

平塚 - 裾野測線の地下構造調査(その1)

平成 12 年 1 月 15 日の人工地震観測結果

棚田俊收*、小田義也*

Exploration of the underground structure along the line from Hiratsuka to Susono

Observation of the January 15, 2000 explosion

by

Toshikazu TANADA* and Yoshiya ODA*

1. はじめに

2000(平成12)年1月15日、神奈川県および川崎市は、県中央部から東部における堆積盆地の基盤構造を明らかにする目的で、地下構造調査をおこなった。調査手法は、発破を利用した屈折波地震探査である。発破点は相模川に沿った座間(SP1)と平塚(SP2)、多摩川沿いの川崎(SP3)の3ヶ所である。科学技術庁の地震関係基礎調査交付金によっておこなわれた今回の探査では、川崎市がa測線(平塚-川崎)、神奈川県がb測線(座間-夢の島)を担当した(図1)。データ整理および解析は、各解析委員会によっておこなわれている(神奈川県, 2000; 川崎市, 2000)。

この探査の情報は事前に公開されて、図1の本測線a・b以外でも多くの大学や民間企業などによって、観測がおこなわれた(たとえば、佐口ほか, 2000; 前田ほか, 2000; 瀬尾, 2000)。

佐口ほか(2000)は、神奈川県相模原市において独自の探査測線を設けた。解析の結果、関東山地から関東平野南西

部の基盤構造が相模川付近において急激に変化していることを示唆した。

前田ほか(2000)は、座間発破点と平塚発破点を結ぶ全長約20kmにおいて人工地震観測を実施した。座間発破からの直達波の速度は2.3km/sec、屈折波の見かけ速度は発破点から約8kmまでは5.2km/sec、8km以遠では4.1km/secと求まった。一方、平塚発破からの直達波の速度は1.8km/sec、屈折波の見かけ速度は4.5km/secとなった。温泉地学研究所は、図1の本測線a・bとは別に、観測点を西方向に配列させ、神奈川県中央部から西部にかけての地下構造の調査を試みた。この測線には、国府津-松田断層や箱根火山のみならず、神奈川県西部地震の発生想定域にもあたり、地殻の構造を調査することは、地学的な観点のみならず、神奈川県西部地震の地震発生像を知るうえでも重要な探査と考えられる。本報告では、温泉地学研究所の微小地震観測点と臨時観測点とで得られた2000(平成12)年1月15日の人工地震記録を報告する。



図1 神奈川県地下構造調査測線図 神奈川県(2000)一部を修正

*神奈川県温泉地学研究所 〒250 0031 神奈川県小田原市入生田 586
報告, 神奈川県温泉地学研究所報告, 第32巻, 53-58, 2001.

2. 観測方法

温泉地学研究所は神奈川県中央から西部にかけての深部構造調査を目的としているため、3ヶ所の発破点の内、座間(SP1)と平塚(SP2)のみを観測した(図2)。両発破点とも相模川河川敷でおこなわれ、その発破薬量は座間(SP1)が495kg、平塚(SP2)が315kgであった(神奈川県、2000)。

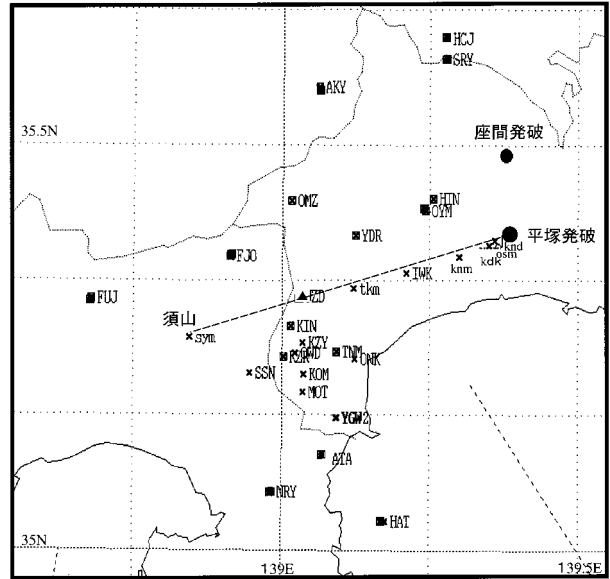
著者らは、温泉地学研究所が神奈川県西部地域でテレメータ観測をおこなっている微小地震観測点と移動式地震記録計を用いた臨時観測点とを組み合わせ、平塚(SP2)から静岡県裾野までの探査測線(測線長約50km)を設けた。測線上の観測点数は臨時観測が11点である。テレメータ観測をおこなっている微小地震観測点では、「岩倉」と「地蔵堂(防災科学技術研究所)」、「金時」の3ヶ所を利用した。平塚 裾野測線上の観測点数は計14点である。本調査で設けた測線中の観測点間隔は、地震計台数の制限から、発破点近傍で1km、遠方では3kmとなった(図2、表1)。

