

〈主 題〉

# 국제 초고속테스트베드와 Internet 2

윤찬현 · 채태일 · 조효열

(한국통신 통신망연구소 초고속망연동연구팀)

□ 차 례 □

I. 서 론	IV. APAN/APII테스트베드 가입자망 접속구조
II. 초고속 Internet관련 테스트베드 구축 동향	V. 맺음말
III. APAN/APII테스트베드의 구축 현황	

## 1. 서 론

초고속정보통신기반 구축으로 고도 정보화사회 실현에 대한 기대가 높아지고 있다. 컴퓨터와 정보통신 기술의 진보는 정보의 처리, 축적과 이를 전송하는 비용을 대폭 절감시켜, 양방향 멀티미디어 통신 등 정보통신 능력을 크게 향상시키고 있다. 이와 같은 고도 정보통신 기술은 개인생활은 물론, 사회, 경제활동에도 크게 파급되어, 주문형서비스와 재택의료서비스, 재택근무 또는 가상공간(Virtual Space)의 활용 등 종래의 사회생활, 경제활동의 근간을 변화시킬 가능성을 제시하고 있다. 이제 이러한 고도 정보화사회의 실현은 꿈이 아닌 현실로 우리에게 다가오고 있다. 미국을 비롯한 선진국에서는 테스트 네트워크 단계에서 상용화 초기단계로 진입한 ATM (Asynchronous Transfer Mode) 기반의 초고속통신망이 정보통신서비스 시장에 나타나고 있다. 이는 각국에서 급증하는 인터넷 트래픽을 효율적으로 처리하고 양방향 멀티미디어로 대변되는 광대역 통신서비스 시장 형성에도 중요한 역할을 할 것으로 기대되고 있다.

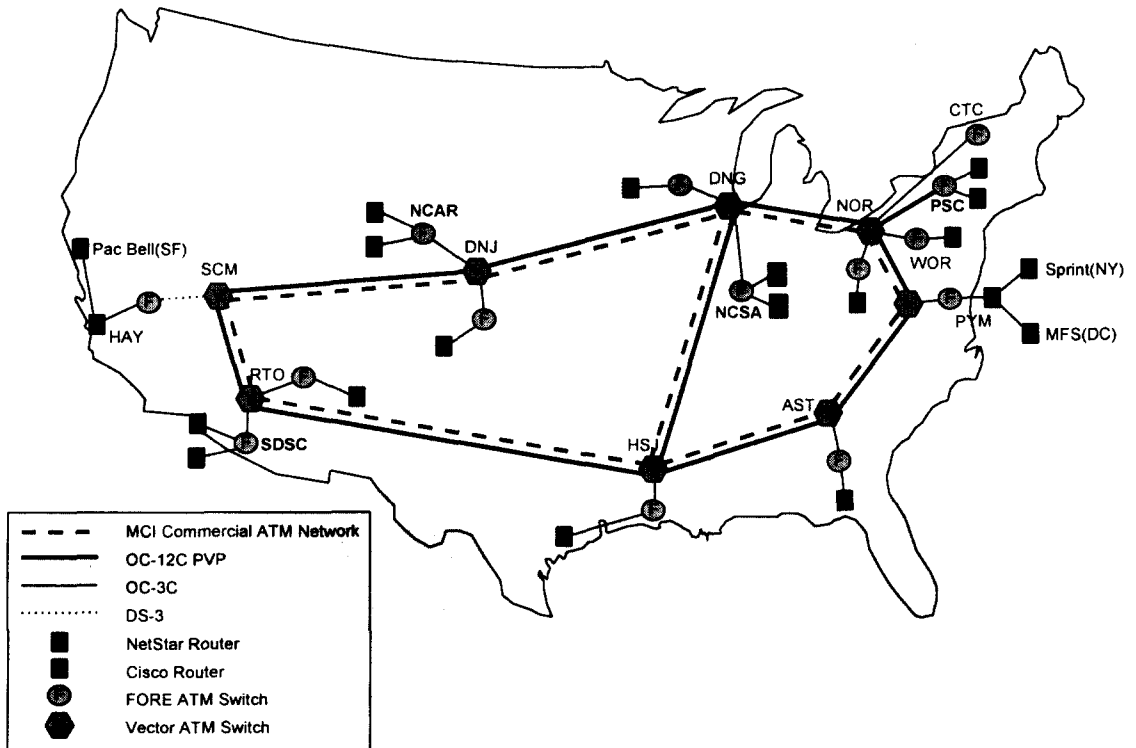
국내에서도 정부 주도로 초고속정보통신기반 구축을 위해 초고속선도시험망(이하 선도시험망), 초고속 국가정보통신망 등을 구축중에 있으며, 이 가운데 선도시험망을 위시한 일부 시험망은 서울-대전간 구축

이 완료되어 운용중에 있다. 이들 정부 주도의 정보통신기반 구축은 공공부문의 정보화에 의한 업무처리 절차의 간소화 등을 통하여 행정관서의 업무 및 대국민서비스의 효율성을 향상시키고, 공공부문의 선도이용을 통하여 민간부문의 수요를 창출하기 위해 2010년까지 국가지방자치단체 등의 공공기관을 연결하는 통신망을 구축하고 필요한 공공 응용서비스를 제공하기 위한 통신망이다. 이를 실현하기 위해서는 정부의 정책적인 뒷받침을 통한 각종 관련 제도나 법규의 정비가 필수적이지만 무엇보다도 이들 초고속통신망을 실현시킬 수 있는 핵심요소기술의 확보가 기본임은 두말할 나위가 없다. 특히 초고속통신망을 실현하는 요소기술개발과 병행하여 이를 시험하고 개발 또는 도입된 장치들을 연동시켜 가입자간 서비스시험을 할 수 있는 시험망(또는 테스트베드)의 구축과 운용은 향후 상용서비스에서 발생할 수 있는 각 네트워크 요소(NE : Network Elements)들의 문제점 및 제반 서비스품질을 평가하는 과정에서 매우 중요한 의미를 가진다. 정보통신망에서 목표서비스를 제공하는데 요구되는 네트워크 기능과 성능, 그리고 구조등에 대한 연구는 통신망기술의 핵심으로서 테스트베드상에서 시험적으로 구현(Prototyping)되고 평가 되어야 한다. 또한 시험된 결과로부터 새로운 통신망의 실현에 적합한 각종 기능(전송, 교환, 단말 등)들이 재정의되며, 이러한 기능들은 새로운 장치로서 개발되거나 기존 장치의 개선/개량에 기여하게 된다. 이렇게 개발된

장치는 다시 테스트베드를 이용, 목표서비스를 위해 정의된 통신망을 구성함에 있어 적합한지의 여부(예: 유용성, 응용성, 적합성 등)를 시험, 검증하게 된다. 이상과 같은 일련의 과정은 그 결과들이 각 NE들에 재반영되어 새로운 통신망구조와 네트워킹 기술의 개선, 표준사양화(Standard Specification) 및 소요장치들의 안정화, 고품질화를 이루게 될 것이며 이는 결국 새로운 통신망을 구축하여 상용화(Commercialization: 상용통신망, 상용서비스)하기 앞서 거치는 최종단계라 할 수 있다[1][2]. 이러한 상용통신망구축을 위한 테스트베드와는 별도로 특정 서비스의 공유나 고성능화 또는 특수목적의 이용자그룹을 구성하여 AUP(Authorized Use Policy) 중심의 Production 네트워크로 테스트베드를 구성하는 경우가 있는데 미국이 1990년초부터 구축하여 운용중인 대부분의 초고속 테스트베드가 이 범주에 속한다. 세계 각국의 초고속 테스트베드의 구축및 광대역 멀티미디어 서비스에 대한 실험이 활발해지면서 국가간 초고속 테스트베드를

상호연동 시켜 공동연구를 수행하려는 움직임이 크게 일고 있다. G7 국가간에 행해지고 있는 G7/GIBN(Global Interoperability for Broadband Network)등 11개 G7 프로젝트가 대표적인 사례이다. 특히 최근의 초고속 테스트베드 구축 동향은 미국의 Internet 2 프로젝트를 중심으로 초고속 Internet 구축을 위한 초고속 네트워킹구조에 관한 연구로 초점이 모아지고 있다. 유럽연합 18개국이 참여하여 구축중인 JAMES(Joint ATM experiment on European Services) 테스트 베드에서도 TEN-34(Trans European Network interconnect at 34Mbps) 프로젝트를 통하여 초고속 Internet을 연구하고 있다.

본고에서는 선진각국이 추진중인 초고속 Internet 연구를 위한 초고속 테스트베드 구축 동향을 살펴보고 국내의 초고속 테스트베드와 해외 테스트베드간 연동을 통해 국제공동연구 참여 계획과 국내 가입자망 구축을 위한 초고속망 접속 구조에 대하여 기술한다.



