

5. 東京の基盤構造 その2

第3回 夢の島、吉川町爆破実験による地下深部探査*

	}	嶋	悦	三
地震研究所		柳	沢	馬住
		工	藤	一嘉
東京工業大学		瀬	尾	和
東京学芸大学		山	崎	謙介

(昭和51年8月25日受理)

1. はじめに

第1回、第2回夢の島爆破地震動観測による地下深部探査の結果、これまでは推測の域を出なかった東京の基盤構造に関する貴重な知見を加えることが出来た(嶋他, 1976)。その報告にものべた様に、ここにいう基盤は、地震学者のいう地殻の最上層(P波速度にして5~6 km/sec, S波速度にして3~3.5 km/sec程度)をさしている。地震学の成果を工学に応用する立場としては、そこを地震基盤と考えた方が混乱が少ないと思われるからである。地震は断層の活動によって発生するという考え方が今や学界の大勢をしめつつある。理論的には、断層のパラメータが与えられた場合、断層から任意の地点での地動変位を計算出来るから、過去の地震活動を調べることによって、たとえば将来東京に震害を与えるであろう地震を想定し、その断層パラメータを推定することが出来れば、我々のいう地震基盤での地震動を知ることが出来るのではなからうか。そして、これを地表層(基盤層より上のすべての地層)のレスポンス(地震学の分野では、このことをTransfer Functionと呼ぶことがある)と結びつけ、あるいは表面波の効果を考えることにより、実際に地表で観測されるであろう地震波形を推定するようになるのも、たとえば数秒以上といった工学的にはやや長周期な帯域に限った場合、それ程遠い将来ではないと考えられる。ここで、長周期帯域に限定した一つの理由は、断層の生成過程では破壊が一様に進行するとは思えないため、断層の動きを平均的に見られる長周期帯域では近似出来るにしても、短周期帯域でのこの種のアプローチは危険と思われるからである。

前2回の爆破実験では、爆破点相互間の距離をやむをえず近づけざるを得なかったため基盤層の傾斜を出すまでには至らず、平行層の近似で地下構造を推定せざるを得なかった。本来、ある測線にそって爆破地震動を観測する場合、その測線にそった爆破点相互間の距離が十分にあれば、基盤層の傾きを出すことが出来るが(たとえば, Cunningham, 1974),

* 人工地震の観測は、首都圏基盤構造研究グループにより行なわれた。

測線の反対側にも爆破点をもうけて観測する（いわゆる逆測線）のが理想的である。我々の場合、逆測線の遠方観測点が東京下町になるので、交通機関等によるノイズが心配されるが、このような地点では、地中に地震計を設置することにより、ある程度観測条件を改善することが出来ると考えた。そこで、昭和50年12月14日早朝、第1回の夢の島爆破点とほぼ同じ場所と、埼玉県北葛飾郡吉川町の江戸川河川敷に爆破点をもうけ、この両地点を結ぶ約35kmの測線上に衛星点を含め18ヶ所の観測点で人工地震動の観測を行なった。測線は前2回のそれに比べ、埼玉県下でやや東にずれたが、実用上は同じ測線と考えてよい。

今回の実験の目的は、

- i) 夢の島爆破測線の逆測線の観測により基盤の傾きをしらべ、地震基盤層を伝わる地震波の真の速度をきめること。
- ii) 前回の観測で推定した東京、埼玉県境地下にみられる基盤のもり上がりを確認すること。



Fig. 1. The map showing shot points and observation points.

iii) 地震基盤層での P 波速度に変化が見られるかどうかを調べること。
の三点に要約することが出来る。

2. 人工地震の観測結果

人工地震の観測には、1~5 Hz の固有周波数をもつ電磁式地震計を用い、磁気録音方式で記録した。

爆破点と観測点の地図を Fig. 1 に示す。また、爆破点、観測点の位置、距離および観測者を Table 1 (夢の島爆破) および Table 2 (吉川町爆破) に示す。夢の島の爆破点は、15号地南端であり、第1回の夢の島爆破点のごく近傍であり、実用上は、ほぼ同一地点と考えてもさしつかえない。爆破孔の深度は 95 m、薬量は、ダイナマイト 495 kg、薬長は 13.6 m であった。吉川町の爆破点は、夢の島爆破点のほぼ真北約 35 km の江戸川河川敷に設けられた。薬量、薬長は同じであるが、爆破孔の深度は 105 m とした。Fig. 2 に両地点の大よその柱状図を示す。なお、同図には都内 5 地点の柱状図を示してあるが、これは、吉川町の爆破地震動を観測するにあたり SN 比を向上させる目的で、地中に地震計を設置するために掘られたものである。都内では交通機関等によるノイズが大きい上、

Table 1. Locations of shot and observation points for 3rd Yumenoshima Explosion.

