

非常災害対策用広域多点情報収集システム に関する研究

A Study on a Wide Range Multipoint Data Collection System for
Countermeasures Against Unextraordinary Natural Hazards

安田 靖彦*
Yasuhiko YASUDA

1. はじめに

最近の地震学の理論にまつまでもなく、過去のデータからの推測によって、首都圏等の我国の超過大都市地帯に関東大震災級の大地震が発生することは時間の問題とみられている。現在の都市構造は往時とは比較にならないくらい複雑化、巨大化しており、人口密度や自動車、危険物の密度もはるかに高くなっている。したがって一旦大地震に襲われたら、それがもたらす被害の程度は関東大震災の比ではないと考えられる。我国の場合、大地震で問題になるのは地震による被害そのものよりむしろ火災等の二次災害である。二次災害の時定数はかなり大きいので、適切な避難誘導対策がとられるならば、少くとも人命の損害は相当に軽減できる可能性がある。このためには情報連絡体制の整備充実が必要であり、国や自治体あるいは警察や電々公社等で各種の構想が検討されている。しかしこれらの構想はいずれも相互連絡のための音声通信を対象にしたものであって、広い地域に同時に発生する災害状況を組織的に収集して災害対策本部でこれを処理し、迅速に避難対策を立てるためのシステムはまだ考えられていない。

非常災害対策には各種の通信システムが必要であって、本研究は上述のように従来の構想で欠落している災害情報収集システムをとりあげ、特に通信方式に重点をおいて検討を進めつつあるものである

2. システム構成の条件

2.1 災害情報検出点数

非常災害対策用広域多点情報システムの構成としては、第1図に示すように中央の災害対策本部を受信局として対象地域を網状に分割し、各網目ごとにその区域内の情報を対策本部へ送信する形態が考えられる。このとき必要な送信点の数は対象地域の面積と各網目区域の面積との関係として第1表に示すようになる。

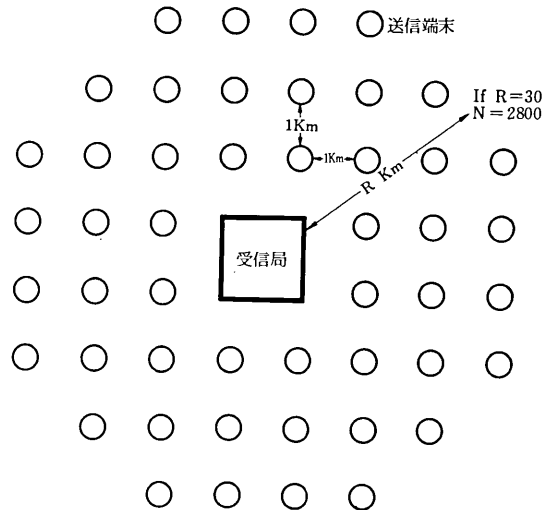


図1 災害対策本部と送信点の関係

第1表 災害情報検出点数

| 半径km | 面積km ² | 検出点数1個/km ² | 検出点数2個/km ² |
|------|-------------------|------------------------|------------------------|
| 15 | 700 | 700 | 1400 |
| 30 | 2800 | 2800 | 5600 |
| 50 | 7900 | 7900 | 15800 |

このように我々が対象とするシステムは送信点の数が非常に大きく、受信点の数が少ないという放送とは逆の形態をとるところに最大の特徴がある。

2.2 災害情報検出方法

検出方法としては、一応次のような各種の方法が考えられる。

- 無人検出方法
 - (i) 各種物理化学計測器の組合せ
 - (ii) ITVによる映像
- 有人検出方法
 - (iii) 観測者の音声連絡
 - (iv) 状況を予め定めた分類表に従っ

* 東京大学生産技術研究所 第3部

て観測者が判断し、これを符号化して伝送

しかし現実問題として(i)の方法は現存する測定器では複雑な災害状況をピックアップするのに十分なものがない。(ii)の方法は災害時ITVの指向方向が狂うおそれがあると同時に、必要な周波数帯域が広すぎる。また、(iii)の方法では状況判断は人間が行うのでよいが、やはり帯域の点で問題があるし、受信局側に相当数の受話者を配しておく必要があり、また情報を受けとった後の処理が大変である。結局、現状では(iv)の方法が最も現実的であると考えられる。この方法では予め考えられる災害項目を十分吟味して数十項目程度に分類し、各項目毎に状況の程度を5段階法で表わす。

例えば、

- 火災発生状況 1, 2, 3, 4, 5
- 交通障害状況 "
- 避難路の状況 "
- 人心の動揺 "
- ⋮

といった分類を行う。受持区域1km²又は0.5km²の状況は警官あるいは消防署員等を訓練して責任者を定め、プッシュボタンの操作によって送信させる。項目数20、各5段階とすれば、1回の送信情報量は約60ビットで十分である。特に風速風向のように数値的データの場合は5段階法によらず、直接数値化することも可能である。また送信の頻度は災害の時定数が存外に大きいので、10分間に1回程度で十分と思われる。

