

## 1. TDX-1 개발 및 대용량 교환기 TDX-10 상용화

1960년대 이후 정부에 의한 경제개발계획의 단계적, 지속적 추진으로 본격적인 산업화에 들어선 시기, 기본적인 산업화의 주요 기반인 도로, 에너지, 공장 등이 개설되고 발전하였다. 하지만 정보통신분야에서는 당시 전화의 수요가 급증하는 가운데에서도 적절한 대응을 할 수가 없었다. 1961년 가입 전화 시설 규모는 12만 3,154회선, 가입자 9만 7,016명에 불과하던 것이 1981년에는 시설 규모 349만 1,276회선, 가입자 326만 3,322명으로 크게 증가했다. 그러나 급속한 경제 성장과 국민 생활 향상에 따라 늘어나는 전기통신 수요를 과거와 같은 공급량으로는 도저히 충족시킬 수 없었다. 가입 전화의 수급 불균형은 시간이 갈수록 더욱 심화되었고, 만성적인 전화 적체 현상은 사회문제로 대두되었다. 또한 정보사회 도래와 함께 전기통신의 역할이 강조되었지만, 정부 조직이라는 한계 때문에 통신시설의 현대화는 지연되었다. 이에 따라 1980년대부터 통신시설의 양적 확충과 현대화가 우리 경제의 핵심적 과제로 대두되었다. 당시 통신망 시설을 현대화하기 위해서 통신장비의 외국에서의 수입, 순수 국내 기술로 개발, 외국 장비의 수입과 함께 국내 기술 개발 병행 등 세 가지의 방법이 제시되었다. 이 세 가지 방법은 각기 장단점이 있었다. 정부에서는 정보통신 분야 전문가들의 의견과 이를 반영한 방향 및 정책 결정을 통해 대통령의 재가로 최종적으로 외국 장비의 수입과 국산화 개발을 병행하는 방향으로 가닥을 잡았다. 하지만 당시 우리나라는 대형 통신시스템 개발 경험이 전무한 상태였고, 이를 위한 자원의 부족 등으로 선뜻 결정을 내리기 어려운 상황이었다.

당시 외국의 전화교환기는 1970년대에 벌써 컴퓨터와 전자 기술이 통신산업에 접목되면서 선진국들은 기존의 기계식 교환기를 대체할 수 있는 전자식 교환기로 개발하고, 개발도상국을 대상으로 경쟁적으로 수출을 추진하고 있었다. 1970년대의 주요 수출 대상 교환기는 반전자 교환기<sup>1)</sup>로, 교환장치는 기계식 장치를 사용하지만, 제어장치는 컴퓨터 기술을 이용하여 기계식 교환기에 비해 운용이나 유지보수 등이 크게 개선되었다. 이러한 반전자 교환기의 대표적인 제품으로는 미국 WE의 No.1A ESS와 유럽 ITT/BTM(후에 Alcatel로 변경)의 M10CN이 있었는데, 이 기종들은 국산 TDX<sup>2)</sup> 교환기 개발 이전까지 우리나라 가입자 수요 적체를 해결하는 데 일정 역할을 했을 뿐만 아니라, 수입에 따른 계약조건에 따라 교환기 기술 파견 교육을 통한 인력 양성에도 도움이 되었다. 또한 이들은 이후 국내산 TDX 개발에도 큰 역할을 담당하게 된다.<sup>3)</sup>

1980년대 들어 선진국들은 제어장치뿐 아니라 교환장치까지 완전 전자화된 전전자 교환기를 개발하여 수출하기 시작했다. 미국의 대용량 교환기인 No.5 ESS와 유럽 BTM(후에 Alcatel로 변경)의 S1240, 스웨덴의 AXE-10 ESS가 대표적인 전전자 교환기 시스템들이었다. 이 중 No.5 ESS와 AXE-10 ESS는 중앙집중식 제어방식을 사용하였고, S1240은 분산 제어 방식을 사용하였는데, 후에 우리나라에서 TDX 교환기를 개발할 때는 두 제어방식의 장단점을 비교하여 설계에 반영하기도 했다.

1) 반전자 교환기는 통화로부와 제어부로 구성되어 있다. 반전자 교환기는 통화로부에는 크로스바 스위치, 리드 스위치, 모터 스위치 등의 전기기계적인 접점을 사용하고, 제어부에는 반도체다이오드, 트랜지스터, 파라메트론 등의 전자 부품을 사용한 교환기를 일컫는다.

2) TDX라는 명칭은 한국전자통신연구소 연구원들을 대상으로 교환기 명칭을 공모하여 KTX(Korean Time-division Exchange)와 KTD(Korean Time Division Switch)로 좁혀졌다가 최순달 장관, 양승택 단장이 3차 시험기 개통식 참석차 송전우체국으로 가면서 K자를 제외하고, TDX(Time Division Exchange)로 결정하였다. 그 후 송전우체국에 설치된 3차 시험기부터 TDX-1X(Experiment)로 명명하였다.

3) 한국공학한림원, 앞 책, 2018.



그림 4 1982년 개통한 시분할전자교환기

당시 국내에서는 금성사와 동양정밀만이 전화교환기를 생산하고 있었으며, 동양정밀은 스트로저 전자교환기<sup>4)</sup>를 국산화하였고, 금성사는 독일 지멘스사의 EMD를 생산하고 있었다. 이후 국내 일부 기업들이 크로스바식 전화교환기<sup>5)</sup>를 국산화할 것을 정부에 건의하였으나, 정부는 1972년 전자식 교환기(ESS)의 개발을 추진하기로 하였다. 1974년 체신부는 연구소와 기업의 전문가들과 함께 ‘전자교환방식 공동 추진계획’을 수립하였고, 곧 시분할교환 방식의 전자교환기(TDX)를 국내에서 개발하기로 결정하였다. 또한 정부는 TDX 기술개발사업을 담당할 전자통신개발추진위원회(TDTF)를 발족하여 교환기 도입과 통신망 현대화를 위한 정책 결정 담당 부서로 두었다. 또한 KIST 산하 한국전자통신연구소를 설치하였고, 이후 한국통신기술연구소로 독립하여 교환기 개발부터 외국 교환기 입찰 담당, 체신부와 통신기술업체의 인력에 대한 교육훈련을 담당하였다. 1977년에는 전자교환기 본체 생산을 담당할 국영기업체 한국전자통신을 설립한다.

