

재난대비 통신망 신뢰성 확보대책

박 구 현*, 이 준 원**

(* 홍익대학교, ** 한국전자통신연구소)

□ 차 례 □

I. 서 론

II. 각국의 통신재난 및 재난분석

III. 통신재난 대비책

IV. 통신망 내재도 및 재난 시나리오 분석기

V. 결 론

I. 서 론

정보통신기술의 비약적인 발전에 의해 정보통신망의 고도화, 다양화가 진전되어, 국민생활이나 사회 경제활동에서 통신망의 역할이 날로 높아지고 있다. 이런 상황에서 예기치 않았던 사고로 통신망에 장애가 발생할 경우 행정상의 마비는 물론 막대한 경제적 손실로 국민생활에 중대한 지장을 주기 때문에 통신망의 안전성 및 신뢰성 확보가 중요한 과제가 되었다.

근래 발생하는 다양한 대형사고와 자연재해로 부터 통신재난이 무관할 수 없으며 부실공사로 인한 통신시설 파괴 및 부주의한 공사로 인한 케이블 절단, 통신망 관리의 허술함으로 인한 화재 및 안전사고, 홍수, 지진 및 폭풍으로 인한 대형 통신재난, 통신트래픽의 급증으로 인한 폭주현상의 가능성이 점차 높아지고 있다. 통신망 관리시스템을 통해서 운영, 유지 보수상의 일상적인 고장에 대해서는 비교적 효과적으로 대처하고 있으나 지진, 홍수, 폭풍 등의 천재지변과 화재, 폭동, 테러 등에 의한 큰 규모의 비상재난에 대해서는 보다 종합적이고 완벽한 방재대책이 요구된다. 선진국에서는 국가적 차원에서 기존 통신망에 대한 종합적인 방재대책을 수립하고 있으며 새로 구축할 통신망에 대해서는 안정성과 신뢰성을 확보하기 위한 망설계 및 망운영에 대해 많은 연구를 수

행하고 있다.

재난대비 통신망 신뢰성 확보대책에 대한 논의에 앞서 통신재난의 특성을 먼저 생각해 볼 필요가 있다. 첫째, 통신재난은 이용자에게 피해의 성격을 모호하게 만드는 경향이 있다. 어떤 통신사업자의 통신망이 재난에 취약하여 통신장애가 생겨 이용자의 사업상에 큰 어려움이 생겼을 때 이를 객관적으로 입증할 만한 증거가 없으면 통신피해로 인정하지 않는다. 둘째, 전화망의 경우 이용자 입장에서 통신장애가 통신망 원인인지 수신자 원인인지 알 수가 없고, 실제 재난에 의한 피해 내용도 일반에게 잘 공개되지 않는다. 비교적 알려지는 통신사고는 통신구 화재나 케이블 절단과 같은 공개되는 사고이고 소프트웨어 장애나 폭주에 의한 장애, 자연재해에 의한 피해정도 등은 일반에 잘 보고되지 않는다. 셋째, 통신재난이 일상 일어나는 사고가 아니고 예기치 않게 드물게 일어나며 피해의 당사자가 아닌 일반인에게는 직접적인 인명피해나 물리적 피해가 없어 큰 관심을 끌지 못한다. 따라서 재난에 의한 최종 피해자인 이용자는 피해를 입은 사실에 대해서 정확히 알지 못하고 있으며, 피해 사실을 깨달았다고 해도 대체로 장애의 원인이 무엇인지 명확히 알지 못하고, 안다고 해도 본인이 입은 피해 사실을 객관적으로 입증하는 데 어려움이 있다. 결국 이와같은 통신재난의 특성 때문에 통신사업

자 입장에서 재난대비 추가 투자는 통신망 신뢰성 향상에 의한 경쟁력 확보라는 측면보다도 과잉적인(redundant) 투자의 성격이 강하다. 따라서 공중을 가입자로 갖는 공중통신망의 신뢰성 및 비상재해시 통신의 연속성 확보를 위해서는 개별 통신사업자 입장을 넘어선 공적인 차원에서 종합적인 통신망 신뢰성 확보대책이 요구되고 있다.

본 연구에서는 각국의 통신재난의 사례를 통해서 재난의 종류와 이로 인한 통신장애의 영향을 분석하고 통신재난 대비책을 예방대책, 시설강화, 재난회피통신망기술, 무선/위성에 의한 대체전송, 사업자간 제휴, 신속한 복구대책, 비상재난 관리시스템으로 나누어 각각 검토한다. 종합적인 방재정도를 평가할 수 있는 재난 시나리오 분석기와 이를 바탕으로 종합적인 통신망 내재도를 정의할 필요성에 대해 본 연구자의 의견을 소개하고 마지막으로 결론을 맺는다.

II. 각국의 통신재난 및 재난분석

통신 재난의 종류에는 발생원인에 따라 화재, 홍수, 폭풍, 전원고장, 일상적인 장치고장, 이상 트래픽 폭주에 의한 시스템 정지, 소프트웨어 오류, 바이러스 및 조작원의 잘못으로 인한 재난이 있으며 이 중 화재나 홍수는 큰 재난이며 조작원의 잘못과 같은 상대적으로 경미한 재난이라 할 수 있다. 본절에서는 각국의 통신재난의 사례를 통해 재난의 종류 및 통신장애에의 영향을 분석하려 한다.

2.1 각국의 통신재난

미국과 일본에서 최근 발생한 통신재난을 중심으로 열거하고[7, 13, 21, 36], 우리나라에서 발생한 통신재난을 열거한다.[3, 17]

(1) 미국의 통신재난

가. Hinsdale의 교환기 재난

1988년 5월 8일에 발생한 시카고 서부에 있는 일리노이즈 Bell Telephone 회사의 Hinsdale 교환기 화재는 미국 역사상 최악의 통신장애를 발생시킨 사건으로 기록되고 있다. 화재를 복구하는 데 한달 이상의 기간이 소요되었다. 이 사건이후, 일리노이즈 Commerce Commission은 미국 전역에 걸쳐있는 다른 교환기의 위험성에 대한 보고서를 제출하기도 했다. 이 보고서에서는 망의 구조, 전원 공급에 대한 디자인이나 케이

블 관리등의 문제점을 지적하고 이에 대한 변경조치를 주장했다. 일리노이즈 Bell에서도 Hinsdale의 화재에 대한 포럼과 세미나를 열어 재난에 대한 대책을 세우기도 하였다.

나. Brunswick 교환기 재난

1987년 2월에 뉴욕의 Brunswick 교환기의 화재로 인해 거의 한달동안 서비스가 중단되었다. 이와 비슷한 상황은 1975년 뉴욕시의 교환기에서도 발생한 바 있었으며 이에 대한 복구는 10일만에 이루어 졌었다.

다. 시카고의 홍수

1987년 8월, 시카고에서 폭우와 홍수로 인해 금융회사의 컴퓨터실이 24시간 이상동안 침수된 적이 있었다. 침수동안 언론에서는 금융기관의 컴퓨터에 고기가 들어갔을 정도로 완전히 파괴되었을 것이라고 보도하기도 했다. 그러나, 이 금융회사는 컴퓨터의 온라인 가동을 재개시켰다. 컴퓨터 복구는 시카고 지역에 있는 복구센터에 의해 13시간만에 이루어져 금융회사의 컴퓨터 센터는 10일이내에 정상적인 업무수행이 가능하였다. 보고에 따르면 이 홍수로 인해 적어도 한개 이상의 전화 교환기가 피해를 입었다고 한다.

라. 샌프란시스코 지진

1989년 10월 10일, 리히터 지진계로 강도 7.0의 강진이 샌프란시스코 지역을 강타했다. 이 결과 컴퓨터 복구센터의 활동이 많았다. 컴퓨터 센터가 있는 대부분의 구조물은 그대로 있었으나 전원의 부족이 복구센터 활동의 대부분을 차지하였다. 대부분의 기업들은 전원공급에 의해 정상적으로 회복될 수 있었으며 하나의 교환기가 전원의 부족과 비상 발전기의 고장으로 피해를 입었다. 놀랍게도 대부분의 통신 시스템이 정상적으로 작동하여 재난중에도 장거리 통신에서 일부 장애를 제외하고는 그 기능을 잘 수행하였다.

마. 허리케인 Hugo

1989년 9월 22일, 미국 최악의 자연재해로서 남부 캘리포니아에서 74명이 죽고 70.1 억불의 재산피해를 가져온 Hurricane Hugo가 있었다. 통신피해로는 400 ft microwave tower가 무너졌으며, 회선분배장치(Cable Distribution System)가 물에 잠겨 40만불의 피해가 있었다. Southern Bell의 보고에 의하면 1,500개의 utility pole이 넘어져 210만 ft의 케이블이 땅에 떨어졌다.

그러나 Southern Bell의 전체 케이블의 85%에 해당되는 매설 케이블은 잘 작동되었으며 광섬유는 구리케이블보다 월등히 신뢰성이 있었다. 허리케인에 의한 재난으로 Florida 지역에서 Hurricane Andrew에 의해 유선 통신망의 광범한 지역에서 장시간 통신이 두절된 예가 있다. 교환기는 작동하나 가입자를 연결하는 회선이 down되었거나 홍수에 잠겼다. 이를 극복하기 위해서 cellular 전화 등이 이용되었다.

바. 1990년 1월 AT&T 망 재난

1990년 1월 15일, AT&T 회장은 이를 "지금까지의 발생한 재난중에 최고"라고 하였다. 다른 나라와도 연결되는 AT&T 통신망에서 소프트웨어의 고장으로 인해 9시간 동안 AT&T에서 교환되는 트래픽의 50%정도가 봉쇄되었다. 장거리 전화, 800 서비스와 소프트웨어에 의해 운용되는 망 서비스들은 이 영향을 받았으나 사설망 서비스는 영향을 받지 않았다. AT&T는 정상적 상황하에서는 하루에 11억개의 호출을 처리한다. 밝혀진 원인은 여분으로 설계되었던 CS7 trunk 백업 시스템이 컴퓨터에 발생시킨 문제였다. 이 사고로 인해 큰 재난 발생시 장거리 요구 호에 대한 적절한 배정 경로(arrangement path)를 세로히 작성하게 되었다.

사. 파업으로 인한 광케이블 절단

1986년 계획적으로 광케이블을 절단한 사건이 발생하여 미국 서부 해안에 있는 AT&T 디지털 시설의 많은 용량이 파괴되었는데 이 사건은 노동자 파업시기에 발생한 것이었다. 1989년 뉴욕 전화파업 기간 동안에 과격한 노동쟁의가 뉴저지에서와 유사한 광케이블에 대한 피해를 발생시켰다. 수리나 복구까지 이러한 광케이블이 노동자들의 요구를 관철시키기 위한 수단인 되고 있다.

