

災害時 應急對策에 있어서 通信의 필요성 中樞시스템과 그 脆弱性—未來의 技術

Richard K. Eisner *

序文

大災害時 효과적인 대응을 얻을 수 있을까 그렇지 않을까는, 지휘 관리계통을 지지하는 음성통신·데이터통신 시스템을 유지하는 능력에 거의 전면적으로 의존한다. 우선 재해의 범위와 규모에 관련된 데이터를 수집하며, 流布해야 한다. 被災者가 무엇을 필요로 하는가를 확인하며, 그 필요에 우선도를 부여해야 한다. 어느곳에 무엇이 있는가를 명확히 하여 在庫리스트를 작성하여야 한다. 응답지휘 관리시스템에는 재해대책계획을 현실의 재해에 있어서 구체적인 사태에 맞는 형태로 실시할 수 있도록 응용·해석할 수 있는 능력을 갖고 있어야 한다.

조직내의 공용통신 네트워크와 함께 일반시민에게 정보를 전달하는 통신시스템의 정비도 불가피하게 된다. 이러한 시스템을 이용하여 피해자에 대하여, 재해의 성질, 정부의 대응, 정부측의 대응에 따라 피해자가 해야 할 행동등을 끊임없이 전달하기 위해서이다. 이러한 활동의 모든것은 재해에 이겨낼 수 있는 통신시설의 생존능력을 필요로 한다. 긴급불가피한 데이터통신·음성통신을 運用할 수 있는 용량, 적용범위, 능력을 구비한 시스템이 필요하게 되는 것이다.

이곳에서 구하려는 능력을 만족시키기 위해서는 서로가 다른 2종류의 필요에 대처하기 위해서는

다른 두가지의 시스템을 개발할 필요가 있다. 한가지의 시스템은 정책결정자와 그 휘하의 정부측 담당자에게 확실히, 대응량의 다중채널 政府內 통신능력을 제공할 수 있는 것이어야 한다. 또 하나의 시스템은 정부의 정책결정자와 일반시민과의 사이의 통신용으로, 低코스트이며, 단일채널, AM 공용의 시스템으로 하여야 한다.

지진, 홍수, 혹은 Bhopal型의 화학공장 재해와 같은 유해물질사고등, 파멸적인 참사의 경우에는, 통신시스템의 諸裝置가 물리적으로 생존하여야 할 것이며, 또한 생존한 능력을 살리기 위해서 기본수준이 정비되어 있어야 하는 점은 사망, 부상, 손해 등을 적게 막는데에 불가피하다. 이를 위해서는 hardware와 그 사용수준으로 구성되는 통신네트워크의 계획과 구축에 있어서는 하드웨어의 이용한계, 또한 그와함께 시스템 이용자가 무엇을 필요로 하며, 어떠한 행동을 할것인가를 충분히 인식하여, 처리해야 할 필요가 있다.

현재 사용중에 있는 통신 시스템은 일상적인 긴급시 서비스에로의 요구를 만족하는점에서는 효과적이기는 하지만, 유감스럽게도 도시의 대재해시에 필요한 사항을 계속하여 만족시키기는 기능을 구비하고 있다고는 할 수 없다. 재해에 의해 파괴될 가능성이 있다거나, 재해시에 기대되는 데이터의 量을 수용할 능력이 없게되는 등이 있다.

소속 : California Governor's office of Emergency Service

시스템으로서의 기능구축

UHF·VHF무선, 地上回線, 마이크로波 연결등의 조합을 이용한 긴급응답통신 시스템은 일반적으로 단독사고나, 비교적 소수의 소규모의 사고에 대해서는 유효하게 기능한다. 재해의 정도가 넓어져서 대규모적인 대응과 대량의 메시지를 취급하게 되면 시스템의 기능이 정지되어 버린다. 이용할 수 있는 주파수에는 한도가 있다. 각종 응답자가 사용하는 주파수가 같지 않다거나, 中繼器에의 존재, UHF·VHF 주파수와 지형등과의 관계로 전파가 전달되지 않는 경우와, 시스템의 단말에 가까워서 지상회전 시스템과 전화네트워크가 피해를 받는다든지, 불통이 되거나, 부장품 상태로 전락해 버리고 만다. 이러한 점이 원인으로 데이터전달을 가장 필요로 하는 때에 자주 통신기능이 마비되어 버린다.