臨時観測には、グローバテック社製(DAT 2GB、DAT 2GC)とコロンビア貿易社製(DTC 8000)のデジタル記録計の2種類を使用した。グローバテック社製(DAT 2G)記録計は、連続で記録する方式である。一方、コロンビア貿易社製(DTC 8000)記録計はタイマーによって設定した時間内を記録する観測モード方式である。使用した地震計は、両記録計ともマークランド社製の固有周波数2Hz3成分の速度計を用いた(表2)。

温泉地学研究所のテレメータ観測点である微小地震観測の記録はリアルタイムで温泉地学研究所の地震観測室に転送され、WINシステム(卜部・束田、1992)により処理されている。地震計は1Hz3成分の速度計を用いている(温泉地学研究所、1999)。

表1 臨時地震観測点座標

観測点名	観測点コード	座 標			地震計設置状況
		緯 度	経 度	標高(m)	
神 田	knnd	35°22'56.50"	139°21'35.68"	10	河川堤防上
大 島	osm	35°22'36.25"	139°21'01.49"	11	河川堤防上
城 所	kdk	35°22'03.41"	139°19'25.33"	9	河川堤防上
金 目	knm	35°21'46.52"	139°17'57.56"	17	農業用道路
東海大学	tki	35°21'37.61"	139°16'42.29"	38	コンクリート上
大 井	ooi	35°19'55.68"	139°10'18.21"	47	地下水観測施設基台
竹 松	tkm	35°19'24.31"	139°07'18.11"	42	河川堤防上
浦 山	ury	35°18'36.65"	139°05'54.12"	103	人家敷地
御殿場	gtb	35°16'57.86"	138°58'07.13"	627	採石場
神 場	kmb	35°16'47.28"	138°53'57.32"	474	河川堤防上
須 山	sym	35°15'41.73"	138°50'39.50"	694	富士山溶岩



× 温泉地学研究所観測点 ■ 東大地震研究所 ▲ 防災科学技術研究所

図2 座間(SP1)と平塚(SP2)発破点と観測点分布

表2 観測方法

観測点名	地震計(固有周波数)	記録計名	サンプリング数	記録媒体
神 田	速度型3成分(2Hz)	DAT-II GC	100Hz	DAT テープ
大 島	速度型3成分(2Hz)	DAT-II GC	100Hz	DAT テープ
城 所	速度型3成分(2Hz)	DAT-II GC	100Hz	DAT テープ
金 目	速度型3成分(2Hz)	DAT-II G	100Hz	DAT テープ
東海大学	速度型3成分(2Hz)	DTC-8000	200Hz	MO
大 井	速度型3成分(2Hz)	DTC-8000	200Hz	MO
竹 松	速度型3成分(2Hz)	DAT-II G	100Hz	DAT テープ
浦 山	速度型3成分(2Hz)	DTC-8000	200Hz	MO
御 殿 場	速度型3成分(2Hz)	DAT-II G	100Hz	DAT テープ
神 場	速度型3成分(2Hz)	DAT-II G	100Hz	DAT テープ
須 山	速度型3成分(2Hz)	DAT-II G	100Hz	DAT テープ

表3 走時表

観測点名	観測点コード	座間(SP1)			平塚(SP2)		
		距離(km)	走時(sec)	ランク	距離(km)	走時(sec)	ランク
神 田	knm	11.9	3.30	A+	1.6	0.85	A+
大 島	osm	12.6	3.43	A+	2.6	1.13	A+
城 所	kdk	14.3	---		5.2	1.79	A+
金 目	knm	15.6	3.96	A+	7.4	2.32	A+
東海大学	tki	16.8	---		9.3	---	
岩 倉	iwk	22.1	---		16.4	4.05	A+
大 井	ooi	26.3	---		20.5	---	
竹 松	tkm	32.2	6.79	B+	26.6	6.25	A+
浦 山	ury	29.6	---		24.2	---	
地 蔵 堂	jzd	36.6	7.92	A+	33.3	7.48	A+
金 時	kin	40.2	8.45	B+	35.8	7.73	A+
御 殿 場	gtb	43.6	---		38.8	---	
神 場	kmb	49.2	---		45.0	---	
須 山	sym	54.6	14.50	C	50.3	11.28	B+

