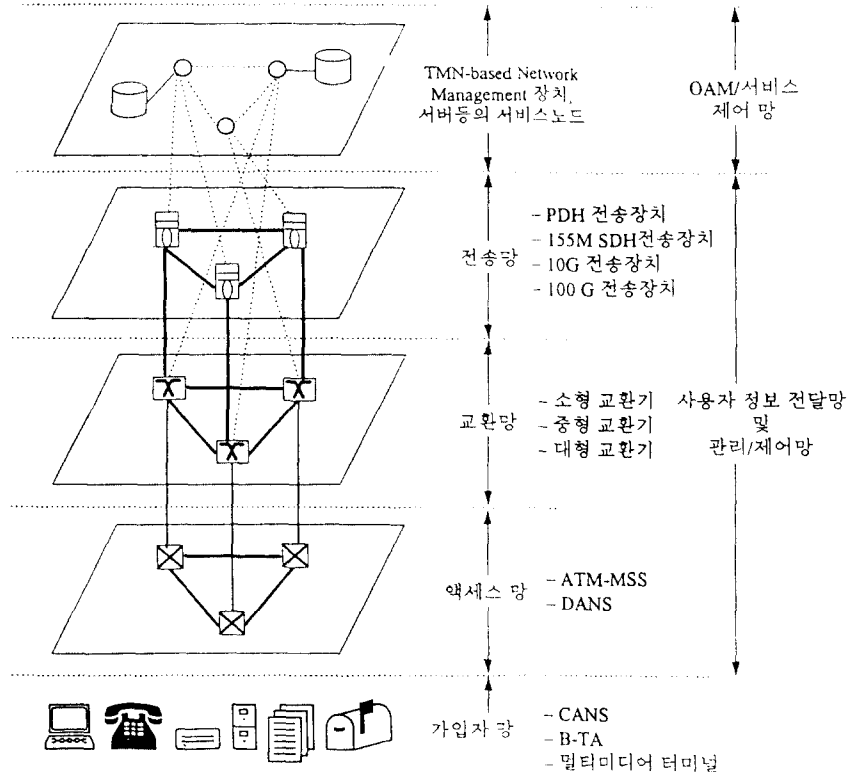


그림 5-2. 시험망 구성 참조 모델

키면(그림5-2)의 시험망 구성 참조 모델이 된다.

OAM/서비스 제어망은 TMN의 NML과 EML 기능을 갖는 교환장치 및 ATM-MSS, B-NT등의 망관리장치 및 서비스를 제공하기 위해 사용되는 서버와 같은 서비스노드가 해당되며 교환망은 소형, 중형, 대형교환기가 가용되며 전송망의 장치로는 10G/100G 전송장치와 STM-1전송 및 PDH계위의 전송시스템이 사용된다.

또한 B-ISDN망의 유연성을 배가시킬 수 있는 액세스망으로는 ATM-MSS, B-NT 등이 사용되며 가입자 장치로는 B-TA, 멀티미디어 단말등이 사용될 수 있다.

다. 2단계 시험망으로의 진화 방향

2단계 시험망 구축은 연구개발순기에 따라 제작되는 개발제품을 이용하여 시험망 시스템 통합시험 및 기존망 연동시험을 추진함과 아울러 망의 유용성을 확장토록 해야 한다.

1단계에서 2단계로의 진화방향은 다음과 같다.

1) 망 구성

서울과 대전간의 교환기는 NNI로 연결되며 SVC/PVC가 가능하다. 교환기는 또한 집중형 B-NT와는 UNI로 연결되며 STM-1급의 대역폭을 사용할 수가 있을 것이다. 분산형 B-NT는 교환기와 NNI로 연결되며 용용에 따라 전달능력이 달라질 것이다. 그러므로 교환기에 연결된 액세스망의 장치들은 1단계보다 유연성이 증가하여 효율적인 서비스가 가능해질 것이다.

2) 기능적 측면

1단계 시험망의 성능을 기준으로 하여 2단계 시험망에서는 VP/VC 교환, SVC/PVC, CAC 및 UPC/NPC 기능들이 추가 또는 성능 향상되므로 B-ISDN망에서의 효율적인 서비스가 가능해질 것이다.