캘리포니아의 통신시스템은 階級序列型으로 밑에서 위로 정보가 전해지는 설계로 되어있다. 이 시스템은 市郡面 수준에서부터 시작하여 우선은 최초는 지역에 다음은 州수준으로 그리고 최종적으로는 연방수준에 도달한다. 市郡面이라는 최하위 레벨의 조직에 헌법이 권한과 책임을 부여하는 구조로 되어있기 때문에, 자치체내에 제1차의 통신응답자와 지휘자를 두어야 할 필요성이 나오게 되며, 동시에 대응해야 할 내용이 나타남에 따라 자치체에서 州로, 州에서 聯邦에로 같이 정보를 수직으로 전달할 수 있는 필요성이 대두된다.

이 階級序列型시스템은 아직 관할구역이라는 개념에 입각하고 있으며, 지휘계통의 각 수준이 데이터를 받아 책임을 지는 區域은 하위 계층의 7기관 이상으로 미치는 경우는 없다. 이러한 개념은 그림2에 나타나 있다.

실제의 응용에서는 市郡面이 郡에 보고를 하며, 郡은 데이터를 수집하여 다음의 상급기관인 州에 대하여 집약한 보고를 하는 역할을 수행한다. 또한 郡은 재해대책에 책임을 갖는 지역으로서의 기능을 수행하기 때문에, 相互援助시스템(市郡面이 인접한 市郡面을 원조한다)를 통하여 재해지역내의 市郡面

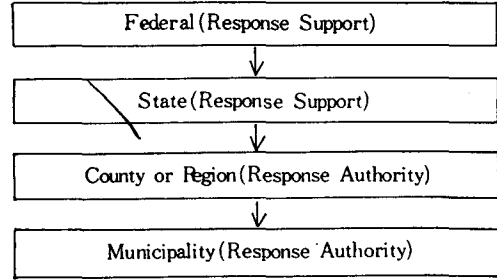


그림1. 정부기관내의 정보전달

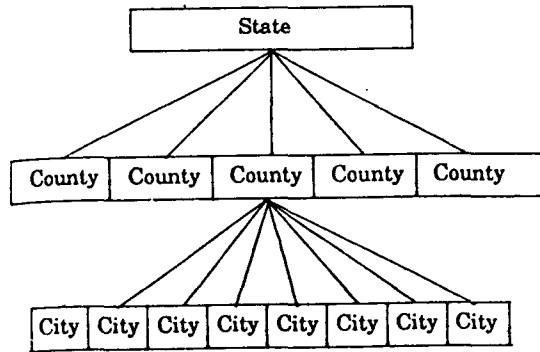


그림2. 관할구역의 개념

사이의 인적 물적자원의 재분배도 수행하게된다. 이러한 구조는 市郡面레벨에 권한과 책임을 부여함에 의해서 意志결정이 계층의 최하위 레벨에서 수행할 수 있도록 하는 하나의 방법으로, 정책과 자원배분 문제에 대해서는 수직방향의 통신을 활용하게 된다.

自治體레벨의 행정은 가장 중요한 제1차의 대응기관으로 응급대응 期間중에서 최대의 책임을 부여한다. 피해의 파악, 화재의 진압, 안전유지, 긴급의료조치, 搜索·구조등이 지방정부레벨에 위임된다. 대규모 재해에 대해서는 지방정부가 재해의 성질과 정도를 관장하여, 필요하다면 인근의 市郡面에 원조를 구한다. 州레벨, 연방레벨에 원조를 요청할 것인가는 그후에 판단하게 된다.

