

平塚 - 裾野測線の地下構造調査(その3) 2001年箱根発破と2003年三島発破における臨時観測

棚田俊収*、馬場久紀*²、岩下 篤*³

Exploration of the underground structure along the line
from Hiratsuka to Susono(Part3).

Temporal observation of the 2001 Hakone explosion and the 2003 Mishima explosion

by

Toshikazu TANADA * , Hisanori BABA *² and Atsushi IWASHITA *³

1. はじめに

温泉地学研究所は、神奈川県中部から西部にかけての深部地下構造の調査を2000(平成12)年から続けている。第1回目の調査として、棚田、小田(2001)は、神奈川県東部地下構造調査(神奈川県、2000)用の平塚発破を利用して、平塚発破点から静岡県裾野までの間14カ所で人工地震の観測を試みた。第2回目は、棚田ほか(2002)が静岡県裾野市でおこなわれていた工事用発破を用いて平塚発破点に対する逆測線の観測をおこなった。

本報告では、平塚 - 裾野測線の中間発破となる2001年箱根人工地震探査発破(実施機関;(財)電力中央研究所)と2003年相模湾岸地殻構造探査三島発破(実施機関;東京大学地震研究所)を利用しておこなった臨時観測結果について報告する。

2. 人工地震探査発破に対する臨時観測

2.1. 2001年箱根人工地震探査

(財)電力中央研究所は、温泉地学研究所と協力して、

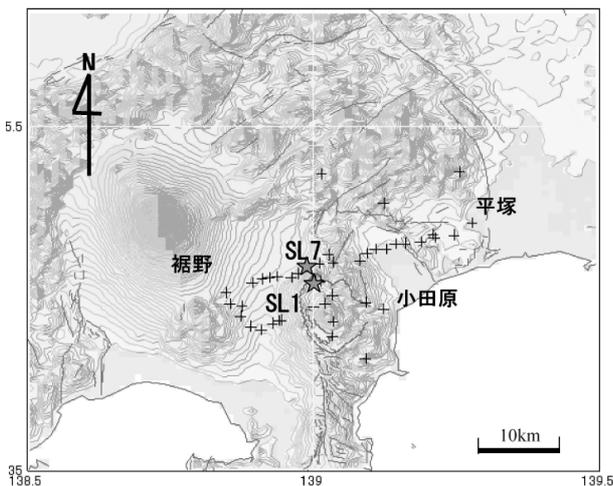


図1 2001年箱根人工地震探査発破(SL1とSL7)に対する観測点分布図
星印が発破点、十印が臨時観測点と温地研定常観測点を示す。

箱根火山地域におけるマグマ等、地殻内不均質物質の有無を把握するため、震源としてダイナマイトを用い、発震点と臨時微小地震観測網を箱根火山地域周辺に面的に分布させる3次元人工地震探査を実施した(阿部ほか、2002)。観測領域は、箱根火山地域を包括する約20km四方で、カルデラ内を含む15点での発破がおこなわれた。

そのうちの2発破(SL1とSL7)に対し、著者らは図1の中に+印で示した地点において臨時観測をおこなった。地震計は、米国Mark Products社製のL22-D型地震計(上下動成分、固有周波数2Hz、コイル抵抗約2.2k Ω)をダンピング定数約0.7として用いた。記録には、白山工業株式会社製(データマークLS-8000SH)のデジタル記録計を使用した。