전전자 교환기 개발사업은 1982~1986년, 5년간 240억 원의 연구개발 예산을 투입, 한국전자통신연구소(ETRI)가 개발을 주도하고, 당시 체신부(한국전기통신공사)가 사용자로 상품화를 진행하는 것으로 추진하였다. 이것은 1981년 정부에서 전자공업 육성방안을 마련하면서 반도체와 컴퓨터를 비롯하여 전자교환기를 3대 전략 품목으로 선정하여 ‘1가구 1전화’, ‘광역자동화’를 달성하는 통신 부문의 주요 목표로 삼았다.<sup>6)</sup>

당시 전전자 교환기 개발을 담당하고 있었던 한국전자통신연구소(ETRI)의 ‘전전자 교환기 개발사업 총괄보고서’<sup>7)</sup>에 의하면 제1단계(1982-86)에서는 우리나라의 실정에 맞는 분산 제어형 농어촌용 소용량 전전자 교환기(TDX-1)를 개발하여 양산체제에 들어갈 수 있게 하며, 아울러 TDX-1 개발 경험을 토대로 대용량 교환기(TDX-10)의 개발 기반을 구축을 계획하였다. 제2단계(1987-91)에서는 대도시 지역에 적용이 가능하고, 음성·데이터·화상처리 등 ISDN 서비스 실현에 적합한 대용량 전전자 교환기(TDX-10)를 개발을 목표로 하였다. 또한 제3단계(1992-96)에서는 광대역 ISDN 서비스가 가능하도록 TDX-10을 확대·개발을 목표로 하였다. 이 기간 중에는 추론

4) 미국의 스트로저(Strowger, A. B.)가 발명한 전자 교환 방식의 자동 교환기. 발신자의 다이얼 펄스로 상승·회전 운동을 하는 와이퍼와 10열 10단으로 점점을 배열한 뱅크가 있는 스위치를 사용한다.

5) 크로스바 스위치를 사용한 자동식 전화에 사용되는 자동 교환기의 일종.

6) 한국공학한림원, 앞 책, 2018.

7) 양승택, 『전전자 교환기 개발사업 총괄보고서』, 한국전자통신연구소, 1985.

형 컴퓨터 기술, 화합물 반도체 기술을 이용한 신소재 기술, 광스위치와 광메모리 기술, 복합교환기술을 중점 연구하여, 2000년대 종합정보 신시대에 대비한다는 장기적인 계획을 통해 전전자 교환기 개발에 박차를 가하였다.

1985년도의 주요 연구목표는 1982-84년간 농어촌 및 도시 근교용으로 개발된 소용량기 TDX-1이 시험 생산되어 4개 지역에 설치됨에 따라, 이에 부수되는 보완 개발과 업체로의 기술 전수, 1986년 24개 지역에 설치 예정인 189,000회선에 대비하여 일부 기능을 보완시킨 TDX-1 양산기의 개발, 시스템의 처리능력과 유지보수 기능 등이 대폭 향상된 대형 전전자 교환기 TDX-10 개발 기반 구축, 그리고 각종 개발환경 향상에 있었다.

TDX-1 시험생산기 개발 분야의 연구 개발 내용은 1985년 하반기 중에 4개 업체가 생산하여 4개 지역에 24,000회선 설치하는데 대한 기술 지원 및 시스템의 성능 확인을 위한 시험의 수행과 시스템의 보완개발이었다.

TDX-1의 현장 시험을 위하여 1984년 4월부터 1986년까지 대덕연구단지 근교의 서대전 전신전화국과 유성 분국에 시범 인증기를 운용하였고, 업무용 및 일반가입자를 수용하여 장기 운용 평가를 진행하고자 하였다. 1985년 3월부터 5월까지 TDX-1에 대한 인증 시험을 수행하였으며, 시험대상 총 393개 항목 중, 고온도 시험 중 analog trunk의 완료에 대한 1개 항목을 제외하고는 392항목 모두 합격하였다.



그림 7 TDX-1 시범인증기

인증시험을 통하여 시스템의 성능을 확인한 후, 4개 업체가 제작한 시험 생산기를 서대전 및 유성 전화국에 각기 분국으로 설치하고, 연구소가 제작한 것을 모국으로 구성하여 시험 생산기에 대한 시험을 1985년 9월부터 12월까지 수행한 결과 3자 통화, 회의통화, analog trunk의 in-test 기능의 3가지 기능 외에는 모두 합격하였다.

TDX-1 호 처리<sup>8)</sup> 능력(BHCA)을 확인하고 서대전과 유성에서 1985년 11월 중 1차, 2차에 걸쳐 시험을 수행하였고, 시험의 정확도를 높이기 위하여 4개 업체와 연구소가 소유한 LCS<sup>9)</sup> 20대를

8) 호(Call). 호 처리는 교환기의 가장 기본적인 기능이며, 호 처리 기능은 호의 발생에서 종료까지 모든 상태를 제어, 감시하여 정상적인 통화가 이루어지도록 하는 것.

9) Large Capacity Storage 대용량 기억 장치.

동원하여 4곳의 설치 지역 중의 하나인 무주지역에서 가입자 랙크 8개에 연결하여 최대 77,000 calls/h까지 측정된 결과 SWP가 bottle-neck으로 확인되었으며, 이를 기준으로 TDX-1의 기호 처리 능력을 평가하면 완료 호 기준 80,000 calls/h는 되며, 과부하 제어방식을 일부 수정하는 등 보완을 하면 완료 호 기준 100,000 calls/h는 달성될 수 있을 것으로 추정하였다. TDX-1 시험생산기 관련 TDX-1 시스템의 통화로계 하드웨어 개발 중 선로시험 장치 망동기 회로장치의 개발 업무가 1985년 3월까지 추진되었다.

