

【論文】

九州産業大学観測点における
2005年福岡県西方沖地震の本震および余震の強震記録

檜橋 秀衛*

The Strong Ground Motion Recorded at the Observation Sites of Kyushu Sangyo University during the Mainshock and Aftershocks of the 2005 Off Fukuoka Prefecture Earthquake

Hidemori NARAHASHI

Abstract: Strong ground motion accelerations during the mainshock and aftershocks of the 2005 Off Fukuoka Prefecture Earthquake observed at the two sites of Kyushu Sangyo University, Kounai and Munakata, with the digital data processing system are summarized. The digitized acceleration records reported here are released with an attached CD-ROM, which contains twenty four csv-type files of a three-component ground acceleration recorded at Kounai and/or Munakata during the sixteen seismic events.

Keywords: 2005 Off Fukuoka Prefecture Earthquake, Strong Ground Motion, Kyushu Sangyo University Observation System, Digital Records CD-ROM

1. はじめに

2005年03月20日午前10時53分頃、福岡県西方沖を震源とするマグニチュード（以下、Mと記す）7.0の地震が発生し、福岡市中央区、東区、前原町など震源の周辺地域では震度（以下、計測震度をこのように記す）6弱に達する激しい揺れが観測された。また、本震後有感の余震が続発する中、4月20日06時11分頃M6.0の最大余震が発生し、福岡市およびその周辺地域で震度5強の強い揺れが観測された。気象庁により速報された震度は、主として各市区町村に設置されている震度計（以下、自治体震度計と記す）により計測されたものである。自治体震度計では、強震記録は一旦メモリーに保存されるが、回収が遅れると次の強震記録が上書きされ、前のデータが残らないという問題点がある。

筆者ら^{1), 2), 3), 4)}は、九州産業大学において1999年04月以降「リアルタイム地震防災通信・振動試験装置」の一部として「早期地震情報把握システム」を導入しており、福岡県西方沖地震の本震、最大余震およびその他の余震について独自の強震記録を得ることができた。本システム導入後約6年を経過して得られた近地の被害地震の記録波形である。今回、震源周

辺地域に設置されていた強震計の数は決して多くないことから、本システムにより独自に得られた強震記録は大変貴重であると言える。

筆者は、大学当局の了承が得られたことから、地震防災研究に活用されることを期待して、これらの強震記録をCD-ROMによりデジタル・データとして公表することにした。本論文では、強震観測システムの概要、強震記録の特徴、および添付のCD-ROMに保存されているデジタル・データの利用法などについて述べる。

2. 「早期地震情報把握システム」と強震観測

(1) 強震観測地点

「早期地震情報把握システム」は当初、県内の10観測施設を用いてリアルタイム強震観測を開始したが、数度の機能充実・改善を経て現在では福岡県内の109地点の自治体震度計、(独)防災科学技術研究所の8のK-NET観測点、および九産大が独自に設置した2観測点を利用して県内における計測震度/強震動を収集するに至った^{5), 6), 7)}。図1において、○印は自治体震度計設置点またはK-NET観測点、☆印は独自の観測施設ある構内（松香台キャンパス）および宗像（宗像研修所敷地）の位置をそれぞれ示してい

* 建築学科

る。表1に独自観測点の緯度、経度、および標高を示す。今回公表するのは、上記の2独自観測点で記録された3成分加速度記録である。図2は、強震観測点を含む「早期地震情報把握システム」の構成である。

(2) 九産大独自観測点の仕様

構内および宗像における設備の仕様は同じである。図3に示すように屋外の1m³のコンクリート基礎上に設置された3成分サーボ型加速度計、時刻較正用GPSアンテナ、屋内のデータ処理・収録部などから構成される。センサー信号はデータ処理部で常時A/D変換されており、地震動がトリガレベルを超えた場合はその時刻の15秒前からデジタル記録する仕組み(遅延回路)を備えている。サンプリングは22bitでダイナミックレンジは±2G (Gは重力加速度)、サンプリングレートは100回/秒である。加速度計のNS成分は磁北とほぼ一致している。なお、両観測点はいずれも緩やかな丘陵地に位置しており、その表層地盤は風化岩類である。