2.2. 2003年相模湾岸地殻構造探査

東京大学地震研究所は、文部科学省が実施している「大都市大震災軽減化特別プロジェクト」の一環として、

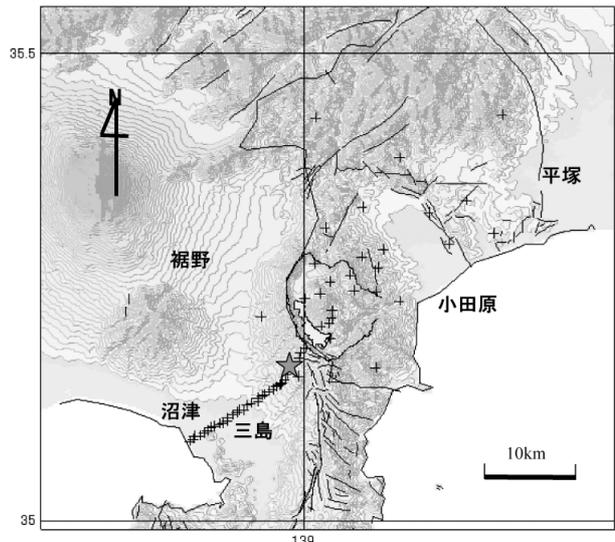


図2 2003年三島発破に対する観測点分布図
星印が発破点、十印が臨時観測点と温地研定常観測点を示す。

* 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

*² 東海大学総合科学技術研究所 〒259-1292 神奈川県平塚市北金目1117

*³ 九州東海大学工学部宇宙地球情報工学科 〒862-8652 熊本県熊本市渡鹿9-1-1

報告, 神奈川県温泉地学研究所報告, 第35巻, 29 - 32, 2003.

表1 SL1とSL7発破の臨時地震観測点座標と読みとり値

観測点コード	観測点名	緯度	経度	標高(m)	SL1発破点からの震央距離(km)	走時(秒)	SL7発破点からの震央距離(km)	走時(秒)
TK01	217	35.2182	138.9409	335	7.201	1.252	8.513	2.524
TK02	215	35.2143	138.9305	261	7.907	-----	9.48	2.744
TK03	211	35.2047	138.9108	204	9.631	-----	11.513	3.488
TK04	209	35.2095	138.8920	230	10.14	3.293	12.512	3.463
TK05	207	35.2250	138.8743	380	10.078	3.232	13.042	3.646
TK06	205	35.2394	138.8767	445	8.994	-----	12.242	3.244
TK07	203	35.2426	138.8555	550	10.55	3.402	13.989	3.744
TK08	121	35.2591	138.8492	652	10.512	3.244	14.205	4.082
TK09	国府台	35.2732	138.8945	471	6.168	1.976	9.978	3.012
TK10	俣板公民館	35.2789	138.9120	448	4.523	1.488	8.397	2.463
TK11	上新田	35.2810	138.9245	437	3.381	1.183	7.28	2.157
TK12	大沢橋	35.2823	138.9387	436	2.095	0.866	6.014	1.745
TK13	林道入口	35.2864	138.9749	577	1.353	-----	2.961	1.293
TK14	林道2	35.2964	138.9899	707	3.095	2.161	2.733	1.327
T14a	金時林道	35.3010	139.0115	856	5.055	-----	2.99	-----
TK15	地蔵堂林道	35.3029	139.0357	531	7.165	1.025	4.242	0.783
T15a	沢入橋	35.3159	139.0944	97	12.683	-----	9.392	-----
TK16	どんぐりの家	35.3057	139.0828	227	11.357	2.927	7.935	2.096
TK17	切通	35.3223	139.1096	79	14.218	-----	10.945	-----
T17a	要定川	35.3222	139.1277	39	15.781	-----	12.408	-----
T17b	金手	35.3299	139.1447	43	17.512	-----	14.17	-----
T17c	大井保育園	35.3301	139.1619	54	19.011	-----	15.604	-----
T17d	赤田	35.3328	139.1893	150	21.488	-----	18.026	-----
TK18	岩倉トンネル	35.3386	139.2131	101	23.744	-----	20.278	2.46
TK19	土屋墓園	35.3424	139.2468	71	26.812	-----	23.306	-----
TK20	東海大学	35.3604	139.2784	38	30.12	-----	26.684	-----