1986년에 공급될 TDX-1 양산기 189,000회선에 대비하여 시험 생산기의 일부 하드웨어 및 소프트웨어 구조를 변경 교환기능을 개선하는 것으로 하드웨어의 보완 개발은 1985년 12월 말까지 완료하고, 소프트웨어는 1986년 3월 말 완료 예정으로 추진 중이다. 동시에 TDX-1이 경제적으로 적용될 수 있도록 원거리 가입자 수용을 위하여 TDX-1의 family로서 TDX-1 양산기에 적용할 수 있도록 RSS와 RSM에 대한 개발 업무도 수행하였다. RSS 한 시스템은 최대 512 가입자를 수용하고 RSM은 함체당 최대 92 가입자를 수용할 수 있으며, RSS 실용모델은 1985년 12월 서대전 전화국에 설치 실용시험 중이며, RSM 실험모델은 연구소 내에서 성능시험을 끝내고 실용시험 및 상용시험을 계획 중이다. TDX 성장 개발은 TDX-1이 놓여준 소용량(1만 회선)교환기이므로 대도시 지역에 적용 가능한 대용량 교환기 개발의 필요성에 의해 TDX-1 개발의 경험을 바탕으로 TDX-1 구조를 일부 변경하여 시스템 용량을 증대시키고 유지보수 및 관리기능을 대폭 향상시켜 도시용으로 적용 가능하게 하며 또한 다가올 ISDN에 시스템 기본구조의 변경없이 적용할 수 있는 시스템을 개발하는 것이다. 1985년도에는 시스템 requirement와 시스템 구조를 확정하고 HW 및 SW 개발 방향을 확정하여 상위 level 설계에 착수할 예정이었으나 TDX-1 시험생산기 및 양산기 보완 개발로 인한 인력 부족으로 계획된 진도를 달성하지 못하고 시스템구조, 프로세서, IPC 방안, 스위치 용량 증대 방안, O.S. 프로그래밍 언어, CCITT No.7 신호방식 등에 대한 기본연구를 수행하였으며, Structured design methodology에 의한 PCB 설계 자동화 확충 및 관련된 tool 개발을 통해 효율적이고 체계적인 CAD 시스템을 확립하였고, STP를 이용 TDX-1 시험생산기, 양산기, RSS 및 RSM에 대한 교환기 하드웨어 및 소프트웨어 개발 및 수정 작업을 지원하였다. 또한 소프트웨어 개발의 제1단계에 대한 표준화된 절차와 통합된 도구들을 연구, 개발하여 교환기 소프트웨어의 효과적인 개발과 유지보수를 위한 소프트웨어 개발 환경의 모델을 확립할 수 있도록 SDS 기능을 강화하였다. 이밖에 CCITT가 표준화하여 권고한 CHILL과 SDL을 기초로 한 CSPE(CHILL/SDL Programming Environment)를 개발하여 SPC 시스템 소프트웨어를 일괄적이고 총체적으로 개발할 수 있게 하였으며 Ericsson 기술 전수 사업의 일환으로 소프트웨어 design work method를 정립하는 SW 방법론 개발에 관한 연구를 수행하였다.

TDX-1 개발을 체계적으로 수행하기 위하여 TDX 개발 work method 정립의 일환으로 configuration table을 확정하였고, 전반적인 개발 업무를 통괄, 조정하였으며 기술적인 면에서 대외 창구 역할을 담당하였다. 또한 TDX-1 물자 설계 전산화를 이룩하여 4개 지역 설치 시험생산기(24,000회선 분)과 1986년에 설치된 양산기 (189,000회선 분)에 대한 물자 설계를 행하였고 4개 업체에 물자설계 기술 전수를 실시하였다. TDX-1 시범 인증기의 현장 운용을 통하여 장기 운용 평가를 하였고, TDX-1 시험 생산기에 대한 인증시험과 다수 분국 연동시험 및 상용시험을 실시하였으며, 이때 표출된 문제점을 종합 정리하여 시스템 개선의 바탕을 마련하였고 12월부터는 RSS 실용시험에 착수하였다. 이와 아울러 시험에 필요한 시험요령과 시스템 운용에 도움이 될 운용지침서를 작성하여 TDX-1 운용의 기반을 다졌다.

또한 TDX-1의 개발에 있어서 마이크로프로세서를 사용한 모듈 단위의 독특한 분산제어 방식을

채택하였으며 모듈의 추가로 시스템 용량을 수백에서 10,000회선까지 용이하게 확장할 수 있도록 하였다. 범용 통신용 IC를 사용함으로써 반도체기술 발전에 따라 시스템 성능 개선이 용이하도록 하고, 부품 국산화율을 높일 수 있도록 하였다. 이러한 모듈화된 설계, 표준화된 인터페이스 적용, 그리고 한 종류의 마이크로프로세서를 사용함에 따라 회로 팩의 종류를 최소한으로 줄여 개발, 생산 및 유지보수에 유리하도록 하였다. 또한 재료비의 대부분을 차지하는 가입자 회로는 당시 기술 동향인 회선별 BORSCHT 기능 실현 방식으로 표준화 하는 방식을 고려하였다.<sup>10)</sup>

TDX-1 시스템(하드웨어 및 소프트웨어) 개발에는 계층적 구조를 기본으로 한 top down 설계 및 bottom up 시험 방식의 조직적인 systems engineering work method를 적용하여, 개발 관리 및 제품 수명기간 동안의 보완 개발 체계를 구축하였으며, 농어촌 및 중소도시 근 교의 통신망 구성에서 문제가 되는 원격지의 소규모 가입자군을 경제적으로 수용할 수 있도록, 512가입자 용량의 원격 교환 장치인 RSS(Remote Subscriber Switch)와 46가입자 용량의 원격 가입자 다중화 전송장치인 RSM(Remote Subscriber Multiplexer)을 TDX-1 패밀리로서 함께 개발하였다. RSS와 RSM은 모두 PCM 전송로를 통해 TDX-1 본체에 디지털 방식으로 접속되며, TDX-1 본체로부터 유지보수가 가능하다.

