

リアルタイム・オンライン・アレー強震観測システム Small-Titan の構築とその記録の一例

莊司雄一¹・神山 眞²・浅田秋江³

¹ 正会員 ドーピー建設工業株式会社 技術センター (〒170-0004 東京都豊島区北大塚 1-16-6)

² 正会員 工博 東北工業大学教授 工学部土木工学科 (〒982-8577 宮城県仙台市太白区八木山香澄町 35-1)

³ 正会員 工博 東北工業大学教授 工学部土木工学科 (〒982-8577 宮城県仙台市太白区八木山香澄町 35-1)

地震動の震源特性, 伝播経路特性, ローカルサイト特性が多面的に, かつ多様に取り込めるアレー観測システムの構築, 及び, そのシステムを利用した「観測による事実」の積み重ねが重要であると考え.

そこで, 強震動を対象とした「Simple extended array」型観測システム Small-Titan を構築した. Small-Titan の概要と, 得られた観測記録の一例を示した.

Key Words : *real-time on-line array observation system, seismometer network, earthquake disaster mitigation, strong-motion records*

1. はじめに

阪神淡路大震災以後, 日本においても各地で地震観測システムが構築されてきている. 阪神淡路大震災の教訓を踏まえると, 回り道のようなが, 「観測による事実」の積み重ねが重要であると考え. 地震動は大別して震源特性, 伝播経路, ローカルサイトの影響によって決まることから, 同じ観測システムでも, 震源, 伝播経路, ローカルサイトの影響が多面的に, かつ多様に取りこめるアレー観測システムの充実が必要である. アレー観測は大別すれば「Local laboratory array」と「Simple extended array」が考えられるが, 後者がコストパフォーマンスの上では有利である. しかも, 地域の地震防災を念頭におき, リアルタイム防災システムの可能性の研究を含めた, リアルタイム・オンライン・アレー観測システムが望ましいと考える.

以上の観点から, 東北工業大学では, 文部省の「ハイテクリサーチセンター推進事業」を受け, 「リアルタイム地震動情報のためのオンラインアレー地震観測システムの構築と地域地震防災への応用に関する研究」を, 平成9年度より開始した. これは, 仙台市圏の各種地盤にデジタル強震計を数多く展開して, これを公衆デジタル回線で結び, リアルタイムで強震動を得ることにより, 震源特性, 伝播経路, ローカルサイトの影響に関する基礎的な研究を進めるとともに, 地域地震防災シ

テムへの応用を開発することを目的としたものである.

このシステムは, 「Small-Titan (Strong Motion Array of Local Lots by the Tohoku Institute of Technology Area Network, スモールタイタン, 小さな巨人)」と命名された. 平成9年度末に構築が完了して, 平成10年6月から試験観測にはいつている. 本稿では, この強震動を対象とした「Simple extended array」型観測システム Small-Titan (以下, Small-Titan という) の概要と, 試験観測期間に得られている記録の例, 平成10年9月15日の仙台地方に起こった M=5.0 の直下地震による強震記録について報告する.

2. 観測システムの概要

Small-Titan は, 次の理由から仙台市圏をモデルサイトとすることにした.

- ①仙台地方は, 三陸沖, 宮城県沖, 福島県沖という我が国でも有数の地震の巣(プレート間地震)を有している. 加えて, 仙台市の中央部を南西から北東に横断する活動度1の長町-利府構造線という活断層が存在していることから, サイズミシティが高いこと
- ②プレート間地震およびプレート内地震という種類の異なる地震による地震動情報を得やすいこと
- ③長町-利府構造線を境に, それより西部は洪積台地, 東部は沖積低地と明確な対照を示しており, ローカ