(그림 2-1) vBNS 네트워크 구성도

### 2. 초고속 Internet 관련 테스트베드 구축 동향

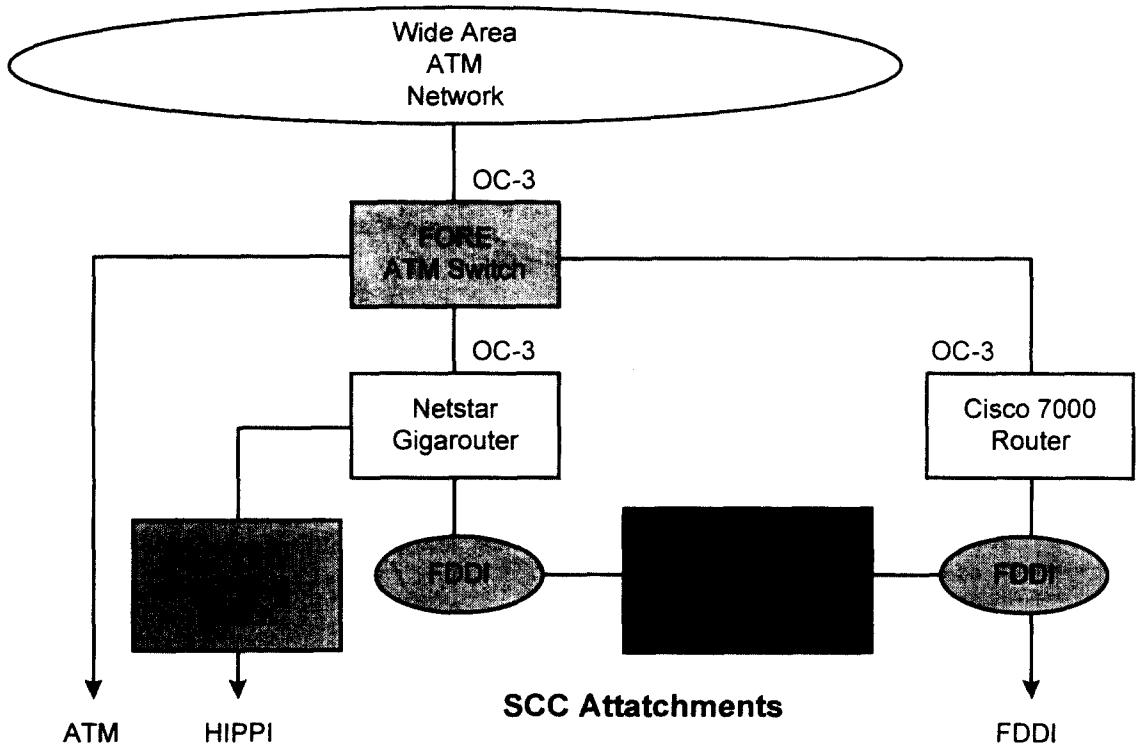
제 외국의 초고속 테스트베드의 구축 및 이들의 상호 접속 프로그램과 더불어, 미국의 Internet 2 를 중심으로 캐나다의 CA\*net II, 유럽의 TEN-34등과 같이 초고속 Internet의 구축 프로젝트가 현재 진행중에 있다. 이러한 초고속 Internet 은 ATM을 기반으로 하는 초고속 테스트베드 에서 Virtual Network 구조로 구축되고 있으므로, ATM을 기반으로 하는 초고속 테스트베드의 구축이 무엇보다도 중요하다.

#### 2.1 제 외국의 초고속 Internet 구축 동향

Internet은 원래 학술·연구망으로 시작되어, 교육·연구기관을 중심으로 다양한 연구가 Internet상에서 행해졌으며 그 결과 TCP/IP, WWW과 같은 많은 표준들과 다양한 응용 서비스의 개발을 위한 연구망으로서 중요한 역할을 담당해 왔다. 그러나 80년대

후반 Internet의 상용화로 Internet 가입자들이 폭발적으로 늘어나면서 네트워크의 체중(Congestion)문제 등 많은 문제점이 나타나게 되어, 차세대 네트워킹 기술 및 이에 따른 응용 서비스를 개발하기 위한 새로운 망의 필요성이 제기되었다. 이러한 차세대 네트워킹 기술 및 응용 서비스를 개발하기 위한 일환으로 미국에서는 NSF(National Science Foundation) 주도 아래 Internet을 고도화 하기 위해 vBNS(very high speed Backbone Network Service), NAP(Network Access Point) 및 RAS(Routing Arbiter Server)를 구축하기 위한 프로젝트를 수행하고 있다[3].

vBNS는 미국내 5개의 Supercomputer Center와 4개의 NAP을 연결하는 ATM 네트워크로서, 현재 Backbone망을 155Mbps에서 622Mbps로 개선하고, 가입자에게 622Mbps의 접속능력을 제공하며, SVC(Switched Virtual Circuit) 기능을 제공하기 위해



(그림 2-2) Supercomputer Center의 vBNS 접속구조

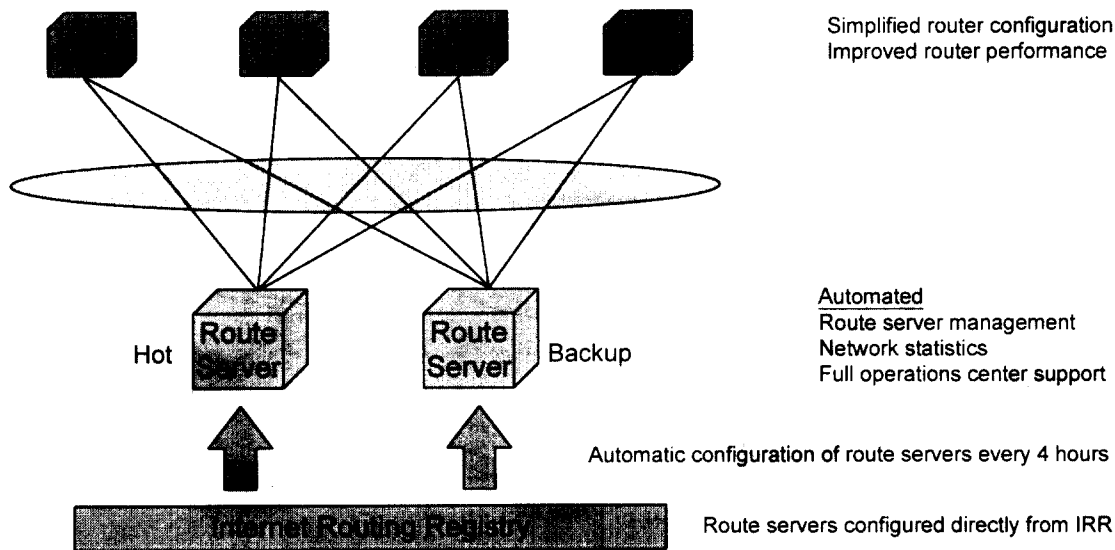
서 액세스 ATM교환기를 CISCO LS 1010에서 FORE ASX 1000으로 교체하는 작업이 진행 중이다. 이러한 네트워크의 개선작업이 끝나면 vBNS는 (그림 2-1)과 같은 네트워크 구조를 가지게 될 것이다.

(그림 2-1)에서 보듯이 vBNS의 Backbone 네트워크는 MCI의 상용 ATM 네트워크 상에서 PVP(Permanent Virtual Path)의 형태로 구성되며, 다른 교육·연구기관과는 4개의 NAP 또는 사설망을 통하여 접속된다. 이러한 vBNS Backbone망으로의 접속을 위한 Supercomputer Center의 네트워크 구조는 그림 (2-2)와 같다. vBNS상에서 IP Traffic을 수용하기 위해서는 두 개의 PVC(Permanent Virtual Circuit) mesh를 구성하는데 하나는 vBNS에 접속되어 있는 Router간의 Routing정보를 교환하기 위한 것이고, 다른 하나는 LIS(Logical IP Subnet)를 구성하기 위한 것인데 LIS PVC는 추후 SVC로 교체될 예정이다.

vBNS는 5개의 Supercomputer Center를 초고속 통신망으로 연결하므로서 Supercomputer Metacenter를 구성하여 고에너지 물리학, 단백질 모델링 등

Supercomputer를 이용한 다양한 초고속 어플리케이션의 공동 연구환경을 제공하고 있으며, IPv6(Internet Protocol version 6), RSVP(ReSerVation Protocol), Web Caching등 차세대 네트워킹 기술의 시험과 Internet Video Teleconferencing 시스템 등 네트워크 상에서의 원격 공동연구를 지원하기 위한 다양한 어플리케이션의 개발을 지원하고 있다.

NAP(Network Access Point)은 ISP(Internet Service Provider)들이 상호간의 데이터를 교환하기 위한 교환노드이며, vBNS 로의 고속접속을 위한 4개의 NAP은 Ameritech의 Chicago NAP, Sprint의 New York NAP, MFS의 Washington DC NAP 그리고 Pac Bell의 San Francisco NAP으로 구성되어 있다. 또한 Chicago에는초고속 테스트베드들을 상호 접속하기 위한 TAP(Testbed Access Point)이 구축되어 있으며, 현재 캐나다의 CANARIE NTN(National Test Network)이 여기에 접속되어 있다. Chicago TAP은 Lucent의 GlobeView 2000 ATM 교환기를 사용하고 있으며, 접속을 원하는 ISP들은 PVC Mesh로 상호 연결되어 있다.