한 지역의 여러 TDX-1 시스템을 O&M 센터(Operation & Maintenance Center)에서 집중, 유지보수 및 운용할 수 있도록 전자교환 집중보전 시스템 CSMS(Centralized Switch Maintenance System) 및 가입자선로 집중보전 시스템 SLMOS(Subscriber Line Maintenance Operation System)를 개발하였다. 또한 방대한 TDX-1 개발사업의 원활한 수행을 위해 CAD(Computer Aided Design), SOS(Software Development System), STP (System Test Plant) 등의 개발보조 시스템들이 활용되었다. 이러한 시스템들은 초기 시스템 개발 및 생산과정에서 뿐만 아니라 제품 수명기간 동안 지속적인 기능보완 개발에도 활용될 것이다. 이러한 사항들을 고려하여 개발된 TDX-1은 단국 및 중계국 교환기로 적용되는 것으로 용량은 최대 수용 가입자 회선 수가 10,240회선, 최대 중계선 실장수 2,048회 선(아날로그 중계선 2,048회선 또는 디지털 중계선 1,920 회선)이다. 최대 호처리 능력은 100,000 Busy Hour Call Completions, 최대 처리 트래픽은 1,600 Erlang이며, 가입자 집선비는 2:1에서 16:1, 접속 가능 RSS 수는 16 RSS이다. 신호방식은 가입자는 DP, DTMF방식, 중계선은 LOOP/ DEC, E&M, CCITT R2 MFC를 사용하였다. PCM 정합은 1.544 Mbps으로 북미 방식을 차용하였고, 번호체계는 최대 16디지트까지 처리가 가능하다. 가입자들의 기능으로는 일반 전화기, 공중전화기, 사설 교환기, 공동 전화기에 접속 가능하며, 단축 다이얼, 착신통화 전환 등 14



그림 8 TDX-1A

10) 박항구, 『전전자 교환기 개발사업 총괄보고서』, 한국전자통신연구소, 1986.

종의 특수 서비스가 가능 가능하였다.<sup>11)</sup>

이러한 특성을 가지고 있는 TDX-1의 구조는 시스템, 서브시스템, 기능블럭, 기능 유니트의 4 계위 계층 구조로 되어 있다. 시스템과 서브시스템 레벨 구분은 개발 관리적 성격이 강하며 실제 설계상 가장 중요한 레벨은 기능블럭이다. 기능블럭이란 적절한 복잡도 수준의 설계대상이 되는 시스템의 독립적인 기능 처리 단위로서 하드웨어와 소프트웨어가 복합되어 구성된다. 이러한 기능블럭 둘이 합쳐 시스템 수준에서의 기능을 수행하게 된다. TDX-1 시스템은 2개의 시스템 11개의 서브시스템, 105개의 기능블럭, 203개의 기능 유니트로 구성되어 있다. 한 기능블럭은 하드웨어 유니트 또는 소프트웨어 유니트들만으로서 구성되기도 하고 몇 개의 소프트웨어 유니트들과 하드웨어 유니트가 혼합되어 구성되기도 한다. 한 기능블럭의 소프트웨어가 여러 개의 프로세서에 분산될 수 있는데 이에 따라 소프트웨어 유니트들이 구분된다. 한 프로세서 내의 소프트웨어 유니트는 몇 개의 소단위로 더 나누어지며, 하드웨어 유니트는 회로팩 둘로 구성된다.<sup>12)</sup>

TDX-1 규격 작업의 일환으로 KTA사업단과 더불어 1984년에는 TDX-1 상용기 규격을 작성하여 제정한 바 있으며, 1985년에는 TDX-1 RSS 규격(안), TDX-1 컨테이너 규격(안)을 작성하였고 TDX-1 양산기 규격을 작성 중에 있으며 TDX-1 국설계 기준(안) 및 TDX-1 공법(안)을 작성하였다. 또한 TDX-1의 시스템 성능을 확인, 증명하기 위하여 시험생산기에 대하여 각



그림 9 1989년 4월 전전자교환기(TDX-1B)가 경북 경산 외 전국 3곳에서 개통

프로세서별 처리 능력을 측정하였고, 이를 근거로 최대 호처리 용량을 추정하였으며 위탁 연구로 시뮬레이션 방법에 의해 TDX-1 성능 평가도 수행하였다.<sup>13)</sup>

이러한 연구원들의 장기간에 걸친 끊임없는 노력, 도전정신, 문제 해결 의지와 관련 기관들의 상용화에 대한 강력한 의지는 TDX 전자 교환기를 고장 없고 튼튼한 교환기로 탄생시켰으며 (교환기 고장률 40년간 2시간 이내), 드디어 TDX-1A 상용기가 탄생하게 되었다.

TDX-1A는 1986년 1월부터 국내에 대량 공급이 시작되었다. TDX-1B로의 개량을 포함, 5년 사업계획을 4년 만에 실현한 쾌거로 세계에서 여섯 번째의 전자 교환기술 보유국으로 역사에 남을 기록이 세워졌다. 전화기가 발명된 지 130년이 넘는 시점에서 우리가 단기간에 선진국 기술을 따라 잡고 대등하게 통신기술 선진화를 이룩한 데는 남다른 노력이 숨어 있었다.

TDX-1 개발계획은 예정대로 5차 5개년계획 기간인 1982년에 시작해서 1986년에 끝났다. TDX-1 개발에 이어 TDX-1A, TDX-1B 개발이 진행되었으나 TDX-1의 확장형이었으며, 6차 5개년계획이 시작되는 1987년부터 TDX-1과 차원이 다른 새로운 교환기를 개발키로 하였다. 이것이 대용량 전자 교환기 TDX-10이다.