表2 三島発破の臨時地震観測点座標と読みとり値

測線名	観測点コード	観測点名	緯度	経度	標高(m)	震央距離(km)	走時(秒)
南西測線	MSM01	MSM01	35.0853	138.8540	5	12.449	3.50
	MSM02	MSM02	35.0874	138.8579	4	12.020	3.32
	MSM03	MSM03	35.0910	138.8590	3	11.730	3.21
	MSM04	MSM04	35.0910	138.8669	3	11.121	2.94
	MSM05	MSM05	35.0940	138.8718	5	10.562	2.99
	MSM06	MSM06	35.0965	138.8759	6	10.103	2.90
	MSM07	MSM07	35.0999	138.8809	11	9.515	2.83
	MSM08	MSM08	35.1011	138.8851	13	9.119	2.72
	MSM09	MSM09	35.1037	138.8911	10	8.498	2.66
	MSM10	MSM10	35.1044	138.8958	16	8.099	2.76
	MSM11	MSM11	35.1069	138.9015	20	7.521	2.25
	MSM12	MSM12	35.1100	138.9013	21	7.343	2.14
	MSM13	MSM13	35.1134	138.9080	20	6.620	2.03
	MSM14	MSM14	35.1163	138.9138	27	6.000	2.01
	MSM19	MSM19	35.1187	138.9172	24	5.598	1.78
	MSM15	MSM15	35.1188	138.9227	27	5.177	1.65
	MSM16	MSM16	35.1239	138.9266	34	4.567	1.46
	MSM17	MSM17	35.1260	138.9320	61	4.028	1.30
	MSM18	MSM18	35.1278	138.9418	75	3.187	1.96
	MSM20	MSM20	35.1312	138.9407	85	3.049	1.15
	MSM21	MSM21	35.1341	138.9465	80	2.433	0.93
	MSM22	MSM22	35.1353	138.9499	125	2.092	0.84
	MSM23	MSM23	35.1389	138.9550	210	1.489	0.73
	MSM24	MSM24	35.1407	138.9603	225	0.979	0.58
	MSM25	MSM25	35.1436	138.9646	249	0.467	0.30
MSM26	MSM26	35.1455	138.9687	290	0.049	0.05	
MSM30	MSM30	35.1473	138.9709	310	0.238	0.21	
MSM31	MSM31	35.1466	138.9703	300	0.145	0.20	
MSM27	MSM27	35.1480	138.9720	321	0.368	0.26	
MSM28	MSM28	35.1511	138.9756	375	0.837	0.56	
MSM29	MSM29	35.1567	138.9785	449	1.477	0.77	
MSM32	MSM32	35.2249	139.0370	978	10.730	3.06	
MSM33	MSM33	35.2109	139.0333	945	9.295	2.81	
MSM34	MSM34	35.2464	139.0652	465	14.180	3.58	
MSM35	MSM35	35.2630	139.0601	489	15.410	3.72	
MSM36	MSM36	35.1545	138.9928	300	2.375	0.94	
MSM38	MSM38	35.1668	138.9854	501	2.755	1.14	
北東測線	MSM37	MSM37	35.1747	138.9945	720	3.948	1.64
	MSM39	MSM39	35.1805	138.9960	793	4.555	1.82
	MSM40	MSM40	35.1852	139.0030	889	5.348	2.06
	grhl	グリーンヒル	35.2903	139.1029	269	20.128	4.75
	HR29	HR29	35.2085	139.0223	811	8.477	2.63
	kkss	掘沢支流	35.2826	139.0746	574	17.959	4.31
	wrsr	和留沢	35.2708	139.0967	380	18.090	4.22
	ooi	大井地下水位	35.3301	139.1617	47	26.930	-----
	odw	小田原地下水位	35.2965	139.1881	22	26.019	-----
	mag	南足柄地下水位	35.3357	139.0757	143	23.192	-----
	nnm	二宮地下水位	35.3078	139.2451	51	30.900	-----
	CWD	大涌谷地震観測	35.2431	139.0218	985	11.807	3.15
	KIN	金時地震観測	35.2754	139.0138	717	14.936	-----
	MOT	元箱根地震観測	35.1952	139.0346	768	8.102	2.55
	ONK	湯原地震観測	35.2350	139.1237	58	17.217	-----
	KZR	湖尻地震観測	35.2376	139.0016	680	10.596	2.94
	YGW	湯原原地震観測	35.1836	139.0926	145	11.435	-----
	IWK	岩倉地震観測	35.3431	139.2101	-24	30.988	-----
	SSN	裾野地震観測	35.2187	138.9451	274	8.357	-----
	KZY	小塚山地震観測	35.2556	139.0347	478	13.564	3.31
KOM	駒ヶ岳地震観測	35.2169	139.0362	948	9.971	2.91	
TNM	塔の峰地震観測	35.2449	139.0933	459	15.770	3.82	
YDR	奇地震観測	35.3885	139.1241	203	30.384	6.22	

