

鹿島技術研究所 正会員 大保 直人
同 上 正会員 上野 健治

1. はじめに 自然災害の発生を直前に検知し、それを迅速に災害対策担当者に伝達することは、防災で重要となる初動体制の確保や復旧対策の早期策定に有効である。台風を例にとるとその通過速度は速くても時速60km程度であり、台風発生を検知してから防災体制を整えるのに十分な時間がとれる。しかし、地震の場合は、地震発生の予測が難しく、また伝播速度が秒速3～6km程度と台風に比べて極めて早いため、通常の伝達手段を用いたのでは地震が到達する前にその情報を伝えることは難しい。そこでP波とS波の伝播速度差を利用して、主要動（S波）到達前に地震情報を伝達する方法が提案されている¹⁾。この考え方を発展させ実際に運用しているシステムとして、地震に対する新幹線の走行安全性を図る目的の早期検知システム「ユレダス」²⁾や、米国において地震発生直後に震源決定、被災地域の特定を行い電力、鉄道等公共機関に伝達する「CUBE」³⁾がある。著者らは地震被害の低減や作業中の安全確保等を目的とし多点の遠隔地を結ぶ経済的なリアルタイム強震観測システムとしてパケット通信を利用したネットワークを構築し観測を実施しており⁴⁾、この観測システムを基に地震情報の直前検知・伝達システムの開発を行った。ここでは、本システムの概要、稼働例、および地震被害の低減や復旧体制の確保等への応用と今後の課題について述べる。

2. システムの概要 図-1に本システムのブロック図を示す。現在本システムでは、検知対象を東海地方の地震に限定し、地震観測点を図-2に示すとおり伊豆半島先端から東京に沿う5地点（下田、伊東、真鶴、葉山、赤坂）の比較的堅固な地盤上に設置してある。本システムでは、地震を検知すると地震動波形や震源・震度情報がリアルタイムで表示され、またマニュアル操作により、保存された地震記録のフーリエ解析結果や震央分布の一覧、波形の走時等を随時表示できる。本システムの特徴をまとめると以下のようである。

- ①地震情報を人に伝達する手段として自由文表示型ポケットベルおよび日本語音声合成装置を利用している。
- ②地震観測点と中央観測センター間のデータ転送方法およびポケットベルへの情報通信方法はNTTパケット通信サービス（DDX-P）を利用し、リアルタイムのデータ送受信を経済的に実施している。
- ③多地点同時地震観測では、各観測点での時刻の精度が重要であり、本システムでは高精度のJJY時刻信号発生器の時間で中央観測センターから各観測点の時刻校正を実施する。
- ④早期警報用の情報として体感的に把握の容易な震度を用いることとし、震源近傍の観測点と対象地点の地震動伝播特性を分析し、その震度を瞬時に予測する機能を持つ。

3. 稼働例 1993年5月の伊豆半島東方沖の群発地震で約200の地震が記録された。この時、地震発生後地震観測点から中央観測センターへの情報伝達に約1秒、音声出力までに約20秒、およびポケットベルによる

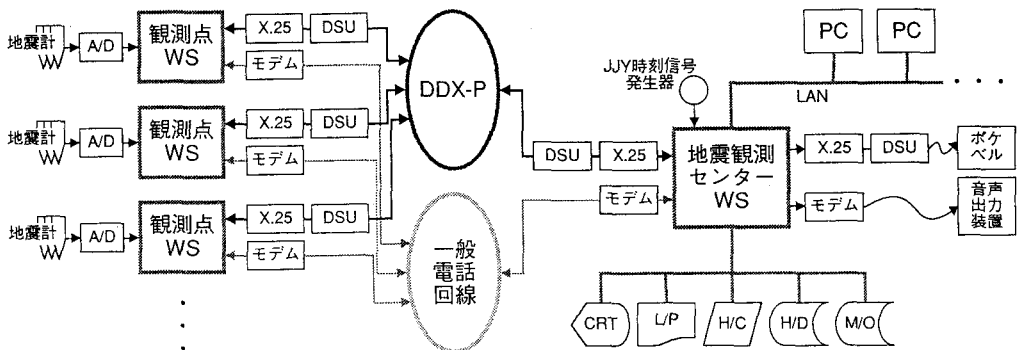


図-1 システムの機器ブロック図

による通報に30秒～2分程度かかることが把握でき、本システムの運用上の問題点が整理できた。表-1に主な地震と伊東観測地点における最大速度値を示す。

図-3には、1993年7月11日6時54分、 $M=4.9$ 、東海道はるか沖を震源とする地震を下田観測点で検知し、各観測地点で観測された速度地震波形の走時を示す。この地震では、下田の初動時刻と震央距離の最も遠い赤坂への主要動（S波）の到達時刻には約60秒の時間差があった。この間にポケットベルへの地震通報がなされ本システムの稼働が確認できた。