3) 서비스적 측면

HAN/B-ISDN 주요 개발제품이 거의 개발되어 B-

ISDN 망을 구성하게 되므로 2단계에서 계획하고 있는 ATM 전용선서비스는 SVC/PVC를 이용하여 가능해질 것이다. 또한 초고속데이터 전송서비스, 디지털 TV급 영상회의와 원격의료 서비스도 사용자들에게 제공이 가능해질 것이다.

라. 3단계 시험망으로의 진화방향

시험망이 3단계는 '98년이후의 기간이 해당되며 목표는 B-ISDN 종합시험 및 상용화 추진에 있다. 3단계에서는 망구축 목적이 B-ISDN 시범서비스를 제공하는 것이므로 장치나 서비스 레벨의 통합에 주안점을 두어야 할 것이다.

1) 망 구성

국가 전송로는 10G 또는 2.5Gbps급이 사용되며 VP 레벨의 연결이 가능한 DCS 또는 ATM 교환기가 설치된다. 각 장치간의 인터페이스는 2단계와 동일하게 접속된다. 또한 전화망(PSTN), N-ISDN과 패킷망 등과의 연동이 가능해져 B-ISDN망에서 다른망을 수용할 수 있는 능력을 시험받는다.

2) 기능적 측면

메타신호를 사용한 SVC/PVC, 트래픽제어, QOS 등의 기능이 추가 또는 기능향상이 될 것이다. 또한 TMN을 기반으로 한 망관리센터가 교환망관리, 전송망관리 등으로 구분하거나 TMN의 장애관리, 성능관리, 계정관리, 보완관리, 구성관리 등을 담당하는 센터로 분리할 것이다.

3) 서비스적 측면

B-ISDN 교환서비스의 종합시험이 예정되어 있으므로 ATM에서 수용가능한 멀티미디어 서비스와 HDTV급 영상정보처리가 가능하다.

VI. 맺음말

시험망은 HAN/B-ISDN에서 수행하고 있는 11개 모든 단위사업들 뿐만아니라 초고속정보통신망 구축사업과도 매우 밀접한 관계로 추진되고 있다.

시험망의 설계 및 구축은 통신망기술에서 연구되는 망구조 및 Networking 기술에 관한 연구결과들을 Prototyping하고 시험할 수 있는 시험 Tool로써 활용될 것이며 시험기술은 구축 소요장비의 기능과 성능 검증, End-to-End 망 측면에서의 QOS 성능 및 OAM

등에 관련된 검증기술 개발과 이를 통한 통신망 유지보수 기술로 발전하게 될 것이다. 그리고 응용기술은 ATM을 근간으로 하는 B-ISDN에서 주요서비스로 예측되는 서비스이용 기술을 개발, 이들을 시험망을 통해 시연, 검증함으로써 서비스의 유용성과 성능을 확인하고 이를 통해 B-ISDN의 가능성을 확인하게 될 것이다.

결론적으로 시험망은 HAN/B-ISDN 연구개발을 효율적으로 수행하기 위한 수단이므로 전담기관뿐만 아니라 B-ISDN 연구개발사업 및 초고속통신망 구축사업과 직, 간접으로 참여하고 있는 국내 유관기관들의 적극적인 협조 및 지원이 절실히 요구되며, 특히 금년에 구축되는 제 1단계 시험망은 ATM 교환기 등 연구개발제품의 기능 및 성능과 안정성이 경우에 따라서는 이용기관에 불편을 초래할 수 있기 때문에 꾸준한 격려와 지도편달을 보내주기 바란다.

參 考 文 獻

1. HAN/B-ISDN 총괄지침서, 한국통신, 1993. 11
2. 광대역 ISDN 연구개발계획서, 한국통신, 1994
3. B-ISDN 연구개발사업 테스트베드 연구보고서, 한국통신, 1993, 1994
4. 경영과 기술, 한국통신, 1995. 3

황 갑 선

- 한국통신 TDX 사업단('84. 1~'87. 6)
- 한국통신 사업개발단('87. 7~'92. 3)
- 한국통신 전산사업단 정보통신시스템국 운용2부장('92. 4~'93. 1)
- 한국통신 광대역 ISDN 개발사업추진단 사업개발 1부장('93. 1~'94. 12)
- 한국통신 초고속통신관리단 개발계획부장('95. 1~현재)