座間発破 (SP1)

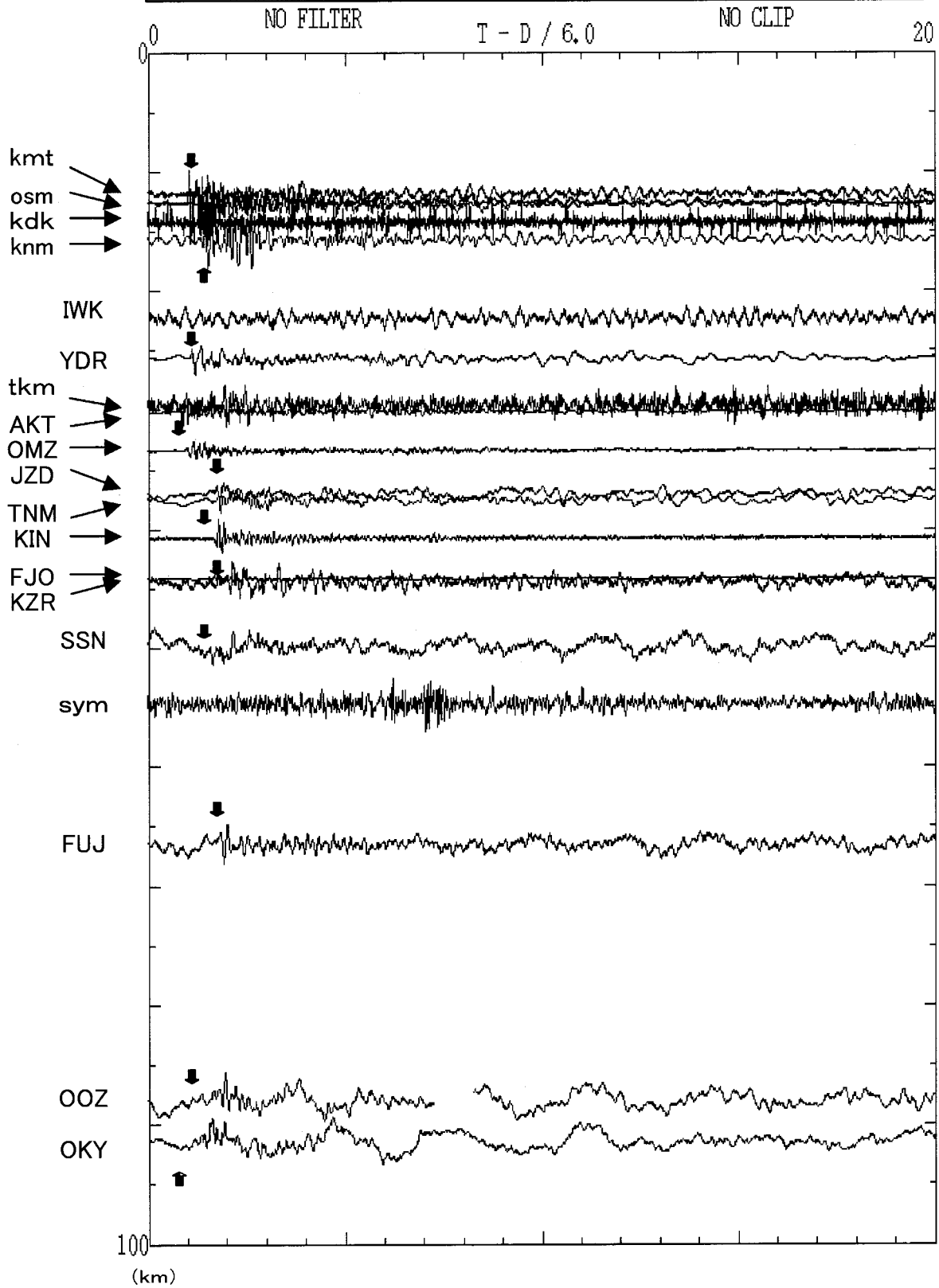


図3 座間 (SP1) の地震波形レコードセクション
 図中の矢印は、読み取り場所を示す。

平塚発破 (SP2)