(2) 일본의 통신재난

일본에서는 1968년에서 Tokachi-oki 지진이 발생하여 홋카이도와 혼슈사이의 통신이 두시간 동안 마비되어 그동안에 홋카이도에서 무슨일이 일어나지는지 전하할 수 없었다. 이일로 인해 NTT에서는 전화교환기를 분산화하고 예비 전송루트를 준비하는 등 통신망의 신뢰성을 향상시키는 노력이 시작되었다. <표 2-1>은 1990년 까지 일본에서 발생한 통신재난을 정리한 것이다.[13]

1995년 1월 17일 새벽에 발생한 효고현 남부지진(원신 내지진, '고베지진')은 일본에서도 일찍이 경험한 적이 없는 근대 도시의 직하형(直下型) 지진으로 한 순간에 수많은 가옥, 빌딩이 무너지고 또한 대화재의 발생으로 5000명 이상이 사망하고 수많은 사상자를 내었다. 철도 고속 도로 전기 가스 수도, 그리고 통신 방송 시설 등에도 막대한 피해를 가져왔다. 통신피해로는 최대 30만대 이상의 가입진화에 장애가 발생하였고, 이동전화 기지국은 최대 145국에서 장애가 발생하였으며 전용회선은 약 4000선에 장애가 발생하였다[4, 7]

(3) 한국의 통신재난

한국에서 알려진 통신재난은 주로 통신구 화재와 부수위험 토목공사로 인한 케이블 절단이 대부분이고 자연재해에 의한 통신장애는 일반에 잘 알려져 있지 않다. 통신구 화재로는 1994년 3월 10일 종로5가 통신구 화재로 최종 복구하는데 5일이 걸렸고, 피해 가입자수는 시내의 총 32만회선 이상이며 복구비용은 12억원에 이른다. 1994년 11월 남대구 전화국 지하 통신구 화재에서도 매설된 케이블 21개조 4만 4천 회선이 불에 타 대구시내 일부 전산망과 전화가 불통되어 증권사와 금융회사의 온라인 업무가 중단되었다. <표 2-2>는 1992년에서 1994년 9월 까지 있었던 통신망관련 통신부설 사고 중에서 피해회선수가 많회선

<표 2-1> 일본의 통신재난 피해상황

발생일	재난종류	지역	피해상황
1968. 5	지진	Hokkaido	홋카이도섬 2시간 동안 고립
1972. 7	폭우	Hiroshima	구입대 100 교환국 이상이 3일 동안 고립
1975. 4	화재	Asahikawa	야사히가와 전화국 통신서비스 14일 동안 중단
1978. 6	지진	Miyagi	구입대 4,000 가입자에 서비스 7일 동안 중단
1982. 7	폭우	Nagasaki	구입대 13,000 가입자에 서비스 8일 동안 중단
1983. 7	폭우	Shimane	구입대 12,000 가입자에 서비스 9일 동안 중단
1984. 11	화재	Setagaya	케이블터널 화재로 세가카이 전화국 통신서비스 9일 동안 중단

<표 2-2> 92.94년 통신망관련 통신중절 사고

발생일	복구기간 (시간:분)	피 해 시 설	피해회선수 (가입자)	피 해 원 인	복구비용 (만원)
92. 2. 11	00 : 49	평택-천안간 SM-36C 경부광 (선로)	11,874	경부고속도로 확장공사중 절단	123
92. 3. 11	00 : 52	오산-평택간 광케이블 SM-36C (선로)	12,763	도로공사중 절단	3
92. 3. 22	00 : 39	천안-평택간 SM-36C 경부광 (선로)	11,874	경부고속도로 확장공사중 절단	123
92. 3. 29	47 : 00	시내케이블 10조, 21,900 회선	12,013	시하상가 공사중 전기누선 화재	6238
92. 6. 18	00 : 32	천안-평택간 SM-36C 경부광 (선로)	12,939	도로공사중 절단	280
92. 6. 22	00 : 20	오산-평택간 광케이블 (선로)	12,101	도로공사중 절단	-
92. 7. 18	00 : 53	SM-36C 경부광케이블 (선로)	14,862	경부고속도로 확장공사중 절단	123
92. 12. 3	00 : 59	천안-석조간 경부광 36C (선로)	12,809	경부고속도로 확장공사중 절단	183
93. 3. 27	01 : 03	경부광 36C 신갈전화국 수원간 3M-9M간 (선로)	17,706	한전주 긴사중 절단	601
93. 6. 17	13 : 30	영등포-과간 중계케이블 0.65-900P 1조 광케이블 66Core 1조 (선로)	34,386	광신구내 화재	792
93. 8. 23	04 : 58 (10 : 00)	원배 M10CN 교환기 (교환) 케이블선로 4조 (선로)	28,798	인근지하철공사중 이상전압 유입으로 시스템고장	509
94. 3. 10	85 : 50	시내케이블 : 18조 북간케이블 : 43조 사외케이블 : 광 5조	321,185	동대문-종로5가 통신구 화재	1194
94. 9. 7	01 : 43	광주-순천간 광 SM 24C (선로)	17,853	도로공사중 절단	218
94. 9. 12	01 : 23	옥천-영동간 철도광 SM-36C (선로)	28,907	가드레일 설치공사중 절단	175
94. 11. 18	33 : 50	남대문 전화국알 지하통신구 21조	44,684	통신구 화재	-

이상인 사고를 정리하였다.[17]

2.2 재난분석

본 연구에서 일컫는 재난이란 일상의 통신장애가 아니고 통신망의 광범위한 부분에 걸쳐 치명적인 피해를 주는 재난을 일컫는다. 먼저 재난을 분류하고 재난과 통신장애에 관계를 분석하고자 한다.

(1)재난에 의한 통신장애의 규모에 따른 분류

재난에 의한 통신장애의 규모에 따라 재해적 장애, 대규모 장애, 소규모 장애로 구분할 수 있다. 통신장애의 규모는 이용자 입장에서 통신망 장애를 다음의 3가지 척도로 표현하여 구분한 것이다.[39]

□서비스 불가능도(Unservability ; U) : 이용단위로 정의되고 일정수준 이상으로 표현된다. 광중교환망에서의 이용단위는 호 연결이고 서비스 불가능도는 호 연결이 실패된 퍼센트로 표현된다. 패킷망에서의 이용단위는 패킷이 되고 서비스 불가능도는 정해진 지연내에 전송되지 않은 패킷의 퍼센트로 표현된다. 전용선 망에서는 이용단위는 DS-0, DS-1 또는 DS-3

등이 되고 서비스 불가능도는 고장난 단위의 퍼센트로 표현된다.

□지속기간(Duration ; D) : 망에서 서비스불가능도 조건이 지속되는 시간이다. 서비스불가능도 수준 이상의 고장이 발생한 시점에서 고장이 끝나는 시점까지의 시간이다.

□가중치(Weight ; W) : 서비스 불가능도 이상의 고장의 영향을 받는 지리적인 영역의 넓이, 인구, 이용자 트래픽 양 등으로 표현된다.

서비스 불가능도, 지속기간 및 가중치를 이용하여 자연재해든 인재든 통신망 장애를 재해적 장애, 대규모 장애, 소규모 장애의 3단계로 분류할 수 있다. 본 연구의 대상인 재난이란 재해적 장애와 대규모 장애를 수반하는 재난을 일컫는다. 이와같은 재난 분류는 장애가 전혀 없는 경우를 3차원 공간상에서 원점으로 표현할 때 순서쌍(U, D, W)가 원점에서 얼마나 멀리 있는가에 따라 재난의 정도가 심한 것이다.

●재해적(catastrophic) 장애 : U, D, W의 조합이 대규모 장애보다 심한 장애이다. 예를 들어, 지진, 홍수, 태풍에 의한 여러개의 교환국 고장, 전기공급회사의

고장, 망전체에 영향을 주는 하드웨어/소프트웨어 결합, 전쟁행위 등이다.

• 대규모(major) 장애 : U, D, W의 조합이 재해적 장애보다 덜하나 소규모 장애보다는 심각한 경우이다. 예를 들어 화재나, 테러 등에 의한 하나의 교환국 고장, 여러 교환국을 연결하는 기간 전송로의 고장, 회선분배장치(DCS 3/3)의 고장, 교환국의 전원 및 배터리 고장, 소프트웨어 결합, 광케이블 고장 등이다.

• 소규모(minor) 장애 : U, D, W의 조합이 재해적 장애나 대규모 장애보다 덜한 경우이다. 예를 들어 광섬유 하나 고장, 장치, 선반(shelf) 및 유닛의 고장 등이다.

(2)재난의 발생성격에 따른 분류

재난 발생 성격에 따라 통신망 외적요인에 의한 재난과 통신망 내적요인에 의한 재난으로 나눌수 있다. 통신망 외적요인에 의한 재난은 다시 자연재난, 인위적사고 및 고의적 파괴로 분류할 수 있고, 통신망 내적요인에 의한 재난은 humanware 요인, software 요인, hardware 요인으로 다시 분류된다.

- 자연 재난 : 홍수, 폭풍(태풍), 지진, 낙뢰 등이 포함된다.
- 인위적사고 : 화재, 부주의한 도로공사, 부실공사에 의한 건물붕괴 등이 포함된다.
- 고의적 파괴 : 파업, 테러, 폭동, 해커침입 등에 의한 파괴가 포함된다.

- humanware 요인 : 운용상 실수, 관리/보수지침 불이행, 재난경보 인지불가 등이 포함된다.
- hardware 요인 : 하드웨어 결합, 호환성 결여 등이 포함된다.
- software 요인 : 프로토콜 결합, 프로그램 결함, 호환성 결여 등이 포함된다.

재난에 의한 통신장애는 상황에 따라 달리 전개될 수 있으나 재난사태를 중심으로 발생성격에 따른 재난과 통신장애의 관계를 정리하면 <표 2-3>과 같이 정리할 수 있다.

Ⅲ. 통신재난 대비책

서론에서 언급하였듯이 재난에 대비한 모든 자원과 노력은 자원의 효율적 이용이라는 측면에서 보면 평상시에는 비경제적이고 낭비적인 것으로 여겨질 수도 있다. 따라서 재난대비의 원칙과 방향이 바로 세워져야 재난에 효율적으로 대처할 수 있다.

NTT에서는 재난대비 원칙으로 망신뢰성 향상, 고립예방, 서비스의 신속한 복구로 정하고 망신뢰성을 향상시키기 위해서 시설의 강화(reinforcement of facilities)와 이원화 및 분산화를 통한 예비구조(redundant configuration)를 추진하고, 고립예방을 위해서는 부설 및 위성장치를 이용하여 고립에 내치하고, 서비스의 신속한 복구를 위해서는 설비를 탑재한 이동차량의 확보와 비상운용 계획을 마련하고 있다.[40] Leo A. Wrobel은 통신망을 갖고 있는 통신사업자 및

<표 2-3> 재난종류별 통신장애

재난 종류		통신장애 종류
자연 재난	홍수	분배반 침수, 케이블절단
	폭풍	분배반침수
	지진	케이블절단, 정전
	낙뢰	기지국
인위적 사고	화재	케이블절단, 정전
	건물붕괴 부실공사	교환기 파괴, 전송장치 파괴, 케이블절단, 정전
	부주의한 도로공사	케이블절단
고의적 파괴	파업	케이블절단
	테러에 의한 폭파	교환기 파괴, 전송장치 파괴, 케이블절단, 정전
	폭동	교환기 파괴, 전송장치 파괴, 케이블절단, 정전
통신망 내적요인	해커침입	시스템 다운
	하드웨어 결합	시스템 다운
	소프트웨어 결합	시스템 다운
	조직원 실수	시스템 다운

기업의 재난대비 원칙으로 인명보호, 기업의 손실 및 위험부담의 최소화, 복구능력의 최대화, 소송으로부터 기업보호, 경쟁력 유지, 고객으로부터 믿음 또는 호의의 보전을 들고 있다.[36]

본 연구자는 재난대비 원칙으로 재난발생의 최소화, 장애발생의 최소화, 복구기간의 최소화 및 일정수준 이상의 종합적 내재성 유지를 제시한다. 이를 실현하기 위한 재난대비책은 <표 3-1>와 같이 정리할 수 있으며 이에 대한 구체적인 설명은 III장 이후 및 IV장에서 소개한다.