第三回 夢の島爆破

爆破時刻 昭和50年12月14日2時5分1.57秒

観測点 番号	観測点	位置		距離 Δ (km)	観測者
		東経	北緯		
1	夢の島発破点	139°50'17.2"	35°36'51.7"		橋・斉藤 (日本物探)
2	東京ヘリポート	139°50'28.2"	35°37'58.1"	2.07	萩原・藤島 (日本物探)
3	第七砂町小学校	139°50'41.8"	35°40'31.6"	6.81	工藤 (地震研)
4	第三大島小学校	139°50'43.0"	35°41'17.4"	8.22	遠藤・山本・鈴木・五十嵐 (早大理工)
5	小松川第二中学校	139°50'46.2"	35°41'56.6"	9.43	安原・児玉・青柳 (早大理工)
6	木根川小学校	139°50'36.4"	35°43'27.4"	12.21	小口・秋山 (法政大), 山崎 (東学大)
7	北三谷小学校	139°50'30.8"	35°45'50.4"	16.61	田中・坂上 (地震研)
8	中川小学校	139°50'42.2"	35°46'38.1"	18.08	浅田・古谷 (地震研)
9	八潮第四小学校	139°50'20.0"	35°48'01.6"	20.65	浅野・一ノ瀬・坂 (地震研)
9'	衛星点	139°50'24.6"	35°48'20.8"	21.24	浅野・一ノ瀬・坂 (地震研)
10	八潮中学校	139°50'27.8"	35°49'12.3"	22.83	浅野・一ノ瀬・坂 (地震研)
11	八潮第一小学校	139°50'27.0"	35°49'57.6"	24.22	浅野・一ノ瀬・坂 (地震研)
12	彦糸小学校	139°51'21.2"	35°51'15.4"	26.67	小牧・大保 (埼玉大)
13	北谷小学校	139°51'42.0"	35°52'21.2"	28.73	長能 (竹中工)
14	関小学校	139°50'58.4"	35°53'23.4"	30.58	柳沢・座間 (地震研)
15	川藤	139°51'07.0"	35°54'07.1"	31.94	柳沢・座間 (地震研)
16	旭小学校	139°51'13.6"	35°54'58.4"	33.52	柳沢・座間 (地震研)
17	吉川町船渡内5 (衛星点)	139°51'30.0"	35°55'13.8"	34.02	大場・鶴田 (日本物探) 嶋 (地震研)

Table 2. Locations of shot and observation points for Yoshikawa Explosion.

吉 川 爆 破

爆破時刻 昭和50年12月14日3時5分1.41秒

観測点 番号	観 測 点	位 置		距 離 Δ (km)	観 測 者
		東 経	北 緯		
17'	吉川発破点	139°51'44.7"	35°55'43.7"		大場・鶴田 (日本物探) 嶋 (地震研)
17	吉川町船渡内5 (衛星点)	139°51'30.0"	35°55'13.8"	0.99	大場・鶴田 日 (日本物探) 嶋 (地震研)
16	旭小学校	139°51'13.6"	35°54'58.4"	1.60	柳沢・座間 (地震研)
15	川 藤	139°51'07.0"	35°54'07.1"	3.12	柳沢・座間 (地震研)
14	関小学校	139°50'58.4"	35°53'23.4"	4.47	柳沢・座間 (地震研)
13	北谷小学校	139°51'42.0"	35°52'21.2"	6.24	長能 (竹中工)
12	彦糸小学校	139°51'21.2"	35°51'15.4"	8.29	小牧・大保 (埼玉大)
11	八潮第一小学校	139°50'27.0"	35°49'57.6"	10.84	浅野・一ノ瀬・坂 (地震研)
10	八潮中学校	139°50'27.8"	35°49'12.3"	12.22	浅野・一ノ瀬・坂 (地震研)
9'	衛 星 点	139°50'24.6"	35°48'20.8"	13.80	浅野・一ノ瀬・坂 (地震研)
9	八潮第四小学校	139°50'20.0"	35°48'01.6"	14.40	浅野・一ノ瀬・坂 (地震研)
8	中川小学校	139°50'42.2"	35°46'38.1"	16.89	浅田・古谷 (地震研)
7	北三谷小学校	139°50'30.8"	35°45'50.4"	18.38	田中・坂上 (地震研)
6	木根川小学校	139°50'36.4"	35°43'27.4"	22.76	小口・秋山 (法政大), 山崎 (東学大)
5	小松川第二中学校	139°50'46.2"	35°41'56.6"	25.53	安原・兎玉・青柳 (早大理工)
4	第三大島小学校	139°50'43.0"	35°41'17.4"	26.74	遠藤・山本・鈴木・五十嵐 (早大理工)
3	第七砂町小学校	139°50'41.8"	35°40'31.6"	28.16	工藤 (地震研)
2	東京ヘリポート	139°50'28.2"	35°37'58.1"	32.90	萩原・藤島 (日本物探)
1	夢の島発破点	139°50'17.2"	35°36'51.7"		橋・斉藤 (日本物探)

吉川町の爆破点からも遠くなるため、大きな地震動が期待されないからである。しかしながら、このころみは、観測点6の木根川小学校以外の地点では必ずしも成功したとはいえない。木根川小学校の場合を除き、観測孔は軟弱な粘土層中に止っている。ボーリングの深さが足りなかったためと思われる。

夢の島、吉川町における爆破は、それぞれ1975年12月14日2時5分1.572秒、3時5分1.414秒に実施された。

Fig. 3, Fig. 4 は第3回夢の島爆破による人工地震動の記録の一部である。Fig. 3 は P 波の走時を見るために上下成分の記録を集めてあり、Fig. 4 は S 波のそれを見るため水平成分の記録を集めてある。S 波の伝ば速度はおそいので、時刻のスケールを変えてあることに注意されたい。

Fig. 5, Fig. 6 は P 波および S 波の走時曲線である。基盤層を伝わる S 波走時は今回初めて確認された。走時の読み取り値は Table 3 に掲げてある。なお、図および表で括弧のついているものは読み取りの精度が悪いものである。