ルサイトの影響、とりわけ不整形地盤による地震動の影響を把握しやすいこと

- ④1978年宮城県沖地震の被害を経験しており、地震動と被害の関係を考察しやすいことなどである。

3. 観測点の配置および地盤

図-1に観測ステーションの配置を示す。観測ステーションの配置に際し、留意した点は以下の通りである。

- ①防災システムへの応用を考え、仙台市圏を出来るだけ均等に網羅する
- ②地震動に対するローカルサイトの影響を的確に把握すべく種々の地盤に配置する
- ③1978年宮城県沖地震の被害経験から、人工造成地にも配置する
- ④ローカルサイトの影響のうち不整形地盤の応答把握にも資する配置とする
- ⑤懸念される潜在地震の震源効果を的確に把握できる配置とする

加えて、観測ステーションは、全て学校関係の敷地内の地表に設置されている。これは、設置許可が得られやすいという理由の他に、地域防災システムへの応用を考え、学校が大地震の避難地点となっていること、児童生徒への防災教育に配慮したことによる。

ローカルサイト効果を考慮して Simple extended array 型のアレー観測を展開する場合、最も重要なことの1つは、全観測点の基盤に相当する観測点を確保することである。仙台市圏の地盤構成で、地表に露出する最も妥当

な基盤は安山岩の高館層である。この観点から、観測点1は、この高館層の露出する地点に設置されている。

各観測ステーションと地盤種別との関係は次の通りである。

基盤：観測点1

洪積台地：観測点7, 8, 9, 10, 14, 15, 16, 20

沖積低地：観測点2, 3, 4, 5, 6, 11, 12, 17, 18

洪積、沖積の境界：観測点10, 13, 19

造成地：観測点7, 9, 16

沖積軟弱地盤：観測点5, 18

図-2に長町-利府構造線に直角な地盤断面の代表例を示す。これには対応する観測ステーションがプロットされている。このように、Small-Titanが、地盤の不整形性の影響も念頭に置いて設計されたものであることがわかる。

