

41. 1980年伊豆半島東方沖地震および同群発地震の 加速度強震記録と最大加速度データ

地震研究所 { 田 中 貞 二
坂 上 実
大 沢 胖
吉 沢 静 代

(昭和55年10月30日受理)

1. はじめに

1980年6月下旬に始まった伊豆半島東方沖(川奈崎沖)の群発地震は、活発な活動の消長を繰り返したのち、8月に至ってほぼ終息した。この間、多数の有感地震が発生したが、6月29日の最大地震(1980年伊豆半島東方沖地震、 $M=6.7$)により、伊東市とその周辺では建物、その他に若干の被害が生じた(園田・大沢, 1980)。

関東南部および東海地域は、加速度型強震計の観測点密度が比較的高い地域である。特に伊豆半島および周辺部は、1978年伊豆大島近海地震のあと、関係諸機関によって強震観測点が増設され、今回の地震では比較的近距离において多くの記録が得られた。なかでも、震央距離約12 kmの伊東市川奈での記録をはじめいくつかの強震記録は、震源近傍における強震地動の特性を示すものと考えられ、工学的な利用のみならず、震源過程の解明など地震学の分野にも有用な情報を提供するものと思われる。

最大地震の地震動は、震央距離ほぼ150 km以内の80個所を越える強震観測点で記録された。そこで、地動最大加速度の距離による減衰特性をしらべ、伊豆半島付近に発生した近年の地震、1978年伊豆大島近海地震および1974年伊豆半島沖地震の場合と比較した。また、強震動の高精度観測を目的として、群発地震の活動域に近い伊東市富戸においてデジタル強震計による臨時観測を行ない、得られた多数の記録に基づいて、近距离における地震動の加速度振幅と地震のマグニチュードとの関係を考察した。

本稿は基本解析の段階における強震記録の観測報告であり、強震動特性に関するより詳しい検討結果は別に報告する予定である。

2. 1980年伊豆半島東方沖地震の強震地動

2.1. 近距离における地震動

最大加速度の分布

伊豆半島および相模湾周辺の強震計設置場所のうち、地盤上(岩盤を含む)および低層建物内における観測点の概略位置を Fig. 1 に示す。地震研究所所属の観測点は黒丸で、他機関のそれは白丸で示した。川奈(川奈小学校々庭)、網代(ゴミ焼却場地下ポンプ室)、



Fig. 1. Map showing the location of strong-motion stations and the observed maximum accelerations for the largest shock (Izu-Hanto-Toho-Oki earthquake) of June 29, 1980. Roman numerals indicate seismic intensities at the JMA stations.

戸田（国民宿舎戸田荘敷地内），根府川（片浦支所），城内（郷土文化館），高田（浄水場変電室）および油壺（油壺地殻変動観測所）の7箇所は既設測点，富戸（富戸小学校体育館）は臨時観測点である．各観測点の地盤条件は，網代がやや軟かい岩盤（火山角礫岩），川奈，戸田，根府川は表土層が比較的薄い，いわゆる硬質地盤，また城内（砂礫層までの厚さ約 30 m）および高田（同約 80 m）は普通の地盤と考えられる．

これら7観測点の位置および観測された最大加速度の値を Table 1 に示す．ただし，震源に近く，短周期成分が多い川奈および網代の記録については，強震計の周波数特性を

Table 1. Maximum accelerations observed on strong motion instruments for the Izu-Hanto-Toho-Oki earthquake of June 29, 1980.

Station	Location		Δ^* (km)	Max. Acc. (gal)			Accelerograph
	Latitude	Longitude		NS	EW	UD	
川 奈 (KWN)	34°57'00"	139°07'46"	12.0	350**	363**	—	SMAC-B
網 代 (AJR)	35°02'26"	139°05'51"	20.8	226**	350**	333*	"
戸 田 (HTA)	34°58'06"	138°46'01"	44.2	20	25	10	"
根府川 (NBK)	35°12'00"	139°08'27"	35.0	168	175	125	DSA-1***
城 内 (JON)	35°14'47"	139°09'36"	39.6	143	114	49	"
高 田 (TKD)	35°17'05"	139°11'41"	43.4	64	75	36	"
油 壺 (ABT)	35°09'26"	139°37'02"	44.9	210	154	21	SMAC-B

* Epicenter; 34°53'44"N, 139°14'33"E.