TDX-10 교환기는 국내에서 개발한 대형 디지털 전자교환기로서 1990년 공중전화교환망의 시

11) 이영규, 『전자 교환기 개발 사업-CP-SW 개발 과제 보고서』, 한국전자통신연구소, 1985.

12) 천유식, 『전자 교환기 개발 사업-소프트웨어 개발 시스템 과제 보고서』, 1984.

13) 박항구, 위 책, 1986.

내 가입자용으로 사용되었으며, 종합정보통신망의 비 음성통신을 포함하는 음성, 데이터 및 화상을 교환할 수 있는 기능으로 발전하였다. 또한 시내, 중계 및 시외용으로부터 망교환의 공통목적을 추구하는 정보통신의 지능망과 공중이동통신망용으로 사용 가능하며, CHILL(CCITT High Level Language), C언어 및 SDL(Specification and Description Language)와 관계형 DBMS(Database Management System)를 채택하여 개발되었다.<sup>14)</sup>

TDX-10 구성은 국부화(localized)된 호 처리의 전반적 기능을 수행하는 접속하는 방식으로 스위치부(ASS), 집중화된 호 처리의 전반적 기능을 실현하는 상호접속부(INS) 및 집중화된 운용 및 유지보수 기능을 담당하는 중앙제어부(CCS)의 세 가지 서브시스템으로 구성된다.

스위치부 ASS(Access Switching Subsystem)는 1) ASS-S : ASS for Subscriber Line, ASS-T : ASS for Trunk, ASS-7 : ASS for No.7 Signalling, ASS-P : ASS for Packet Switching, 2) INS(Interconnection Network Subsystem), 3) CCS(Central Control Subsystem) 구성되어 있다.

서브시스템의 세부기능은 1) 접속 스위치 서브시스템(ASS) 국부화 된 호 처리의 기능을 수행하기 위하여 단말장치 정합기능, 신호처리기능, 서브시스템 내의 내부 호 처리 기능(Internal Call) 및 INS와의 정합 기능을 수행한다. 따라서 ASS는 수용되는 단말기의 정보 속성에 따른 아날로그 가입자선(ASS-S), 아날로그 및 디지털 중계선(ASS-T), NO.7 신호장치(ASS-7) 및 패킷교환(ASS-P) 장치로 구분된다.

2) 상호접속부 INS(Interconnection Network Subsystem)는 ASS 상호 간의 음성 통화로의 프로세서간 통신(IPC, Inter-Processor Communication) 통로로 중앙제어부(CCS, Central Control Subsystem)와 연결되어 집중화 및 호 처리 기능을 수행한다. 공간분할 스위치블럭(SSW)은 중앙 데이터블럭(CDL)을 이용하여 ASS간을 연결하며 하이웨이 레벨 변환(HRC)으로 원격 액세스 스위칭 모듈(RASM)과의 PCM 정합을 이룬다. INS내의 프로세서간 통신장치(IPCU)는 서브 시스템내의 모든 프로세서를 상호 연결하며 중앙노드 네트워크로 하여금 각 중계 노드 네트워크(IIPCU)의 단위제어 노드를 CIP(Control Interworking Processor)로 결합한다.

3) 중앙제어부 CCS(Central Control Subscriber)는 TDX-10의 가장 중요한 운용 및 유지보수의 기능을 수행한다. 이 서브 시스템은 시스템 차원의 상태관리, 장애관리, 과금, 통계, 시험, 데이터 처리 및 망 관리 기능을 가지며, 또, 대용량 기억장치로서의 마그네틱 테이프 유니트(MTU)와 하드 디스크 유니트(DKU) 등 주변장치의 제어관리를 한다. CCS는 운용자와의 MMC(Man Machine Command)를 위한 MMP(Man Machine Processor)와 운용 및 유지보수를 위한 OMP(Operation Maintenance Processor)를 사용한다.

TDX-10의 소프트웨어 구조는 교환기의 하드웨어를 제어하는 모든 프로그램과 그에 관련된 데



그림 10 1986년 전 세계에서 10번째로 국산화에 성공

14) 임주환, 『TDX-10 SSP 개발 (4차년도)』, 한국전자통신연구소, 1994.

이터를 총칭하는 말로서, 이 소프트웨어는 ① 운영체제(OS), ②응용프로그램(AP), ③데이터 베이스 관리 시스템(DBMS) 분류된다.

1) 운영체제(OS) 모든 사용자(AP)가 메모리, 입/출력 장치 및 대용량 기억장치 등 처리지원을 최소한의 메카니즘으로 구현하는 일종의 소프트웨어 패키지이다. TDX-10의 OS는 프로세서의 계층구조에 입각한 상위레벨 운영체제 CROS(Concurrent Real-Time OS)와 하위레벨 운영체제 PPOS(Peripheral Processor OS)로 구분한다.

2) 응용프로그램(AP) 운용을 구현하는 측면에서 기능적 논리적인 서브시스템과 블록 및 파일의 계층 구조를 갖으며, 파일의 집합인 블록은 하나의 실행 모듈을 생성한다. 이 실행 모듈이 각 프로세서의 주 메모리 상에 상주하여 CPU의 연산작업을 실행한다. 서브시스템은 기능적으로 분류된 블록의 집합으로서 하나의 기능을 대표하는 것이 된다. 예를 들어, 서브시스템 CAS(Charging and Accounting Subsystem)는 과금 기능을 담당하고, NMS(Network Management Subsystem)은 망 관리 기능을 담당하는 것이다.

3) 데이터 베이스 관리시스템(DBMS)는 응용 프로그램과 데이터의 중재자로서 복수의 응용프로그램이 데이터를 공유할 수 있도록 하는 데이터의 종합 관리하는 시스템이다. 데이터의 독립성 보장, 중복 데이터의 감소, 데이터의 일관성, 보안성 및 데이터 표현의 표준화를 유지하도록 하고 있으며, 또한 교환기의 분산구조에 대하여 분산구조 형태의 데이터 베이스를 구축하므로써 실시간 처리를 지원한다.