同様に Fig. 7, Fig. 8 は、吉川町爆破による人工地震動の記録を集めたものであり、Fig. 7 が上下成分、Fig. 8 が水平成分である。

Table 3. Travel times for 3rd Yumenoshima Explosion.
第三回 夢の島爆破走時

観測点番号	観測点	距離 A (km)	P 波 走 時		S 波 走 時		
			初動走時	後続位相走時	初動走時	後続位相走時	
			sec	sec	sec	sec	
1	夢の島発破点						
2	東京へリポート	2.07	1.19 1.18				
3	第七砂町小学校	6.81	3.35 3.32	3.63 3.61	7.2	(8.6) (10.47)	11.3
4	第三大島小学校	8.22	3.67	4.15 4.47	7.7	11.6 (14.7)	
5	小松川第二中学校	9.43	3.78	4.59 4.98	8.0	(8.7) 16.5	
6	木根川小学校	12.21	4.26	5.63 6.08 6.58	(8.4)	9.2 10.7	17.6 20.6
7	北三谷小学校	16.61	5.06	6.96 7.43 9.00	10.3	13.4 22.8	27.3
8	中川小学校	18.08	5.35	10.15		(14.3) 26.4	
9	八潮第四小学校	20.65	5.76	7.76 8.35 9.08 10.84 11.13		16.4 29.5	34.9 36.4
9'	衛星点	21.24	5.82	7.78 11.82			
10	八潮中学校	22.83	5.97	7.99 9.23 12.43			
11	八潮第一小学校	24.22	6.24	8.19 9.8 13.1 13.19			
12	彦糸小学校	26.67	6.62	8.79 10.13 14.43 15.13		38.8 44.6	49.1
13	北谷小学校	28.73	6.95	8.78 8.80 10.83 15.43 15.83			
14	関小学校	30.58	7.25	9.53 11.68 16.76		(21.9) 51.1	
15	川藤	31.94	7.34	7.40 9.61 17.56 17.90			
16	旭小学校	33.52	7.58	7.66 10.13 12.55 18.11 18.18	15.7	23.9 49.2	56.8
17	吉川町船渡内5 (衛星点)	34.02	(7.82)				

Table 4. Travel times for Yoshikawa Explosion.
吉川爆破走時

観測点番号	観測点	距離 d (km)	P 波 走 時		S 波 走 時	
			初動走時 sec	後続位相走時 sec	初動走時 sec	後続位相走時 sec
2	東京へリポート地中	32.90	(7.38)	9.35 18.04	(13.6)	(22.3) (56.1)
3	第七砂町小学校地表	28.16	(6.55)	8.50	13.1	22.3 29.0 (40.7) (50.4)
4	第三大島小学校地表	26.74	(6.54)	8.48 15.3 16.46		
5	小松川第二中学校	25.53	(6.39)	14.55		
6	木根川小学校地表	22.76	5.63	7.31 12.77	(11.1)	12.6 17.4 (38.3) (38.9)
7	北三谷小学校地表	18.38	4.86	6.46	9.2	14.3 30.9
8	中川小学校	16.89	4.82	6.51 9.15		13.9 23.9
9	八潮第四小学校	14.40	(4.63)	5.82 7.66 7.97	(8.2)	9.4 (11.4) 20.2 24.3
9'	衛星点		4.14			
10	八潮中学校	12.22	3.79	5.42 6.30 6.78		
11	八潮第一小学校	10.84	3.56	5.05 5.9		
12	彦糸小学校	8.29	3.05	4.08 4.55	5.4	6.7 7.7 (11.1) (13.9)
13	北谷小学校	6.24	2.67	3.38 3.70	5.2	6.6 11.6
14	関小学校	4.47	2.22	2.44	4.4	6.1 8.9
15	川小学校	3.12	1.74	(2.29)		
16	旭小学校	1.60	1.01	1.91 3.59		
17	吉川町船渡内5 (衛星点)	0.99	0.62			

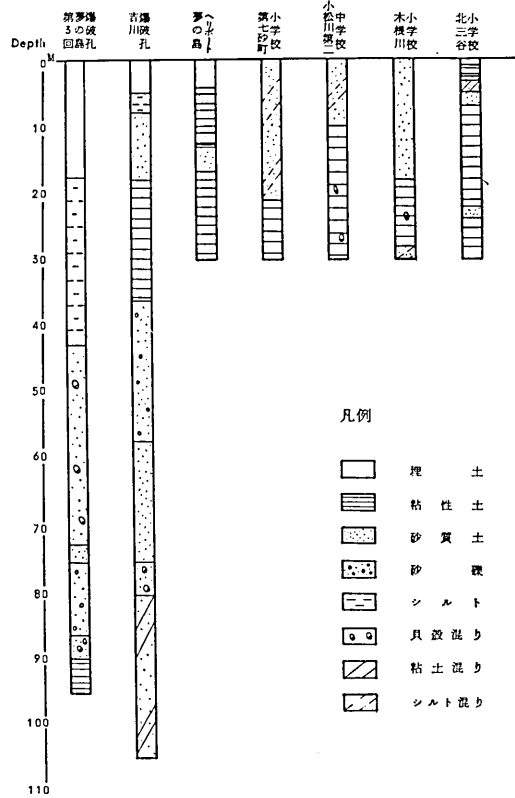


Fig. 2. Geological sections at the shot points and the observation points where the bore-hole seismometers were installed.

Fig. 9, Fig. 10 はそれぞれ P 波および S 波の走時曲線であり、走時の読み取り値は Table 4 に掲げてある。都内にはいると、SN 比が急激に悪化する有様がわかる。

Fig. 11 は、爆破点近傍における P 波の走時曲線である。

3. 地下構造

Fig. 12 は、夢の島爆破観測による P 波初動の走時曲線であり、各走時から $4(\text{km})/5.5(\text{km}/\text{sec})$ の走時を差し引いて示してある。図には、第1回、第2回の走時も示してある。今回の観測結果と第1回のそれとを較べると、非常によく一致していることがわかる。爆破点からの距離 22 km 付近 (八潮町) に見られた走時の段差は、今回の観測データを加えることにより一層はっきりしたといえよう。なお 30 km 以遠でより早い見かけ速度が得られた。

Fig. 13 は同様に、吉川町爆破の走時図である。Fig. 12 に見られる走時の段差が、基盤のもり上りによるとすれば、Fig. 13 でもこれに対応して、吉川町の爆破点から 10~15