独自観測点と九産大データ収集センターの間の通信にはISDN回線を使用している。独自観測点は、観測データのほか、校正信号をデータ収集センターに毎日送信して来るので、記録波形の補正が必要か否かのチェックが容易である。今回公表する記録波形には補正の必要がないことを確認している。

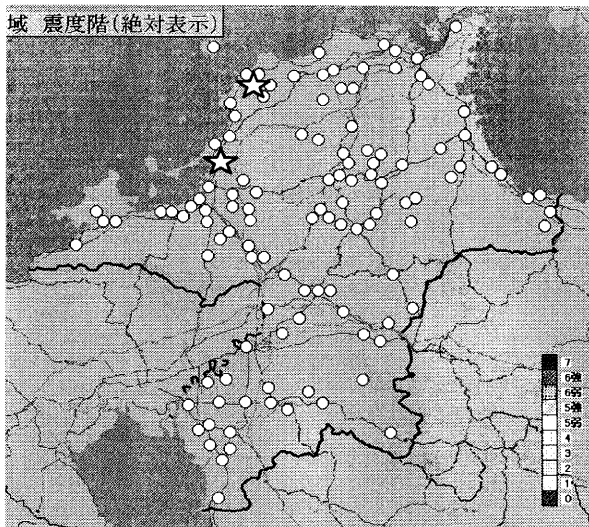


図1 早期地震情報把握システムが利用している福岡県内の強震観測点。○印は自治体震度計およびK-NET観測施設、☆印は独自観測点(構内、宗像)の位置を示す。

表1 九州産業大学の独自観測点の位置

観測点	緯度	経度	標高(m)
構内(松香台)	33° 39.92'N	130° 26.86'E	5.5
宗像(研修所)	33° 49.50'N	130° 32.78'E	7.8

3. 公表記録および使用法

(1) 観測記録

表2は、2005年03月20日の本震(M7.0)発生から同年05月02日のM5.2の余震までの期間に構内観測点が起動した16の地震を示したものである。宗像は構内よりも震源から離れているため、このうち8地震でのみ起動している。本震発生後、独自観測点のトリガレベルをやや高めに設定したため、この期間に発生した有感地震でも記録のないものがあるが、主要な強震動は全て記録されている。これら合計28の3成分加速度記録を添付のCD-ROMに収めて公表することにした。

(2) ファイルおよびデータ形式

表2にも見られるように、記録波形は起動時刻によって区別することになっている。CD-ROMに収められた記録波形もexq(固定)+観測点(kounai/munaka)+yymmddhhmmss(起動年月日時分秒)というファイル名で区別されている。例えば、表2の番号1の地震(本震)の構内におけるNS, EW, およびUD成分の記録波形はexqkounai050320105346.csvというファイルに収められている。

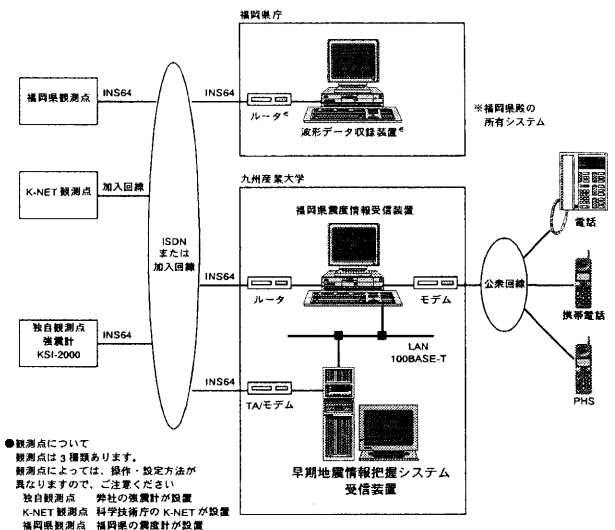
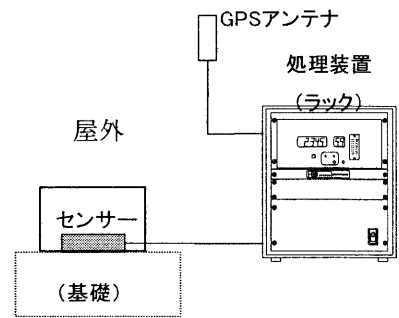