2.3 通信方式選定の前提条件

通信方式選定にあたって、前述した本システムの特殊性を考慮に入れてその前提条件をまとめると次のようになる。

- (i) VHF帯以下の無線通信とすべきである。
- (ii) 最大同時接続端末数以上の端末を収容できる通信方式であること。
- (iii) 各送信端末から一度に送信される情報量は小さく、送信は間欠的になることを考慮すること。
- (iv) 送信端末は多数あるから、簡単で経済的なものにする。
- (v) 受信局では多数の信号を同時処理する必要があるため、計算機処理に適した信号構成にすること。

3. 情報収集用非同期多重通信方式

3.1 非同期多重通信の特徴

非常災害対策用広域多点情報システムとしては、先に述べた条件によって共通の無線空間を多数の送信端

末で共用する通信方式、すなわち何等かの多重通信方式を採用する必要がある。多重通信方式には、チャンネル固定割当FDMおよびTDM、チャンネル要求割当FDMおよびTDM、ポーリング方式ならびに非同期多重通信方式がある。このうち初めの三つの方式は回線利用率がよくなかったり送信端末装置が複雑高価になる。一方非同期多重通信方式は回線利用率の点ではチャンネル要求割当FDM又はTDM方式に多少劣るが、送信端末装置がきわめて簡単であり回線構成上融通性が高い。結局非同期多重通信方式が前項で述べた条件に最も適合した多重通信方式であるといえる。

3.2 情報収集用非同期多重通信方式

非同期多重通信方式も具体的構成はいろいろ考えられるが、本システムでは前述の条件を考慮して次に述べるような非同期標準化検出を特徴とする一つの新しい方式を案出して検討することにした⁽¹⁾⁽²⁾

(i) 送信信号の構成

各送信端末から送信される信号は第2図に示すよう

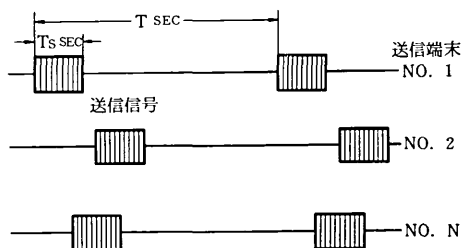


図2 各送信端末の送信信号

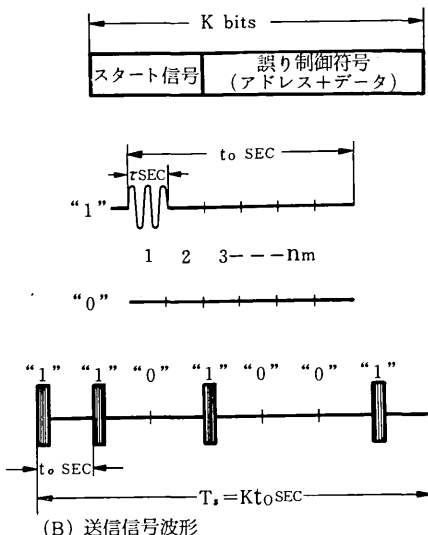


図3 送信信号の構造

に互に独立なバースト状の信号であって、各バースト信号の具体的構造は第3図に示す通りである。すなわち、まず各送信端末個有のアドレス符号と情報ビットからなるメッセージを適当な誤り制御符号で保護した後、先頭にメッセージの始まりを指示するスタート符号をつけてKディジットからなる一つの packets を構成する。パケットの各ディジットはその“1”または“0”に応じてディジット周期 $t_0 = T_s/K \text{ sec}$ の $1/n_m$ 時間の間、一定の周波数の搬送波をオンオフ変調またはFSK変調する。

(ii) 非同期標準化受信

第4図に例示するように、送信端末A, B, Cから送信された互に独立なバースト状信号は受信機入力点では重なりあってDのような波形となっている。これを包絡線検波するとEのような基底帯域信号が得られる。この信号から各チャンネルを分解するのに送信側とは独立で繰返し周期をディジットバースト幅 $r \text{ sec}$ に設定した標準化パルスによって標準化し、 n_m 本毎にひろってシフトレジスタへ送る。この結果、 n_m 個のシフトレジスタには各チャンネルの信号が一つづつはいるりチャンネル分離が行われる。この段階ではまだどの送信端末の信号がどのシフトレジスタにはいつているかは判別できない。シフトレジスタの出力はスタート符号検出回路に送られメッセージの先頭が検出されると、メッセー