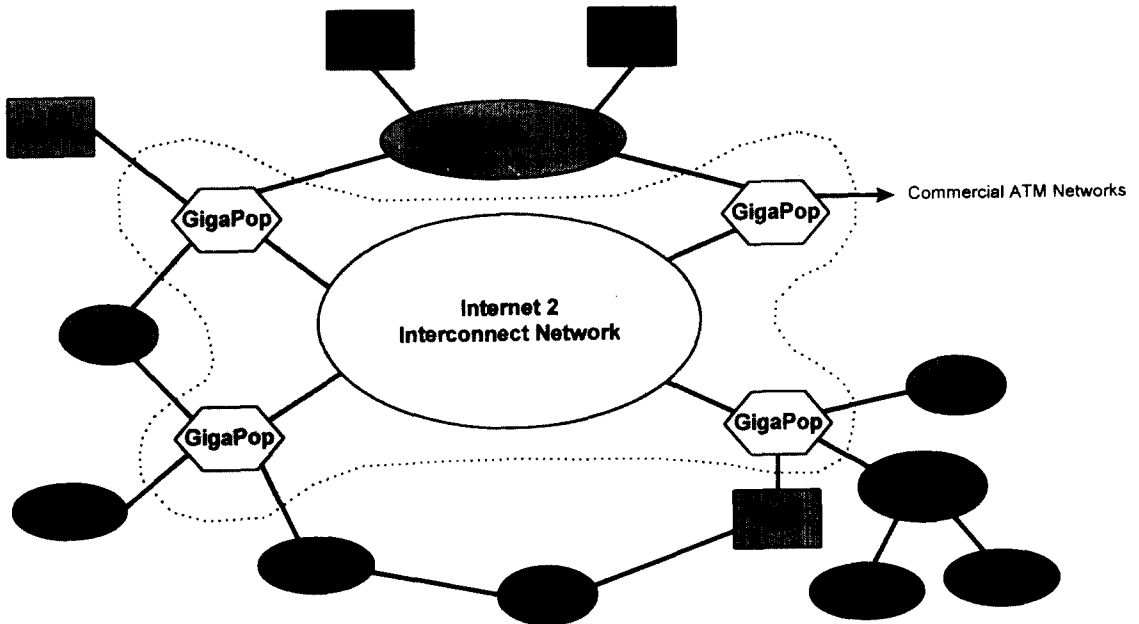
(그림 2-3) Route Server

ISP들간의 Routing 정보를 효율적으로 교환하기 위해 NAP에서는 RAS를 운영하는데 (그림 2-3)은 Route Server의 개념도를 나타낸 것이다. 망이 커질수록 Routing 정보의 흐름은 망에 큰 부담이 되는데, Route Server는 NAP내에서 ISP들의 Routing정보를 서로 교환하기 위해 ISP Router들 간을 Full Mesh로 연결하는 것이 아니라, Route Server가 모든 Routing 정보를 관리하고 ISP Router들은 필요한 Routing 정보를 Route Server를 통해서 얻게 된다. 이렇게 함으로써 ISP Router들의 Routing 정보처리를 위한 부담을 덜고 네트워크 상에서도 불필요한 Routing 정보의 흐름을 방지하여 망의 성능을 향상시키고 망의 확장성을 용이하게 한다.

이러한 Internet의 고도화 작업은 현재까지 성공적으로 수행되어 왔으며, 현재 vBNS에 연결되어 있는 10여개의 대학 및 연구기관을 100여개의 기관으로 확대하려는 계획을 가지고 있다.

현재 Internet 상에서 수행되는 많은 어플리케이션

들은 특정 프로젝트에 의해 개발 상용화 된 것이 아니라, 대학 또는 연구기관에 있는 사용자들의 필요에 의해서 개발된 것이다. 이러한 측면에서 고려해 본다면, vBNS처럼 소수의 가입자들이 정해진 프로젝트를 수행하기 위해 구축된 네트워크가 가진 한계점이 나타나게 되고, 현재의 Internet은 Best effort 패킷 전송 방식으로 서로 다른 어플리케이션의 다양한 QoS(Quality of Service)를 보장해 줄 수 없기 때문에, 초고속 Internet의 구축에 필요한 네트워킹 기술과 어플리케이션을 개발하고 시험할 수 있는 환경을 제공하지 못한다. 초고속 Internet의 구축에 필요한 네트워킹 기술과 어플리케이션의 개발을 촉진하기 위해서는, 사용자들이 요구하는 다양한 QoS를 보장해 줄 수 있으며, 많은 교육·연구기관들이 참여할 수 있고, 개발된 네트워킹 기술과 어플리케이션을 적용해 볼 수 있는 네트워크 환경이 요구된다. Internet 2는 그러한 계획의 일환으로 미국내 각 대학과 연구기관을 연결하는 교육·연구망으로서의 Internet을 구축하려는 계획이다[4].



(그림 2-4) Internet 2의 네트워크 개념도 (예시)

현재 제안된 Internet 2의 네트워크 개념도는 (그림 2-4)와 같다. Internet 2에서는 서로 다른 어플리케이션의 다양한 QoS를 보장하고 Multicast를 지원하기 위해서 RSVP, MOSPF(Multicast Open Shortest Path First) 등과 같은 새로운 프로토콜을 지원하고, 차세대 Internet Protocol인 IPv6를 지원하며, ISP 등과 같은 네트워크 서비스 제공자와 여러 교육·연구기관을 포함하는 사용자들을 상호 접속하기 위해 GigaPoP(Gigabit Point of Presence)이라는 개념을 도입하였으며, 이러한 GigaPoP을 622Mbps이상의 ATM 망으로 연결하는 구조를 가진다. vBNS는 현재 접속되어 있는 10여개의 교육·연구기관을 100여개로 확대하려는 계획을 가지고 있으며, 그렇게 된다면 Internet 2 구축의 초기에는 GigaPoP을 연결하는 네트워크로서 vBNS가 사용될 수도 있을 것이다.

현재의 Internet에서 ISP 등과 같은 네트워크 서비스 제공자들을 상호 접속하고 이들간의 Routing 정보를 관리하는 NAP과는 달리, GigaPoP은 Internet 2에 연결된 네트워크 서비스 제공자 뿐만 아니라 사용자들에게도 네트워크 접속기능을 제공하며, 어플리케이션들이 요구하는 다양한 QoS를 보장하고 이와 관련된 네트워크 자원을 효율적으로 관리하기 위한 기능 및 Internet 2로의 접속을 원하는 사용자들의 트래픽을 다중화하여 Internet 2에 접속하기 위한 회선을 공유하므로써 가입자들의 Internet 접속을 위한 비용을 절감하는 기능 등의 다양한 역할을 수행하는, Internet 2의 구축에 있어서 가장 중요한 부분이라고 할 수 있다.

미국의 Internet 2 계획과 유사한 계획이 유럽 및 캐나다에서도 진행중이며, 유럽연합의 TEN-34, 캐나다의 CA\*net II가 여기에 해당한다고 할 수 있다. TEN-34는 유럽내의 18개국을 연결하는 연구망으로서의 Internet Backbone을 구축하여 차세대 네트워킹 기술 및 어플리케이션의 개발을 위한 네트워크 환경을 제공하고 있으며 현재 SVC, NHRP(Next Hop Routing Protocol), RSVP 등 ATM과 IP네트워크상의 여러가지 시험을 수행하고 있다. TEN-34는 유럽연합의 ATM 테스트베드로 구축된 JAMES 네트워크상에서 PVP구성을 통한 Overlay 네트워크와, Router망을 통한 IP 네트워크의 2개 서브 네트워크로 구성되어 있으며 Router 망을 통한 IP 네트워크를 ATM 망으로 교체하려는 계획을 가지고 있다. 이러한 교체

작업이 완료되면 TEN-34는 ATM 네트워크상의 Virtual 네트워크로서 구성이 될 것이다. CA\*net II는 캐나다의 초고속 Internet을 구축하기 위한 프로젝트로서 GigaPoP의 개념을 도입하고 캐나다 국내 ATM 네트워크 상의 Virtual Network로서 초고속 Internet 구성을 계획하고 있으며 미국과의 공동연구 및 논의를 활발히 수행하고 있다.

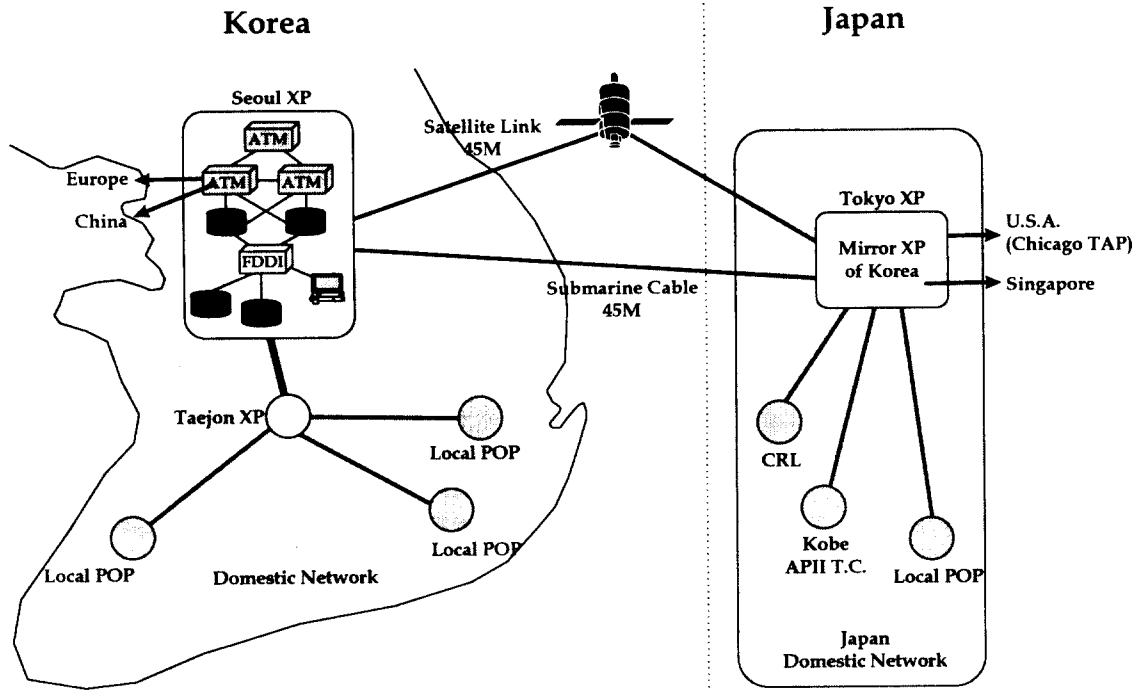
지금까지 설명한 바와 같이, 서로 다른 어플리케이션의 다양한 QoS를 보장해 줄 수 없으며 체증이 심한 현재의 Internet과, 소수의 기관들이 정해진 프로젝트를 수행하기 위한 현재의 초고속 테스트베드의 한계를 극복하고, 많은 기관들이 참여할 수 있고 다양한 QoS를 보장해 줄 수 있는 차세대 네트워크 환경 즉 연구망으로서의 Internet 을 구축하여 차세대 네트워킹 기술 및 어플리케이션의 개발을 촉진하기 위해서 초고속 Global Internet의 구축이 활발하게 추진되고 있다.