図2 九産大早期地震情報把握システムの構成(図左の自治体震度計、K-NET観測施設、および独自観測点から図中央のデータ収集センターへ回線を通じて震度や波形データを収集)。

図3 独自観測点の構成(加速度センサーが独立基礎上に設置されている)。



各csvファイルには3列の整数データが含まれており、第1列～第3列がそれぞれNS成分、EW成分、およびUD成分に対応している。整数を加速度 (gal) に変換するためには次式(1)を用いる。

$$\text{加速度(gal)} = (\text{整数データ}) \times 0.0009346 \quad (1)$$

右辺の定数は測定とA/D変換のフルスケールの比 $2G \div (2^21-1)$ (単位gal/bit) を表している。各成分においてN、E、およびU方向が正数となっている。

記録波形の開始時刻YYMMDDHHMMSSは起動時刻の15秒前であるから、次式(2)で表される。

$$\text{HHMMSS} = \text{hhmmss} - 15.0(\text{sec}) \quad (2)$$

言い換えれば、データの先頭から5～10秒間は強震記録ではない。各成分ともこの区間を利用してオフセットの平均値を求め、記録の数値から差し引くとよい。

(3) 記録波形の利用について

添付したCD-ROMに収められた記録波形を研究

等で利用する場合、CD-ROM中の2005福岡県西方沖地震_確認書.txtファイルを印刷し必要事項を記入して九州産業大学工学部長宛てに送付する。

4. おわりに

CD-ROMに収められた記録波形の例として、構内観測点における本震の記録を図4(a)に、また最大余震の記録を図4(b)に示した。

本震の最大加速度はEW成分の375galであるが、3成分の合成では450galを越えている。記録波形から、S波が到着して数秒後に更に激しい地震動が到着したことが推定される。これは、福岡市内で経験された建築物等の揺れ方とも調和的である。一方、最大余震も3成分合成でほぼ250galに達する強い揺れであった。なお、表2に示しているように、本震および最大余震の震源の構内観測点に対する方位角は、ほぼ西方向である。図5(a)および図5(b)は、図4(a)および図4(b)の記録の最大加速度発現前後の1秒間について地震動加速度の水平面軌跡を描いたものである。これらの図から、強いパルス状の地震動がほぼ震源の方向から到来したと考えられる。

表2 構内観測点が起動した福岡県西方沖地震地震の本震および余震。震源諸元は主に九大島原観測所によるが、*を付したデータは気象庁のもの。方位角は真北から時計回りを正とした。最大加速度は3成分合成の値。