<표 3-1> 재난대비 원칙 및 재난대비책

재난대비 원칙	재 난 대 비 책
재난발생의 최소화	<ul style="list-style-type: none"> 재난 예측 및 예방
장애발생의 최소화	<ul style="list-style-type: none"> 내재시설의 강화
	<ul style="list-style-type: none"> 재난회피 통신망기술 확보 대체 전송기술 확보
	<ul style="list-style-type: none"> 통신사업자간 시설의 상호이용
복구기간의 최소화	<ul style="list-style-type: none"> 복구자원의 확보 및 동원계획
	<ul style="list-style-type: none"> 비상재난 관리시스템 구축
일정수준 이상의 통신망 내재도 유지	<ul style="list-style-type: none"> 표준화된 종합적 통신망 내재도 마련

3.1 재난 예측 및 예방

대규모의 자연 재해의 피해를 최소화하기 하기 위해서는 무엇보다도 재해에 대한 예측이 필요하다. 폭우, 태풍 및 지진 등의 측정 및 예측은 기상청에서 이루어지며 보다 정확한 예측을 위해 첨단설비의 광범위한 지역에 배치할 필요가 있다. 예를 들어 대규모 지진 예측을 위한 고성능의 광역지진망의 설치가 필요하다. 예측장비의 배치 및 확보수준은 '복구자원의 확보 및 동원계획'과 관련되어 결정될 수 있다.

화재 예방대책으로 교환기 등이 있는 설비실의 창문 수를 적게 하고 있으며 방화셔터나 방화문이 설치하여 화재가 옮기는 것을 차단할 수 있으며 연기 감지기나 화재 진압장비들을 각 설비실에 설치하여야 한다. 홍수 예방대책으로 전화국 건물 등이 높은 조수나 해일, 홍수 등의 범람에 대해서 안전하도록 방수문이나 조수 방지판등을 설치하고 작은 교환국 건물은 건물 전체가 조수 방지판에 의해 물에 뜰 수 있게 할 수 있다.[13]

3.2 내재시설의 강화

'재난 예측 및 예방' 대책이 태풍이나 지진과 같이

피할 수 없는 재난의 발생은 예측에 의해 피해를 최소화하고 화재와 같이 피할 수 있는 재난은 예방하려는 것이라면 '내재시설의 강화' 대책은 발생한 재난에 대해서 통신장애를 최소화하기 위해 시설을 일정수준 이상으로 강화시키는 대책이다. NTT는 망을 구성하고 있는 개별 설비들의 허용 재난수준을 <표 3-2>과 같이 정하고 있다.[13, 26]

<표 3-2> 허용가능한 재난 피해수준 기준

재난의 종류 및 수준	내재시설 강화 기준	
지진	JMA 규모 VII	<ul style="list-style-type: none"> 통신망의 심각한 피해는 예방되어야 함
	JMA 규모 VI	<ul style="list-style-type: none"> 통신서비스 품질이 낮을지라도 서비스 중단은 막아야함
	JMA 규모 V	<ul style="list-style-type: none"> 망 운용에 아무런 중단이 없음
화재	도시 화재	<ul style="list-style-type: none"> 화재예방지역, 방화구조가 되어야 함
	실내 화재	<ul style="list-style-type: none"> 화재가 한 방에만 국한되도록 함
폭풍 홍수 조수 해일	폭 풍	<ul style="list-style-type: none"> 한 선화국으로 한정되도록 함, 심각한 피해는 막아야함
	홍 수	<ul style="list-style-type: none"> 향후 200년 동안의 예상 강수량
	조 수	<ul style="list-style-type: none"> 과거의 최고 수위
	해 일	<ul style="list-style-type: none"> 과거의 최고 수위

전화국 건물이나 무선통신을 위한 철탑들을 일정수준 이하의 지진에 견딜 수 있도록 디자인되어야 하며 건축 내진구조 분석이나 진동시험에 의해 건물에 대한 내진성을 제고하여야 한다. 또한 각 시설들은 기초부분이 지진에 의해 뒤틀리지 않도록 구축되거나 지진의 진동에 의해서 건물 자체가 움직일 수 있도록 설계하여야 한다. 전송 케이블에 대한 도관은 지진의 피해를 최소화하기 위해 슬라이딩 연결로 이루어져야 한다. 더우기 지진이나 다른 종류의 재난으로 인해 지표가 고르지 못한 지역에서 케이블 작업이 이루어질 경우 stopper 연결장치가 필요하다. 대도시의 주요 지구국이나 사무실은 전화 터널로 연결되어야 지진으로부터 안전하다.[13]

화재에 대한 시설강화를 위한 조치로는 바닥이나 벽의 케이블 보호장비들은 불연재를 이용하고 케이블 자체가 화재로 인해 피해를 입지 않도록 하기 위해 방염처리된 케이블이나 불연소재의 케이블 피복을 사용하고 또한 방화벽을 설치하여야 한다.[13]

3.3 재난회피 통신망기술의 확보

재난회피 통신망기술은 통신센터의 기능분산, 트

래픽 분산, 전송로의 다원화, 자동복구링 및 자동복구망으로 이루어진다.

(1) 통신센터의 기능분산

통신센터의 기능분산에 의해 재난대비 망의 신뢰성을 향상시킬 수 있다. 즉 중계교환기를 시설 내에서 여러개의 유닛으로 구성하며, 회선을 분산해서 수용하는 대책을 실시하거나 다른 시설에 교환기를 분산 배치하거나, 광역 재해에 맞추어 지리적으로 격리된 장소에 교환기를 분산 배치하는 것 등을 말한다. NTT에서는 대략 50 km 떨어진 곳에 중계교환기를 분산 배치하는 것을 도모하고 있다.[10]

(2) 트래픽 분산

트래픽 분산은 방호종로지와 루팅방법으로 결정된다. 망상태에 따라 경로를 설정하는 동적루팅방법은 트래픽 폭주로 인한 망재난을 미연에 방지할 수 있고 일부 망요소가 고장났을 때도 트래픽을 직접히 분산시켜 재난을 극소화시킬 수 있다. 통신망의 선비규모는 평상시 트래픽에 따라 구성하고 있다. 자연 재해 등이 발생하면 트래픽이 급증하고 특정 교환 선이나 회선에 그 능력을 초과하여 집중시키는 상태가 생기게 된다. 이를 이상 폭주라 부른다. 이상 폭주가 생기면 통신의 소통 능력이 현저히 저하됨으로써 이 폭주가 다른 교환기에도 과급되어 망 전체 통신에 영향을 미치는 경우가 있다. 이와같은 이상 폭주를 분산시키고 고장난 망요소가 있을 때 트래픽을 우회시키는 재난회피 동적루팅방식이 요구된다. 보통 광케이블 중단시 전송로 다원화에 의해 자동전체되나 100%가 대체되는 것은 아니다. 실제 미국에서 고속도로 직원이 통신 케이블을 절단한 사고가 있었는데 이 때 통신트래픽이 자동전체되어 소통되었지만 통화량의 집중으로 대량 트래픽이 발생하여 시스템이 7시간 무산된 사례가 있다.[3] 바람직한 재난회피 루팅방식은 호 설정대 망상태를 반영하여 경로가 결정되는 동적루팅방식이어야 한다.

현재 전화망과 같이 계층적(hierarchical) 루팅방식에 의해서는 분산화의 효과를 크게 기대할 수 없다. 망의 상태에 따라 비계층적으로 경로를 설정하는 루팅방법이 보다 효율적이다. 또한 time dependent한 방법보다는 static dependent한 방법이, 집중형(centralized) 보다는 분산형(decentralized) 루팅시스템이 재난회피에 적합하다. 동적 비계층 루팅방법인 DNHR(Dynamic

Non-Hierarchical Routing)을 비롯해 각국에서 적용하고 다양한 동적루팅방법을 정리하면 다음과 같다.[13]

DNHR(Dynamic Non-Hierarchical Routing): AT&T가 1984년 장거리 toll network에 도입하였으며 중계망에서 혼잡시간을 피해 망의 효율성을 증가시키기 위한 time dependent 루팅방식이다. 동일한 서비스 품질(GOS)일 때 계층적(hierarchical) 루팅방법에 비해서 트렁크선선이 요구된다. AT&T 중계망에 적용하여 15% 비용감소를 보였다. 직접루팅(direct route)이 불가능한 때 가능한 대안경로 집합을 순차적으로 검색한다. DNHR에서는 Trunk Reservation을 도입하여 도착 호에 대해 직접루팅의 이용이 포화상태에 있으면 호는 대안경로 중 순서에 따라 Trunk Reservation이 가능한 최초의 대안 경로에 연결되며, 만일 이것도 불가능하면 호는 기절된다. 루팅과라미터로는 경로집합, 경로선택 순서, 링크용량, TR 파라미터 등이 있으며 하루 10번 이상 트래픽에 따라 계산되어 off line으로 결정된다. 교환기 종류로는 OTS, VTS, TTS가 있으며 CCS망을 이용하여 교환기간의 신호 및 변경정보 전달하고 폭주의 발생과 과급을 억제하기 위한 자동방관리 기능이 구현되어 있다. 루팅 테이블과 망 구조는 집중형의 자동 데이터 수집 및 처리 시스템에 의해 평가 및 검토된다. 평가는 1 주 또는 1/2 주 단위로 시행된다. DNHR 교환기는 특별한 타 임의 트래픽을 위해 트렁크 그룹을 예약하는 제어 기능을 가진다.

TSMR(Trunk Status Map Routing): TSMR은 DNHR의 확장 개념으로 실시간 루팅을 결정하는 집중식 TSM(Trunk Status Map)이 있다. TSM은 매 T초 마다 DNHR 트렁크 그룹의 여유용량을 망 데이터베이스에 알려 update 시키고 교환기에는 다음 T초 동안 유지될 루팅 순서를 알려준다. DCR과 비슷한 루팅방법으로 기존의 DNHR 보다 높은 시스템 성능을 보여 준다.