** Corrected value for instrument response.

*** Digital recording type strong-motion accelerograph.

補正した後の値を示した。Fig. 1 には各観測点における最大加速度値を2捨3入して示してある。加速度の値は公表された資料（強震観測事業推進連絡会議，1980；沢田・他，1980a；その他）から引用したが，観測速報によるものは確定値でないものも含まれている。観測点の地盤条件，強震計機種などに違いがあり，加速度値相互の比較には注意を要するが，少なくとも網代から八幡野にかけての海岸沿いの地盤上では，300 gal を越える地震動が生じたものと考えられる。このことは，Fig. 1 に示した最大地震の震央（唐鎌・他，1980）および推定断層（島崎，1980）と，これら地点との相対的位置関係からみても矛盾しない。

強震地動の波形

強震記録から求めた川奈および網代における地動の加速度，速度および変位波形を，それぞれ Fig. 2 および Fig. 3 に示す。各波形は強震計の周波数特性を補正し，かつ 0.2～10 Hz の帯域外の周波数成分を除去した結果である。補正および積分の計算には，強震記録のルーチ的波形処理用に開発した方法（田中・吉沢・大沢，1975）を用いた。

川奈観測点は， $\Delta=12$ km で最大地震の震央に最も近い。水平動（上下動成分は故障）の最大振幅は，加速度 363 gal（補正前 286 gal），速度 26 kine，変位 5.5 cm で，速度および変位は NS 成分が大きい。加速度波形は大振幅部分の継続時間が 4～5 sec で比較的短かく，また NS 成分の変位波形がパルス状を示す点が特徴的である。この地震は多源

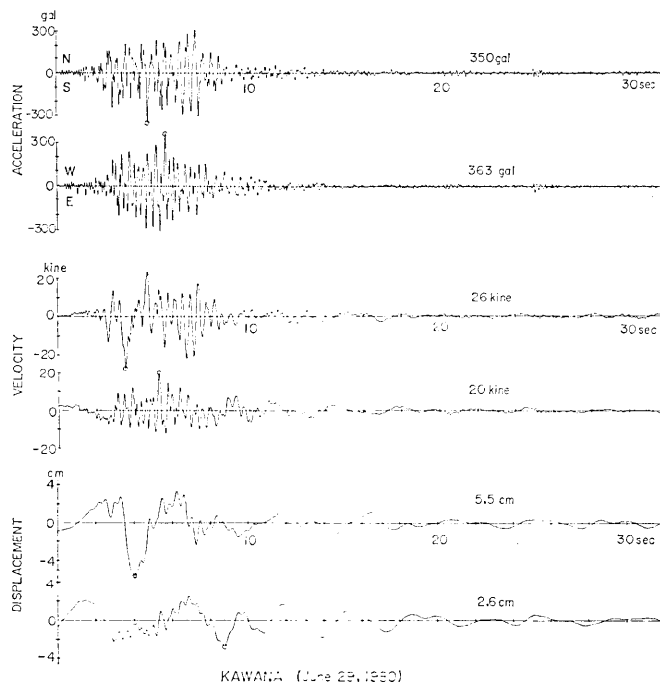


Fig. 2. Accelerograms corrected for instrument response and the velocities and displacements computed from the accelerograms. Kawana station (KWN).