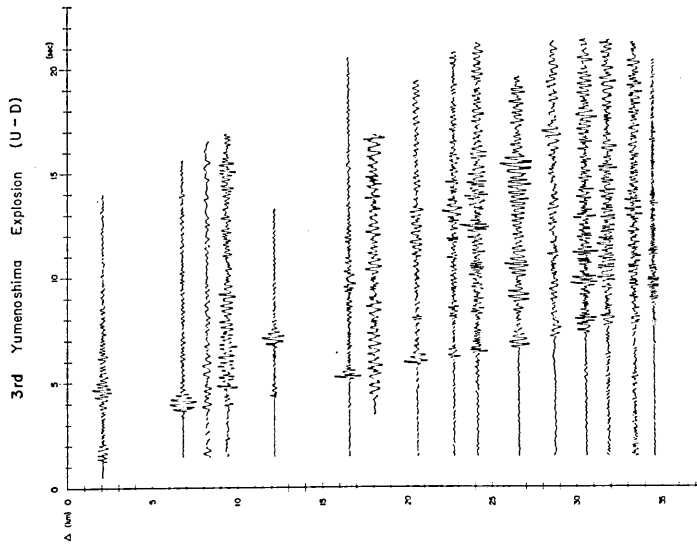


Fig. 3. Seismograms obtained by the 3rd Yumenoshima Explosion (vertical components).

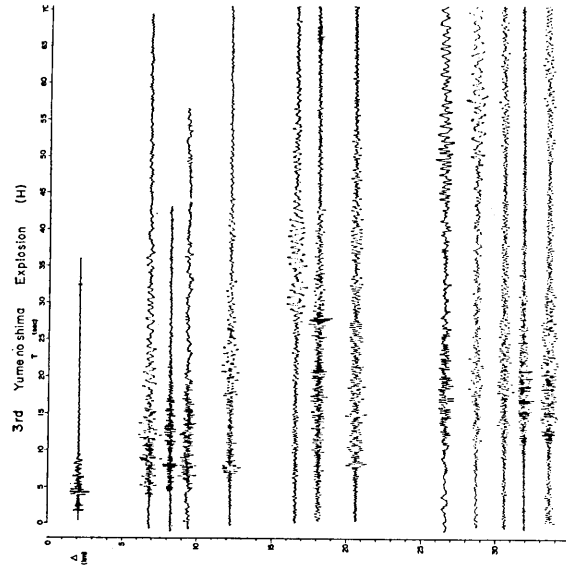


Fig. 4. Seismograms obtained by the 3rd Yumenoshima Explosion (horizontal components).

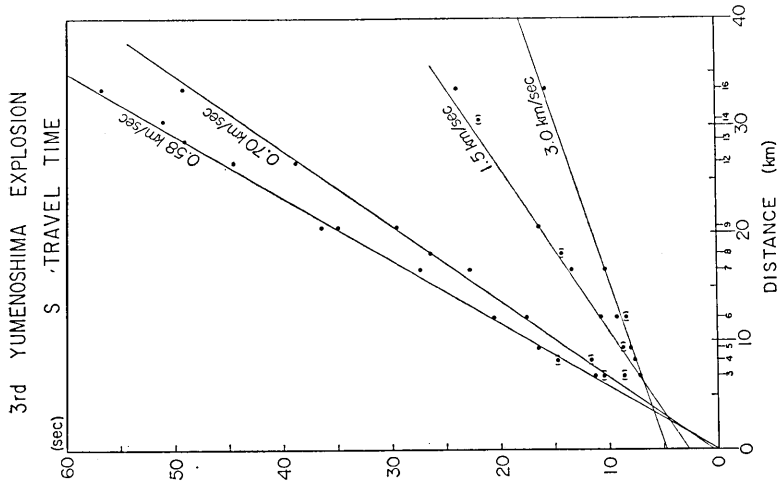


Fig. 6. S-wave travel times for 3rd Yumenoshima Explosion.

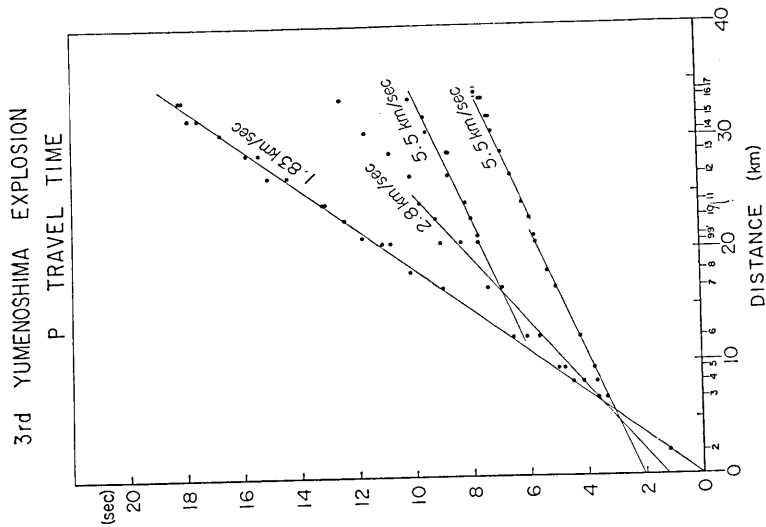


Fig. 5. P-wave travel times for 3rd Yumenoshima Explosion.