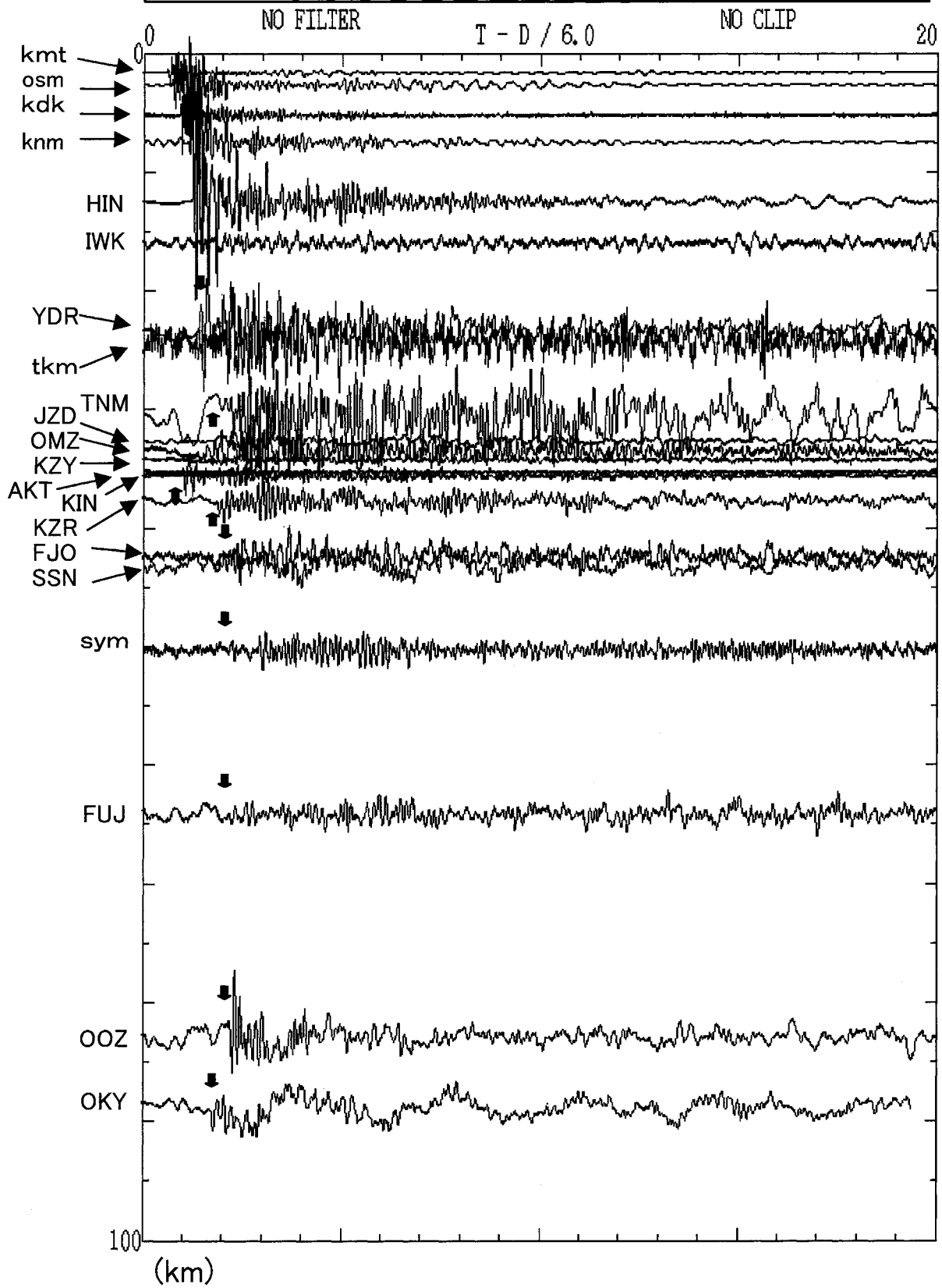


図4 平塚(SP2)の地震波形レコードセクション
 図中の矢印は、読み取り場所を示す。

3. 観測結果

座間 (SP1) と平塚 (SP2) に対する各観測点で得られた初動読み取り値を、表3に示した。ただし、臨時観測点「御殿場」と「神場」は記録計不調のために、記録が再生できなかった。また、平塚 (SP2) が予告時間外におこなわれたため、タイマーモードによる臨時観測点「東海大学」や「大井」、「浦山」では、平塚 (SP2) を記録できなかった。