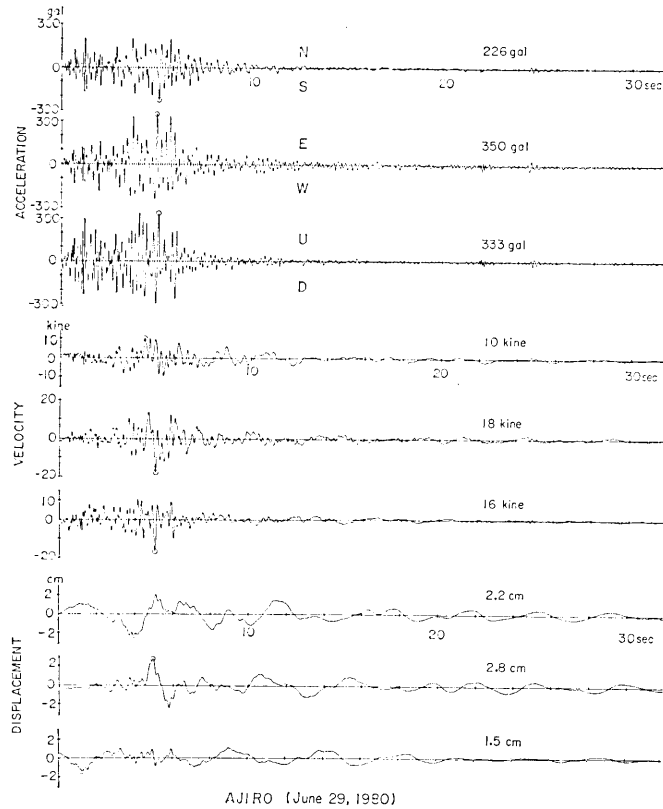


Fig. 3. Accelerograms corrected for instrument response and the velocities and displacements computed from the accelerograms. Ajiro station (AJR).

地震で(島崎, 1980), 第一震の約 3.5 sec 後にやや規模の小さい第二震が発生したとされているが, 強震記録の上で2つの地震を識別することはむづかしい。

網代はいわゆる岩盤上の観測点で, 震央距離もやや遠く約 20 km にもかかわらず, 地動の加速度が大きかった。特に, 330 gal (補正前 281 gal) に達する上下動加速度を生じたことは注目に値する。しかし, 速度および変位は最大 18 kine および 2.8 cm で川奈に比べてかなり小さい。

震央距離 35~43 km の小田原市内の観測点, 根府川, 城内および高田における D-A 再生記録を Fig. 4 に示す。これらの観測点は異種地盤上における強震動の比較研究を目的とした, いわゆる“local array”の一部として設けられたものである。近距離における地震動波形と比較して, 震動の継続時間が長く, 上下動加速度が小さい, などの特徴が認められる。

なお, マグニチュード 6.7 クラスの地震を今回のような近距離で観測した例は, わが国では初めてであり, 特に川奈で得られた強震記録は, 短周期構造物の応答解析に用いる強

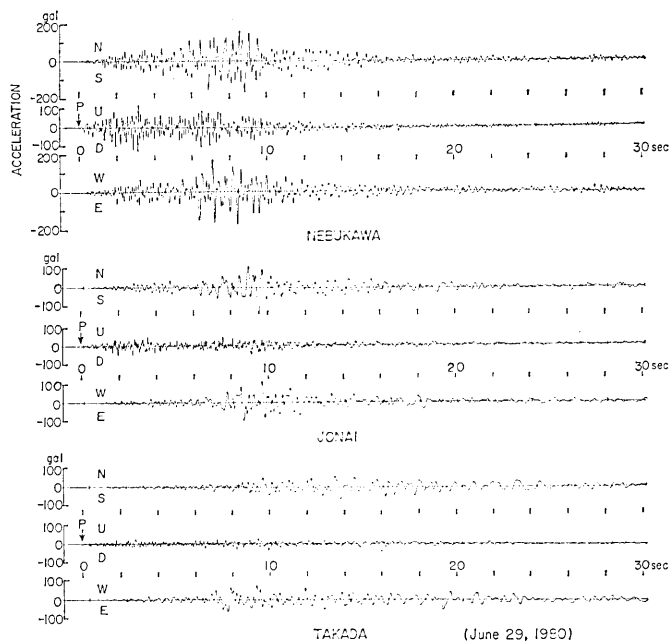


Fig. 4. Ground accelerations observed at Nebukawa (NBK), Jonai (JON) and Takada (TKD) stations.