TDX-10의 특징으로는 분산제어방식, DBMS 운용, 모듈화, 원격교환장치(RASM, remote access switching module) 채택, 가입자 모듈과 스위치 모듈사이에 광케이블을 이용, 범용 프로그래밍 언어를 사용한다는 것이 특징이다.<sup>15)</sup>

2000년대 2천만 회선 규모의 국내시장 보호 및 주요 수출 품목으로 육성하고 고도 정보화사회의 핵심이 될 종합정보통신망(ISDN)을 우리 기술로 실현하기 위하여 대용량 전자교환기 TDX-10 개발이 1986년 체신부 통신부문 계획위원회에서 수립한 제6차 경제사회발전 5개년 계획 중 기술입국 실현을 위한 첨단기술 개발과제 부문에 반영되었다. 주요 내용으로는 시내/시외 겸용 및 시외용 기능을 가지는 최대 5만 회선 용량 규모의 국내 표준 디지털 교환기를 1987-1991년 5개년 기간 동안 총 560억 원의 예산을 투입하여 개발하며, ISDN 기능 부가는 7차 5개년 계획 기간까지 계속 개발토록 계획되었다. 6차 5개년 통신부문 계획을 실현하기 위한 한국전기통신공사의 전기통신 부문 실천계획이 동년 12월에 확정되었으며, 연구소에서도 5개년 계획을 실천할 수 있는 구체적인 시스템 개발계획을 수립하였다.

TDX-10 개발계획의 주요 내용을 살펴 보면, TDX-1의 논리적 설계 개념과 개발 결과의 상당 부분을 반영함으로써 개발이 용이하도록 하였고, 앞으로의 통신 개방에 능동적으로 대처하고 선진국 개발기술과 충분한 경쟁력을 갖출 수 있도록 후발의 이점을 최대한 살려 첨단 교환기들이 갖추고 있는 장점들을 대부분 수용하고, 향후 새로운 교환기능 추가가 용이하도록 개방구조(Open Architecture)와 독자적인 설계방법론을 채택하는 등 설계 단계에서부터 고기능과 첨단성을 최대한 추구하도록 설계목표를 설정하였다.

시스템 실현 방향으로서는 제어계에 32bit 마이크로 프로세서를 사용하여 회선과 신호정합, 호처리, 스위치 제어, 운용보전, 시스템의 입출력 제어기능을 분산시키고 컴퓨터 용량의 극대화 및 시스템 확장의 간편화를 도모하였으며, 컴퓨터 간 통신신호의 신뢰도를 높이고 통신장애 요소를 분

15) 박항구, 『전자교환기술 (TDX-10) 연구개발 총괄보고서』, 한국전자통신연구원, 1991.

산시켜 위험 부위를 극소화하며 상위레벨 프로세서를 이중화하여 시스템의 안정성이 최대한 보장되도록 하였다. 상위 프로세서들 간의 통신은 별도의 IPC 메시지 스위치에 의해 이루어 지도록 하여 통신 제약 요소를 제거함으로써 10만 회선급의 대용량 처리 능력을 갖추도록 하였으며, 가입자 회선이나 중계선 등의 단자가 접속되는 하위제어는 부하분배(Load Sharing) 방법을 사용하고 운용, 유지보수 등의 중앙집중적 성격의 제어는 기능분배(Function Sharing) 방법을 사용함으로써 제어기능의 효율적 분배가 실현되도록 하였다.

또한 ISDN 기능실현을 위해 패킷 교환기능, 공동선 신호방식 (CCS No.7) 기능 및 ISDN가입자 정합기능 개발을 동시에 추진하도록 계획하였는데, 먼저 데이터를 교환기에 축적하여 송수신하는 패킷 교환기능 개발은 패킷 트래픽 양, 분포 등의 정의를 통해 기능을 설정하고, 편리성과 안정성을 고려하여 별도의 집중화된 서브시스템에 의해 기능을 실현토록 하였으며, 공동선 신호방식 기능실현은 메시지 전달부와 호처리 사용자부를 우선적으로 개발한 후 ISDN 사용자부 및 응용 서비스 기능에 대해 점진적으로 개발하도록 계획하였다.

한편 ISDN 가입자 수용을 위해 2B+D 기본 액세스 (Basic Access) 기능 개발과 병행하여 23B+D/30B+D의 1차군 액세스(Primary Access) 기능 개발을 동시에 추진하도록 계획하여 ISDN 가입자 서비스가 효과적으로 이루어 질 수 있도록 고려하였다. 특히 시스템의 장래 개량과 국제표준화에 맞는 CCITT의 CHILL 언어를 소프트웨어 실현언어로 선정하여 이에 따른 CHILL 컴파일러 및 그래픽 에디터 등을 사전 개발케 함으로써 국제적으로 공인될 수 있는 교환 소프트웨어의 품질이 입증되도록 하였다.

TDX-10은 컴퓨터, 반도체, 통신 및 소프트웨어 기술이 총망라되는 복합 고도의 기술이 요구되는 통신장비이므로 국내의 연구소, 학계, 기업체 등의 부존자원을 총동원하여 범국가적으로 추진토록 방침이 설정되었으며, 특히 소용량 TDX-1 교환기의 기술을 축적한 국내 교환기 생산사의 역할이 기대됨으로 해서 1987년 7월 연구소와 교환 4사간에 TDX-10 공동연구개발 계약을 체결하였다.