관할관내의 통신능력은 VHF무선을 中繼器와 陸上回線으로 指針시설에 연결된 통신조합에 의존하고 있다. 中繼器는 電源을 商用전력네트워크에서 구하기 있기 때문에 긴급발전기나 비상용 발전기에 의한 back-up 電源이 부족한 경우가 적지않다. 대재해시에 이러한 시설에로의 송전이 끊어진다면 被害

定도 緊拔派遺機能도 함께 마비되어 버릴 것이

이러한 지역통신 시스템을 경찰, 소방, 공공사업의 要員이 일상적으로 활용하고 있다면, 재해의 긴급대책요원이 시스템의 능력과 수순, 사용법등에 있어서 익숙하게 사용할 수 있게 된다. 이러한 지역 네트워크는 대규모 재해시에 개별의 해현장으로부터 지역의 긴급대책센터에 정보를 달하는 제1차 資料源이 될 것이다. 또한 이와같은 트워크는, 지역의 응급대책의 책임자가 재해현장에서 지휘와 정리를 하고 있는 사람들과 연락을 기 위하여 불가피한 통신의 수단을 제공한다. 이러한 기술적 능력도 지방정부가 이용할 수 있는 파수의 수에 한계가 있는 점, 주파수의 용량의 계, 또한 긴급시 사용의 주파수에 합치시킬 수는 scanner등의 기타 청취장치가 어느곳에도 비되어 있기 때문에, 機密유지가 어렵게됨에 따라 限定을 받는다.

地方自治體레벨과 州레벨, 聯邦레벨 기관과의 이에서의 통신은 복수의 채널을 통하여 진행된 첫번째가 캘리포니아 긴급서비스 무선시스템(ESRS)이며, 이는 山頂에 설치한 VHF, UHF 機器에 의해 州전체의 마이크로파 발신기와 연결 네트워크이다. 中繼器/마이크로파 시설은 耐震 靛로 되어 있으며, 停電의 영향을 받지않는 비상 전원으로 부터 전력이 공급된다. 지방정부는 시스템을 이용하여 직접 州당국과 통신할 수 있다. 또한 州당국도 CESRS를 이용하여 직접 지방 府와 통신이 가능하며, 또한 州의 各地에 퍼져있 州의 요원과도 통신이 가능하다. 유감스럽게도 3할 수 있는 주파수에는 한도가 있으며, 시스템 副葬화를 방지하기 위해서는 사용상의 규율 (radio discipline)를 지켜야 한다. 그림3은 州전체에 設해있는CESRS의 中繼器와 마이크로파 네트워크를 나타내고 있다.

이외에 非재해시 데이터전달용의 시스템도 이용 수 있다. 州전체의 규모의 司法텔렉스·네트워크, 가장 일반적인 컴퓨터 네트워크와 텔레팩스 기 있다. 유감스럽게도 이러한 시스템은 지진타 害 재해시에는 특히 고장나기 쉬운 기계이다.

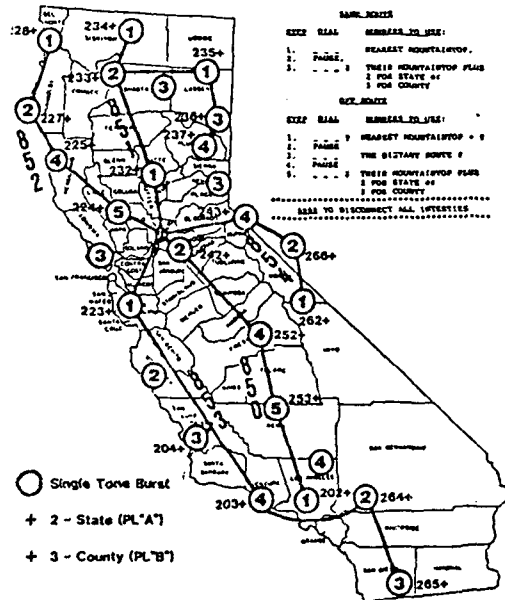


그림3. 캘리포니아 긴급서비스 무선시스템

전화교환기, 陸上中繼器, 마이크로파 중계기등이 파손되거나 과부하가 걸리기 때문이다.