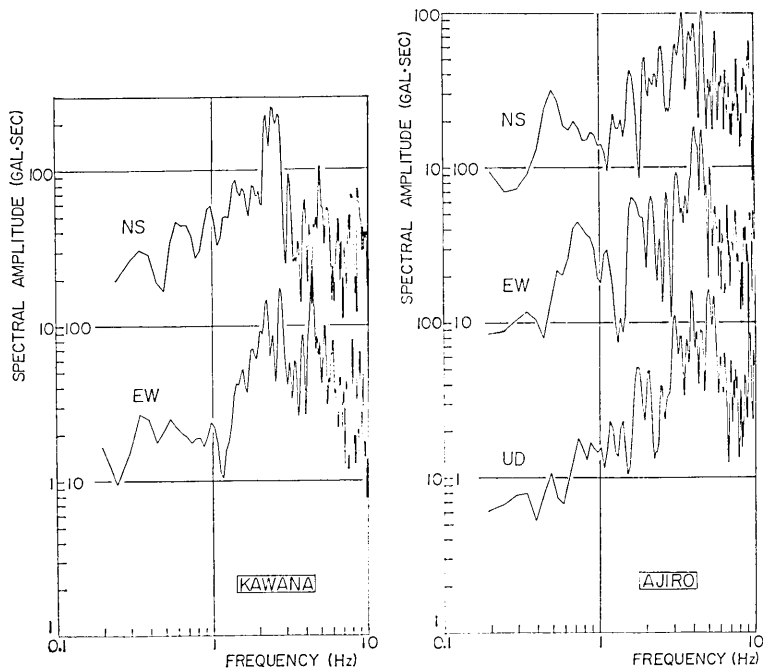


Fig. 5. Fourier amplitude spectra for the accelerograms of the largest shock recorded at Kawana and Ajiro stations.

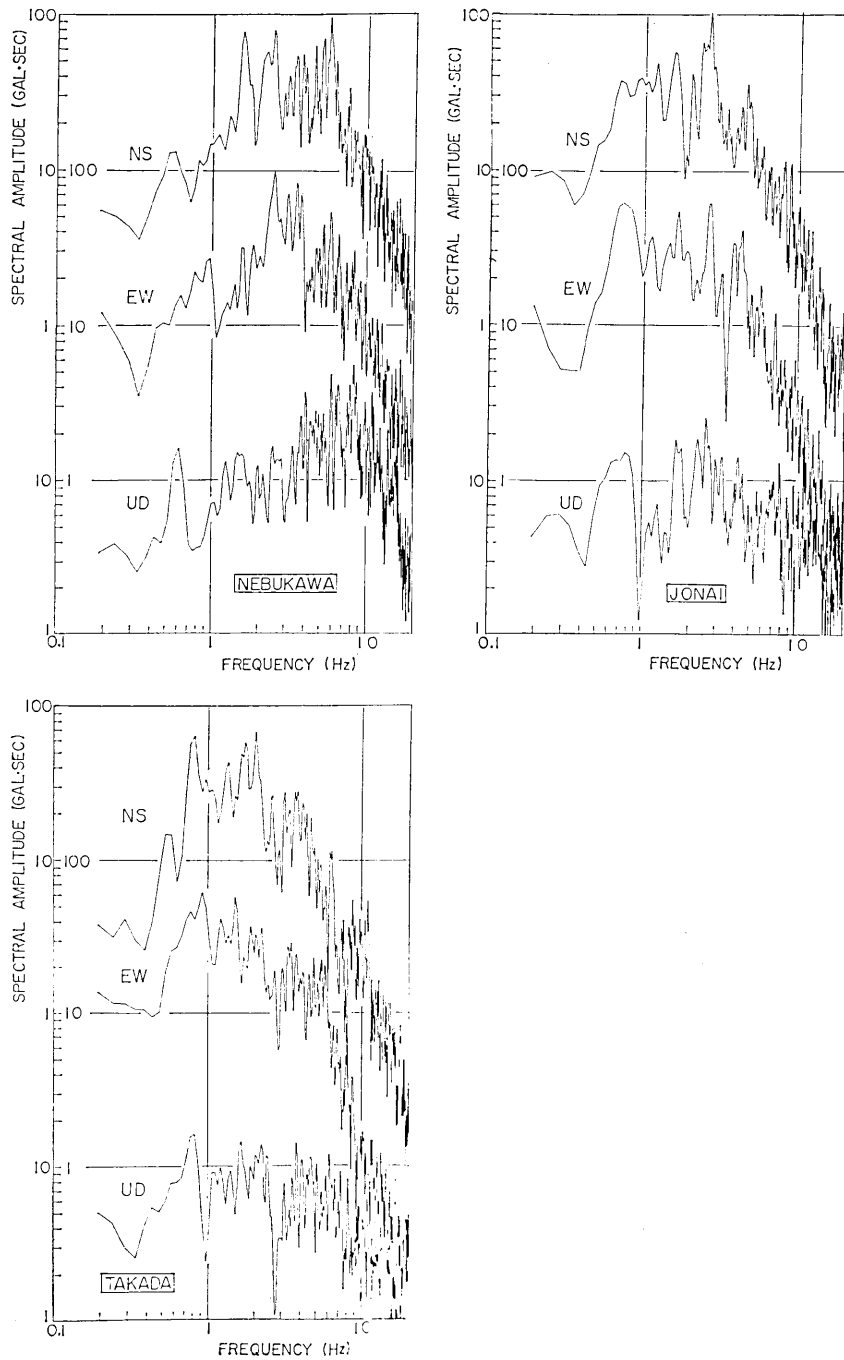


Fig. 6. Fourier amplitude spectra for the accelerograms of the largest shock recorded at Nebukawa, Jonai and Takada stations.