座間 (SP1) と平塚 (SP2) に対し記録された微小地震観測点ならびに臨時観測点の地震波形レコードセクションを図3と図4に示した。

時間軸は、地殻上部の代表的速度値である 6 km/sec 層から伝播する地震波を強調するために、観測走時 - (震央距離 ÷ 6 km/sec) で表示している。振幅のスケールは、初動を明らかにするために、記録ごとに調整している。地震波形レコードセクションには、当所のテレメータ観測点以外にも相互にデータ利用をおこなっている東京大学地震研究所や防災科学技術研究所、建築研究所の微小地震観測点で得られた記録も含まれている。

図5は、平塚 (SP2) を利用した平塚～須山間の測線 平塚 (SP2) 須山測線 の地震波形レコードセクションである。時間軸は、観測走時を示している。

座間 (SP1) と平塚 (SP2) 発破の地震波が、大部分の観測

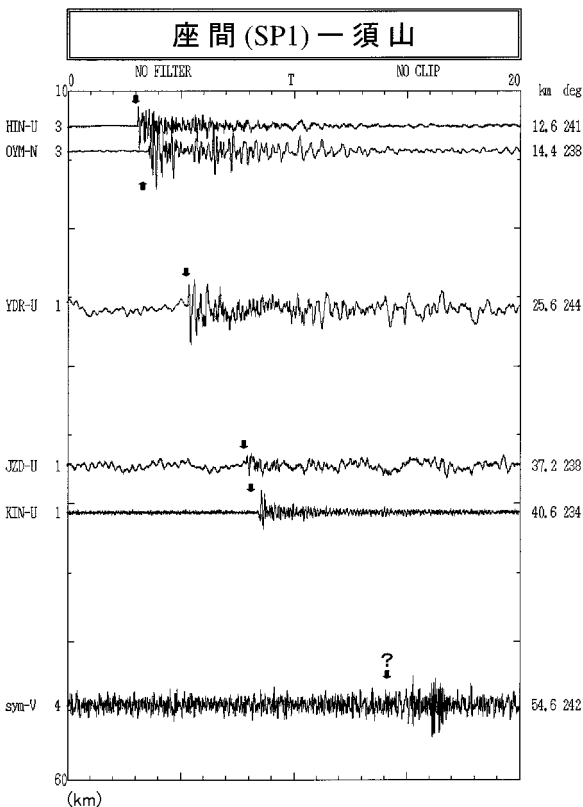


図5 平塚 (SP2) 須山測線の地震波形レコードセクション
図中の矢印は、読み取り場所を示す。

点で到達していることが確認できた。とくに、両発破とも震央距離約 10 km 以内では、明瞭な初動が読み取れた。また、震央距離約 80 km、山梨県南部に位置する東京大学地震研究所「奥山 (OKY)」微小地震観測点でも、地震波が確認できた。しかし、足柄平野の竹松観測点や富士山南東部の須山観測点では、東名高速道路などによる人工的なグラウンドノイズが高く、初動の判読が難しかった。

初動の読み取り値は、ノイズレベルや相の明瞭度を考慮してランク付けをおこなった。爆破地震動研究グループの方法にしたがい (例えば、爆破地震動研究グループ、1999)、読み取り精度が ± 0.01 秒以内のときは A ランク、± 0.03 秒以内のときは B、それ以上誤差を含むと考えられるものは C とした。

平塚 (SP2) 須山測線の走時曲線を図6に示した。発破点から大磯丘陵の観測点にかけては、見掛け速度が 2.5 km/sec と 4.0 km/sec となった。見掛け速度 2.5 km/sec は、山中ほか (1988) の 2.8 km/sec 層や川崎市 (2000) の見掛け速度約 2.7 km/sec に対応している。また、見掛け速度 4.0 km/sec は、座間発破点と平塚発破点を結ぶ測線で得た見掛け速度 4.1 km/sec (前田ほか、2000) と一致している。

大磯丘陵から箱根の観測点間では、見掛け速度が 4.9 km/sec であった。関東平野南西部には、4.8 km/sec 層が広く分布していると指摘されており (例えば、山中ほか、1988)、今回得られた見掛け速度 4.9 km/sec は、この値とほぼ一致する。