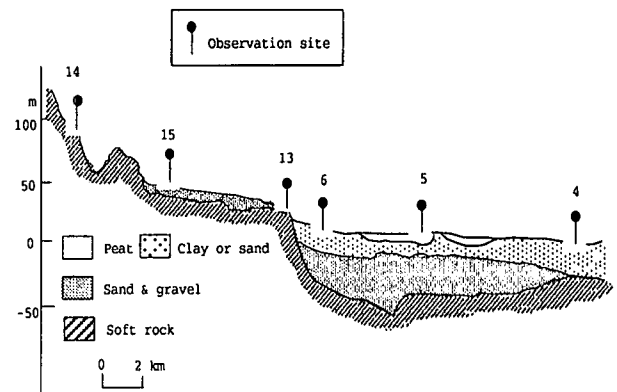


図-2 代表的地盤構造断面（図-1のA-A'）

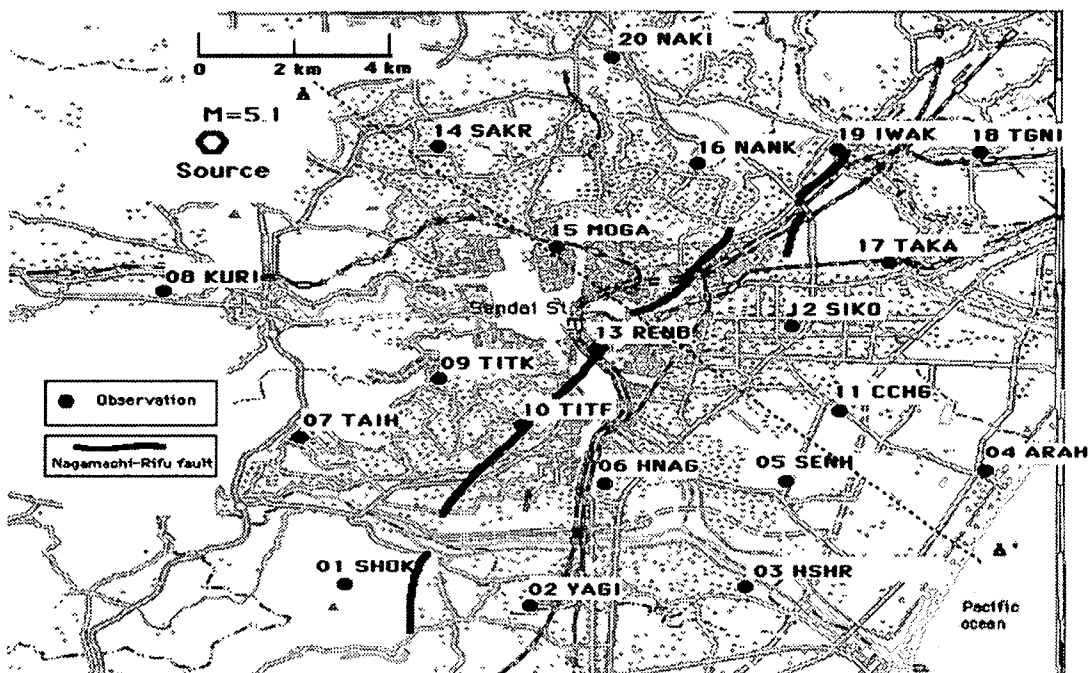


図-1 観測ステーションの配置

4. 観測記録の一例

Small-Titan は、平成 10 年 6 月から試験観測にはいつている。これまで、いくつかの地震記録が得られているが、本格的な記録は平成 10 年 9 月 15 日午後 4 時 24 分頃発生した仙台市青葉区愛子に震源を持つ直下地震によるものである。ここでは、この記録を例に観測記録の特徴を紹介する。気象庁速報による同地震の震源要素は次の通りである。

発生時刻：1998 年 9 月 15 日 16 時 24 分頃

震 源：宮城県南部 北緯 38.3 度，東経 140.8 度

震源深さ：10km

規 模：M=5.0

図-3 は、各観測ステーションで得られた E-W 成分の加速度記録と、Small-Titan による計測震度、図-4 は、各観測ステーションで得られた U-D 成分の加速度記録を示したものである。この地震による被害は、窓ガラスの破壊、物の転倒、落下、一部建物のクラックなどが報告されている。なお、この地震による気象庁発表の震度は仙台市宮城野区で震度 4 である。また、図-5、図-6 は、それぞれ代表的観測点の E-W 成分、U-D 成分におけるフーリエスペクトルを重ねてプロットしたものである。これらから、各観測点の地盤の影響を反映してかなりの変動を示していること、全体に短周期が卓越していることがわかる。

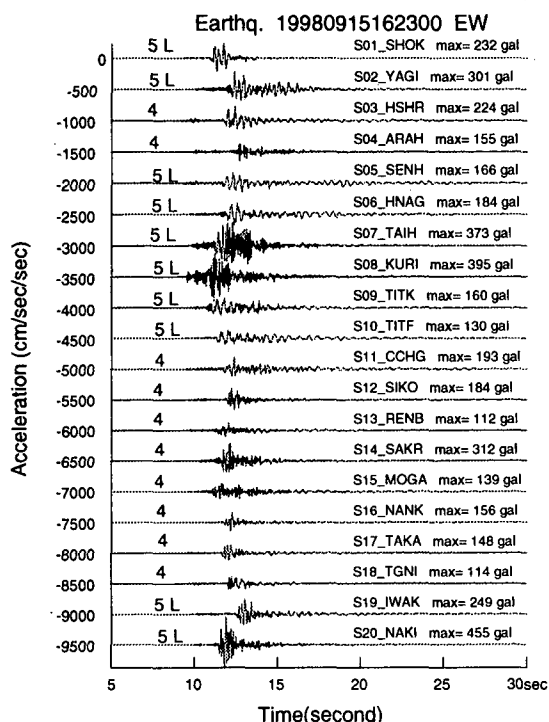


図-3 加速度記録 (E-W成分)