震動波形として有用と思われる。その意味で、川奈の加速度記録のデジタル表を付録として文末に掲げた。

強震動のスペクトル特性

Fig. 5 および Fig. 6 に *S* 相以後の 20 sec 間に対する加速度記録のフーリエ振幅スペクトルを示す。Fig. 5 において、川奈では約 2.5 Hz、網代では 4~5 Hz 付近のピークが顕著である。参考のため、川奈および網代の観測場所における常時微動の速度スペクトルを Fig. 7 に示す。川奈では 4 Hz および 10 Hz 付近に地盤の卓越周期が存在するが、網代の岩盤上では顕著な地盤特性を示さない。両地点で共通に現われる約 1 Hz の山が、地盤特性に関係するものか否かは明らかでない。いづれにせよ、常時微動から推定される観測点地盤の卓越周期は、この場合強震記録のそれとは違っている。したがって、強震記録のスペクトルに見られる卓越震動の周期は、地震の震源スペクトルを反映したものである可能性が高いが、他の群発地震のスペクトル特性と合せて今後の検討課題としたい。

一方、城内および高田のスペクトル (Fig. 6) に見られる 0.8 Hz 前後のピークは、粘土質 (城内) あるいは砂質 (高田) の厚い堆積層に原因するものと推測されるが、常時微動の観測結果などとの比較検討によって確かめていきたい。両地点における地震動に、10 Hz 以上の短周期成分が少ないのも 1 つの特徴と言えよう。

次に、川奈および網代の強震記録を用いて速度応答スペクトル (S_r) を計算し (Fig. 8)、構造物に対する地震力の強さを評価した。Fig. 8 において、いずれのスペクトルにも 1 sec 以下の短周期部分で応答振幅が大きいが、川奈の応答値は網代に比べて平均数 10% 大きい。地震動強さの総合的評価によく用いられる Housner

の Spectral intensity (S_I)¹⁾ を求めると、川奈および網代のスペクトルに対しては、それぞれ $S_I=25.2$ および 19.8 となる。これらの値は、耐震設計に用いられる代表的強震記録である El Centro 強震記録 (1940 年 Imperial Valley 地震、NS 成分の最大加速度 350 gal) に対する $S_I=37.0$ の約 70% 以下である。加速度の大きさに比べて S_I が小さいのは、比較的短周期で、継続時間も短いという地震動波形の特性を反映したものである。

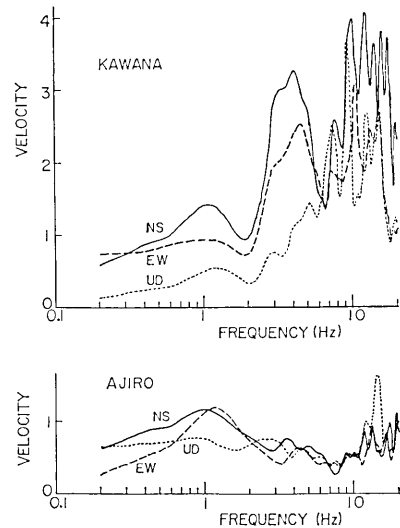


Fig. 7. Fourier velocity spectra of microtremors at Kawana and Ajiro stations.