공동개발의 주요 골자는 교환기의 기본설계에 해당하는 구조, 체계, 기본기능 설계업무와 기능 종합 업무를 연구소가 담당하고 교환기에 부가되는 각 기능 부분은 연구소와 교환 4사 간 50:50 비율로 분담하여 추진되며, 업체 간에는 업무를 균등 분담하여 개발하는 분담개발 형태의 체계로 되어있다. TDX-10은 HW, SW 등 연구개발 업무의 방대성으로 단계별로 실현하는 방법을 채택하고 있으며, 각 단계별로 실현하는 방법을 채택하고 있으며, 각 단계별 실현결과를 연구소가 다시 4개 업체에 배포하여 다음 단계 개발을 진행하고, 미진한 항목에 대하여는 보완개발을 추진하는 등 개발의 확실성을 도모하여 추진해 왔다.

1987년 TDX-10 연구개발에 착수하여 5개년 개발계획 및 설계이념을 확정하고 상위레벨 구조와 주요 기본 기능에 대한 연구를 수행하였다. 1988년에는 TDX-10 시스템의 상위구조 설계를 완료하고 시험모델 교환기의 HW를 구성하였으며, 32bit 분산제어 프로세서 시스템과 독창적 고유 실시간성 운영체계를 개발, 모델 교환기에 탑재하여 교환기로서의 기본동작 가능성 확인을 위한 시험을 실시하였고, 체계적 개발방법론과 CHILL/SDL 등의 개발환경 및 REFTS/SEFTS 등 시험환경 기술을 적용하여 높은 신뢰도의 소프트웨어 개발을 중점 추진함으로써 기본 호처리 기능을 실현하였으며, 단계적인 ISDN 교환기능 실현의 일환으로 협대역 ISDN 가입자 액세스 기능과 공동선신호(CCS No.7) 기능 및 패킷 교환기능의 구조설계를 추진하여 일부 분야에서는 HW 시제품과 실험용 SW의 개발도 성공리에 추진하였다. 이어 1989년에는 TDX-10 시스템의 음성 교환기능 세부 블럭 개발 결과를 분석, 보완하여 총괄적인 기능실현 단계(1DX-10 음성교환기능

실현단계 구분은 TDX-10 개발지침에 따라 대형 시스템 설계 시 testability와 verification을 고려하여 기능부가 및 시스템 정상동작 확인 과정을 단계적으로 검증하면서 개발추진하기 위해 설정된 기능실현 단계로서 4단계 구분)로서 시스템 기본 기능을 종합, 시험모델교환기에 탑재하여 연구소 자체적인 개발 확인 시험을 실시하였으며, 그 결과를 바탕으로 한국전기통신공사 주관으로 개발 확인 시험을 1989년 6월에 5주간 실시하여 당초 계획하였던 결과를 확인하였다.

TDX-10 기본기능에 대한 개발 확인 시험을 토대로 TDX-10의 부가기능을 3차에 걸쳐 단계별로 개발 추진하였으며, 업체에 의한 실용화 준비업무에 즉시 활용되도록 연구소 보유 기술을 지속적으로 제공하고 필요한 제반 기술을 지원하는 한편 계속해서 1989년 말부터는 원격 가입자 장치 등 잔여 기능개발 추진과 병행하여 본체 시스템의 안정화 보완작업 및 시스템 성능개선, 추가기능 개발 추진 등 실용화 준비업무를 추진하였으며, 각사별로 제작한 시스템을 대상으로 기능 및 성능에 대한 개발 확인 시험이 실시되었다.

또한 1988년까지의 TDX-10 ISDN 교환기능 연구 결과를 바탕으로 1989년에는 기능별 HW, SW 개발을 추진하여 공통선 신호기능 분야 중 MTP SW 블럭을 개발, 기능시험을 추진하였으며, 패킷교환을 위한 HW 개발을 추진, 회로설계를 완료하여 HW 시제품을 제작하고, SW 개발 및 기능시험 준비 단계로 개발 업무를 진행하였다. 1990년에는 TDX-10 시스템의 기능 및 성능에 대한 개발 결과 내용 중 미흡한 부분에 대한 보완 개발과 TDX-10 음성교환 기능에 대한 실용시험이 업체 시스템을 대상으로 하여 진행하여 상용화 시험이 실시되었다.

TDX-1의 경우 1990년에 TDX-1A 시스템과 TDX-1B 시스템이 각각 100만 회선씩 200만 회선 공급이 실현되었고, 동남아 지역 및 유럽의 공산권 국가와 수출 상담이 상당한 진척을 보이고 있었으며, TDX-1의 개발 성공에 이어 TDX-10도 개발업무가 마무리 단계로 진전되면서 각 참여 기업체에서도 상품화 개발이 활발히 진행되었다.

이후 1990년과 1991년, TDX-10 시스템의 단국기능과 Toll/Tandem 기능에 대한 실용, 상용 시험을 성공적으로 마무리하고, 지능망 교환기능, 이동통신 교환기능 등 단기적인 사업화가 요구되는 기능개발의 기본 연구에 착수하여 응용개발의 폭을 넓히며, 한편 공동선신호 기능, 패킷교환 기능, ISDN 가입자 서비스 기능 등 협대역 ISDN 개발을 차질없이 진행하여, 1991년에 시험실 내에서 TDX-10 교환망에 의한 시스템 시험을 실시하고, 이를 토대로 1992~3년 중 통신 주관청의 ISDN 시범사업에 직접 적용, 실가입자를 수용하여 운용 및 보완개발 단계로 진전시켰다.

TDX-10은 우선 그 개발 목표가 뚜렷하였다. 2000년대에는 우리나라의 전화 시설이 2,000만 회선을 넘을 것인데, 그 방대한 시장을 국산 교환기로 공급하려면 10만 회선 규모의 대용량 교환기 개발이 필수적이며, 2000년대 고도 정보화 사회의 핵심이 될 종합정보통신망(ISDN)을 우리 기술로 실현하기 위해 대용량, 다기능 디지털 교환기 개발이 필수적이라고 판단하였다. 이에 따라 1987년부터 시작되는 6차 5개년계획 기간에 총 560억 원을 투입하여 5만 회선 이상 규모의 새로운 교환기를 개발한다는 계획을 세웠다. 이 계획은 1986년 10월 체신부의 6차 5개년계획으로 확정되었다. 개발주체는 한국전자통신연구소(ETRI)였으며, 연구소가 4개 기업체와 공동개발 협약을 체결하여 개발기로 하였다. 연구비용 출연은 한국통신이 담당하게 되었다.