## 2.2 국제 초고속 테스트베드 구축을 위한

### 국내 연구 동향

국내에서도 선도시험망 등을 통하여 초고속 네트워크 환경을 시험적으로 제공하고 있으며, 선도시험망과 해외 초고속 테스트베드간 상호접속의 필요성이 대두되고 있다[2]. 이러한 국제 초고속 테스트베드간 상호접속을 통하여 초고속 정보통신 관련기술 및 응용서비스의 개발을 촉진할 수 있으며, 국제 공동연구 환경을 제공하여 선진 제 외국의 앞선 초고속 네트워크 기술 및 응용 서비스 개발기술 확보에 기여할 수 있다. 현재 우리나라는 초고속 테스트베드의 국제 접속 프로그램으로서 APAN(Asia Pacific Advanced Network), APII(Asia Pacific Information Infrastructure) 테스트베드 구축에 주도적으로 참여하고 있다.

APII 테스트베드는 1996년 8월 제 1차 한·일 통신장관 회담에서 APII 실현을 위한 Action Program의 일환으로 제안된 것으로서, 위성과 해저케이블을 통하여 ATM을 기반으로 하는 한일간 초고속 정보통신망을 구축하여 RSVP, VoD(Video on Demand), VLBI(Very Long Baseline Interferometry), 원격진단 등 차세대 네트워킹 기술과 응용 서비스의 시험을 지원하는 한·일간 공동연구환경을 제공하기 위한 것으



(그림 2-5) APAN 및 APII 테스트베드 구축을 위한 네트워크 구성도

로 네트워크 구성 및 응용 서비스의 선정작업이 현재 진행중이다.

APAN은 1996년 3월 APEC(Asia Pacific Economic Cooperation) TWG(Telecommunication Working Group)에서 제안된 것으로서, 한국과 일본이 주축이 되어 아시아·태평양 지역을 중심으로 국제 초고속망의 상호연동성 시험 및 광대역 서비스의 상호 운용성을 시험하고, vBNS로의 접속을 통하여 초고속 Internet 서비스의 가능성을 시험하며 관련 Networking 기술 및 서비스의 개발을 촉진하기 위한 것이다. 또한 APAN은 현재 미국중심의 Internet 접속구조를 벗어나 대륙간 Internet의 상호접속을 효율적으로 수행하기 위한 네트워크 구조를 가지며 아시아지역의 Internet 접속을 위한 HUB로서 한국과 일본에 APAN XP(eXchange Point)를 구축한다. 이러한 APAN 및 APII 테스트베드를 위한 네트워크 구성도는 (그림 2-5)와 같다.

### 3. APAN/APII 테스트베드의 구축 현황

테스트베드형 초고속정보통신망 구축은 각기 추진 배경과 경위는 조금씩 다르지만 지향하는 목적과 네트워크구축에 적용되는 정보통신기술은 ATM을 기반으로 한 네트워킹 기술이라고 말할 수 있다. 이들이 공통적으로 지향하는 목표는 현재 개발되어 있거나 개발중인 광대역 어플리케이션 및 서비스를 초고속망을 통하여 상호연동성, 상호운용성 등의 시험을 행하고 테스트베드간 상호연동을 실현하는데 요구되는 기술의 표준화, 장치의 규격화 등을 선진국을 중심으로 논의하는 장이되고 있다는 점이다. 이러한 관점에서 본다면 국제 테스트 네트워크 구축이 논의되고 있는 APII 테스트베드나 APAN은 아·태지역 국가가 참여하는 Global 테스트 네트워크로서의 의미를 가지며, 선진 제 외국과 초고속 테스트베드 연동 및 국제 공동연구 환경을 제공하게 될 것이다. 이러한 다양한 해외 초고속 테스트베드 접속 프로젝트는 초기 투자

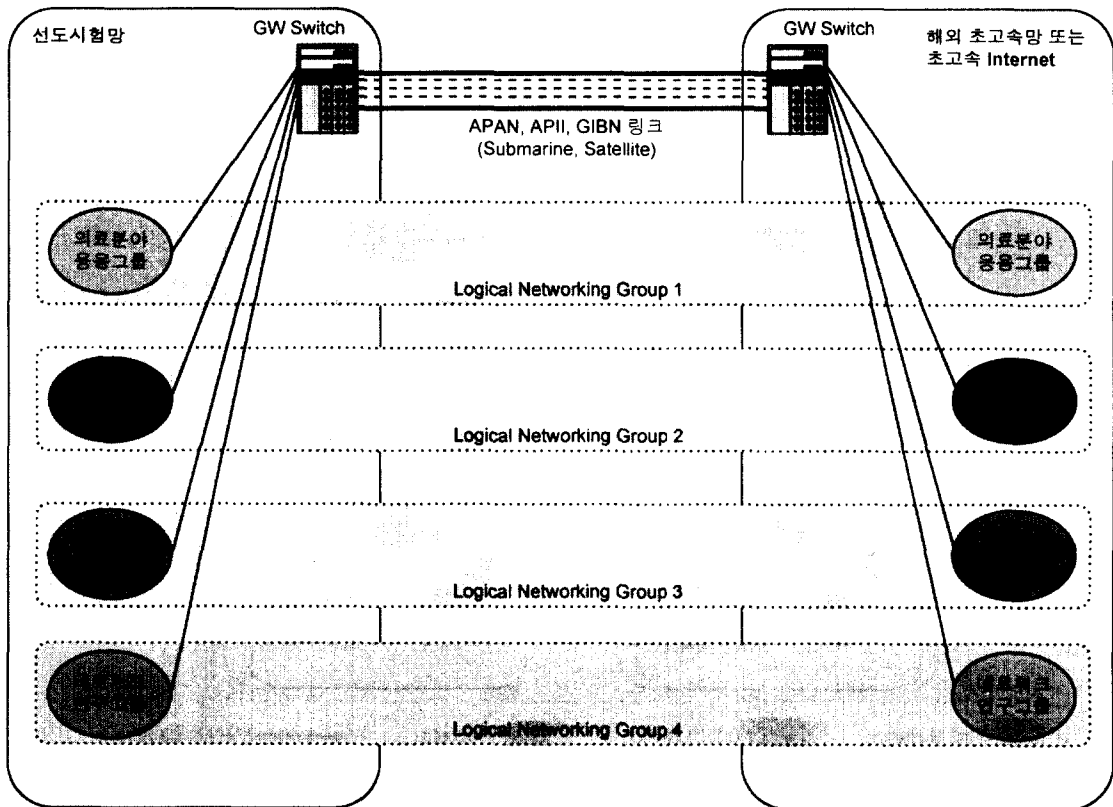
비용이 크기때문에 효율적이고 전략적인 참여를 통하여 목표로하는 성과를 달성할 수 있도록 단계적으로 추진하여야 한다.

3.1 국제 초고속 테스트 네트워크 구축 방안

초고속 테스트 네트워크를 통한 국제공동연구에 참여하기 위해서는 네트워크 구축전략을 크게 두가지로 나누어 생각해 볼 수 있다. 즉 국제망 접속을 위한 Gateway의 구성과 망 접속이 수행되어야 하고, 이와 병행하여 국내 공동 연구기관 가입자를 위한 가입자 접속망을 설계하고 구축하는 일이 될 것이다. 이상 2 단계의 초고속망 구축은 네트워크 설계에서 부터 고려해야할 사항이 매우 많다. 즉 기술적으로는 다양한 가입자를 국내 초고속 Backbone망에 연동 시켜야 하며 Backbone망은 가입자의 서비스 요구조건을 투명하게 국제 초고속망으로 연동 시켜야 한다. 이렇게 하므로써 Backbone망과 국제 Gateway 노드사이에 연동이 이루어지고 네트워크 접속점(POL:Point of

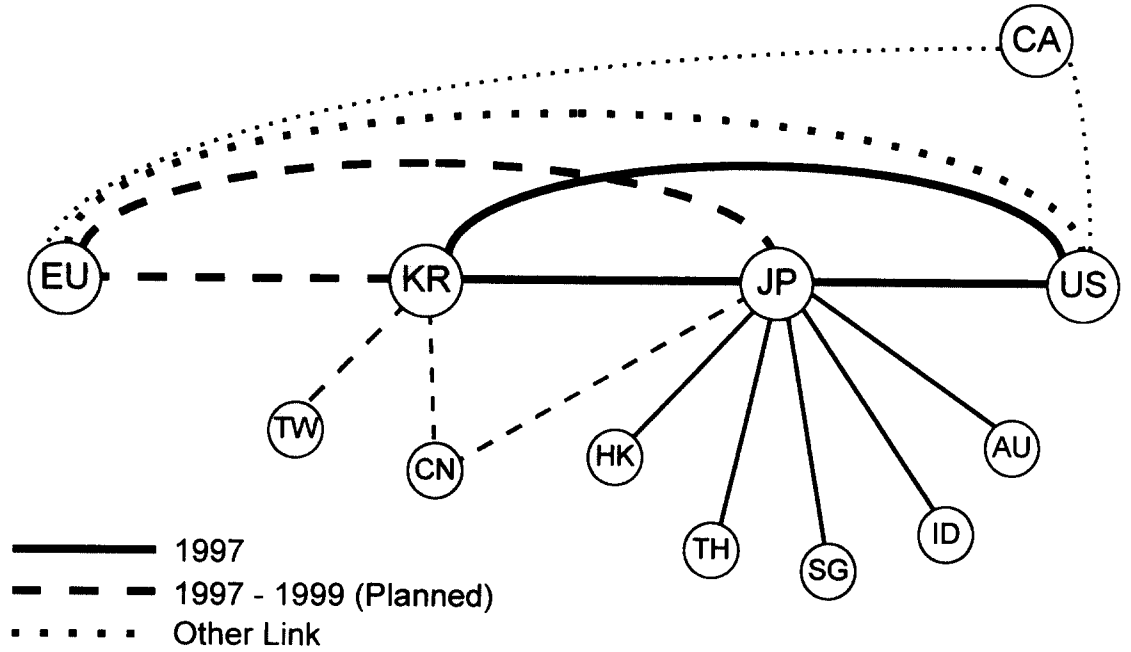
Interconnection)에서 서비스 연동성이 보장되어야 하는것이다.