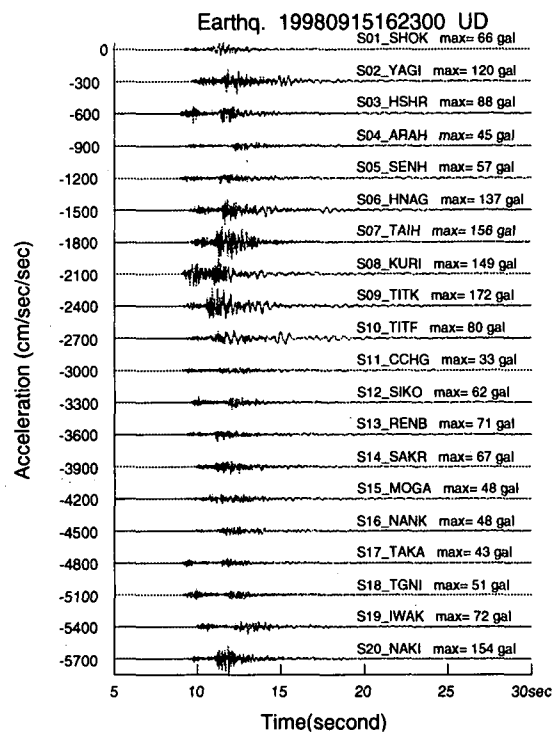


図-4 加速度記録 (U-D成分)

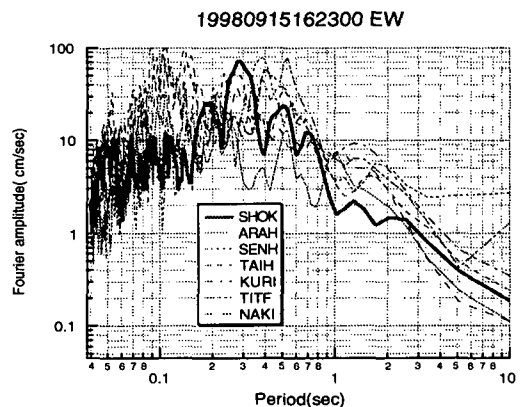


図-5 代表的観測点のスペクトル (E-W成分)

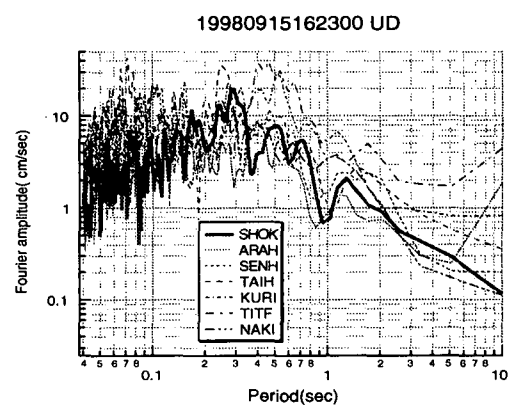


図-6 代表的観測点のスペクトル (U-D成分)

図-7 から図-10 に、代表的観測点の E-W 成分の非定常スペクトル、図-11 に、水平加速度のオービット分布を示す。

観測点 5 に着目すると、主要動に加え、明確な後続の相が見られる。図-2 から、これは、地盤構造の急変する長町-利府構造線付近で発生された二次的な波動成分であることが推定される。

観測点 7, 8, 20 には、明らかに震源断層の directivity によると思われる震源効果が見られる。また、図-11 のオービット分布を見ると、各観測点とも震源方向に偏向しているが、長町-利府構造線を境に、西部と東部では、オービット性状に違いが見られる。これらは、震源特性とローカルサイトの影響を理解する上で重要な情報を与えるものと考えられる。

これらの記録の詳細な解析は、現在実施中であるが、この一例だけを見ても、Small-Titan が、きめ細かな震度、ローカルサイトの影響、不整形地盤の影響、活断層の活動に伴うと考えられる震源効果、地域防災システムへの応用、に関する有益な情報を取得することが可能な観測システムであることが知れた。

5. おわりに

本稿では、Small-Titan の概要と、そこで得られた観測記録の一例を示した。今後は、より安定したシステムの維持に努め、観測記録の蓄積を待って、地震動特性および各サイトの増幅特性を詳細に検討するとともに、地域地震防災システムへの応用を検討していきたいと考えている。