1) 減衰20% ($h=0.2$) の速度応答スペクトルにおいて、0.1~2.5 sec の周期範囲におけるスペクトルの面積。

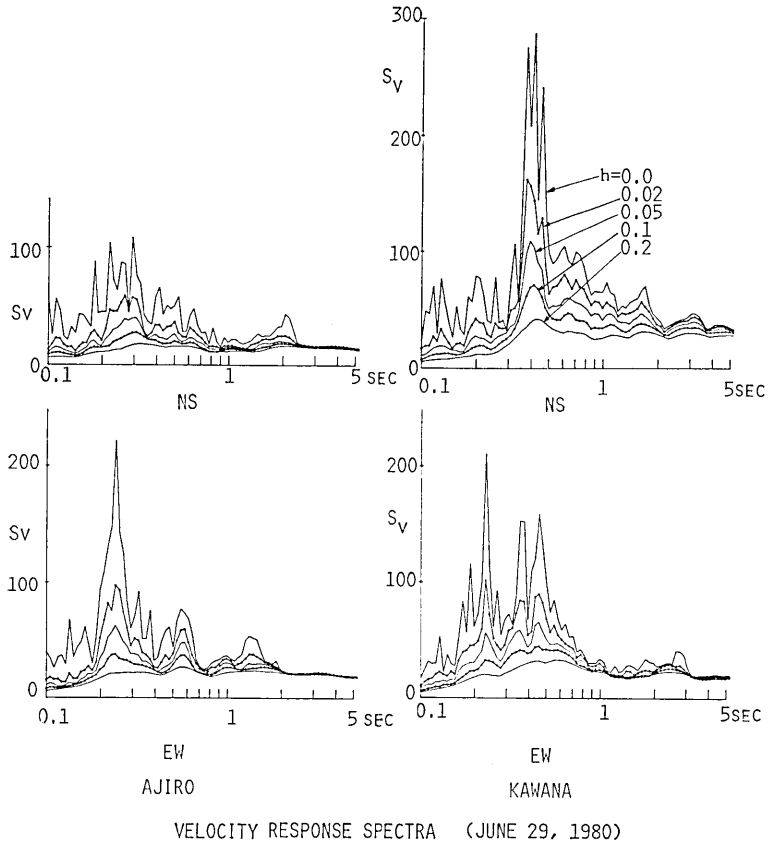


Fig. 8. Velocity response spectra for the accelerograms of the largest shock recorded at Kawana and Ajiro stations.

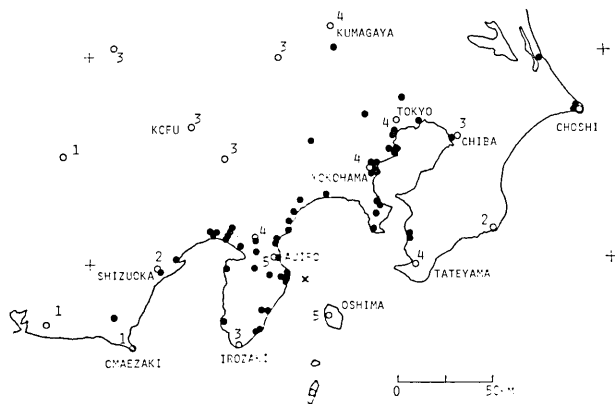


Fig. 9. Distribution of strong-motion accelerograph stations in the Izu Peninsula and the surrounding areas (black circles). Numerals indicate the seismic intensities at the JMA stations (white circles).

2.2. 地震動加速度の距離減衰

1980年伊豆半島東方沖地震

震央距離約 200 km 以内の53地点における観測値を使って、地震動加速度の距離による減衰特性をしらべた。観測点の分布および各地の震度を Fig. 9 に示す。地震研究所の 9 観測点に加えて、他機関²⁾の強震観測データが多数用いられている。

地盤上および低層建物 1 階における観測値と、岩盤における観測値とを分け、水平 2 成分の平均最大加速度 (A , gal) と震源距離 (x , km) の関係を図示すると Fig. 10 のようになる。ただし、最大地震の震源要素は地震研究所による暫定値 ($34^{\circ}53'44''N$, $139^{\circ}14'33''E$, $h=12.0$ km) を用いた。主として地盤条件の相違によると思われる観測値のバラツキは大きい。図上での加速度と距離の関係が直線的であると見なし、KWN および AJR の観測値を除く、地盤上 (建物 1 階を含む) の 40 点、および岩盤上の 13 点を用いると、最小二乗法により両者の関係は次式で表わされる。

$$\log_{10} A = (5.18 \pm 0.31) - (1.98 \pm 0.17) \log_{10} x \quad (\text{地盤上}) \quad (1)$$

$$\log_{10} A = (4.07 \pm 0.26) - (1.57 \pm 0.15) \log_{10} x \quad (\text{岩盤上}) \quad (2)$$