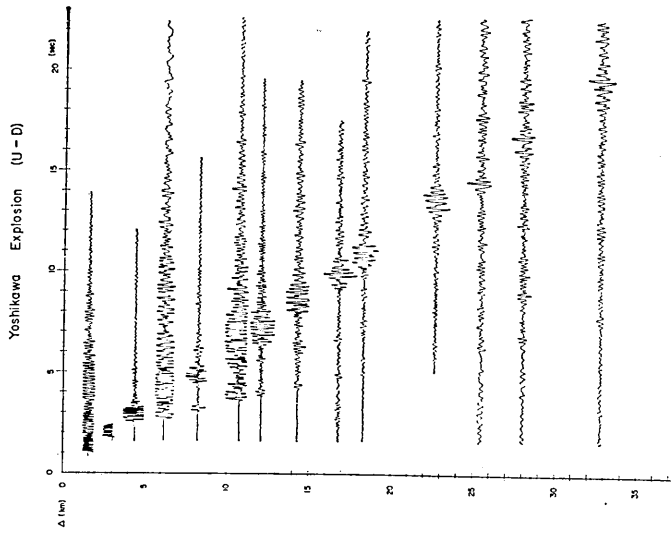


Fig. 7. Seismograms obtained by the Yoshikawa Explosion (vertical components).

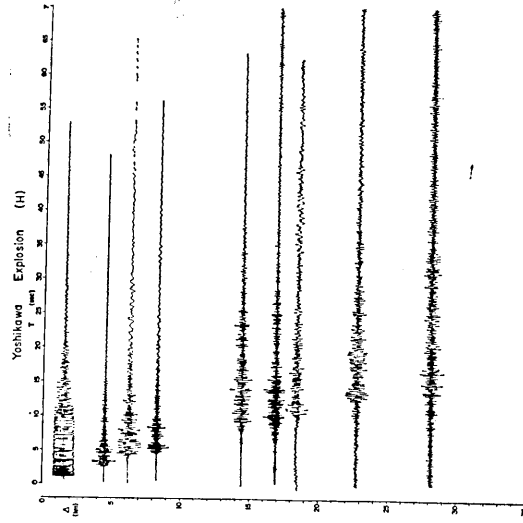


Fig. 8. Seismograms obtained by the Yoshikawa Explosion (horizontal components).

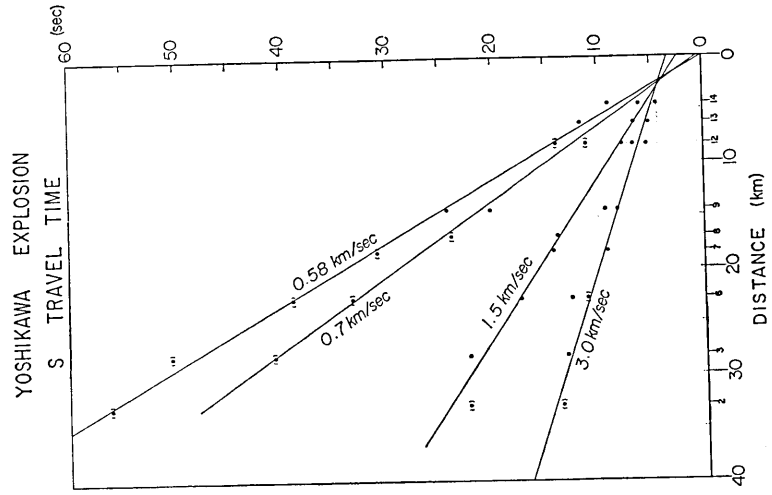


Fig. 10. S-wave travel times for Yoshikawa Explosion.

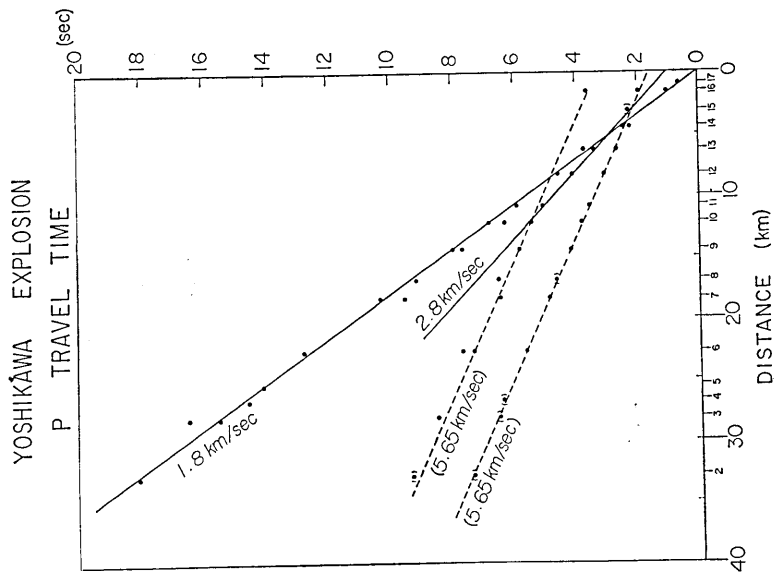


Fig. 9. P-wave travel times for Yoshikawa Explosion.

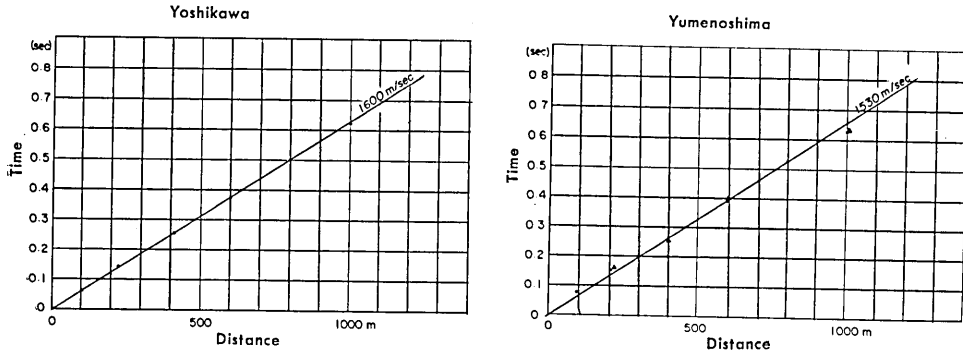


Fig. 11. Travel time graphs for P-wave near the shot points.