LLR(Least Loaded Routing): LLR 루팅방법은 일반적으로 DNHR이나 DAR보다 좋은 성능을 보여준다. 그러나 교환기 사이의 신호정보 교환이 보다 많이 요구된다. 모든 대안경로에 대한 이용 가능성을 항상 유지하고 있으며 여러 대안경로에 트래픽을 분산시킨다. 루팅절차는 (1) direct route를 먼저 시도하고, direct route의 용량이 가득 차면, (2) TR(Trunk Reservation)비용이 가능한 경로중 가장 이용 가능성이 높은 대안경로를 선택하고, (3) 대안경로 모두가 TR 리

용이 불가능하면 호는 거절된다. LLR은 1990년대 초 이후 AT&T에서 장거리 망에서 이용하는 RTNR의 기본이 되었으며 direct route의 용량이 가득찼을 때 링크상태 정보 교환은 CCS망 이용한다. 출발지 교환기는 자신과 연결되어 있는 링크의 상태 파악하고 목적지 교환기와 연결되어 있는 링크의 상태정보를 목적지 교환기에 요구한다.

RTNR(Real Time Network Routing) : 1991년에 AT &T에서 DNHR을 대신 새로운 적응식-루팅방법으로 소개되었다. RTNR은 기존의 음성, 데이터, 광대역 서비스를 포함한 새로운 서비스에 대해 통합된 전송망을 통해 동적루팅을 제공한다. RTNR은 국제망의 접속망에 대해서도 신뢰성과 융통성 보증을 위해 multiple ingress/egress 루팅을 제공한다. RTNR에서는 교환기간의 링크의 상태정보를 교환하여 직접링크나 two-link 경로에 대한 부하정도 및 이용 가능성을 결정한다. 호는 망의 여분용량이 가장 큰 곳으로 경로배정이 이루어진다.

SDR(State-dependent Routing) : Bellcore에서 개발된 state-dependent 루팅방법으로 호가 요청되는 시점에서 대안경로의 상태와 관련하여 결정되는 비용에 근거하여 대안경로를 선택한다. 비용이란 대안경로를 이용하지 않고 현재 상태를 유지할 때 호거절 발생에 대한 예측 추정치를 말한다. 비용의 계산은 망의 모든 트래픽 수요를 고려하는 대규모 비선형문제가 된다. SDR은 5분간격으로 망의 상태가 보고되는 지역 전화망에 구축되었다.

DCR(Dynamically Controlled Routing) : Northern Telecom의 Bell Northern 연구소에서 개발되었다. Canada Telecom은 DCR을 HPR(High Performance Routing)이라는 이름으로 캐나다 도시간의 toll 교환기간 루팅에 1987년 field trip을 거쳐 사용하고 있다. 집중-적응식 루팅시스템(centralized-adaptive routing system)으로 망프로세서(network processor)는 DCR 관련 교환기에 매 10(15)초 마다 DCR 루팅태이블을 갱신하기 위해 호 목적지에 대해 경유노드 정보를 보낸다. DCR망의 subnetwork가 있다면 여기에는 계층적인 루팅이 적용될 수 있다.

DAR(Dynamic Alternative Routing) : 영국 BT의 trunk network에 설치하였으며 제어가 간단하나 효율적인 루팅방식으로 평가되고 있다. 적응 분산형(adaptive & decentralized) 루팅방식이며 alternate routing은 two-link path에 한한다. State protection(trunk reservation)

이 구현되어 있다. 절차는 (1) 새로운 호는 direct link에 연결 시도하고, (2) 그 호가 거절되면 교환기에 기억되어 있는 탠덤 교환기를 거치는 alternative route에 연결 시도한다. (3) 호가 alternative route에서도 거절되면 그호는 거절되고 새로운 alternative route 기억시켜두고 거절되지 않으면 그대로 둔다.

(3)전송로의 다원화

Dual homing은 허브로 구성된 통신망에서 허브고장에 대비한 예비전송로를 다른 허브에 연결하는 것을 의미한다. 허브가 고장나게 되면 사용자에게 피해가 매우 큰 것이 보통이다. Dual homing의 개념은 허브고장에 대한 예방을 통해 서비스의 생존도를 높이는 허브 백업이다. 허브 고장시 높은 생존성을 요구하는 특정 교환기(CO)에 2개의 허브(home hub & foreign hub)를 결정하여 각각 연결한다. 특정 CO에서 나온 신호들은 home과 foregin 허브로 동시에 전송된다. Dual homing 구조 자체는 복구기능이 없으나, CO에서 DCS를 사용하면 home 허브 고장시 foreign 허브를 통해 50% 이상의 복구가 가능하다.[13, 38]

재난에 대비하여 증권사, 행정기관 등 주요 가입자에 대해서 서로 다른 두 단국에 연결시키거나, 케이블 절단 등의 재난으로 부터 단국이 고립되는 것을 방지하기 위해 서로 다른 두 집중국에 연결시키는 등으로 dual homing을 적용할 수 있다.

전송로의 신뢰성 향상을 위해서 전송로는 이용자에게 미치는 영향도를 고려해서 다원화가 필요하다. 전송로 장애 발생시 자동절체장치(APS)에 의해 예비전송로로 전송될 수 있도록 해야 한다. APS(Automatic Protection Switching)는 단순하고 빠른 설비 복구기술로 전송신호가 중지되었다고 판단되면 중지기간 동안 작동라인(working line)에서 예비라인(protection line)으로 자동적으로 신호를 재경로배정(rerouting)해준다. 망 고장과 같은 예상치 못한 신호중단시 라인복구 능력을 제공해 줄 뿐만 아니라 새로운 장비 설치나 일상적 관리로 인한 신호의 중지시 서비스를 제공할 수 있는 방법을 제공해 준다.

APS의 구조는 1 : N APS, 1 : 1 APS, 1 + 1 APS, 1 : 1/DP APS로 표현된다. 1 : N APS는 가장 단순하고 일반적으로 사용되어지는 APS 구조로 N개의 작동시스템이 1개의 예비시스템을 공유하는 구조이다. 작동시스템과 예비 시스템은 동일한 물리적 위치에 위치하고 있다. 1 : 1 APS는 1개의 작동시스템이 1개의 전

용 예비시스템을 소유하며 예비 교환 요소들은 내부에서 제어된다. Robust Interface Transport 기술이라고도 하며 국간 전송으로 광섬유를 이용할 때 back-up 용으로 하나 이상의 광섬유를 매설하여 하나의 케이블이 끊어질 때 다른 광섬유로 즉각적이고 자동적으로 교환되게 한다. 광섬유를 여러개 매설할 때 한꺼번에 매설하면 cable cut에 대비한 방법이 되지 못한다. 1+1 APS는 Dual-fed라고도 하며 2개의 같은 신호를 서로 다른 루트를 통해 전송한다. 수신측은 이 중에서 더 좋은 신호를 선택할 수 있다. 따라서 main route가 절단되었을 때 자동으로 다른 alternative route를 통해서 받은 신호를 이용하면 된다. 광섬유 시스템에서 RDS(Ring diversity switch)를 갖는 FT Series G(AT&T의 경우)는 dual-fed ring을 option으로 선택할 수 있다. 1:N Diverse Protection Architecture(1:N/DP)은 예비 시스템 1개를 N개의 작동시스템과 물리적으로 다른 경로로 설치하여 광케이블 절단시 복구할 기능케 해주는 구조이다. 물리적으로 서로 다른 패스로 같은 repeater 고장이나 manhole을 공유하지 않는다. 하나의 cable이 절단되면 50 milisecond 이내로 자동으로 protection cable 로 교환되게 한다. 그러나 이분의 protection cable은 back-up 용 이외에는 다른 목적으로 사용하기 어려운 것이 보통이고 alternative route가 보통 service route 보다 2배까지 길기도 하므로 비용이 크게 증가한다. 이에 대한 solution이 AT&T의 FT Series G 이다.

(4) 자동복구링(Self-Healing Ring, SHR)

재난에 의한 단국의 고립을 예방하기 위해 모든 단국을 집중국까지 지리적으로 다른 경로를 통해 이원화시킨다면 막대한 경제적 부담이 될 것이다. 동기식 광통신망에서 SHR은 여유 대역폭과 망장비를 이용하여 케이블 절단 등으로 손상을 입은 서비스들이 자동적으로 복구될 수 있도록 하는 링망이다. SHR에서의 다중화장치는 채널을 분기-결합하는 ADM(Add Drop Multiplexer)이다. 즉 단국을 SHR로 구성하고 이를 집중국에 연결하거나, 집중국을 포함하여 SHR를 구성하면 경제적으로 신뢰성있는 망을 구축할 수 있다.[38]

동기식 광통신망에서 SHR은 트래픽 루팅이 단방향인가 양방향인가에 따라 USHR과 BSHR로 나누고 다시 protection control 특성에 따라 USHR/L, USHR/P, BSHR/4, BSHR/2 로 구분된다. BSHR/4와 USHR/

P가 재난에 대해 BSHR/2와 USHR/L보다 각각 우수하다.

USHR/L은 정상 상태에서는 들어오는 신호와 되돌아가는 신호가 한방향으로 전송되나 광선로가 단절된 동안에는 단절된 지역 인근에 위치한 노드들은 루핑기능(looping function)을 수행하여 단절된 인근 노드에서의 루프백(loopback) 능력때문에 SHR은 단일 고장 상황에서도 링 구조로 남아 있게 된다. USHR/P은 정상 상태에서는 링 구조로 운영되나, 망 구성요소가 고장이 나면 선형망으로 변화되는 구조로 USHR/P는 1+1 APS에 기초한다. 이 구조에서는 각 노드에 ADM이 설치되며 각 노드들은 반대 방향으로 트래픽이 지나가도록 1쌍의 광라인을 갖는다. 정상 상태에서는 신호들이 전송 노드로부터 링의 시계방향과 반시계방향으로 전송 된다. 이들 두 개의 구분 되는 신호들은 링을 따라 전송되다가 결국 한 노드에 도착된다. 정상일 경우는 두 신호가 모니터링되지만 단지 하나의 주(Primary)신호만이 사용된다. 만약 어떠한 재난 발생으로 인해 링이 파손되면 제2의 신호를 선택하기 위한 예비교환(Protection switching)이 수행 됨으로써 서비스 재개는 가능하게 된다.

BSHR/4는 4개의 광라인 중 2개는 정상적인 서비스를 이용하는데 사용되고 2개는 예비로 사용된다. 정상적인 경우의 경로배정은 오늘날의 점대점(point-to-point) 방식이 되나 망구성요소 고장시에는 서비스 채널이 예비 교환을 통해 작동라인에서 예비라인으로 루프백 된다. BSHR/2는 2개의 광라인을 사용하며 BSHR/4와는 달리 작동채널과 예비채널이 예비를 위해 대역폭의 일부분을 공유한 채 같은 라인에서 루팅된다. Self-healing 능력과 링 제어시스템을 단순화하기 위해 광시스템 대역폭의 많은 예비를 위해 남겨둔다. 정상 상태에서 트래픽은 STS-1의 타임슬롯의 첫 반을 채우면서 마깅쪽 링과 안쪽 링에 전송된다. 광라인 파손 또는 장비의 고장시에는 트래픽은 반대 방향의 빈 타임슬롯을 이용한다.