すなわち、平均的にみて地盤上の地震動加速度は岩盤上の値に比べて 2~3 倍大きく、距離減衰の傾度も岩盤上に比べて地盤上では若干大きい。一般に、震源に近づくほど地震動に含まれる短周期成分が優勢で、表層地盤による波の増幅効果も大きいと考えれば、両者のちがいを定性的には説明できよう。

伊豆大島近海地震および伊豆半島沖地震との比較

地震動の最大加速度と地震の規模および震央距離 (または震源距離) との関係を表わす実験式は種々提案されている。比較的多数の観測値を用いたものの中から普通地盤に対する、KATAYAMA (1974), 土木研究所 (1977), DONOVAN (1973), ESPINOSA (1980) および KANAI *et al.* (1966) の、また硬質地盤に対する大崎・渡部 (1977) の実験式を選

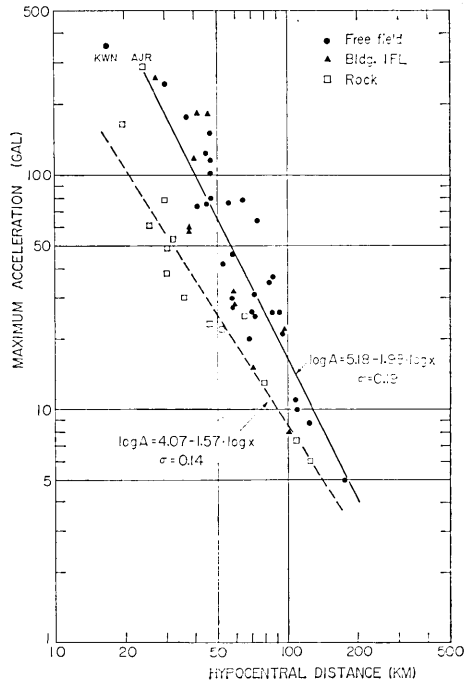


Fig. 10. Plot of the maximum horizontal accelerations against hypocentral distances for the largest shock of June 29, 1980. Solid and broken lines are the least squares lines.

2) 建設省土木研究所, 同建築研究所, 運輸省港湾技術研究所, 国立防災科学技術センター, 電力中央研究所, 国鉄技術研究所, 清水建設技術研究所, その他

び、 $M=6.7$ を与えて 前記地盤上の観測値と比較したものが Fig. 11 である (金井式では $T_0=0.5$ sec と仮定). 観測値は 40~50 km 以遠で普通地盤に対する実験式から期待される値より小さい. ちなみに, 観測距離の中間値 70 km 付近の加速度値で比較すると, その差は M にして 0.6 以上 (ESPINOSA の式では M_L で 0.3) となる. この差は 1978 年伊豆大島近海地震および 1974 年伊豆半島沖地震の場合 (M の差 0.7 以上) とほぼ等しく, この地域に起る地震の特徴であると言えよう.

一方, 距離による加速度振幅の減衰は実験式のそれに比べてかなり大きく, その原因がデータの側にあるとも思えない. そこで, 近年伊豆半島付近に発生した 2 つの地震, 1978 年伊豆大島近海地震 ($M=7.0$) および 1974 年伊豆半島沖地震 ($M=6.9$) の場合との比較を行なった. この 2 つの地震に対する加速度と距離の関係式は次式で表わされる (田中・他, 1978).

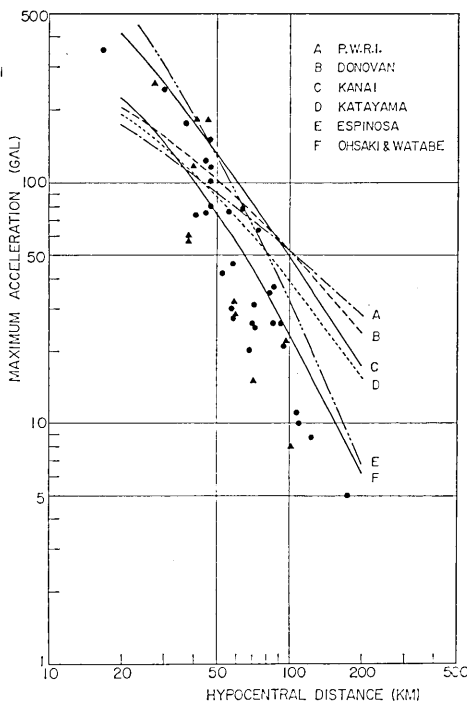


Fig. 11. Comparison of the observed maximum accelerations and those from various empirical formulae for $M=6.7$.