현재 고려중인 국내 가입자 접속망은 정부가 추진 하고 있는 다양한 정보화 사업의 목적과 망구조를 볼 때 선도시험망이 우선 고려될 수 있다. 네트워크 구조측면에서는 국내 APAN 컨소시움 참여기관들과 APII 테스트베드 참여 연구 그룹들은 기존 선도시험망의 가입자들과 논리망(Logical Network) 그룹으로 분리 구성될 수 있다. 이는 APAN, APII 테스트베드 공동연구의 진행정도에 따라 논리망 그룹단위로 미국·일본등 선진국들과 지속적인 공동연구 개발 체제 유지하기 위함이다. 게다가 국제 공동연구의 성과를 국내 초고속 네트워크의 활성화 시키는 데에도 선도 시험망 통한 가입자망 구성은 큰 의미를 가질것이다. 논리망 그룹이란, 예로서 다음과 같이 고려해 볼 수 있으며 네트워킹 개념도를 나타내면 (그림 3-1) 과 같다.

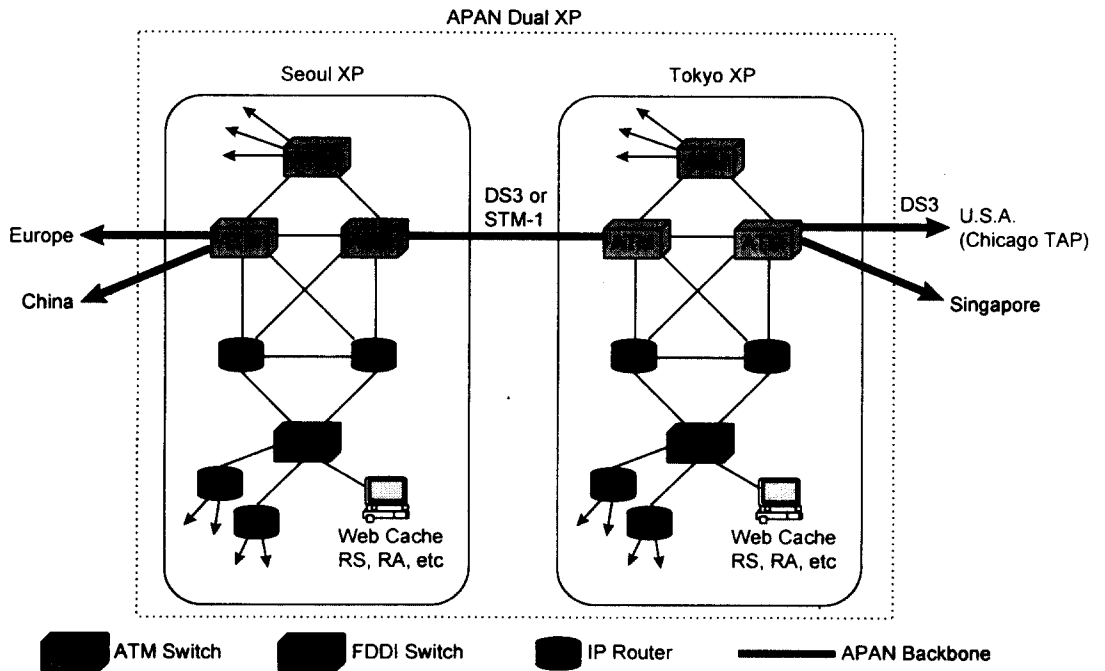


(그림 3-1) 국제 공동연구를 위한 논리망 그룹





(그림3-2) 아·태 초고속정보통신망 Topology



(그림 3-3) 한·일 Dual XP(eXchange Point) 구성도

- 의료분야 응용 그룹
  - 원격척추수술 (자료교환 및 실시간 수술 지원 시스템 구축등)
  - 국제간 공동 암센타 DB구축 및 원격교육 (첨단의료기술 습득)
  - 전염병 예보, 백신공동개발
- 슈퍼컴퓨터 응용그룹
  - High Energy Physics, Chemical Reactions, 반도체 공정감시(자동화)등 초고속(실시간)컴퓨팅이 필요한 분야 : 국내 슈퍼컴퓨터와 연계하여 활용(해당분야 DB등 활용)
  - 중소기업, 소규모연구그룹등의 제품개발등에 필요한 슈퍼컴퓨팅 자원을 공동활용할 수 있는 시스템 구축
  - 각국 정부간 자료교환 및 공유 시스템 구축 (환경관련, 국제범죄 관련자료 등)
- 가상교육응용그룹(Virtual Education)
  - 해외의 전자도서관, 전자박물관 활용(국내 미보유 장서, 문화재등 보완)
  - Tele-Education, Virtual University(국제간 선진교육분야를 원격수강할 수 있는 시스템 구축)
  - Open School System의 Model 공동연구
- 네트워크 연구그룹
  - 초고속망과 인터넷망간 연동기술 공동연구(초고속 멀티미디어 서비스 이용자그룹 조기 창출)
  - 차세대 초고속 프로토콜 공동연구(IPv6, RSVP,...)
  - 국제 초고속망 접속기준등의 표준화를 공동연구

논리망 그룹 간 해외 초고속망 연동을 통해 기대되는 효과로는 고도 정보화사회로 진입하는데 있어 선도시험망의 기능강화와 해외 초고속망 접속 창구로서의 선도시험망의 역할 증대를 우선 들 수 있다. 또한 해외망 연동 및 국제 공동연구의 결과를 국내에 전파 시킴으로서 초고속 정보 통신망 구축 및 활성화에 있어서 견인차 역할이 기대되며, 국내 초고속 정보통신 사업을 추진함에 있어서 방향설정, 구체적인 사업의 전개, 결과의 평가 등 사업전반에 걸쳐 파급효과가 클것으로 기대된다. APAN 및 APII 테스트베드를 위해 아·태지역 국가간에 논의되고 있는 네트워크 Topology는 (그림3-2)와 같다.

(그림3-2)에서 한국과 일본은 APAN 구축의 핵심

국가로서 아·태지역을 위한 Dual Hub를 가지게 될 것이다. 이에따라 한·일간 구축될 네트워크는 APAN/APII 테스트베드와 함께 국제 초고속 테스트 네트워크가 될 것이다. 특히, 서울과 도쿄에는 APAN 및 APII 테스트베드용 주 ATM 노드가 설치되고 자국의 가입자 접속망은 물론 한·일 각국이 담당하게 될 아·태지역 국가들의 초고속 서비스 트래픽을 처리하게 될 것이다. 현재 논의되고 있는 XP의 개념도는 (그림3-3)과 같다. 서울 과 도쿄 XP는 상호운용성과 연동성 그리고 네트워크관리를 위한 공동운용센터의 구축도 논의되고 있다. 또한 한·일의 XP는 분산형 XP로 구축되어 북미구간과 서비스 연동시 장애가 발생하면 단일 XP로 네트워크를 재구성하여 APAN 트래픽을 일괄 처리할 수 있는 망관리 능력을 가져야 한다. 현재 북미접속을 위한 규격은 컨소시엄 회원국들간에 논의되고 있다.

국내망 구축은 선도시험망을 대상으로 네트워크 설계 및 구축(Network Engineering)을 수행중에 있다.

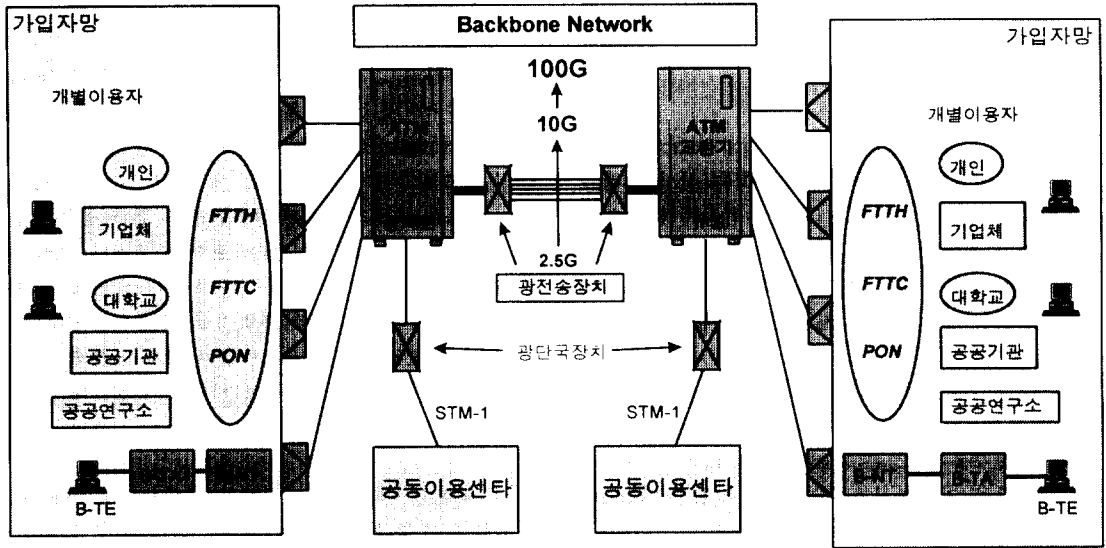
#### 4. APAN/APII 테스트베드 가입자망 접속구조

APAN/APII 테스트베드 공동연구 가입자망 구축을 위해서는 국내에서 국제 공동연구 가입자가 연결될 선도시험망의 개요를 살펴보고, XP와 POP, XP와 XP 및 해외 테스트베드와의 연동을 위한 기본적인 망구조를 고찰할 필요가 있다.