아마추어무선의 이용

아마추어무선도 자치체, 주정부에 있어서는 중요한 통신능력을 제공한다. Citizen band(CB)이용자나 나아가서는 프로에 가까운 아마추어 무선애호가(햄)가 보유하고 있는 통신능력은 지방정부가 독자적으로 가지고 있는 통신능력을 지탱해 주는 경우도 많다. 미국 중서부에서는 시티즌 밴드이용자를 조직화하여 훌륭한 발견과 그 추적에 협력하고 있다. 또한 이 조직은 정부와 일반시민사이의 통신을 도와주는 체제로 되어있다. 캘리포니아주 산타클로스산중에서 독립되어 있는 촌락은 최근에 CB무선통신 조직망에 들어가서 자주 불통되는 전화회선을 보조하는 체제를 가지고 있다. REACT라고 하는 이름의 단체가 CB주파수를 모니터하여, CB조작자에 일정한도의 훈련과 네트워크 협력을 제공하고 있다.

이상의 것보다도 한층더 본격적이며 전문색채가 강한 아마추어 무선가를 조직한 비슷한 긴급지원단

제도 있다. 민간아마추어 무선긴급서비스(RACES)와 긴급시 아마추어무선서비스(ARES)등이 그것이며, 긴급시, 대재해시에 자치체와 주정부에 통신서포트를 제공한다. 그곳에서 사용되는 장치의 종류에는, UHF·VHF용트랜시버, 개인이 소유·保守하는 中繼器, 단파용 트랜시버등이 있다. 이러한 장치에 의해 이 그룹들은 지역뿐 아니라 세계전체와 통신할 수 있도록 되어있다. 1985년의 멕시코지진은 아마추어무선의 위력을 강력히 보여 주었다. 국제전화회선망이 지진으로 파괴되었을 때, 이러한 그룹이 멕시코시티와 세계각지와를 연결한 통신망으로서 신뢰할 수 있는 통신망이 되었던 것이다. 캘리포니아주 Morgan Hill에서 최근 일어난 지진에서는 정부의 무선시스템과 전화가 불통이 되었기 때문에 지방자치체와 郡당국은 RACE의 아마추어 무선망을 사용하여 통신을 하였다.

새로운 技術

아마추어의 기술력 향상

최근에 들어 아마추어무선에 Packet 무선시스템과 아마추어 텔레비전이라는 새로운 능력이 더해졌다. Packet무선은 기존의 무선기술과 컴퓨터를 조합함으로써 인쇄된 메시지를 전달하는 기능이다. 이 시스템은 그림4에 나타난 것처럼 전원, 무선트랜시버, 단말node제어장치(TNC) 혹은 modem과 유사한 장치, 프린터, 안테나등으로 구성되어 있다. packet장치는 소형으로 손쉽게 운반가능하다. 또한 中繼器시스템을 경유한다면 지역적인 커버도 가능하다. 기술원조불란티어協會(VITA)의 이야기로는 packet통신장치의 완전한 一式을 구비하는데는 3,000달러에서 5,000달러가 든다고 한다.

packet시스템은 정보를 소규모의 burst 혹은 packet 형으로 하여 트랜시버에서 트랜시버로, 디지털데이터를 송신한다. 때문에 통신시간을 대단히 효율적으로 활용할 수 있다. 그럼에도 불구하고 packet무선기술의 이용에는 커다란 제약을 가지고 있다. 그것은 데이터를 손으로 컴퓨터에 입력하지

않으면 않되며, 또한 출력도 프린트에 의하기 때문에 음성에 의한 생생한 통신이 제외된다는 점이다. 또한 손으로 쓰는것에 의한 정보의 교환도 번잡하게 된다. 低軌道인공위성을 이용한다면, 더욱 광범위한 지역과 세계전체와의 packet통신도 가능하게 된다. 현재 VITA와 영국의 Surrey대학에 의해 PACSAT라 불리는 위성개발이 진행되고 있다.