番号	構内観測点 起動時刻	地震発生時刻	震央		深さ (km)	規模 M	構内				宗像			
			緯度	経度			震央 距離 (km)	方位 角	計測 震度	Amax (gal)	震央 距離 (km)	方位 角	計測 震度	Amax (gal)
1	2005 03 20 10:53:46	10:53:40	33.75N	130.16E	14	6.4	28.3	-70.6	5.2	456	36.7	257.0	4.4	171
2	2005 03 20 11:21:53	* 11:21:48	*33.69N	*130.27E	*10	*3.8	16.7	-80.6	1.8	11				
3	2005 03 20 11:40:09	11:40:05	33.69N	130.26E	14	4.2	17.6	-81.1	2.2	24				
4	2005 03 20 11:50:10	11:50:04	33.73N	130.20E	15	4.2	24.0	-72.7	2.6	41				
5	2005 03 20 13:00:38	13:00:31	33.71N	130.23E	10	3.8	20.8	-76.2	2.0	12				
6	2005 03 22 15:55:42	15:55:33	33.73N	130.17E	9	5.0	26.7	-74.4	3.2	41	36.4	253.2	1.7	10
7	2005 03 24 23:38:47	23:38:43	33.74N	130.17E	11	4.4	27.0	-72.2	2.0	12				
8	2005 03 25 03:43:24	03:43:19	33.72N	130.21E	9	3.9	22.8	-74.6	1.9	13				
9	2005 03 25 21:03:25	21:03:20	33.78N	130.12E	11	4.5	32.9	-67.3	1.9	11				
10	2005 04 14 07:18:18	07:18:15	33.70N	130.22E	4	3.9	21.4	-79.7	1.9	9				
11	2005 04 20 06:11:30	06:11:27	33.67N	130.29E	13	6.0	14.6	-88.0	4.2	247	29.3	234.1	4.4	214
12	2005 04 20 06:12:42	—	—	—	—	—				2.6	39		1.9	11
13	2005 04 20 06:22:55	06:22:50	33.68N	130.28E	12	5.0	15.6	-84.0	2.9	45	29.4	236.9	2.7	31
14	2005 04 20 06:44:58	06:44:52	33.68N	130.29E	11	4.9	14.7	-83.7	2.5	54	28.7	235.9	2.3	25
15	2005 04 20 09:09:46	09:09:43	33.68N	130.29E	13	5.3	14.7	-83.7	3.5	89	28.7	235.9	3.9	119
16	2005 05 02 01:24:01	* 01:23:57	*33.67N	*130.32E	*11	*5.1	11.8	-87.5	3.6	95	27.1	230.7	3.4	55

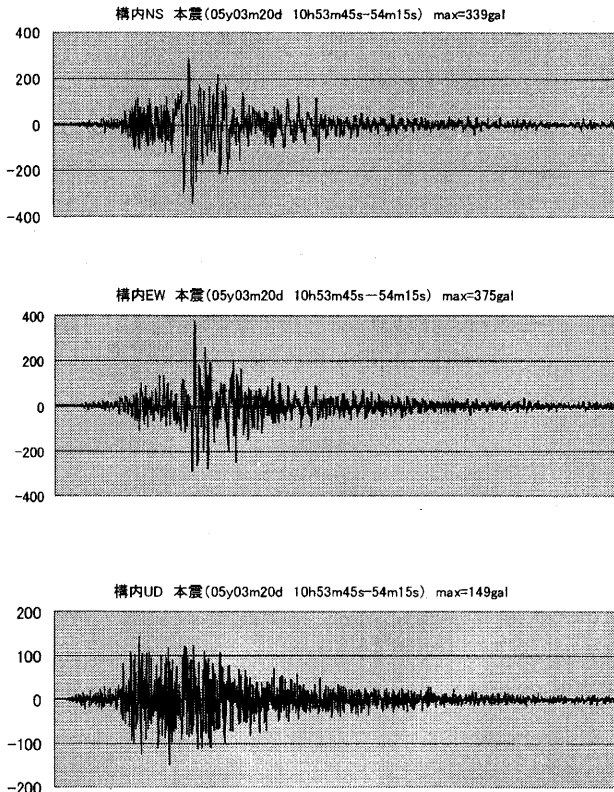


図4(a) 構内観測点における本震の加速度記録 (上からNS, EW, およびUD方向成分).