地震動(強い揺れ)の予測を行うために、「大都市圏地殻構造調査研究」のサブテーマの一つ「相模湾岸地殻構造探査」を実施した。探査測線は、静岡県三島市東部から相模湾沿岸部(小田原～鎌倉)を経て横浜市金沢区に至る全長 80 kmの区間で、静岡県三島市北東部において発破がおこなわれた(文部科学省ほか、2002)。

この発破に対し、著者らは図2の中に+印で示した地点において臨時観測をおこなった。臨時観測点は、発破点を中心に南西と北東方向に2測線に展開した。観測には、上述と同じ地震計を用いた。また、記録計は白山工

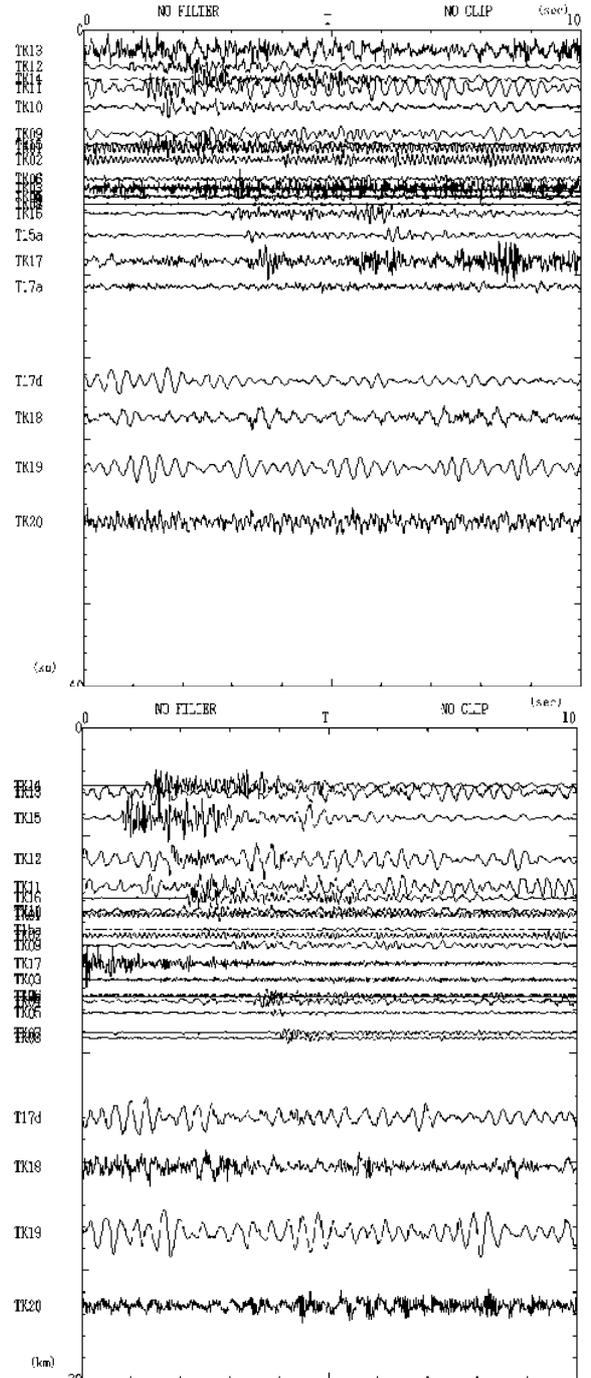


図3 SL1とSL7発破の記録セクション
上図がSL1、下図がSL7発破を示す。

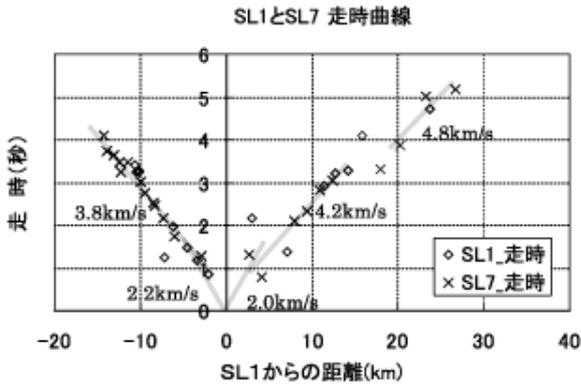


図4 SL1 と SL7 発破の走時曲線

業株式会社製(データマークLS-8000SH)のデジタル記録計とDAT式地震記録計(グローパテック社製、DAT-2GB)とを併用した。

3. 観測結果

3.1. 2001年箱根人工地震探査

観測点座標および発破観測から得られた初動読み取り値を表1に、SL1とSL7発破測線の地震波形記録セクションを図3に示した。地震波形記録セクション図の縦軸は発破点からの距離(km)、横軸は発破時間からの経過時間(秒)である。振幅のスケールは、初動を明らかにするために、観測点ごとに調整している。