また、大磯丘陵と箱根の観測点に挟まれた「竹松」観測点 (足柄平野北部中央) では、走時が遅れていることがわかった。箱根以西の観測点では、見掛け速度 5.3 km/sec の値が得られた。この値は、山中ほか (1988) の 5.5 km/sec 層と対応してると考えられる。

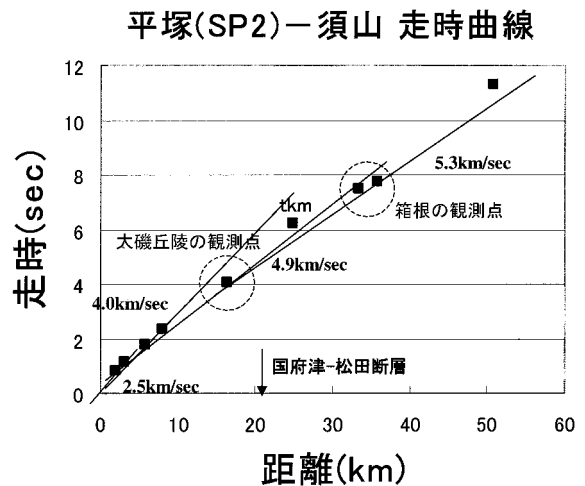


図6 平塚 (SP2) 須山測線の走時曲線図

4. まとめ

2000(平成12)年1月15日、屈折波地震探査を目的として座間(SP1)と平塚(SP2)、川崎(SP3)の3ヶ所で発破がおこなわれた。これらの発破を利用して、温泉地学研究所は神奈川県西部地域の地下構造を調査した。調査結果は以下のようにまとめた。

- (1) 平塚(SP2)発破点から大磯丘陵の観測点にかけては、見掛け速度が2.5km/secと4.0km/secとなった。
- (2) 大磯丘陵から箱根の観測点間では、見掛け速度が4.9km/secであった。
- (3) 箱根以西の観測点では、見掛け速度が5.3km/secであった。
- (4) 大磯丘陵と箱根の観測点に挟まれた「竹松」観測点(足柄平野北部中央)では、走時が遅れていることがわかった。

今後は、静岡県裾野でおこなわれている工事発破を利用して、逆測線の観測をおこない、神奈川県中部から西部にかけての地下構造をより詳細に検討する予定である。

5. 謝辞

本観測に協力していただいた神奈川県防災局ならびに当所職員松沢親悟氏や東海大学総合科学技術研究所馬場久紀助教授、爆破地震動研究グループ、電力中央研究所、日本物理探査株式会社の諸氏に感謝いたします。本研究は、平成11年度の温泉地学研究所経常研究によってなされた。

参考文献

- 爆破地震動研究グループ(1999) 東北日本弧横断人工地震探査(釜石 岩城測線), 地震研究所彙報, 63 122.
- 神奈川県(2000) 神奈川県地下構造調査成果報告書, 73p.
- 川崎市(2000) 川崎市地下構造調査成果報告書(概要版), 18p.
- 前田俊之、前田直樹、あべ木紀男、正木和明、荏本孝久、落合努、村山秀幸、中島 康雅(2000) 屈折法探査による座間 平塚測線の地下構造調査, 地球惑星関連学会予稿集, Sg P006.
- 温泉地学研究所(1999) 温泉地学研究所における「神奈川県西部地震」の取り組み, 温地研報告, 29(1/2) 3 40.
- 佐口浩一郎、瀬尾和大、栗田勝実、坂尻直巳、若松邦夫、田中清和、香村一夫、並川和敬(2000) 人工地震による関東平野南西部の地下深部探査(1) 神奈川県相模原地域の地下構造, 地球惑星関連学会予稿集, Sg P007.
- 瀬尾和大(2000) 南関東の地下構造はどこまで明らかにされたか?, 地震工学研究レポート, (75), 9 19.
- ト部 卓、束田進也(1992) win 微小地震観測網波形験測支援のためのワークステーション・プログラム(強化版), 地震学会講演予稿集, (2), P41.
- 山中浩明、瀬尾和大、佐間野隆憲、翠川三郎、嶋 悦三、柳沢馬住(1988) 人工地震による首都圏南西部の地下構造探査(3) 1983、1984年に実施された人工地震のデータの解析, 地震 2, 41(3) 527 539.