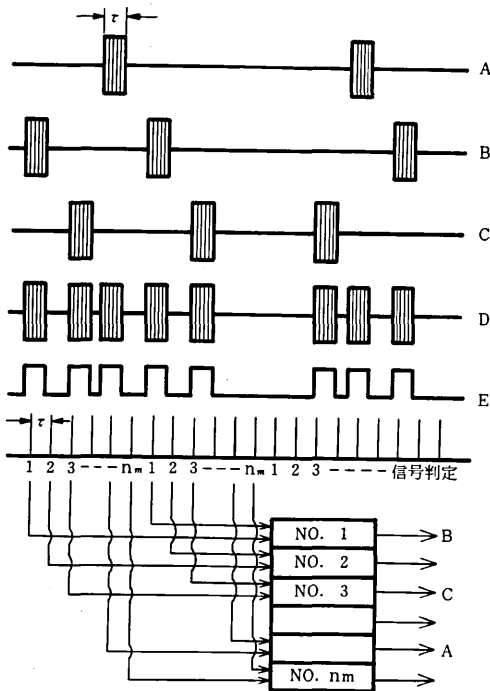


図4 非同期標準化検出によるチャンネル分離

ジ部分が計算機にはいつて誤り制御符号の復号が行われ、アドレスから送信端末が同定される。

(iii) 本方式の特徴

非同期多重通信の信号検出法としては同期標準化方式も考えられるが、受信側でビット同期を確保するためにパケットの先頭に同期用ビットを付加する必要がある。これに対して上述した非同期標準化方式ではその必要がないのでパケット長がその分だけ短くなり、他の送信端末からのパケットが重なって干渉を受ける確率が小さくなる。ここで対象としている災害情報のようにパケット長が元々短い場合にはこの効果は少なくない。⁽²⁾またディジットバースト幅をディジット周期の $1/n_m$ にとるることにより同一パケット内の符号間干渉を避けられる。⁽³⁾

4. モデルシステムの概要

筆者等は臨時事業費の交付を受けて、現在前述の非同期標準化受信を特徴とする非同期多重通信方式を用いた非常災害対策用広域多点情報システムのモデルシステムの製作を進めている。その大略の構成は第5図に示す通りであり、

昭和49年度 送信端末2台

昭和50年度 一次復調装置, 受信信号処理装置

昭和51年度 広域災害状況表示装置

の試作を行い、51~52年度に全体を通じてのフィールドテストを実行する予定である。

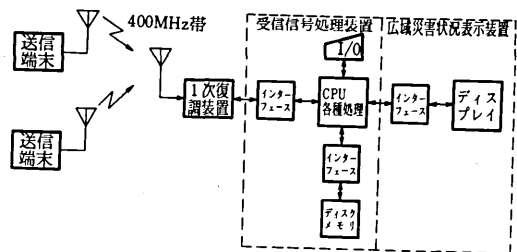


図5 モデルシステムの構成図

本年度作製中の送信端末の電気的諸元は第2表に示す通りで、装置は肩かけバンドで自由に移動が可能な構造をとっている。また一次復調装置はRFバースト信号を検波してベースバンド信号に変換した後、チャンネルの分離までを行う装置である。受信信号処理装置は誤り制御符号の復号、アドレス符号の解読による送信端末の同定、情報の解読ならびにディスプレイの制御等を行う超小形計算機を中心とする装置であり、データを蓄積するためのディスク記憶装置を有している。

また広域災害状況表示装置は、対象とする地域の地図

上に各種災害の状況を表示するディスプレイであって、必要に応じて表示情報内容が選択できるようにする。

第2表 送信端末の電氣的諸元

搬送波周波数：400MHz帯の1波
 変調方式：PFM(Pulse Frequency Modulation)
 多重方式：非同期
 RF帯域幅：25KHz
 送信電力：ピーク0.5W
 送信情報：48ビット(アドレス12ビット，災害情報36ビット)
 誤り訂正符号：Golay(23, 12)3誤り訂正符号4ワードを使用
 スタート符号：長さ16ビットのPCMフレーム同期用最適パターン
 全送信ビット数：108ビット(=16+23×4)
 PFMパルス幅：0.5msec
 PFMパルス間隔：5 msec
 PFMバースト全長：540msec(=5 msec×108)
 PFM周波数：搬送波周波数±6 KHz

5. むすび

初めにも述べたように非常災害対策にはいくつかの性質の異なる通信連絡システムが必要であり，本プロジェクトは従来の構想で欠けていると思われる通信効

率の高い広域多点情報収集システムの構築に寄与することを目的とするものである。その中核をなす非同期多重通信方式の一つの新しい試みを導入し，この意味では通信方式自体の研究としても無意味ではないが，元々この種のシステムはより大きなシステムのサブシステムに過ぎないから，その中における当該システムの位置付けや他サブシステムとのバランス等を十分に考慮する必要がある。幸い所内には各種災害問題の専門家グループがあるので，今後このようなグループとの協同作業を進めていったり，所外の専門家あるいは災害対策の衝に当る行政当局者等との連携を強めて行きたいと考えている。

なお，本プロジェクトは通信方式に関しては大学院生田坂修二氏，また情報処理については浜田助教授の協力を得ているものであり，ここに記して謝意を表する。
 (1975年1月8日受理)

参考文献

- 1) 田坂，安田 “情報収集用非同期多重通信の一方式”，信学会，通信方式研資 CS73-95 (1973-11)
- 2) 田坂，安田 “情報収集用非同期多重通信の一方式” 信学会論文誌 投稿中
- 3) 田坂，安田 “非同期標準化受信方式に対する最適波形” 信学会，通信方式研資，CS74-70 (1974-8)
- 4) 田坂，安田 “非同期標準化受信方式に対する最適波形” 信学会論文誌 投稿中