4. 本システムの活用と今後の課題 図-4に本システムの利用方法の概念図を示す。この中で地震防災への活用としてポケットベルの利用がある。例えば、1993年に発生した北海道南西沖地震では、漁業無線が活用されたとの報告もあるが、これも限られた地域や住人しか活用できない欠点がある。一般に、地震情報の入手方法としてFAXや電話の利用が考えられるが、巨大地震に遭遇した場合には、情報伝達網の確保が重要であるが都市部で用いられている電話は、多機能化しており、停電時にはその機能を果たせない可能性が高い。本システムの様に地震情報をポケットベルの保持者に伝えることは、電話局の機器が耐震性を備えていれば停電が原因となる伝達情報の断絶はなくなり、極めて有効な手段である。

本システムの本格的な運用化に向けては、1)システムの誤動作対策、2)回線断絶に対応するバックアップシステム、3)直下地震への対応等の課題が残されている。

【参考文献】1)Earthquake Alarm Group ; A Plan for Strong Earthquake Alarm System 10 Seconds before It Attacks the City of Tokyo, 5WCEE, 1973.、2)中村他、地震早期検知警報システムURDASの開発、第7回日本地震工学シンポジウム、1986.、3)Kanamori, H. et al.;TERRAScope and CUBE Project at Caltech, Eos, 72, 1991.、4)諸井他、山谷他、パケット通信を利用した新しい強震観測ネットワーク(その1,2) 日本地震学会講演予稿集、1993.

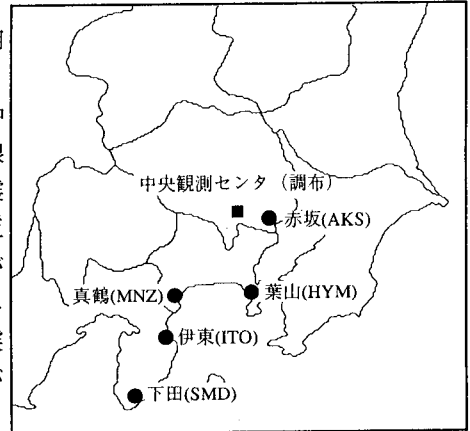


図-2 中央観測センターおよび地震観測点

表-1 主な地震と伊東における最大値

No.	月	日	時	分	最大速度(kine)			伊東震度
					NS	EW	UD	
1	5	27	23	53	2.59	1.61	1.42	
2	5	31	0	20	2.11	2.44	0.99	IV
3	5	31	4	9	1.06	0.86	0.81	IV
4	5	31	15	12	2.63	2.47	1.46	IV
5	5	31	17	57	1.20	1.16	0.46	
6	5	31	20	58	2.08	0.90	0.94	
7	6	1	6	2	2.25	0.82	0.79	III
8	6	1	9	45	1.63	0.72	0.77	III
9	6	1	10	38	1.12	0.35	0.41	
10	6	1	12	3	1.42	0.58	0.43	II

(伊東の震度は新聞発表による)

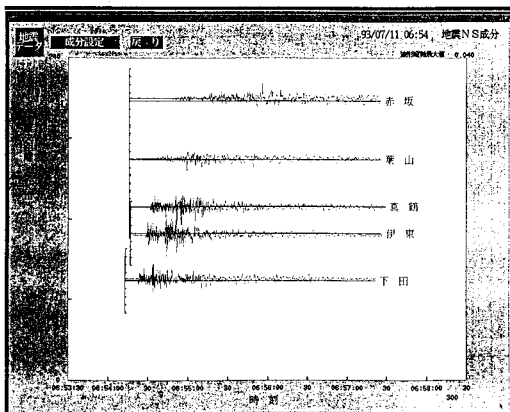


図-3 1993年7月11日(M=4.9)の走時波形

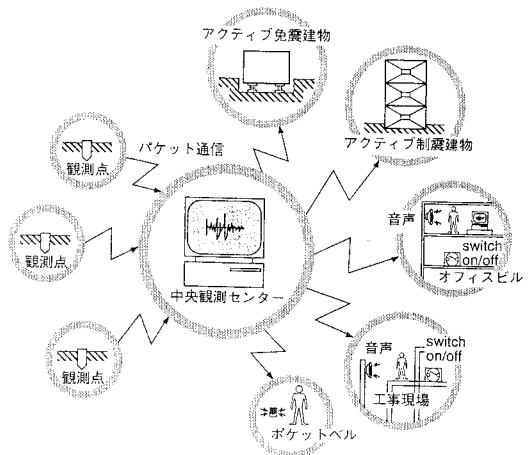


図-4 本システムの利用方法