아메리카의 전통적인 아마추어 무선家사이에서는 아마추어용의 포터블·텔레비전의 응용은 한정된 범위밖에 실행하고 있지않다. 이 시스템에는 카메라, 등에 질수있는 발신기, 특수레시버가 필요하다. 범위에는 한계가 있지만 이 시스템을 이용하면, 시민불란티어가 직접 재해의 현장으로부터 지역과 州의 응급대책본부에 피해상황을 영상으로서 전달할 수 있다.

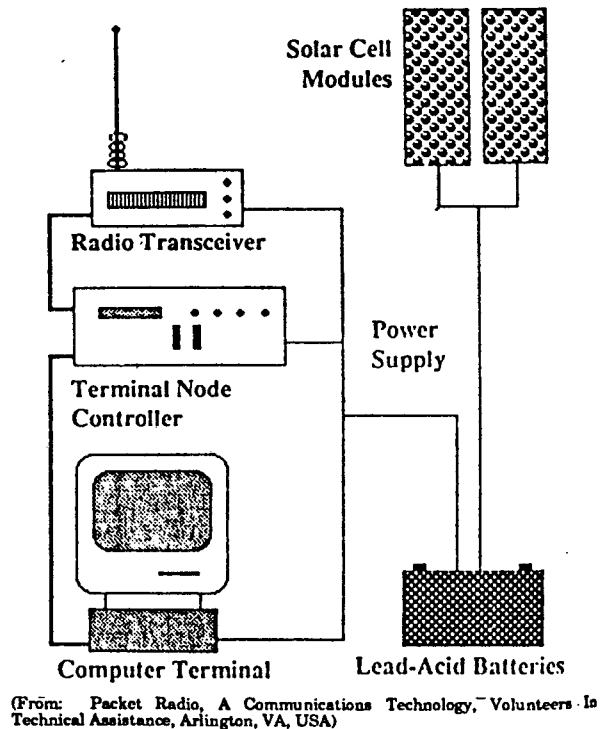


그림4. Packet 무선의 구조

Celluar System

최근 cell전화기술이 긴급서비스에도 도입되어,

래의 VHF 통신을 극복하는 이점을 갖게 되게
었다. 立地의 유연성, 통신의 비밀유지의 증대,
重주파수, 컴퓨터·데이터와 팩시밀리 인터페이
의 채용, 도시와 지역의 네트워크의 범위의 확대
이다. 그러나 cellular system은 다수의 cell트렌시
, 商用電源, 地上局에 있어서 컴퓨터 교환기, 回線
스텝과의 접속에 의존하고 있기 때문에 대지진과
은 災害시에는 종래형의 지상전화회선 시스템과
찬가지로 被災와 副裝에 대한 취약성을 면치
한다. 이들의 시스템이 市郡面이나 州당국의
상적인 업무를 수행하는데에는 불가결한 점은
미 설명하였지만, 이러한 취약성을 내포하고
기 때문에 긴급재해시 통신시스템으로 포함시키
것은 부적당 할지도 모른다.

衛星시스템

위성통신을 재해시에 응급대응으로 활용하면,
른곳에서는 얻을 수 없는 유연성과 無被害로
존할 가능성이 주어지게 된다. 최근의 멕시코지
(1985년), Armenia지진(1988년), Hurricane
Iberty (1988)등의 大재해에서, 위성통신이 정부응
대책과 재해구조조직에 가져다준 유효성은 이미
명되었다. 自己完結型으로 소형여행가방 크기의
대하기 간편한 地上정거장은 지리적으로 고립된
역, 국내 각지역, 혹은 대륙간의 음성통신과 데이
연결을 가능하게 한다.