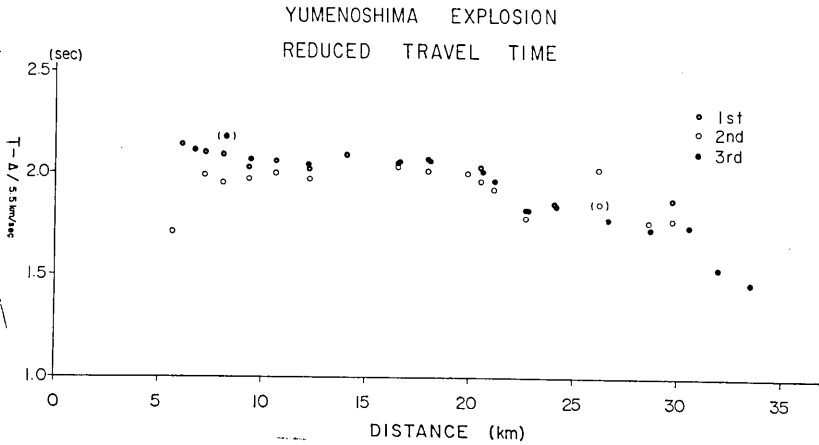


Fig. 12. Reduced travel times of first P arrivals for first, 2nd and 3rd Yumenoshima Explosions.

km 程度のところから、走時が段差的におくれる筈である。しかしながら、Fig. 13 から走時に段差があると断定することは困難であるといわざるを得ない。データの数も少ないし、遠方地点がノイズが多かったこともあるが、これ等の走時がほぼ一直線上にあるとも見られるからである。この点は将来ともデータを増し、たしかめなければならない。

Fig. 9 に示すように、やや強引に吉川爆破の初動の走時が一直線上にのると考えると、見掛けの P 波速度は 5.65 km/sec となる。このことから、基盤での真の P 波速度は前回推定した 5.5 km/sec とそれ程違っていないことがわかる。いいかえれば、基盤層の傾斜角は非常に小さいことがわかる。そこで、両爆破点における原点走時を用いて構造を推定し、これ等を結べば、大略の地下構造がきまることになる。Fig. 14 は、それぞれ P 波、S 波に対する構造である。平均的には測線の北側で基盤層の深度が浅くなっている。また、最上層に S 波速度 0.58 km/sec の地層があることが今回新しく確認された。ところで、P 波、S 波の構造は必ずしも一致しない。その有様を示したのが Fig. 15 であ

る。基盤層までの深さはよくあっているが、中間層の境界がよくあっていないことがわかる。走時曲線の上では中間層に対応する走時が、初動からかなりおくらせて到達するために、すでに到達している波群に重なり、読み取りの精度が初動のそれと較べて一段と悪くなっていることも一つの原因であろう。また、Takahashi and Hamada (1975) が岩槻の深井戸で得た P 波速度検層結果によれば、現実には、中間層と表層との境界がみだれておりはつきりしないことがわかる (Fig. 16)。このような場合、屈折波の振幅は小さくなり位相の確認がむずかしくなると考えられる。

夢の島、吉川両爆破で、共通の観測点における両爆破点からの走時の和から、爆破点間の走時を差し引けば、それは、その観測点における time term の2倍をあたえることになる。そこで、各観測点の time term を調べ、観測された各観測点の走時からこれを差し引いて、新たに補正された走時図 (T') をつくれば、基盤層での真の速度が決定されるはずである。これを実行するにあたり、一つの矛盾が生じた。走時図から読みとると、夢の島より吉川にいたる走時は 8.0 sec であり、逆のそれが 7.8 sec になっている。本来これは同じでなければならぬ。このことは、吉川爆破において基盤からの屈折波走時が一直線にのりとして 7.8 sec を得たのが誤りであることを示唆している。Fig. 17 は、両爆破点間の走時が 7.8 sec であるとしてもとめた T' 図である。なお、図では、4/5.6 km/sec を差し引いてある。図に見られるように、観測点 9、10 間に段差がみられる。もし、吉川爆破の遠方観測点 (観測点 9 以遠) の走時を、 $8.0 - 7.8 = 0.2$ (sec) おくらせると、Fig. 17 のすべての点は一直線 (5.6 km/sec の線) にのり矛盾がなくなる。吉川爆破の遠方観測点では、ノイズが多かったとはいえ、0.2 sec は読み取り誤差より大きいと思われるが、吉川爆破では測定が一回しか行なわれていないこともあり、夢の島爆破にくらべ精度が一段と落ちると思われるので、ここでは、夢の島爆破の走時および吉川爆破の初動がはっきりしている近距離 (観測点 10 まで) の走時を重視し、基盤での真の速度として、5.6 km/sec を採用することにする。Fig. 18 は、このようにして、各観測点の time term からもとめられた速度断面図である。ただし、2.8 km/sec 層は、さきに得られた近似解 (Fig. 14) を考慮して、東京都下では厚さ 0.8 km、埼玉県下では厚さ 0.5 km が一様に存在するものとして計算した。基盤層の深度は、夢の島直下で 2.3 km、東京都と埼玉県境に行くとやや深くなり、もっとも深いところで 2.5 km 程度である。埼玉県下での深度は、2.0 km 程度であり、吉川町の爆破点近傍で 1.5 km 程度と浅くなっている。もっとも浅いところは、観測点 15、16 の間で約 1.2 km である。東京都と埼玉県境の地下に予想される基盤のもり上りは、0.5 km 位と考えられる。