1987~1991년 5개년 동안 자연스럽게 대용량 전자 교환기 개발사업이 진행되었다. 560억 원의 연구비를 투입하여 선진국과 대등하게 해외에도 수출할 수 있는 대도시용, 대용량, 시내·시외 겸용, ISDN 서비스도 가능한 TDX-10 개발이 국내업체와 공동개발 사업으로 추진되었다. 이미 축적된 개발 경험을 토대로 TDX-10 개발은 일사천리로 진행되었다. 연구개발 인력에는 ETRI뿐만 아니라 공동 개발업체의 연구인력을 포함, 1,000여 명의 연구원이 동원되어 개발 기간이 단축

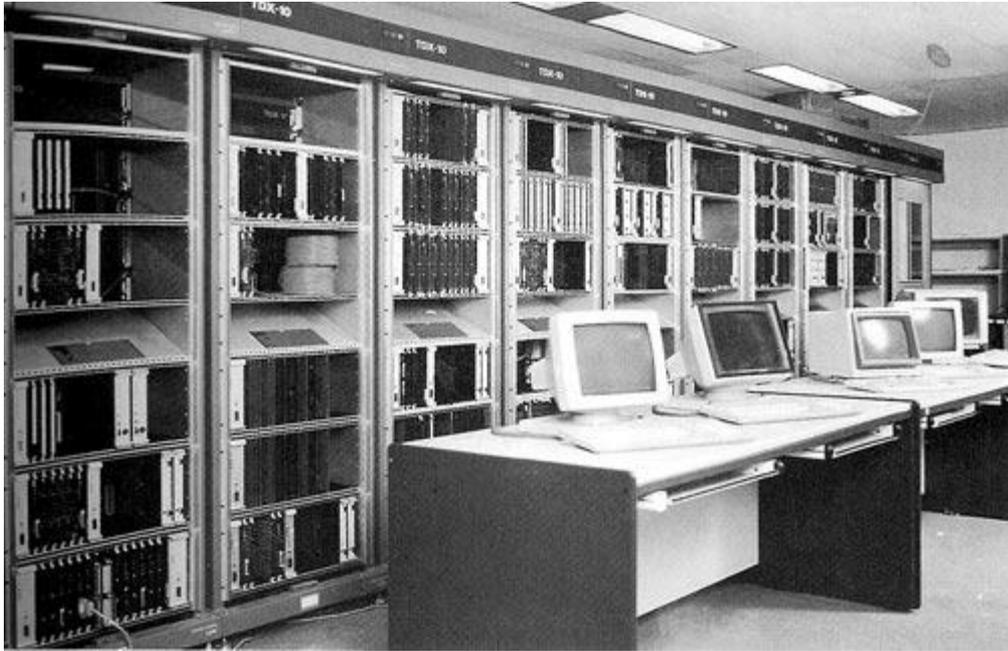


그림 11 대용량 전자교환기시스템 TDX-10

되었다. TDX-10은 1990년부터 현장 설치가 시작되어 국내 통신망 디지털화 사업에 크게 기여하게 되었다.

TDX-1A, TDX-1B, TDX-10 등 소용량에서 대용량까지 구색을 갖춘 국내 기술력은 한국전기통신공사의 전자교환기 보급을 가속시켰으며, 1988년 드디어 국내에 마지막까지 남아 있던 수동 교환원에 의한 자석식 교환기는 모두 철거되어 전국이 자동화되는 계기를 마련하였다. 이에 ITU는 1989년 한국을 통신 선진국으로 분류하였다. 또한 TDX-10 대량 공급으로 1가구 1전화 시대를 맞게 되는 쾌거를 이루었고, 농어촌 대도시 어디를 막론하고 전화의 보편화가 도래케 되었다.



그림 12 1990년 TDX 개통실적 200만 회선 개통식

이와 같은 통신기술 자립은 첫째로 국내 통신시설을 효율적으로 확충하였고 관련 산업 발전에

도 지대한 공로를 세웠다. 신속한 의사소통으로 물품의 조달 공급이 원활해지면서, 생산원가를 절감시켜 경쟁력을 확보하였고, 전전자교환기의 생산 및 수출로 세계시장을 개척해, 수입조 원의 외화를 획득하였다. 또한 도시, 농촌 간의 신속한 연결로 이산가족 간 의사소통이 원활해지고, 문화·사회적 격차를 해소하는 데에도 많은 기여를 하였다.

또한 이러한 TDX의 개발과 확장형 모델의 생산과 사용화를 통해 정부는 1991년부터 21세기에 우리나라 과학기술 수준을 G7 수준으로 향상시키는 것을 목표로 21세기 선도기술개발사업(HAN 프로젝트, 일명 G7 프로젝트)를 추진하였다. G7 프로젝트의 일환인 광대역 종합정보통신망(B-ISDN) 연구개발 기본계획이 1992년 9월에 수립되었다. 이 계획은 한국통신을 주관기관으로 하고, ETRI와 국내 산업체가 공동으로 참여하여 2001년까지 10년간 교환·전송·단말 및 통신망종합 기술 등 4개 분야에 걸쳐 8개 시스템을 개발하는 것을 목표로 하였다. 연인원 1만여 명, 연구비 6,850억 원 규모의 초대형 프로젝트였다.

초고속 정보통신망 고도화 계획의 일환으로 추진된 ATM 교환기 시스템은 소형, 중형, 대형 교환기 개발을 목표로 ACE 64, ACE 256, ACE 2000 시스템 등 3단계로 개발 계획을 세워 단계별로 개발하였으며 상용화도 완료되었다.