통신위성 시스템의 장점으로서 그 유연성과
해당하기 쉬운 기존의 지상통신시설에 의존하지
는 점을 들수있다. 또 한가지 『들고 다닐 수 있
』의 장점이 있다. 여행용가방 크기의 端末은 문자
개로 필요한 장소에 옮겨 장치할 수 있다. 위성통
의 이용은 지상용 포터블端末의 초기경비의 높음
『통신시간』의 운전비용이 많이 드는점에서 설치
한정되어 있다. 이들의 경비는 지금까지 너무도
용에 차이가 많았기 때문에 지방과 州당국의
상적인 긴급통신의무에의 응용은 아직까지는
전되고 있지 못한 실정이다.

結論

구체적으로 채용된 기술의 차이는 그만하고,
재해의 발생전, 발생후에 구비되어야 하는 통신시
스템은 이하와 같은 특성을 갖도록 설계할 필요가
있다고 생각한다.

□ 災害계획에서는 채용도니 통신시스템의 특성
이 정부 민간 양쪽의 응급계획과 실시수순에 의한
개념, 매개변수, 필요사항에 대응하도록 보증되어
있어야 한다. 반대로 계획은 통신능력의 한계를
인식할 필요가 있다.

□ 통신시스템은 하드웨어및/또는 그 실시수순에
있어서 가장 취약한 부분으로 실패하기쉬운 부분이
다. 때문에 선정된 시스템은 장래의 피해에 견딜수
있는 것으로 하여야 한다. 통신시스템과 그 관련구
조는 대지의 선정과 설계상에 있어서 특별한 배려
를 필요로 한다. 실시수순의 설정과 훈련에 있어서
는 한계가 있는 통신능력을 적당히 활용해야 한
다. 더욱이 가능한 경우에는 system redundancy
와 fail-safe를 위한 back up능력을 배치하여야 한
다.

□ 선정할 시스템은 정부기관의 구조와 사용자의
요구에 맞는 것이어야 한다. 예를들어 지역에 있어
서 응급대응에는 일정한도의 VHF 혹은 UHF로
할 수 있으나, 중앙정부에 의한 대응의 조절에는
많은 주파수와 장거리에 적합한 능력을 지닌 통신
시스템이 필요할 것이다.

□ 예상외의 필요에 만족시켜주기 위해서는 多重
同時사용자 능력을 포함하여, 능력에 餘力を 부여
하는 점이 현명한 계획책정일 것이다.

□ 시스템의 각부분은 常用電源에 의존하지 말고
개별적으로 전력을 공급할 수 있도록 하여야 한
다.

□ 시스템의 중앙시설은 종래형의 地上回線전화
와 마이크로波 시스템에서 독립되어야 한다.

□ 시스템에는 미묘한 문제의 통신에 기밀성을
부여할 수 있도록 장치를 해둘 필요가 있다. 암호화
된 무선의 사용으로 정책담당자는 유용하게 선택할
수 있는 토의를 외부로부터 보안을 유지하면서
자유로이 검토할 수 있을 것이다.

□ 시스템에는 정부기관이외의 통신시스템을

포함시켜, 민간아마추어 무선그룹이나 報 道 機 關 이
가지고 있는 커다란 힘을 활용해야 한다.

지금까지 언급해 온 통신기술의 현황에서 볼
때 기존의 오래된 기술은 『재해가 있어도 파괴되지
않는다』라는 통신능력의 필요성을 만족시키기에는
불가능하다는 점은 명확하다. 위성을 이용한 새로
운 능력의 활용으로서, 機 器 가 파손되거나 시스템

이 망가진 경우에 현재의 시스템이 지니고 있는
취약성에 대처할 수 있을 것이다. 이러한 새로운
기술의 비용이 적게들도록 하는 응용을 진행시킨다
면, 안정성이 높아질 뿐 아니라 더욱 사용하기 쉽게
될 것이다. (譯 : 金承濟)

本稿는 1989. 7. 23 日 本 京 都 府 國 際 都 市 防 災 會
議에서 發 表 되 었 음.