##### 4.1 선도시험망 개요

선도시험망은 초고속 응용서비스 개발을 위한 시험망 환경 제공, 국내의 초고속통신 기반의 연구환경 제공을 위한 네트워크 플랫폼을 구축하고, 또한 국내·외 개발기술의 표준 및 규격의 적합성 검증, 상호운용성 확인 및 개발기술의 시연환경을 제공할 목적으로 95년 7월에 개통하여 운용중이다.

현재 구축되어 운용하고 있는 선도시험망의 구성은 (그림4-1)과 같다. 주 교환노드는 HAN/B-ISDN 연구개발사업의 일환으로 개발된 ATM교환기 시작점으로 VP-XC(Cross Connect) 기능을 가지고 있으며, ATM-LAN 스위치등의 가입자 망과의 접속은 ITU-T의 규격을 따른다. 또한 주 교환노드로 사용하고 있

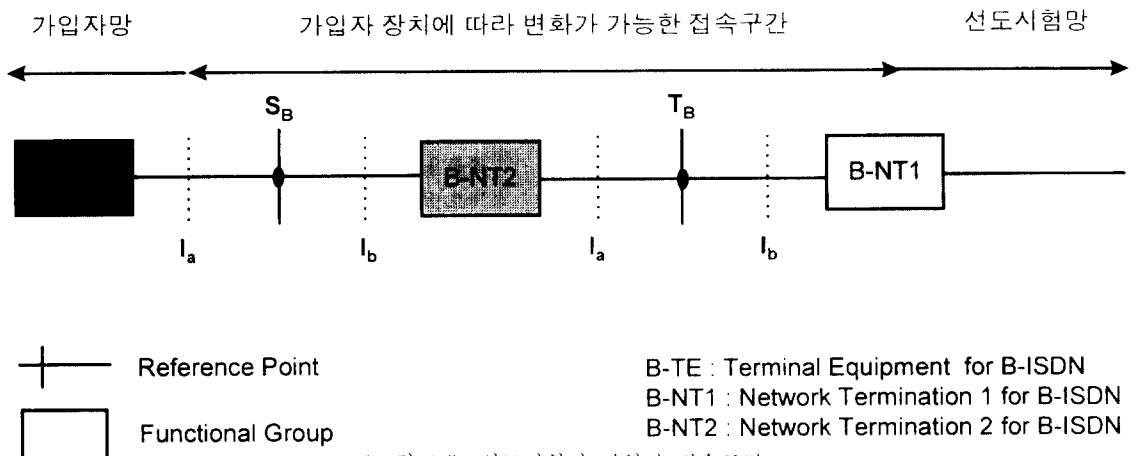


(그림 4-1) 국내 선도시험망 구성도

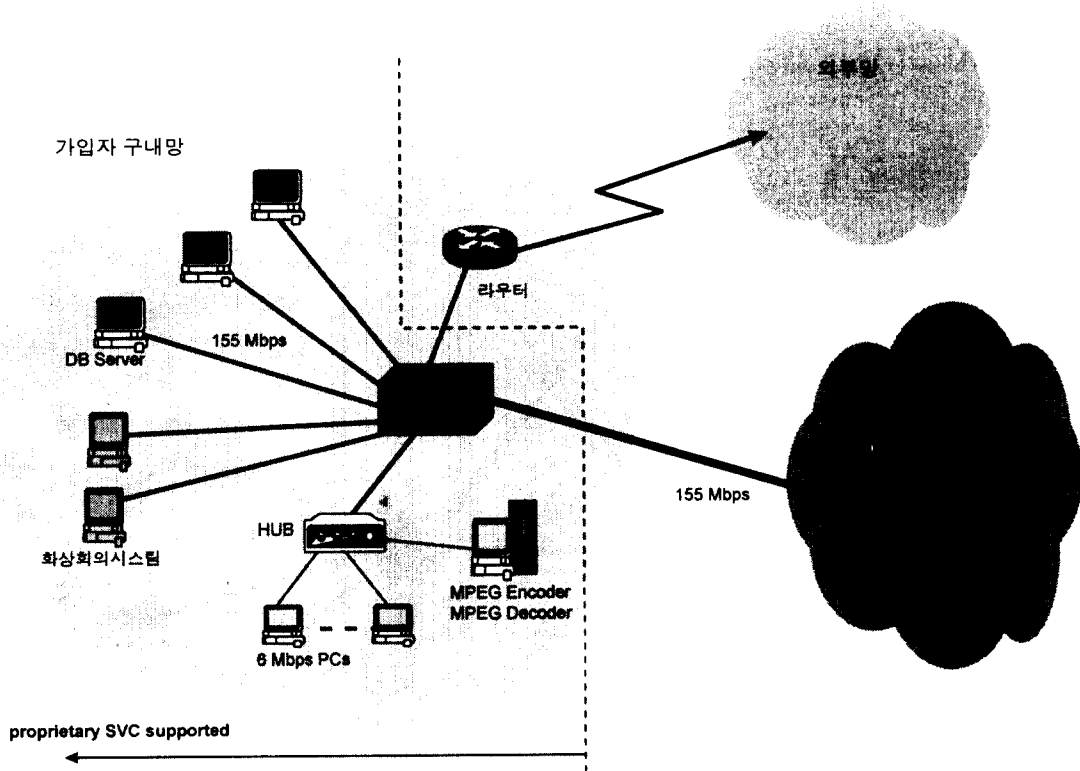
는 ATM 교환기는 ITU-T의 규격에 따라 개발되었으며, 현재 SVC 기능이 구현되어 있지 않기 때문에 ATM Forum 규격을 따르는 대부분의 사설 ATM 교환기를 연동시키기 위해서 PVC를 사용한다[5][6].

선도망의 가입자 환경은 크게 2가지 부류로 나눌수 있다. 우선 HAN/B-ISDN에서 개발된 B-NT(CANS:

Centralized Access Node System), B-TA 및 B-TE(광대역단말)순으로 직접 ATM 교환기에 접속하는 경우와, 사설 ATM 교환기등을 설치하여 대부분 FDDI 또는 Ethernet 등의 LAN환경으로 구성된 구내 가입자들을 수용하고, 사설 ATM 교환기의 네트워크 포트(인터페이스)를 선도시험망의 ATM 교환기와 연결하는 형태로 나눌수 있다.



(그림 1 2) 선도시험망 가입자 접속규격



(그림 4-3) 가입자 구내망 구성도

HAN/B-ISDN에서 개발된 장치들을 사용하는 가입자들은 ITU-T에서 권고하고 있는 (그림 4-2)의 접속 규격에 따라 선도시험망에 접속이 된다. 즉 가입자 단말까지 ATM 종단서비스를 제공하는 경우 단-대-단 B-TE간에 full mesh 형태의 PVC를 설정하여 연결한다. 이 때 가입자는 사용대역폭, 사용기간, 트래픽 형태 및 요구 QoS(Quality of Service)등을 사전에 ATM 교환기측과 협의를 거쳐 PVC 연결을 개설할 수 있다. 추후 ATM교환기가 SVC를 지원하고 트래픽 제어(Traffic Control), 혼잡제어(Congestion Control)등의 기능이 보완되면, 선도시험망내의 모든 B-TE간에 SVC 서비스 제공이 가능하도록 망을 확충할 수 있게 된다.

4.2 국내망 접속 및 해외 초고속시험망 연동

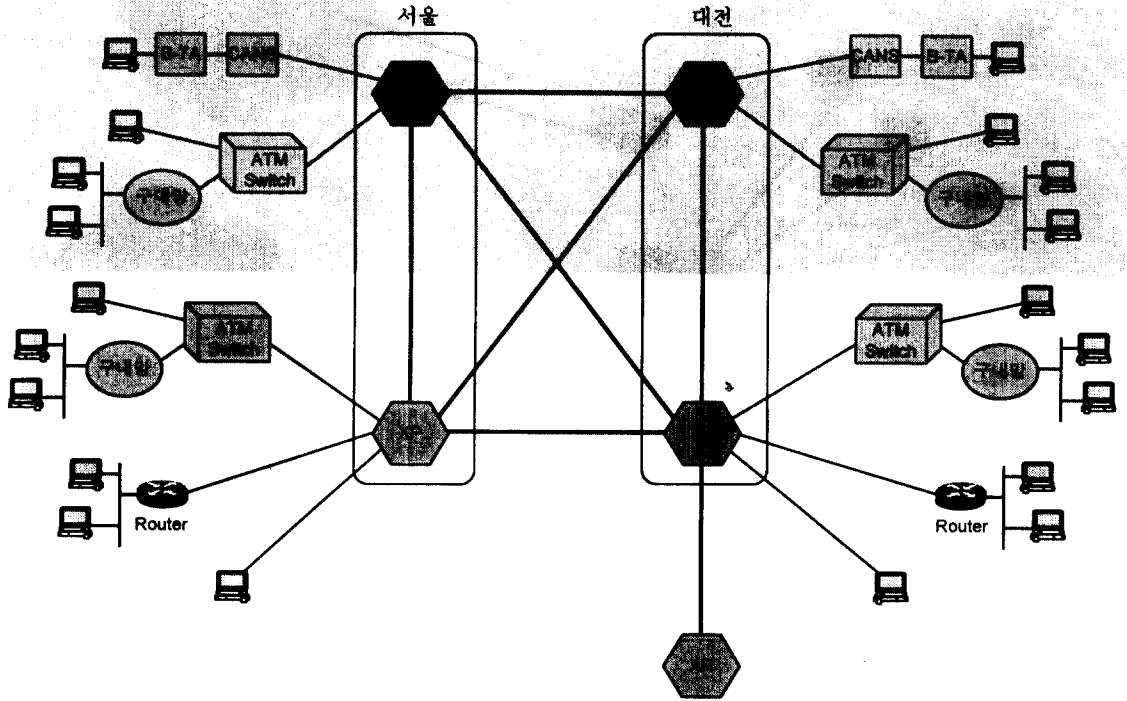
국제공동연구 가입자들이 APAN/APII 테스트베드에 접속하기 위해서는 국내 접속망 구축의 효율성을 고려하여 우선 선도시험망 가입자들을 대상으로 하여 선정하도록 한다. 선도시험망 가입자외의 국제공동연

구 수행기관들은 XP에 직접 접속하는 방안과 선도시험망의 가입자로 수용하여 POP(선도시험망 주요교환노드)에 접속하는 방안을 고려할 수 있다.