(5) DCS 자동복구망(DCS self healing network)

DCS(Digital Cross-connect System)망은 융통적인 대역폭 이용을 통해 망자원을 효율적으로 이용할 수도 있고 망의 생존성을 강화시킬 수도 있다. DCS망의 재설계 가능성은 DCS 교환행렬을 통해서 제공되는 데 이는 집중 또는 분산 제어시스템에 의해 관리된다. 융통적인 망제어에 의해 재설계가 가능한 DCS망에는

경제적으로 대역폭을 설계 및 관리하는 DCS 대역폭 관리망(DCS bandwidth manegement network)과 재난에 의한 망요소 고장시 망의 복구가 가능하도록 설계한 DCS 자동복구망(DCS self healing network)이 있다.[38]

전송 트래픽이 많고 재난발생시 경로를 융통성있게 변경할 수 있어야 하는 집중국간이나 시외국간의 망구성은 DCS에 의한 자동복구망이 SHR보다 적합하다. 그러나 DCS 망은 SHR보다 더욱 복잡한 제어시스템을 필요로 하며 SHR보다 소프트웨어 장애로 피해를 입을 가능성이 많다. DCS 망은 소프트웨어를 기본으로 하는 망이기 때문에 장애를 탐지하고 수리하는데 하드웨어 중심의 SHR망 보다 많은 시간이 요구되며 광범위한 지역에서 영향이 나타날 수 있다.

동기식 광전송망의 DCS 자동복구망은 자동복구 제어기구에 따라 집중형과 분산형, 재난대비 루팅제어에 따라 사전설정과 동적루팅, 신호복구 수준에 따라 라인복구와 경로복구로 구분된다. 일반적으로 재난대비에 있어서 분산형 제어, 동적루팅 및 경로복구가 집중형 제어, 사전설정 및 라인복구보다 각각 우수하다고 할 수 있다.

3.4 대체 전송기술의 확보

대체 전송기술이란 그 통신망이 가지고 있지 않은 다른 대체 전송매체나 시설을 이용하는 기술로 유선 전송설비의 장애발생시 무선의 셀룰러나 위성통신으로 대체하는 전송기술이다. 무선통신 및 위성통신은 재해발생시 이동성과 융통성 때문에 대체전송기술로 신속하게 응급복구에 이용될 수 있다. <표 3-3>는 미국에서 무선통신이 재해발생시 신속한 복구를 위해 이용된 사례이다.[23]

(1) Microwave 이용

재난복구를 위해 microwave는 많은 무선기술중에서 가장 먼저 고려될 수 있는 방법이다. 교환기가 설치되어 있는 단국과 이용자가 집중되어 있는 곳에 동일한 microwave 시스템을 설치하여 유선 전송설비 장애발생시 이용한다. 케이블절단('backhoe fade')과 같은 장애에 가장 널리 적용되는 방법이다. Microwave 시스템을 이용할 경우 직접 연결된 교환기가 고장나면 인접한 다른 교환기까지 microwave로 우회 구성이 가능하다. 차량에 탑재된 portable microwave system은 장애 발생 지역까지 이동하여 유선을 차량까지 연결하고 차량에서 교환기까지는 microwave 시스템을 이용할 수 있어 장애 발생시 신속한 복구할 수 있다. <표 3-4>는 microwave 이용에서 주파수 대역별 제공가능 용량을 나타낸다.[23]

(2) 위성통신의 이용

위성통신은 은행이나 증권회사에서와 같이 신뢰성 있는 온라인 통신과 고속 데이터 통신을 위해 이용될 수 있다. 링 토폴로지는 신뢰성은 있지만 구축비용이 많은 단점이 있기 때문에 최근 선진국의 기업에서는 위성통신을 선호한다. 위성접속기술은 대역폭내 많은 양의 정보전송이 가능하며 시간과 장소에 구애받지 않고 이용할 수 있는 장점이 있다. 장애복구용으로 유선의 데이터 전송망이 고장났을 때 VSAT(Very Small Apperture Terminal)을 이용자가 집중되어 있는 곳(기업의 빌딩)과 교환기가 있는 단국에 설치하여 이용한다. 또한 차량을 이용하는 방법으로 'roll-around satellite dish'를 피해지역이 있는 곳으로 이동하여 이용한다.[27]

일본에서의 방재용 위성 중계망 방식(DYANET)은 시외 중계회선으로 위성회선을 동적으로 이용하는

<표 3-3> 미국의 재해발생시 응급복구를 위한 무선통신 이용 사례

재 해 종 류	이 용 사 례
일리노이즈 Hinsdale 화재	• Central office 피해로 지역진체 통신마비 • Microwave, 위성, cellular, 무선 E-mail, 적외선
동부지역 허리케인 Hugo	• Cellular, microwave, 무선 데이터, E-mail
샌프란시스코 지진	• Cellular, microwave, 위성 및 무선 LAN, 무선 E-mail, 데이터통신
Chicago 홍수	• 무선 E-mail, cellular, 무선 데이터
캘리포니아의 사막의 폭풍 작전	• 무선 E-mail, 무선 LAN, 무선 PBX, 위성, microwave 등
NYC의 세계무역센터 피습	• Microwave, 위성, cellular, 무선 E-mail, 데이터, 팩스, LAN 등
플로리다의 허리케인 Andrew	• Cellular, 무선 E-mail, 무선 데이터/팩스, 위성, microwave, 무선 LAN, 무선 PBX, 적외선

<표 3-4> 주파수 대역별 microwave 재공용량

주파수 대역	재공용량
2 - 6 GHz	8 T3
10 - 12 GHz	4 T3
18 - 23 GHz	8 T1 또는 T3

수 있게 한 시스템이다. 정상적일 때는 지상회선을 이용하고, 지상회선이 고장나거나 사용량 폭증으로 이용할 수 없을 때 위성회선을 우회 중계회선으로 공용으로 사용하게 하는 시스템이다.[7]

(3) Cellular 통신 이용

전화망의 고장으로 서비스가 장시간 중단되었을 때 가장 적절한 복구방법 중 하나가 cellular 통신을 이용하는 것이다. Cellular 통신망을 이용하는 방법에는 portable cell-site와 captive cell-site가 있다. Portable cell-site란 유료무선 공중전화기를 적재한 차량(cellular pay-phone truck)을 재해지역으로 이동하여 통신을 가능케 하는 것이다. Captive cell site란 central office 또는 케이블이 피해를 입었을 때 PBX가 설치되어 있는 곳에 PBX와 접속하여 송수신장비로 모든 신호를 MTSO(Mobile Telephone Switch Office)로 전송하는 것이다.

(4) 적외선 이용

전송설비 장애발생시 회선절체 방법으로 최근 적외선(infrared)을 이용하는 방법이 실용화 단계에 있다. 적외선의 전송거리는 가시거리내에서 가능하고 최대 2 km 까지 운영되고 있다. 전송거리의 한계와 안개 등의 대기상태에 따라 제약을 받지만 빌딩의 옥상과 단속에 broom closet을 설치하면 되는 용이하게 구설할 수 있다.

(5) 무선 PBX 이용

재해로 빌딩이 고립되었을 때 지속적으로 서비스를 제공하기 위해 고려되는 복구기술 중 하나이다. 무선 PBX가 적재된 차량을 이용하기 때문에 대여가 쉽고 상황이 끝났을 때 철수가 용이하기 때문에 복구비용이 절약된다. 재해발생 지역의 빌딩을 피코셀로 나누어 셀마다 기지국을 세우고 이용자는 무선 단말기를 이용한다. 피코셀의 기지국과 무선 PBX가 적재된 차량까지는 케이블로 연결하면 빌딩내의 통화는 물론 단국까지도 통화가 가능하다.

(6) 무선 E-mail 및 무선 LAN

Remote PC에서 무선으로 host computer에 접속이 가능하게 하는 것을 말한다. 무선 LAN은 빌딩내의 backbone cable이 고장났을 때 부분적으로 이용될 수 있다.

3.5 통신사업자간 시설의 상호이용

개별 통신사업자는 중단없는 통신서비스를 제공하기 위해서 앞에서 언급한 다양한 통신망 신뢰성 기술을 확보하기 위해 노력할 것이다. 그러나 통신사업자의 수가 증가하고 다양한 통신망이 제공되면서 통신망간의 상호 접속이 점차 진전되어 가고 있다. 따라서 통신서비스의 중단없는 제공을 위해서는 통신사업자의 제휴가 필요하다. 또한 비상재난을 대비하여 상당한 수준의 신뢰성 기술 및 시설을 확보한다는 것은 일부 통신사업자에게는 현실적으로 매우 어려운 것으로 판단된다. 또한 확률적으로 가능성이 극히 적은 통신재난을 대비하여 각 통신사업자가 중복 시설하는 것은 국가적인 차원에서 비경제적이라 할 수 있다. 따라서 한 통신사업자의 비상재난시 다른 통신사업자의 통신시설을 상호 이용하게 하는 비상재난 대책이 필요하다. 이와같은 상호운영을 위한 대책은 시기적으로 통신사업이 점차 경쟁적으로 되면서 더욱 필요하다 하겠다. 한 통신사업자의 재난은 다른 통신회사에게는 경쟁 우위의 기회가 될 수 있기 때문이다.

긴급재난시 통신사업자망 및 자가망의 회선 및 교환시설의 상호운용이 복구를 위해 국가적 차원에서 통합 운용될 필요가 있다. 그러나 이에 대해서는 통신사업자들은 서로 경쟁적인 위치에 있기 때문에 상호협력의 쉽지 않을 것으로 기대되며 정부에서 이에 대한 조정을 위해 조직(조정위원회)을 설립할 필요가 있다. 그리고 긴급재난시 정부가 통신사업자망 및 자가망의 우선사용권을 위한 법적인 근거를 마련할 필요가 있다. 그리고 정부에서 통신사업자간의 상호운용을 위한 지침을 정할 필요가 있다. 정부가 비상재난시 상호운용에 대한 지침을 결정할 때 각 통신사업자의 설비규모, 방구조, 트래픽 정도, 관리방법과 함께 경비문제, 보증문제 등도 고려해야 한다.