記録セクション図を見てわかるように、震央距離約20km以内では、明瞭な初動が読み取れた。しかし、足柄平野以東(図3下、観測点コードT17d~TK20)で

は、東名高速道路などによる人工的なノイズが高く、初動の判読が難しかった。

図4に、SL1とSL7発破を合成した走時曲線を示した。横軸の距離は、SL1発破からの距離で統一した。見掛け速度は第1層目が2.0~2.2km/秒、第2層目が3.8~4.2km/秒であった。また、震央距離20km以東では、4.8km/秒の見掛け速度が得られた。

3.2. 2003年相模湾岸地殻構造探査

観測点座標と発破観測から得られた初動読み取り値を表2に、三島発破に対する南西と北東測線の地震波形記録セクションを図5に示した。地震波形記録セクション図の縦軸は発破点からの距離(km)、横軸は発破時間からの経過時間(秒)である。振幅のスケールは、初動を明らかにするために、観測点ごとに調整している。

南西測線では、三島や沼津の市街地を横断する測線であり、人工的なノイズが高かった。しかし、南西測線の震央距離が約13kmと短いこともあり、ほぼ全点で明瞭な初動が読み取れた。

一方、北東測線では、発破点から約20km離れた箱根古期外輪山東斜面の観測点(図5右、観測点コードkss~grhl)でも、地震波の初動は読み取ることができた。しかし、足柄平野の観測点(図5右、観測点コードmag~ooi)では、人工的なノイズが高く、初動の判読は難しかった。

図6に、三島発破の走時曲線を示した。南西測線では、見掛け速度は第1層目が2.0km/秒、第2層目が2.8km/秒であった。また、震央距離5km以西では、4.5km/秒の見