선도시험망은 ATM기술을 기반으로 하고 있으며 국제간 교환노드(XP)는 ATM교환기와 Router로 구성되어 있으며, 국제공동연구 가입자들이 APAN/APII 테스트베드에 접속하는 구성은 (그림 4-4)와 같다.

XP와 POP에 연결되는 가입자들간의 망구성 및 연결관리는 단-대-단 ATM 트래픽과 non ATM트래픽(주로 IP트래픽)으로 구분하여 망을 구성하는 것이 효율적이다. 단-대-단 ATM종단 트래픽만 사용하는 가입자들간의 연결은 단-대-단 full mesh 형태의 PVC로 연결을 설정하여, reserved PVC 형태로 운용할 수 있다. 즉 망관리자가 PVC/PVP 사용 스케줄을 고시하고 이에 따라 가입자들이 PVC/PVP 사용 요청을 하면, 기술적인 측면들을 검토한 후 회선사용의

### 선도시험망



(그림 4-4) 국제공동연구 가입자 접속 구성도

가·부를 통지하고 가입자들간의 단-대-단 PVC를 설정하여 준다. 추후 국내 POP이 SVC 기능을 지원하게 되면 XP와의 상호운용성을 검증한 후, 가입자들에게 필요에 따라 PVC서비스 또는 SVC서비스를 선택할 수 있도록 망능력을 확충할 수 있다. APAN/APII 테스트베드의 가용한 대역폭이 제한되어 있으므로, SVC서비스를 제공할 경우 망자원의 효율적인 관리방안이 요구된다.

Non-ATM 트래픽의 경우, 현재 국내 POP이 SVC를 지원하지 않고 가입자들이 사용하고 있는 사설 ATM교환기들은 대부분 ATM Forum의 UNI 3.0/3.1의 신호규격을 지원하므로 가입자 구내는 SVC서비스를 제공하고 POP과는 PVP로 연결하여 시그널링 트래픽을 Tunneling 시키는 방법을 채택하여 망을 구성하고 있다. 즉 ATM Backbone망에서 주로 LAN 환경의 구내망 가입자들간의 통신은 IP트래픽 연결이 필요하게 되며 이에 관한 연구가 활발히 진행되고 있

다. 현재까지 ATM망에서 IP트래픽을 처리하거나 또는 다양한 Internet 서비스를 제공할 수 있는 기술로는 LANE(LAN Emulation)과 IPOA(IP over ATM)가 있으며, MPOA(Multi Protocol over ATM) 기술도 제안되고 있다[7]-[10]. 한편 기존 IP Network의 수정을 최소화하면서 고속의 IP트래픽을 처리할 수 있는 IP Switching, TAG Switching 등 IP routing이 아닌 고속의 IP switching을 채택한 일부 제품도 나오고 있다.

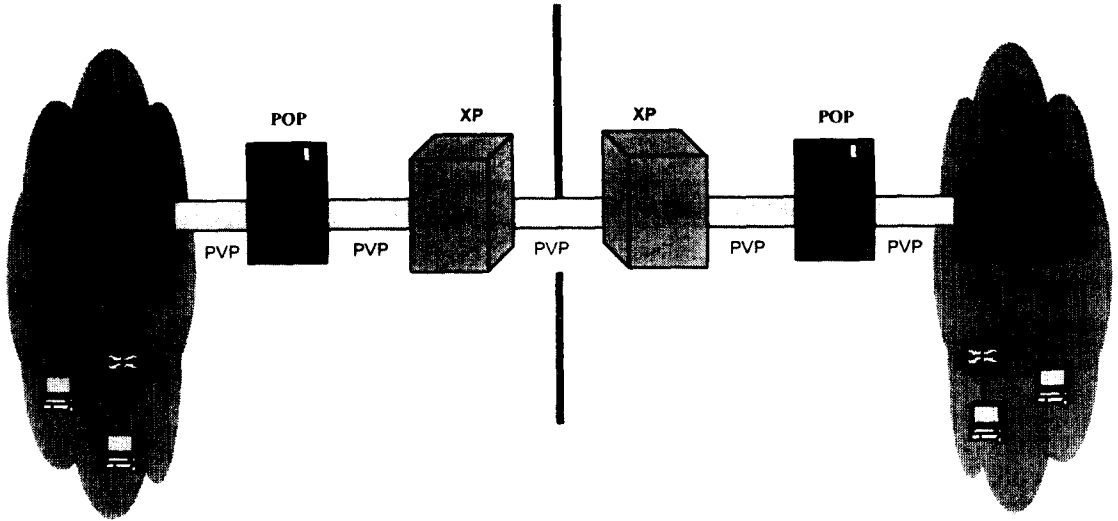
PVP Tunneling을 이용하여 가입자 구내망 및 가입자들간의 단-대-단 SVC 서비스를 제공하는 방법으로서 현재 주로 이용되고 있는 것이 IPOA와 LANE 등이다. 여기서는 IPOA와 LANE의 장단점을 비교해보고 국내 선도시험망에서 고려하고 있는 IPOA 기반의 망구성 방안을 살펴본다. 참고로 IPOA와 LANE의 단순특성비교는 <표4-1>과 같다.

〈표 4-1〉 IPOA, LANE 특성비교

	LANE	IPOA
규격 기관	ATM Forum	IETF(Internet Engineering Task Force)
protocol stack	ATM ⇔ MAC(LLC) ⇔ IP	ATM ⇔ IP
적용 topology	IEEE 802.3 Ethernet 및 802.5 Token Ring	한 LIS 내에서는 어떤 Network Topology 라도 가능
네트워크 프로토콜	IP, IPX, Apple Talk 등을 수용	IP
MTU (Max. Transmission Unit)	1516(Ethretnet) 4544/18190(Token Ring)	9180(octets)
망 구성	여러개의 ELAN 이 한 ATM 망에서 동시에 공존 가능 ELAN 간은 ATM router 를 통해서만 연결 가능	두개 이상의 LIS 간은 IP router 를 통해 서 연결 가능
Mandatory Server Component	LES (LAN Emulation Server) BUS (Broadcast and Unknown Server)	ATMARP server
Option Component	LECS (LAN Emulation Configuration server)	NHS (NHRP server)
Multiplexing method	VC Multiplexing	LLC/SNAP encapsulation (Default encapsulation in ITU-T and MPOA)
장점	상위계층의 프로토콜을 변경할 필요는 없 음. 가상 LAN 서비스 제공 가능	초기 패킷 전달을 위한 지연 감소 MTU 가 LANE 과 비교해 상대적으로 크 므로 전달 효율이 좋음
단점	IPOA 와 비교해 오버헤드가 많고 전달 효 율 저하 연결을 위해 패킷을 Broadcast 하므로 과다 한 트래픽 발생 예상	driver 변경 필요
Bottleneck	BUS, ATM router	ATM router
사용자 수	대규모의 ATM-based Internet 불가능	수천
Broadcast/Multicast	가능	불가능 (차후 MARS, MCS 를 사용하여 가능)

IPOA 기술을 기반으로 하여 APAN/APII 테스트 베드에 국제공동연구 가입자들이 접속하는 개념도는 (그림4-5)와 같다.

해서는 (그림 4-7)의 형태와 같이 IPOA, LANE 및 LIS간 Routing 기능을 지원하는 ATM Router를 이용해 망을 구성하는 것이 한가지 방법이 될 수 있다.



(그림 4-5) XP-POP-사설 ATM교환기 PVP 연결 개념도

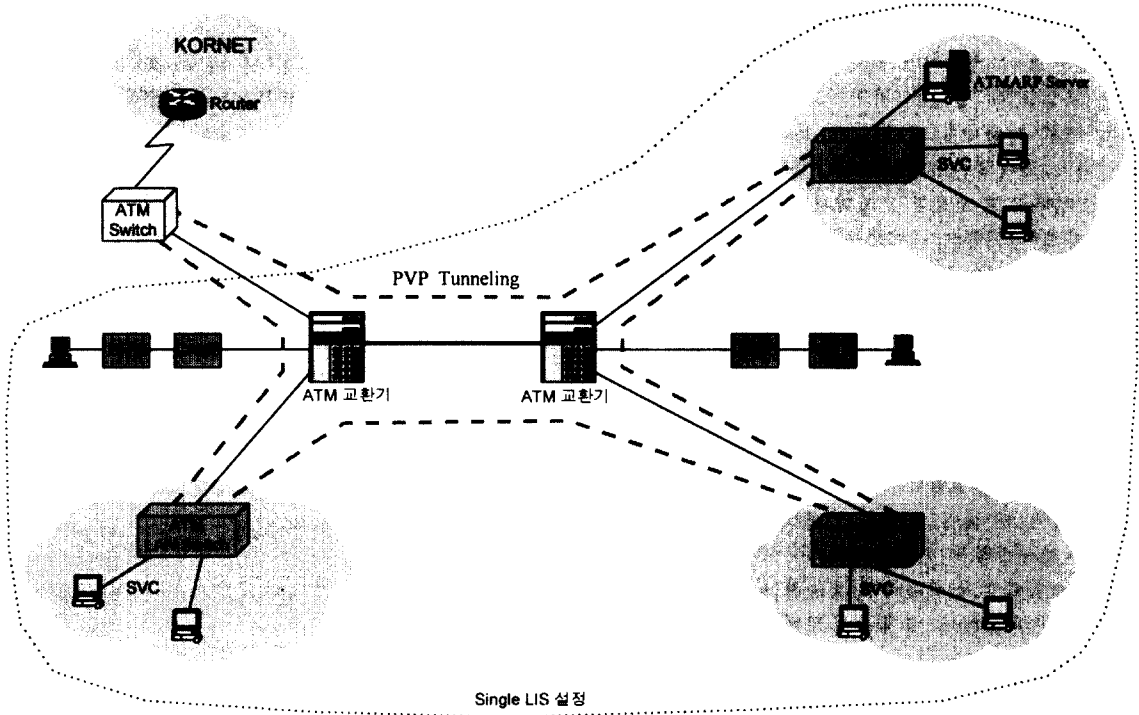
ATM 교환기들간의 연결은 (그림 4-5)와 같이 PVP로 설정하고 가입자 사설 ATM 교환기는 구내의 가입자들에게 SVC서비스를 제공하게 된다. 여기서 가입자 구내의 단말들은 해외의 연결하고자 하는 가입자와 시그널링을 통해 연결을 설정하게 되며, 시그널링 트래픽은 PVP내에서 투명하게 Tunneling하게 된다. 이때 고려해야 할 점은 ATM 교환기들이 multi-connection PVP Tunneling 기능을 제공하는지를 미리 검증할 필요가 있다.