통신사업자간 시설의 상호이용을 위해서 기본적인 통신사업자의 역할이 있고 정부의 역할이 있다.[13]

(1) 통신사업자의 역할

망의 상호 접속이 진전됨에 따라 사회 경제의 통신에 대한 의존도가 점점 높아져 가고 있는 현실에 있어 안전성 및 신뢰성 확보는 매우 중요한 과제로 통신사업자는 망 전체의 안전성 및 신뢰성 확보에 있어 개별적으로 대처해야 할 사항 이외에 망 인터페이스(Interface: 접속) 상태에 대한 검토와 같이 통신사업자가 제휴하여 그 대책을 강구해야 할 부분이 있다. 먼저 통신사업자간 망에 관한 정보 교환이 촉진되어야 한다. 신뢰성 높은 망을 구축하고 망의 장애에 대처하기 위해서는 상호 접속된 망에 대해 사업자간 정보교환을 촉진하는 일이 중요하다. 정보의 교환은 세공 내용과 사용 목적에 관한 원칙에 대해 사업자간 검토를 기치는 것이 바람직하다. 또한 상호 접속된 망 전체의 신뢰성을 확보하기 위해 채택해야 할 대책으로서 장기적인 관점에서 망 구성 방법에 대해 검토하는 일이 중요하다. 망의 보수 및 운용에 있어서 장애를 미연에 방지하고 발생한 장애를 조속히 제거하기 위해 각 전기 통신 사업자는 망 감시 및 제어를 실시하기 위한 시스템을 충실히 할 필요가 있다. 또한 장애발생시 장애 확대를 막고 원활한 소통을 확보하기 위해 필요한 정보(장애 상황, 대처 상황, 소통량)의 교환을 긴밀히 수행할 수 있도록 사업자 간의 연락 체제 강화를 꾀하는 일이 중요하다. 자연 재해 등에 의한 장애 시에 특정 지역으로의 소통량이 급격히 증가하게 되는데 이 경우 사용자에게 정확한 정보를 제공하는 일에도 깊이 검토할 필요가 있다. 불법적인 접속에 대한 정보 보안을 향상하기 위해서는 암호화, 개인 인증, 사용자 관리를 위한 기술 검토를 수행하는 일이 중요하다. 또한 이같은 기술을 망에 적용함에 있어 자신의 망 보안 대책을 충분히 시행함을 말할 것도 없고 상호 접속되어 있는 망 전체의 보안이 향상될 수 있도록 검토하는 일이 중요하다. 의도적인 불법적 접속이나 조작 실수에 대해 정보 보안을 향상하기 위해서 기술적인 대책에 덧붙여 사업자 내에서, 또한 사용자 스스로가 보안 확보의 중요성에 대해 충분한 인식을 가질 수 있도록 주지시키는 일이 중요하다.

(2) 정부의 역할

상호 접속이 진전된 망의 신뢰성 확보는 기본적으로 통신사업자에게 위임되어 있지만 통신사업자의 공공성을 감안하여 통신사업자가 강구하는 대책에 대한 지원 등 정부의 입장에서 가능한 대책을 마련할 필요가 있다. 먼저 세법상 및 재정상의 지원 조치를

검토할 필요가 있다. 개별 통신사업자 입장에서는 비상재난을 대비하여 상호접속이 진전되도록 기액의 투자를 하는 것은 채산성과는 큰 관계가 없으므로 통신망의 사회 자본성을 감안하여 정부가 세법상 또는 재정상의 지원조치를 마련해 주는 일이 중요하다. 상호 접속된 망 전체의 신뢰성이 확보될 수 있도록 사업자가 제휴하여 대책 검토에 임할 필요가 있는데, 정부는 제휴 방법, 규모 및 요구되는 망의 신뢰성 등에 관한 가이드를 할 필요가 있다. 이를 위해 정부는 상호접속과 관련된 연구 및 조사를 추진할 필요가 있고 연구결과를 사업자가 대책을 마련할 때 활용할 수 있도록 해야 한다. 정부는 OECD, ITU 등과 같은 국제 기구에 의해 전개되고 있는 통신망의 신뢰성 확보 및 표준화에 대해 적절히 대응할 필요가 있다. 망의 종합적인 관리를 수행하기 위한 통신 관리망에 대해서 현재 ITU에서 표준화 작업이 추진되고 있는 TMN은 상호접속이 진전되는 망의 안전 및 신뢰성 확보를 위해 큰 역할을 수행하리라 인정되는 만큼 표준화 작업에도 기여하고 국내 적용에 대해서도 계속 검토해 나가는 일이 필요하다.

3.6 복구자원의 확보 및 동원 계획

재난에 의한 통신장애로 중단된 통신 서비스는 미리 준비된 응급 복구장비나 여분의 장비에 의해 가능한 한 빨리 복구되어야 한다. NTT에서는 재난에 따른 긴급복구 장비로 <표 3-5>에서 보는 바와 같이 장비 종류별로 준비하고 있다.[40]

<표 3-5> NTT의 재난에 따른 긴급복구 장비

장비의 종류	복 구 방 법
교 환 기	• 이동 교환기
전 원	• 전원 공급 차량 • 휴대용 발전기
전 송	• 마이크로파나 동축 전송라인 이용 휴대용 무선장비 통신위성에 따른 지상 무선국 • 캐리어와 trunk/가입자 루프 케이블 휴대용 무선장비 통신위성에 따른 지상 무선국 • 케이블의 이용 비상용 동축/광케이블 • 128명 이용자에 대한 이동전화 서비스 이동 무선전화 시스템

교환기가 피해를 입게 되면 이를 복구하는 데는 몇 일이 걸리게 되므로 대용량의 이동전화 교환 시스템

과 디지털 시스템이 항상 이용 가능해야 한다. 전화국은 상업적 전구나 배터리에 의해서 전원을 공급받는데 전원 공급이 중단되면 자동적으로 전화국내의 발전기가 가동되거나 여분의 배터리가 사용되어야 한다. 재난을 입은 지역이 고성능의 배터리나 이동발전기를 재난지역까지 옮기는 데 필요한 도로조건이나 시간조건이 만족되면 최소한의 전원을 공급받을 수 있다. 50~1,000KVA의 전원공급이 가능한 이동 발전차량이 각 지역에 분산 배치되어 있어야 한다. 발전차량의 배치와 수는 '복구자원의 확보 및 동원계획'을 위한 의사결정 지원 시스템에 의해 지원되어야 한다.

산사태나 도로의 유실에 따른 케이블 장애발생시에는 재난지역에 들어가기 어렵게 되는데 따라서 일반적으로 무선 시스템이 사용되어야 한다. 무선장비는 세 회선 정도를 제공하는 한 사람이 이동 가능한 장비로부터 파괴된 무선국 시스템을 대체할 정도의 시스템등 종류가 다양하다. 인공위성은 광범위한 서비스 지역을 포함하여 즉각적인 회선을 제공하고 TV의 중계라인이나 임시적인 전화회선으로 이용 가능하기 때문에 재난시 매우 유용하다.

회선복구시 가장 많은 시간을 요구하는 작업이 케이블 코어를 연결하는 일이다. 동축 케이블이나 광 케이블 등에서 케이블 코어의 연결을 쉽게 하기 위해 비상케이블 수천 세트를 여러 지역에 분산 배치해야 한다. 광섬유 비상 케이블은 가볍고 운반하기 편리해 널리 이용되고 있으며 이는 광범위한 지역에 영향을 끼치는 재난에 대한 서비스 복구를 위해 이용되기도 한다.

비상재해에 의해 통신장애 발생시 신속한 복구를 위해서는 먼저 장애장소 및 장애상황이 정확히 탐지되어야 한다. 장애장소 및 장애상황의 탐지는 경비원 등의 사람이 연락하거나 부인 경보시스템에 의해 탐지될 수 있다. 장애장소와 장애상황이 밝혀지면 상황에 적절한 복구방법이 선택되어야 하고 이에 따라 필요한 인적 및 물적 자원을 동원한다. 복구에는 응급복구와 분복구가 있는데 신속하게 통신 서비스를 복구하기 위해서는 응급복구가 가능하면 빨리 이루어져야 한다. 장애장소와 장애상황별로 응급복구, 분복구는 물론 기술적인 복구방법의 선택 및 복구방법의 수준, 복구가능 작업자 인원 및 소재지, 복구에 필요한 물적자원의 확보수준 및 확보장소 등은 미리 준비되어 있어야 한다. 따라서 장애상황에 따른 목표 복구시간의 요구조건을 만족하는 통신재난 복구자원 확보

및 동원계획 지원시스템을 마련해야 한다. 통신재난 복구자원 확보 및 동원계획 지원시스템은 대략 다음과 같은 최적 의사결정 시스템으로 표현할 수 있다.

- 목적(성능)함수: 장애상황별 총복구비용
- 고려할 조건:
 - 장애상황별 요구 목표 복구시간
 - 경비원 및 탐지시스템의 수 및 위치
 - 통신재난의 종류 및 정도에 따른 확률분포
 - 고려할 통신망의 토폴로지 및 트래픽 규모
 - 확보장소에서 장애장소까지의 이동시간
 - 복구방법, 복구작업자, 복구자원별 비용함수
- 결정할 변수:
 - 복구방법 및 복구방법 수준
 - 복구가능 작업자의 수 및 배치장소
 - 복구자원의 확보수준 및 확보장소

3.7 비상재난 관리시스템 구축

비상재난시 신속하고 일사분란한 인명구조, 재산보호 및 응급복구를 위해서는 비상재난 중요통신 확보와 재난관리 시스템의 운영이 필요하다. 비상재난시 중요통신을 신속히 확보를 위해서는 전국의 무선국, 유선통신 설비의 소재상황, 전화의 할당상황, 통신기기의 비축보유상황, 지리정보 등의 관련정보가 데이터베이스화 되어있어야 한다. 재난 발생후 인명 및 물자 구조요청을 위한 통신확보와 안부전화화를 위한 비상 음성사서함 등의 축적시스템 등은 재난지역 트래픽 분산을 위해서 필요하다. 일본에서는 재난시 통신확보를 위해 방배부선망을 구축하고 있으며 이는 중앙방재부선망, 소방방재부선망, 방재행정부선망으로 구성된다.[8]

재난관리 시스템은 비상재난시 중요통신 확보외에도 인명구조, 재산보호 및 신속한 복구를 위한 통신사업자의 통신망 및 방송망을 통일적으로 운영하기 위해서 구축되어 있어야 한다. 미국은 이와같은 비상재난 관리의 목적으로 연방통신시스템(연방통신 조정센터), 국가안전보장 전기통신자문위원회, 연방통신위원회(국가산업자문위원회)를 두고있다.[5]

연방통신시스템(NCS: National Communications System)은 연방정부기관의 연락조정조직으로 ① 연방정부 전기통신시스템의 긴급사태에 있어서 통일적인

관리, 실행하고 ② 연방정부의 전기통신시스템을 계획, 입안, 시스템 개발 및 구축에 관련된 기관과 종합적인 조정을 담당하며 ③ 긴급사태에 대비한 관민 공동의 전기통신시스템 운용계획을 입안, 지도하고 ④ 연방정부의 전기통신시스템의 통일적인 운용을 확보하기 위해서 각 기관과 전기통신사업자와의 연락 및 조정을 도모한다.

연방통신 조정센터(NCC: National Coordinating Center)는 NCS에서 각 기관과 전기통신사업자와의 조정을 목적으로 설립된 기관으로 워싱턴 D.C. 소재로 요원 30명의 24시간 근무체제로 연방 각 기관과 전기통신사업자간에 즉시 연락조정이 가능케 한다. 국가안전보장 전기통신자문위원회는 대통령자문기관으로

정부와 사업자간의 조정을 목적으로 하는 기관으로 전기통신사업자 대표로 구성되며, 국가의 안전보장에 관계되는 전기통신의 방침과 NCS의 관리 및 운영에 관한 사항에 대해 협의한다. 국가산업자문위원회의 연방통신위원회(FCC)는 정부와 사업자간의 조정을 목적으로 하는 기관으로 업계 대표가 참석 비상재해시 통신에 관해 논의한다.