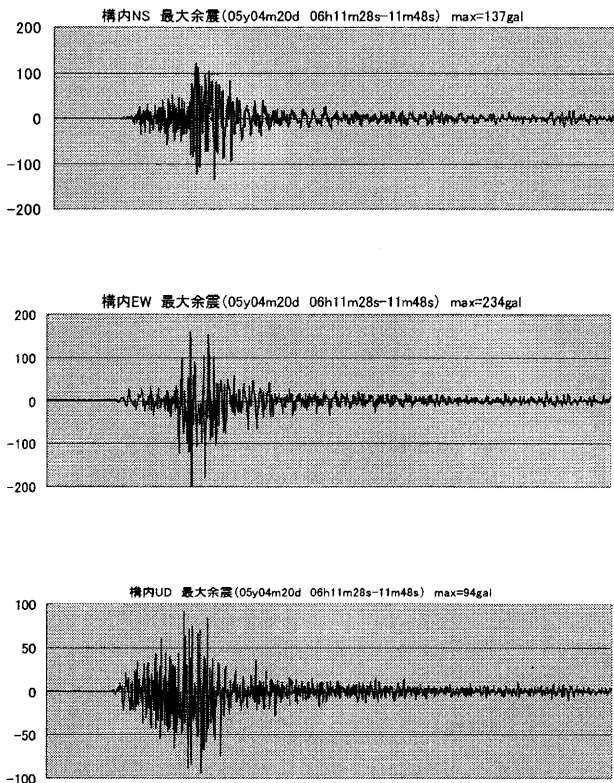


図4(b) 構内観測点における最大余震の加速度記録.

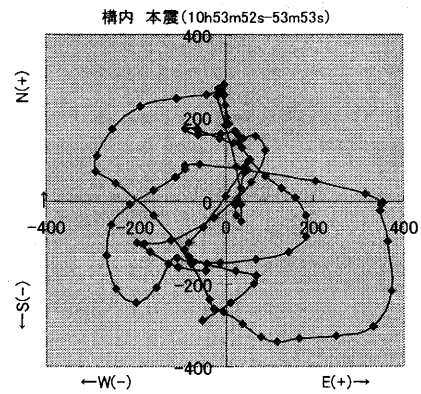


図5(a) 構内観測点における本震の加速度の水平面内軌跡 (最大加速度発生前後1秒間)

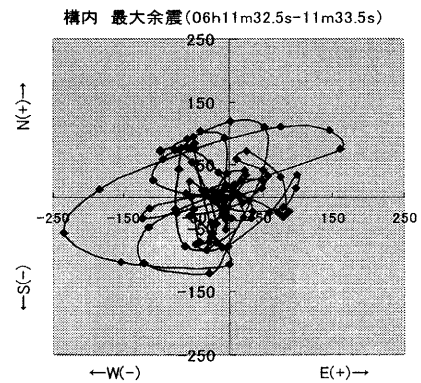


図5(b) 同じく最大余震の加速度の水平面内軌跡 (最大加速度発生前後1秒間)

謝辞

九産大「早期地震情報把握システム」に自治体震度計の震度速報をご提供いただいている福岡県防災関係部課に感謝の意を表します。

参考文献

1) 榑橋, 土屋, 本橋: 九州産業大学「早期地震情報把握システム」の概要, 地震学会講演予稿集 (秋期), 1999. 2) 榑橋, 土屋, 本橋: 九州産業大学「早期地震情報把握システム」の地震起動と記録波形, 建築学会大会 (東北) 学術講演梗概集 B-2, 2000. 3) 榑橋, Zhao, 土屋: 九州産業大学「早期地震情報把握システム」の開発 (その1), 九州産業大学工学部研究報告, 第36号, 1999. 4) 土屋, 榑橋: 同 (その2), 九州産業大学工学部研究報告, 第37号, 2000. 5) Narahashi et al: Development of the Kyushu Sangyo University Real-Time Earthquake information System, 6th International Conf. on Seismic Zonation, 2000. 6) 榑橋, 土屋: トリガー方式強震計ネットワークを用いた震度推定システムの構築, 建築学会九州支部研究報告第40号, 2001. 7) Narahashi: The Real-Time Earthquake Information System in the Northern Kyushu, Japan with Small Scale Geoinformation Database for Seismic Intensity Estimation, International Conf. on Advances and Challenges in Earthquake Engineering, 2002.