일례로 PVP Tunneling을 이용하여 국내 선도시험망의 구내망 가입자들 사이에 IPOA 프로토콜을 이용한 IP트래픽처리 및 Internet 접속방식은 다음 (그림 4-6)과 같다.

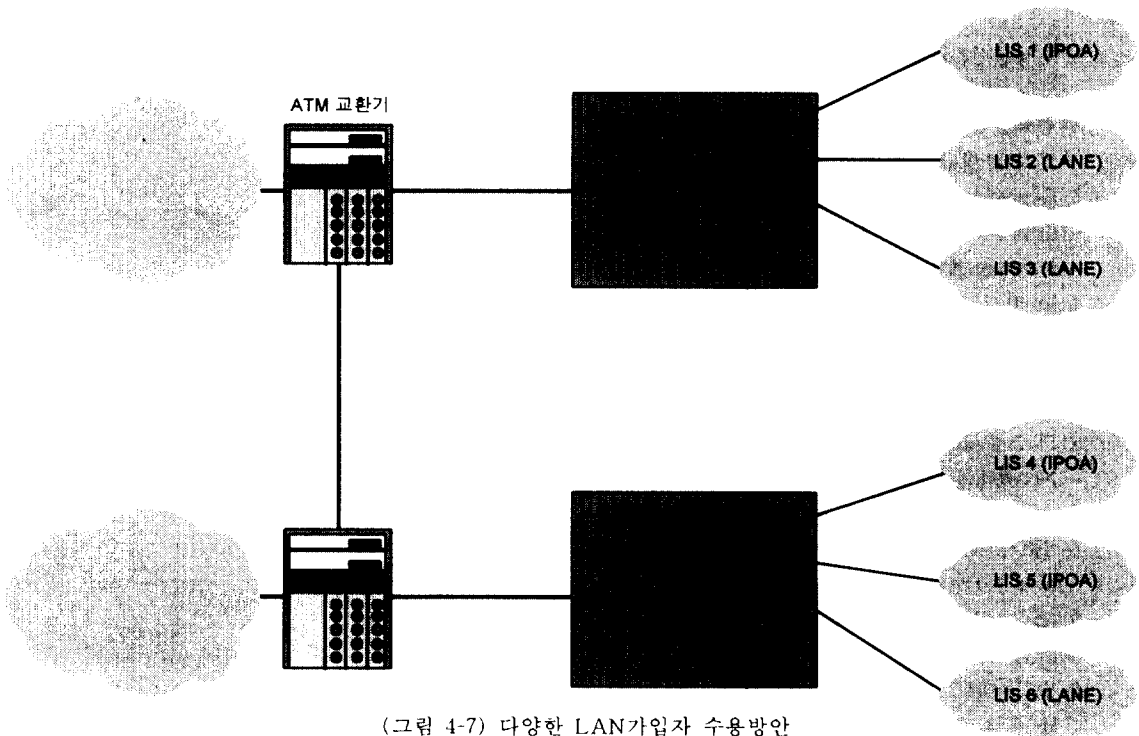
현재 기존의 LAN 가입자들이 초고속망에 접속하거나 자체 ATM기반의 구내 초고속망을 구축할 때 구내 트래픽의 특성 및 관리목적에 따라 IPOA 및 LANE 기술들을 채택하고 있다. 하지만 IPOA와 LANE, 또는 다른 LIS의 가입자와 연결하기 위해서는 라우터를 거쳐야 한다. 따라서 MPOA등의 기술이 정착되기 전까지는 이런 다양한 구성을 수용하기 위

### 5. 맺음 말

테스트베드형 초고속통신망 구축은 각기 추진배경과 경위는 조금씩 다르지만, 공통적으로 지향하는 목표는 현재 개발되어 있거나 개발중인 광대역 어플리케이션 및 서비스의 상호운용성/연동성 등을 실현하고 시험/평가 하는데 요구되는 교환, 전송, 단말분야 기술의 표준화, 장치의 규격화 등을 논의하는데 있다. 이런 관점에서 본다면 APII 테스트베드나 APAN은 아·태지역 국가가 참여하는 국제 테스트 네트워크로서의 의미를 가지며, 선진 제외국과 APEC국가들 간에 초고속통신망을 통한 국제 공동연구 환경을 제공하게 될 것이다. 초고속 테스트베드를 효율적으로 활용한다면 선진 각국의 앞선 광대역 네트워크 기술 및 광대역 응용서비스 기술을 확보할 수 있고, 이를 통하여 초고속 정보통신 기반 고도화에 기여할 수 있을 것이다. 그러나 해외 초고속 테스트베드 연동 프로젝트는 해외망 접속을 위한 당사국과의 이해와 협력 그리고 국제회선확보 등이 선행되어야 하며, 다음으로 자국내의 가입자망구축, 운용/관리 등 여러분야에 걸쳐 초기 투자 비용 부담이 크므로, 효율적이고 전략



(그림 4-6) 선도시험망의 Internet 접속방안



(그림 4-7) 다양한 LAN가입자 수용방안



적인 참여를 통하여 목표를 달성하여야 한다. 즉, 단계별로 구분 추진하여야 경제적이며 효율적인 네트워크를 구성할 수 있다. 따라서 가장 비용부담이 큰 국내 가입자 접속망은 기 구축 운용중인 선도시험망의 가입자 접속능력을 고려하여 단계별로 수용하고, 네트워크연동의 투명성이 보장되지 않을 경우 직접 XP로 수용하는 테스트 네트워크 구조를 제시하였다. 이는 선도시험망 교환노드의 네트워킹 능력을 향상시켜 서비스연동의 투명성을 보장함으로써 국내 POP의 기능도 고도화하기 위함이다. 이와함께 차세대 정보통신기술 공유기회를 확대하여, 특히 미국 등 선진국을 중심으로 추진중인 초고속 Internet 구축 및 관련 기술개발에 참여할 기회를 제공함으로써 초고속 테스트베드는 공동연구의 장으로서 역할을 충실히 수행하게 될 것이다. 또한 글로벌 통신환경에서 초고속 정보통신망을 이용한 새로운 서비스 상품과 관련 Market 창출에도 참여국이 공동기여 할 수 있는 여건을 마련 하는데도 국제 테스트베드를 구축하는 의의가 있다고 하겠다.

참고 문헌

1. 한국통신 통신망연구소, "통신망테스트베드 연구", 1994.
2. 한국통신 통신망연구소, "초고속선도시험망 및 국가망 발전방향 연구", 1996.
3. Overview of the New Networking Architecture, <http://www.merit.edu/nsf.architecture/about.architecture.html>
4. Internet 2, <http://www.internet.edu/>
5. ITU-T Recommendation I.321 "B-ISDN Protocol Reference Model and Its Application", 1993.
6. ITU-T Recommendation I.413 "B-ISDN User-Network Interface", 1993.
7. ATM Forum "LANE over ATM 1.0", 1996.
8. IETF RFC 1483 "Multiprotocol Encapsulation over ATM Adaptation Layer 5", 1993.
9. IETF RFC 1577 "Classical IP and ARP over ATM", 1994.
10. IETF RFC 1755 "ATM Signalling Support for IP over ATM", 1995.
11. Wolfgang Fisher, "Internet and ATM, Siemens

- Telecom Report", 1996.
12. Edward Pugh, "ATM in carrier network(The Market Opportunity)", Ovum 1995.
13. Darren L. Spohn, "Data Network Design", McGraw Hill 1993.
14. David E. McDysan, "ATM : Theory and Application", McGraw Hill 1994.
15. Anthony Alles, "ATM Interworking", Cisco system 1995.
16. D.R. Irvin, " Making Broadband-ISDN Successful", IEEE Network Magazine, Vol. 7, No. 1, Jan. 1993.



윤 찬 현

- 1977년~81년 : 경북대학교 전자공학과(학사)
- 1983년~85년 : 경북대학교 대학원 전자공학과(석사)
- 1991년~94년 : 일본 동북대학 전기 및 통신공학(박사)
- 1981년~83년 : 육군통신장교
- 1986년~현재 : 한국통신 통신망연구소 선임연구원
- 관심분야 : ATM Networking,  
Multimedia Communication & QoS 등



조 효 열

- 1984년~88년 : 경북대학교 전자공학과(학사)
- 1988년~91년 : 경북대학교 대학원 전자공학과(석사)
- 1991년~현재 : 한국통신 통신망연구소 전임연구원
- 관심분야 : ATM Networking, QoS, Enhanced TCP/IP



채 태 일

- 1981년~87년 : 연세대학교 물리학과(학사)
- 1987년~89년 : 연세대학교 물리학과(석사)
- 1989년~93년 : 현대전자 반도체연구소 연구원
- 1993년~현재 : 한국통신 통신망연구소 전임연구원
- 관심분야 : 광통신분야, 초고속통신프로토콜