긴급사태 관리 전담기관으로 연방긴급사태관리청(FEMA: Federal Emergency Management Agency)이 있다. 시스템이 다원화되면 신뢰성은 향상되지만 전체적인 비용이 증가되고 업무가 중복되므로 전담기관으로 FEMA를 통해 긴급사태시 일원적으로 통신시스템을 운용 관리할 수 있다. 긴급사태 정보센터(EICC

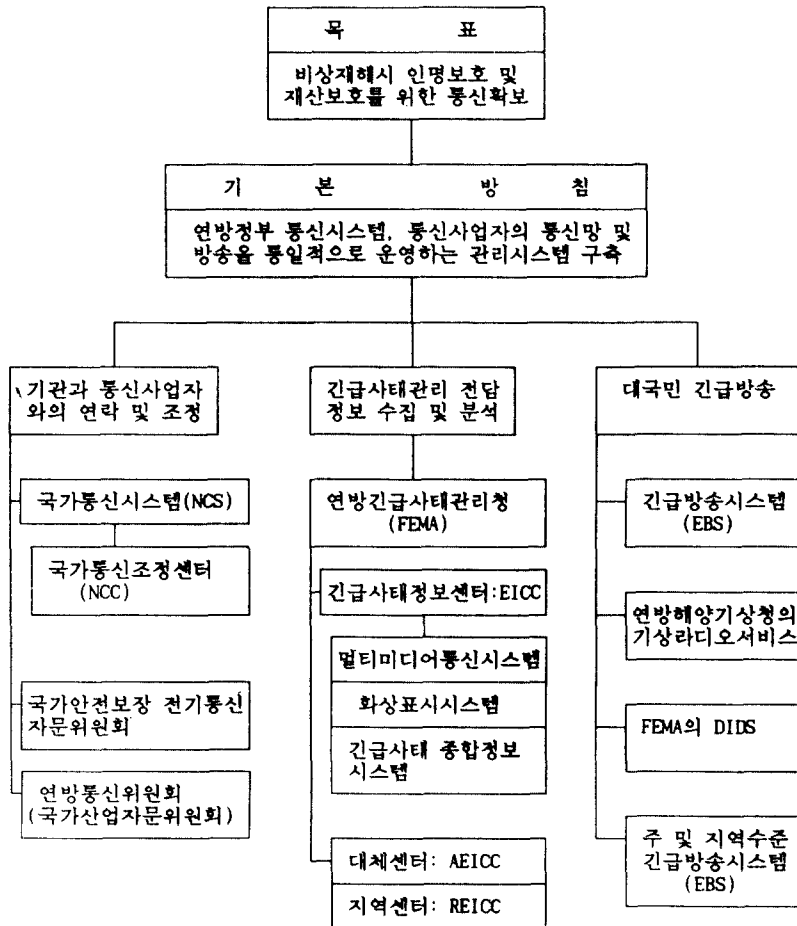


그림 3-1. 미국의 비상재난 관리시스템 현황

:Emergency Information and Coordination Center)는 워싱턴 FEMA 본부내에 설치되어 대체 EICC, 지역 EICC 및 백악관을 연결하는 24시간 근무체제로 긴급 사태에 대비해 정보를 수집, 분석하여 FEMA 의사결정자에 제공한다. 국가경보센터는 FEMA의 경보센터로 국가경보시스템을 운용한다. 국가경보시스템은 통신사업자 회선을 이용한 위성통신시스템으로 2400 개소를 담당하며 지주파 일방향 무선통신망을 통해 대규모 재해시 공공기관에 정보를 전달하기 위한 것이다. 특히 워싱턴지구 경보시스템은 워싱턴 D.C.의 연방정부, 사법부, 경찰서, 소방서에 정보를 제공한다.

국민에게 긴급상태 정보를 알리는 방송 시스템으로 긴급방송시스템(EBS: Emergency Broadcast System), 기상라디오서비스 및 의사결정 정보전달시스템(DIDS: Decision Information Distribution System)이 있다. 긴급방송시스템(EBS)은 국가적 비상사태시 대통령이 국민에게 정보를 신속하게 제공하는 수단이다. 수신기는 방송에 중첩된 2가지 tone의 주신호에 의해 자동적으로 수신상태로 기동되며 수신기 설치는 FCC의 규격에 의해 방송국은 의무이고, 종해나방 지역, 원자력발전소 부근 등의 특정지구 및 특정학교, 공공기관에 보급된다. EBS는 실질적으로 방송국간의 동시 정보전달시스템으로 기능한다. [그림 3-1]은 미국의 비상재난 관리시스템 현황을 정리한 것이다.

IV. 통신망 내재도 및 재난 시나리오 분석기

비상재난에 대한 III장에서 소개한 각종 대책을 총체적으로 반영하는 통신망의 재난에 대한 내재도를 객관적으로 측정할 척도가 필요하다. 이는 서비스 이용자, 서비스 제공자, 상호 접속되는 망제공자, 정부의 입장에서 모두에게 필요하다. 이용자 및 서비스 제공자 입장에서는 재난에 대해 일정수준 이상을 보장 받을 수 있고 이는 추후 통신재난 보험으로 발전할 수 있겠다. 망제공자간에는 접속되어 있는 타 통신사업자 망의 재난이 접속망에 영향을 미칠수 있고, 접속되는 통신 트래픽의 무절로 오는 강제적 손실은 물론 접속망의 가입자에게 나쁜 영향을 주게 된다. 따라서 통신사업자간에 표준화된 척도로서 접속망간의 일정수준 이상의 내재도를 요구할 수 있다. 정부 입장에서는 공공의 정격을 갖고 있는 통신망의 재난대비를 위해서 통신망을 갖고 있는 각 통신사업자에 일정수준의 재난대비에 대한 가이드라인을 제시해야 한다. 주

행정업무는 물론 중요한 민간업무의 연속성을 유지하기 위해서 망별로 재난대비 가이드라인을 내재도에 의해 제시할 수 있어야 한다.

재난에 대한 본 연구에서 의미하는 총체적 내재도는 아니지만 재난시 통신망 생존도에 대한 연구 및 표준화 노력은 미국을 비롯한 통신 선진국에서는 많은 연구가 있고 미국국가표준기구인 ANSI의 T1A1.2는 재난발생시 통신망의 생존도와 관련된 표준을 결정하기 위한 working group이다.[31, 39]

4.1 통신망 내재도

통신망의 내재도는 기존의 통신망 신뢰도, 가용도 및 생존도와 구별되는 척도로 통신망의 재난에 대한 총체적 내재성을 반영하는 척도로 이어야 한다. 관련 용어상의 구별과 특징을 정리하면 다음과 같다.

- 신뢰도(Reliability): 협의의 의미로는 주어진 기간 동안에 고장나지 않을 확률을 의미하며 MTBF (Mean Time Between Failure)의 함수이나 흔히 MTBF로 표현하기도 한다.
- 서비스도(Serviceability): 흔히 MTTR(Mean Time To Repair)로 표현한다.
- 가용도(Availability): 이용자가 원할 때 이용 가능한 확률을 의미하며 MTBF와 MTTR의 함수이다.
- 생존도(Survivability): 망 상에 상태하에서 트래픽의 흐름이 유지되는 비율을 나타낸다.

재난대비 통신망 내재도는 II 장의 재난종류별 통신망 상에 III 장에서 제시한 다양한 대책이 주는 내재성의 정도에 따라 총체적으로 집수화되는 척도 이어야 한다. 이외에 통신망 내재도는 다음과 같은 요구사항을 가질 수 있다.

이용자 입장에서 통신망 내재도가 정의되어야 한다.

물리적으로 같은 통신망이라도 통신망이 처한 내적, 외적 환경에 따라 달라질 수 있다.

통신망에 걸리는 통신 트래픽의 부하 수준을 고려하여 내재도가 결정되어야 한다. 트래픽 수준에 따라 우회경로 등에 대한 이용 가능성이 달라지기 때문이다.

통신망의 규모나 topology에 관계없이 내재도를 평가할 수 있어야 한다.

— 최악의 경우(worst case)을 반영하여야 한다.

통신망 내재도의 평가는 재난에 의한 통신장애별 대비책 수준에 대한 체크리스트를 바탕으로 재난 시나리오 분석기에 의해 계산되어야 한다고 생각한다. 그러나 이에 대한 구체적인 평가 척도 및 과정은 추후연구가 있어야 하겠다.

4.2 재난 시나리오 분석기

재난 시나리오 분석기는 통신망의 종합적인 내재도를 평가하기 위해서 뿐만 아니라 다음과 같은 경우를 위해서 이용될 수 있다.

- 재난에 대한 취약한 부분을 강화시키기 위한 대책수립을 위해서
- 정부의 가이드라인 또는 표준기관에서 요구하는 재난 대처능력(내재도)의 보장을 위한 방법을 마련하기 위해서
- 비용을 고려하여 경제적인 재난대책을 마련을 위해서

재난 시나리오 분석기란 재난 시나리오를 시뮬레이션하고 이로 인한 통신장애의 정도에 따라 통신망 피해를 분석하고 결국 이용자 입장에 어떤 영향을 미치는지 내재도를 측정하는 것이다. 이와 관련된 시뮬레이터로 일본 NTT에서는 TEL-SAPP를 개발하였다.[5] 다음은 재난 시나리오 과정으로 개념적이고 아이디어 수준의 분석기를 소개한다. 이는 실제적인 조사와 연구를 통해서 재구성되고 구체화되어야 할 것이다.

(1)재난 시나리오 발생기

재난 시나리오란 재난의 종류, 재난의 정도, 발생지역, 재난기간 등으로 구성되며 확률에 의해 시나리오를 발생시킨다. 시나리오 발생확률은 과거자료에 근거한 발생빈도에 의해 결정되어야 하나 재해적 재난이나 대규모 재난의 경우는 과거 자료가 충분치 않을 수 있다. 이와 같은 경우 확률값을 적절히 결정하고 재난발생 확률변화에 따른 내재도 수준의 변화를 분석할 수 있는 민감도 분석이 실시되어야 한다. 재난 시나리오 발생 확률은 재난 대비책 중 예방 및 경보 대책의 수준에 의해 조정되어야 한다.

(2)통신장애 시나리오 발생기

통신장애 시나리오는 재난 시나리오로부터 연유된다. II장에서 분석한 바와 같이 재난은 통신장애를 일으킨다. 재난과 통신장애 관계에 의해 나타날 수 있는 통신장애 종류 및 수준에 대한 확률을 결정하고 이에 따라 통신장애 시나리오를 발생시킨다. 재난 시나리오와 같이 과거 자료가 충분치 않은 경우 확률변화에 따른 내재도 수준의 변화를 분석할 수 있는 민감도 분석이 실시되어야 한다. 통신장애 시나리오 발생 확률은 재난 대비책 중 내재시설 강화 수준에 의해 조정되어야 한다.