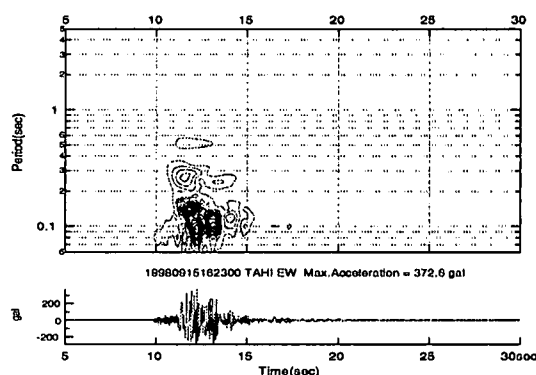


図-9 観測点 7 の非定常スペクトル (E-W成分)

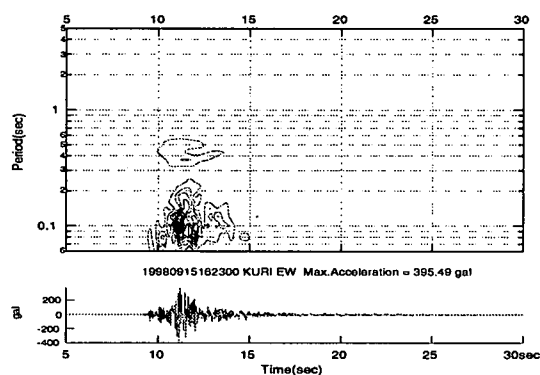


図-7 観測点 8 の非定常スペクトル (E-W成分)

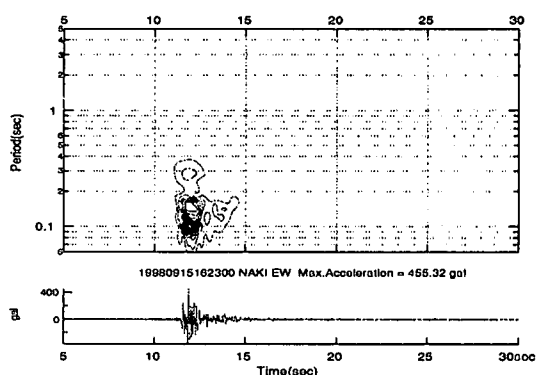


図-10 観測点 20 の非定常スペクトル (E-W成分)

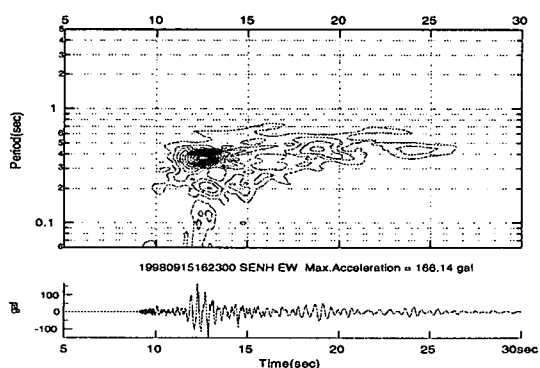


図-8 観測点 5 の非定常スペクトル (E-W成分)

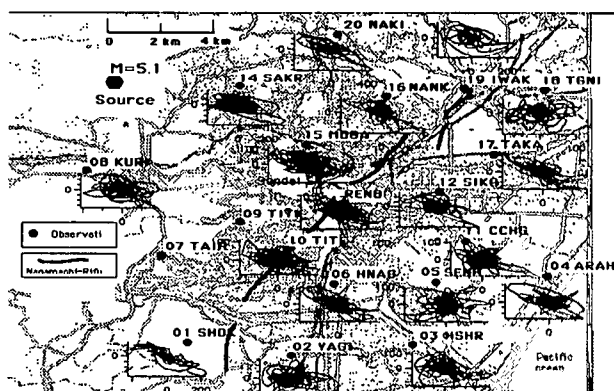


図-11 水平加速度オービット分布