関東平野の基盤については、石井 (1962) がそれまでに行なわれた地震探査の結果を総括し各地での速度断面を公表している。我々の測線に近いものとしては、水海道、春日部、大宮を結ぶ断面がある。ここは今回の測線のさらに北にあたるため結果を直接比較することは出来ないが、速度層の構成については、かなりよい一致をしめしていると思われる。しかしながら、基盤の深度に関しては、石井の結果は 2 km を越しており、我々の結果に較べ深い値を得ている。城戸 (1964) は、松伏付近 (我々の測線の北端) にドーム状の基盤のもり上りを指摘しているが、これを支持するデータが我々の走時にも見られることを考えれば、このことは何ら矛盾しないことなのかも知れない。福田等 (1974) は、関東平

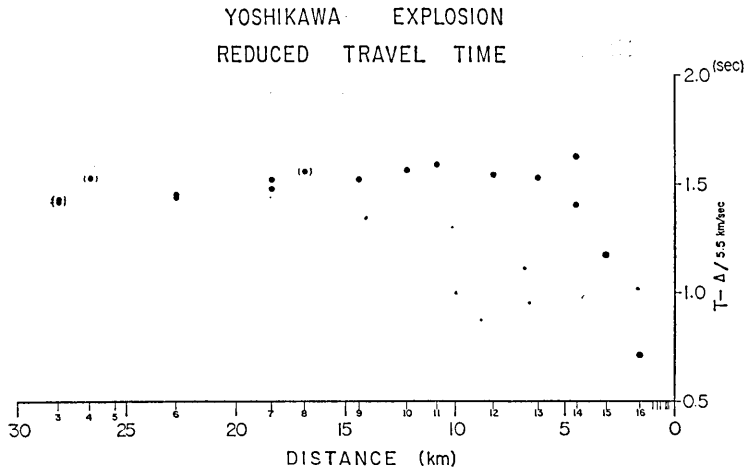


Fig. 13. Reduced travel times of P arrivals for Yoshikawa Explosion.

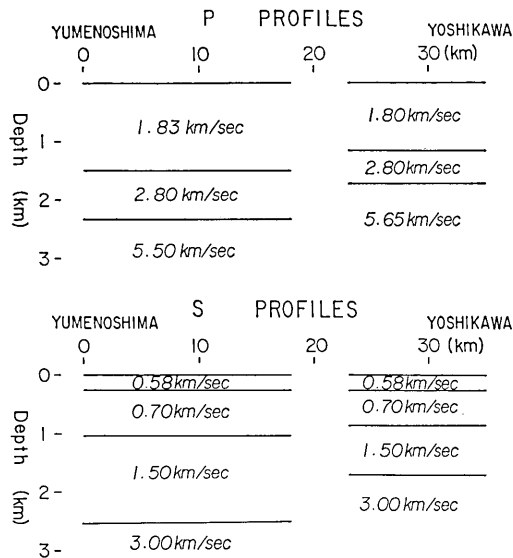


Fig. 14. P- and S-profiles deduced from the intercept times.

野において基盤にまで掘り込んだと思われる深井戸19本について地質学的な見地からのまとめを行なっている。それによれば我々の測線のごく近くに、松伏 ST-1 井がある。坂戸 (1964) によれば、ここでの基盤岩は、片麻岩質花崗閃緑岩であり、1.6 km 以深に存在している。地質と弾性波速度との対比は必ずしも行なわれていないが、我々のいう基盤が前記の地質であるとすれば得られている深度は 1.2~1.5 km であるからよい一致をしめしているといえよう。

また萩原幸男 (私信, 1976) によれば、我々の得た結果は重力測量の結果えられた重力

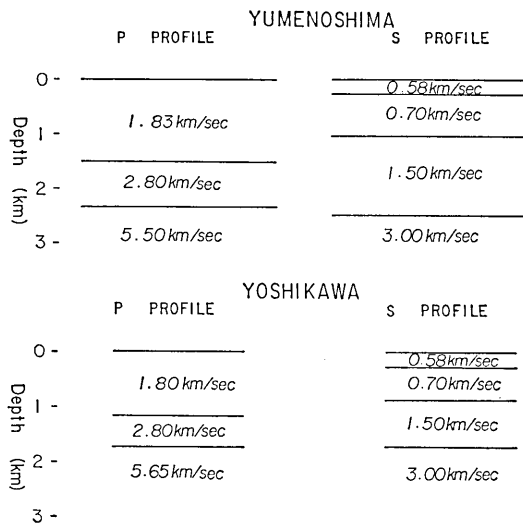


Fig. 15. P- and S-profiles showing the discrepancy between them.

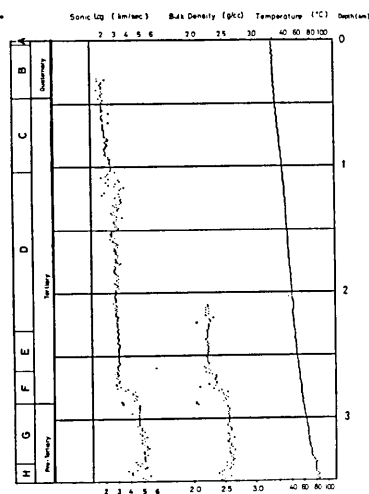


Fig. 16. Iwatsuki deep bore-hole data (after Takahashi and Hamada, 1975).