(3)재난기간 트래픽 시나리오 발생기

재난기간 트래픽은 기존 트래픽 수요에 재난으로 야기되는 특별 트래픽 시나리오를 합한 것이다. 재난 시 발생하는 특별 트래픽에는 안부전화 및 복구를 비롯한 재난관리를 위한 우선전화 트래픽 등이 포함된다. 재난기간 트래픽 시나리오에 의한 트래픽 계산시 통신장애에 의한 트래픽 손실은 고려하지 않는다. 재난기간 트래픽이란 단지 이용자 입장에서 요구되는 통신 트래픽 수요이다.

(4)손실 트래픽 계산기

재난 시나리오로부터 야기되는 통신장애 시나리오와 재난기간 트래픽 시나리오를 바탕으로 단대단 손실 트래픽을 계산한다. 손실 트래픽의 양은 재난회피 기술수준, 대체전송 기술수준 및 통신사업사간 시설의 상호이용 수준에 의해 달리 평가된다. 손실 트래픽 계산과정은 전 재난 시나리오 분석과정 중 가장 핵심적인 부분으로 매우 복잡한 과정을 거치게 될 것이다. 기본적으로 평가 대상이 되는 통신망의 구조 및 용량, 단대단 트래픽 수요, 루팅방법, 통신센터 및 전송로의 이원화/다원화 정도, 무선 및 위성에 의한 대체전송 가능성 및 용량, 다른 사업자의 통신망과의 접속위치 및 접속용량 등이 종합적으로 고려되어야 하기 때문이다.

(5)복구과정 시나리오 발생기

재난 시나리오 및 통신장애 시나리오에 대응되는 복구과정 시나리오를 발생시킨다. 복구과정 시나리오는 발생한 재난 및 통신장애가 복구되는 과정을 나타낸다. 즉 복구시점 및 시간에 따른 복구율로 표현된다. 복구과정 시나리오는 복구자원의 확보 및 복구대책, 비상재난 관리시스템의 존재여부 등에 의해 조정

되어야 한다.

(6) 통신망 내재도 계산기

통신망 내재도 정의에 의해 계산되어야 한다. 그러나 재난 시나리오 분석기의 (1)-(5) 과정을 통해 하나의 일련의 시나리오에 대해 단대단으로 서비스 불가능도(U), 지속시간(D) 및 손실 트래픽 양(W)이 계산될 수 있다. 따라서 시나리오 발생확률을 바탕으로 평균 (U, D, W) 및 worst-case (U, D, W) 등을 계산할 수 있다.

V. 결 론

행정업무, 기업업무 및 개인활동이 더욱 정보 통신에 의존하게 되고, 이를 위해 다양한 통신서비스가 통신망간 또는 통신사업자간 상호접속을 통해 이루어지면서 사회의 통신망 의존도가 날로 증가되고 있다. 따라서 자연재해는 물론 화재, 폭동, 파업 등으로 통신망에 큰 장애가 발생하게 되면 이로 인한 경제적 손실은 막대하다. 재난대비 통신망의 신뢰성 확보대책을 위해서 먼저 미국, 일본 및 국내의 통신재난 사례를 통해 재난을 분류하고 재난과 통신장애의 관계를 살펴보았으며 이를 바탕으로 재난대비 원칙을 제시하고 이에 따른 재난대비책을 분류하였다. 재난대비 원칙으로는 재난발생의 최소화, 장애발생의 최소화, 복구기간의 최소화 및 일정수준 이상의 통신망 내재도 유지를 제시하였고 통신재난 대책으로는 재난 예측 및 예방, 내재시설 강화, 재난회피 통신망기술, 무선/위성에 의한 대체전송, 사업자간 시설의 상호 이용, 복구자원의 확보 및 동원계획, 비상재난 관리시스템, 표준화된 종합적 통신망 내재도 마련으로 나누어 비교적 상세히 검토하였다. 내재도란 종합적인 재난 대비정도를 평가할 수 있는 척도로 이의 구체적인 정의는 추후연구가 요구되며 이를 위해서 재난 시나리오 분석기의 개발이 필요하다. 재난 시나리오 분석기란 재난 시나리오를 시뮬레이트하고 이로 인한 통신장애의 정도에 따라 통신망 피해를 분석하고 결국 이용자 입장에 어떤 영향을 미치는지 내재도를 측정하는 것이다.

참 고 문 헌

1. 체신부고시 1992-162호, 1992. 12. 31.

2. 통신망 종합관리지침, 체신부고시 제1994-35호(1994. 5. 26), 정보통신부고시 제1995-45호 개정 (1995. 3. 23), 정보통신부고시 제1995-118호 개정 (1995. 9. 20)

3. 광케이블 장애 대책 연구, 한국통신 전로기술연구소, 1993. 12.

4. 대지진대응의 통신네트워크체제에 관한 검토회, 한국전자통신연구소 초고속통신연구본부, 1995. 5.

5. 미국의 방재통신 현황, 특별조사보고서, 한국전자통신연구소, 1986. 11.

6. 미국, 일본의 통신구 화재 등 대형고장에방 및 복구대책 수립실태, 공무국외여행 귀국보고서, 한국통신, 1994. 8.

7. 비상 재난시 위성망 활용 방안 연구, 중간연구보고서, 한국전자통신연구소, 1995. 8.

8. 재해대책 제도정비에 관한 연구, 중간연구보고서, 한국전자통신연구소, 1995. 8.

9. 전기통신 시스템의 안전 신뢰성에 관한 연구회, 보고서, 우정성 전기 통신국, 1993. 4.

10. 정보 네트워크의 안전 신뢰성에 관한 연구회, 보고서, 우정성 전기 통신국, 1994. 6.

11. 정보통신네트워크 구축기술지침서, 한국정보통신진흥협회, 1994. 4.

12. 정보통신연감, 전자신문사, 1995.

13. 통신망 신뢰성 기술연구, 중간연구보고서, 한국전자통신연구소, 1995. 8.

14. 통신망 정보공개, 한국통신, 1995. 3.

15. 통신망 정보공개, 데이콤, 1995. 3.

16. 통신망 정보공개, 한국이동통신주식회사, 1995. 5.

17. "잇단 통신구 화재 '통신 선진국' 벽칠", 컴퓨터와 커뮤니케이션, 1994. 12.

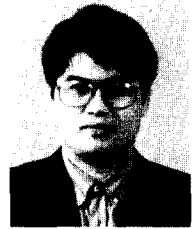
18. 강성준, "전기통신사업의 공정경쟁을 위한 국내의 ONSP 현황과 통신망 상호접속 모델", 한국통신학회논문지, 제 20 권 5호, pp 1173-1182, 1995.

19. 유건일, 정석진, "동기식 링형 자동복구망 분석", 전기통신연구 제7권 제1호, 한국통신, 1993. 4.

20. 최영환, "데이터망 중심의 망간접속방식과 현황", TTA 저널, 제 38호, pp 81-89, 1995.

21. Adachi, Y. & Obara, H., "Disaster Prevention Measures of NTT for Telecommunications Network Systems", in the special issue 'Surviving Disaster', IEEE Communications Magazine, Vol. 28, No. 6, 1990. 6.

22. Ash, G.R. & Huang, B.D., "An Analytic Model for Adaptive Routing Networks", IEEE Transactions on Communications, Vol. 41, No. 11, 1993. 11.
23. Bates, R.J., Wireless Networked Communications, McGraw-Hill, 1994.
24. Chen, Z. & Berger, T., "Reliability and Availability Analysis of Manhattan Street Networks", IEEE Transactions on Communications, Vol. 42, No. 2/3/4, 1994.
25. Farley, M., "Disaster Recovery Planning for Local Area Networks", in the Handbook of Networking & Connectivity, edited by Gary R. McClain, AP Professional, 1994.
26. Girard, A., Routing and Dimensioning in Circuit-Switched Networks, Addison-Wesley, 1990.
27. Hac, A., "Improving Reliability Through Architecture Partitioning in Telecommunication Networks", IEEE JSAC Vol. 12, No. 1, 1994.
28. Hurley, B.R., Seidl, C.J.R. & Sewell, W.F., "A Survey of Dynamic Routing Methods for Circuit-Switched Traffic", IEEE Communications Magazine, Vol. 25, No. 9, 1987. 9.
29. Kartalopoulos, S.V., "Disaster Avoidance in the Manhattan Fiber Distributed Data Interface Network", IEEE Globecom, pp. 680-685, 1993.
30. Lambert, J.M. et. al., "Reliability Engineering for Future Telecommunication Networks and Services", IEEE Globecom, pp 686-691, 1993.
31. Liew, S.C. & Lu, K.W. "A Framework for Characterizing Disaster-Based Network Survivability", IEEE JSAC Vol. 12, No. 1, 1994.
32. Rao, S. (editor), Interoperability in Broadband Networks, IOS Press, Amsterdam, 1994.
33. Rao, S. (editor), Interworking in Broadband Networks, IOS Press, Amsterdam, 1993.
34. Steenstrup, M. E. (editor), Routing in Communications Networks, Prentice Hall, 1995.
35. Wasem, O.J., Wu, T.-H., & Cardwell, R.H., "Survivable SONET Networks-Design Methodology", IEEE JSAC Vol. 12, No. 1, 1994.
36. Wrobel, L.A., Disaster Recovery Planning for Telecommunications, Artech House, Boston, 1990.
37. Wrobel, L.A., Writing Disaster Recovery Plans for Telecommunications Networks and LANs, Artech House, Boston, 1993.
38. Wu, T.-H., Fiber Network Service Survivability, Artech House, Boston, 1992.
39. Zolfaghari, A. & Kaudel, F.J. "Framework for Network Survivability Performance", IEEE JSAC Vol. 12, No. 1, 1994.
40. Surviving Disaster, special issue, IEEE Communications Magazine, 1990. 6.



박 구 현

- 1957년 3월 19일생
- 1976년 3월~1980년 2월 : 서울대학교 산업공학과(학사)
- 1980년 3월~1982년 2월 : 한국과학기술원 경영학과(석사)
- 1982년 3월~1985년 8월 : 동아대학교 산업공학과 전임강사
- 1985년 8월~1989년 5월 : University of Wisconsin-Madison (OR 박사)
- 1989년 5월~1990년 1월 : University of Wisconsin-Madison (Post-Doc.)
- 1990년 2월~1991년 3월 : 한국전자통신연구소 선임연구원
- 1991년 3월~현재 : 홍익대학교 산업공학과 조교수
- 관심분야 : OR, 네트워크 분석 및 설계, 트래픽 제어 및 예측

이 준 원

- 1953년 8월 15일생
- 1976년 2월 : 서울대학교 전자공학과 졸업
- 1977년~1979년 : 삼성전기 근무
- 1980년~현재 : 한국전자통신연구소 근무, 초고속망 연구실장
- 관심분야 : 초고속정보통신망 기술, 통신서비스 기술