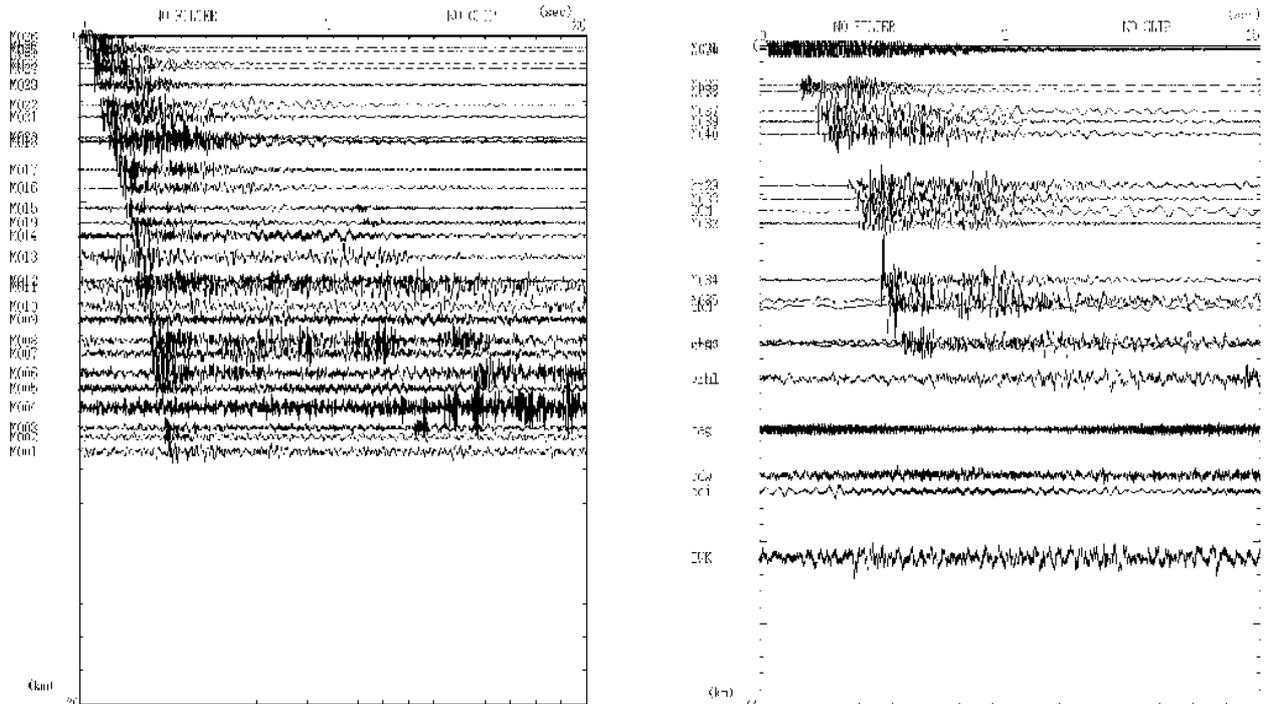


図5 三島発破の記録セクション 左図が南西測線、右図が北東測線を示す。

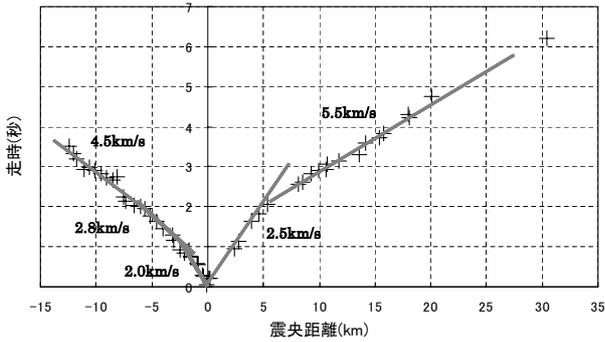


図6 三島発破の走時曲線
左側が南西測線、右側が北東測線を示す。

掛け速度がえられた。一方、北東測線では、見掛け速度は第1層目が2.5km/秒、第2層目が5.5km/秒であった。

4. まとめ

神奈川県西部の深部地下構造探査を目的として、2001年箱根人工地震探査発破(実施機関;(財)電力中央研究所)のSL1とSL7発破と2003年相模湾岸地殻構造探査三島発破(実施機関;東京大学地震研究所)を利用して臨時の人工地震観測をおこなった。その観測結果は以下の通りである。

- (1) SL1とSL7発破の臨時観測からは、第1層目の見掛け速度が2.0~2.2km/秒、第2層目は3.8~4.2km/秒であることがわかった。また、震央距離20km以東では、4.8km/秒の見掛け速度が得られた。
- (2) 三島発破の臨時観測によって、南西測線の見掛け速度は第1層目が2.0km/秒、第2層目が2.8km/秒であることがわかった。また、震央距離5km以西では、4.5km/秒の見掛け速度が得られた。

- (3) 三島発破の北東測線では、見掛け速度は第1層目が2.5km/秒、第2層目が5.5km/秒であった。

なお、2000(平成12)年から続けている平塚-裾野測線の総合的な報告は、他機関が実施した人工地震探査結果がすべて公表された段階でおこなう予定である。

謝辞

(財)電力中央研究所の阿部信太郎博士と青柳恭平博士、東京都立大学小田義也博士、東京大学地震研究所の岩崎貴哉教授と佐藤比呂志助教授には、本観測において便宜を図っていただきました。感謝の意を表します。本研究は平成13年度の温泉地学研究所経常研究によってなされたものです。

参考文献

- 阿部信太郎、青柳恭平、小田義也、棚田俊收(2002)伊豆半島北部・箱根火山地域の3次元的地殻構造、地球惑星科学合同大会、S 086-P 005.
- 神奈川県(2000)神奈川県地下構造調査成果報告書、73p.
- 文部科学省研究開発局、東京大学地震研究所、京都大学防災研究所、防災科学技術研究所(2002)平成14年度大都市圏地殻構造調査研究成果報告書、593p.
- 棚田俊收、馬場久紀、小田義也、岩崎貴哉、一ノ瀬洋一郎、坂守(2002)平塚-裾野測線の地下構造調査(その2)静岡県裾野でおこなわれた採石発破の観測結果、温地研報告、34、13-18.
- 棚田俊收、小田義也(2001)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、温地研報告、32、53-58.