の分布とも傾向が合致することである。

4. おわりに

今回の調査の結果判明した重要なことは次の通りである。

- i) 東京直下の構造は前回報告したものと大差はない (Fig. 14, Fig. 18 参照)。すなわち、東京直下での P 波の構造は、第1層 $V_p=1.8$ km/sec の厚さは 1.5 km, 第2層 $V_p=2.8$ km/sec の厚さは 0.8 km, 基盤層の真の速度は 5.6 km/sec であり、その深度

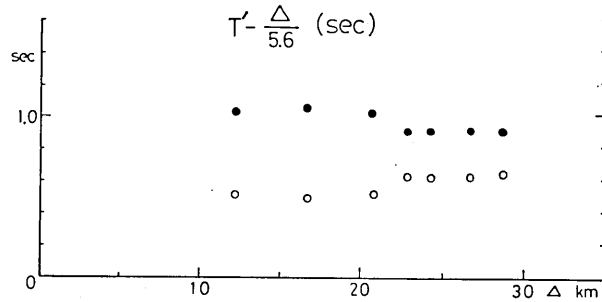


Fig. 17. The true velocity of base rock.

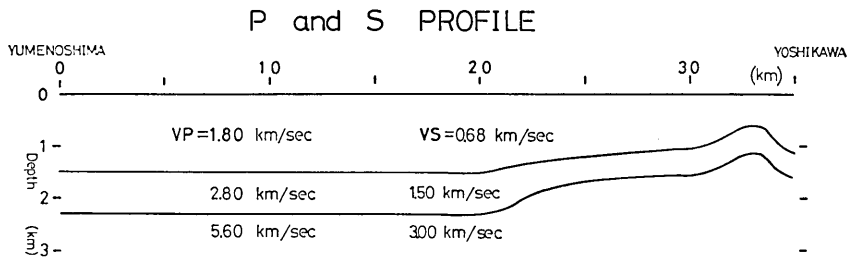


Fig. 18. The proposed profile.

は 2.3 km である。埼玉県下では基盤の深度は 2.0 km と浅くなり、さらに吉川町の爆破点近傍では 1.2~1.5 km 程度と急激に浅くなる。

ii) 各層を通過してきた S 波の位相は今回始めて確認された。S 波による構造は P 波のそれと必ずしも一致しないが、基盤層までの深さはよく一致している。また最上層に $V_s=0.58$ km/sec のうすい層が検出された。

iii) 東京都と埼玉県境で見られた走時の段差は、第 3 回の夢の島爆破観測により一層ははっきりしたが、吉川爆破の走時からは、これを断層と断定する程のはっきりしたデータが得られなかった。これは将来ともデータを増し確かめるべき問題である。段差があると仮定すれば基盤のもり上りは 500 m 程度となる (Fig. 18)。

iv) 基盤層における P 波速度は、第 1 回と第 2 回の夢の島爆破走時が非常によく一致していることからして、この期間 (約 10 ヶ月間) に P 波速度が変化したとは考えられない。

おわりに、今回の調査研究にあたって、東京都防災会議の関係職員諸氏の寄せられた御助力に謝意を表したい。東京都港湾局の関係職員諸氏には夢の島爆破点設定に関連し、また吉川町爆破に関連しては建設省の現地関係者に大へんお世話になった。また、観測点として使用させて頂いた東京都ならびに埼玉県下の小中学校、諸施設で御世話になった多くの方々に厚く御礼申し上げる。

人工地震の観測に参加され、貴重なデータを提供された首都圏基盤構造グループの方々にも厚く御礼申し上げる。また、吉井敏尅博士には構造解析に関して議論して頂いた。御

礼申し上げます。

文 献

- CUNNINGHAM, A. B., 1974, Refraction data from single-ended refraction profiles, *Geophysics*, **39**, 292-301.
- 福田 理他, 1974, 坑井地質に見る関東平野の基盤, *地質ニュース*, **234**, 8-17.
- 石井基裕, 1962, 関東平野の基盤, *石油技術協会誌*, **27**, 615-640.
- 城戸秀夫, 1964, 埼玉県松伏 SK-1 号井の地質及び関東中部の地質断面について (講演要旨), *石油技術協会誌*, **29**, 191.
- 嶋 悦三他, 1976, 東京の基盤構造 第1回, 第2回夢の島爆破実験による地下深部探査, *地震研究所集報*, **51**, 1-11.
- TAKAHASHI, H. and K. HAMADA, 1975, Deep Borehole Observation of the Earth's Crust Activities Around Tokyo—Introduction of the Iwatsuki Observatory, *Pure and Applied Geophysics*, **113**, 311-320.

5. *On the Base Rock of Tokyo.*

II: *Observations of Seismic Waves Generated from the 3rd Yumenoshima and Yoshikawa Explosions.*

By Etsuzo SHIMA, Masumi YANAGISAWA and Kazuyoshi KUDO,
Earthquake Research Institute;

Kazuoh SEO,
Tokyo Institute of Technology
and

Kensuke YAMAZAKI,
Tokyo Gakugei University.

Through the observations of seismic waves generated from two large explosions, the deep underground structure of Tokyo Metropolis was clarified. The results are summarized as follows (see Figs. 14 and 18): i) The thickness of the surface soft layer having $V_p=1.8$ km/sec and $V_s=0.68$ km/sec is 1.5 km. ii) The thickness of the intermediate layer having $V_p=2.8$ km/sec and $V_s=1.5$ km/sec is 0.8 km. iii) The depth of the base rock in Tokyo was found to be 2.3 km. V_p and V_s in the base rock are 5.6 km/sec and 3.0 km/sec respectively. The depth of the base rock in Saitama Prefecture is around 2.0 km and becomes shallower beneath the Yoshikawa shot point. The upheaval of the base rock in the northern part of the suspected fault was found to be around 500 m. iv) The travel times of the first P arrivals from first and 3rd Yumenoshima Explosions were compared. As a result no P wave velocity change was found during the period of 10 months.