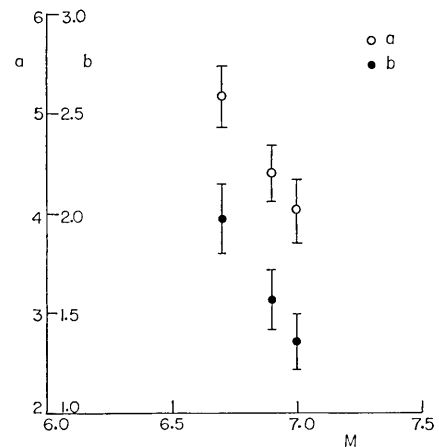


Fig. 12. Relation between the coefficients a and b in the formula, $\log A = a - b \log x$, and the earthquake magnitude, M . Error bars indicate the standard deviation of estimation.

$$1978\text{年伊豆大島近海地震} \quad \log_{10} A = (4.03 \pm 0.29) - (1.36 \pm 0.14) \log_{10} \Delta \quad (3)$$

$$1974\text{年伊豆半島沖地震} \quad \log_{10} A = (4.41 \pm 0.32) - (1.57 \pm 0.15) \log_{10} \Delta \quad (4)$$

$\log A = a - b \log \Delta$ としたときの係数値, a, b と地震の大きさとの関係を図示すると Fig. 12 のようになる. Error bar で示した標準偏差の大きさからみて, 係数値と M の直線的関係が意味をもつとは考え難いが, 少なくとも, M の小さい地震は係数値が大きいという系統的な関係は存在すると思われる.

伊神 (1976), 梅田・平野 (1976) および沢田・他 (1978) は, 爆破地震または微小～小地震の観測から伊豆半島における地震波の減衰をしらべ, ほぼ (距離)⁻³ に比例すると報告している. 特に沢田・他の場合, M がほぼ 6 以下の地震の加速度振幅に関するもので, 前記の結果と調和する. このことは M の或る範囲については, M が小さい地震ほど近距離における地震動加速度が大きく, 距離による減衰もまた大きいことを意味する. 一般に M の小さい地震は, 地震動の周期が短いという事実は, このような関係の存在を暗示するものであろう.

以上は震源を点として取扱った, やや遠方における地震動の平均的性質に関する議論である. 近距離における地震動の減衰を考える場合には, 断層から観測点までの最短距離を採る方が合理的で, 観測結果をより良く説明できる場合が多い. Fig. 13 に, 推定断層からの距離と最大加速度の関係を示した. 近距離における地盤上の観測値はかなり規則的に並び, 加速度振幅は距離にほぼ逆比例するように見える. また, 1979年 Imperial Valley 地震の El Centro における強震計 array 観測の結果 (PORCELLA and MATTHIENSEN, 1979) を同様な形に整理すると, 数 km 以遠ではほぼ同じ傾向が認められる. しかしながら, 今回の場合は, 長周期地震波に適合する断層モデルに基づいた結果であり, 観測点地盤の影響も相当に大きいから結論的なことは言えない.

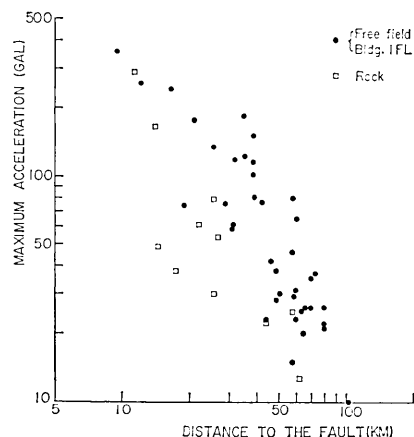


Fig. 13. Plot of the maximum horizontal accelerations against distance to the nearest point on the fault proposed by SHIMAZAKI (1980).

3. 富戸における群発地震の観測

震源近傍における強震動の高精度観測を目的として, デジタル強震計による臨時観測を行なった. 観測地点は伊東市富戸 (富戸小学校体育館, 34°54'27"N, 139°08'18"E) である. Fig. 14 は比較的群発活動が活発であった期間の震央分布図 (唐鎌・他, 1980) に富戸の観測点位置を記入したもので, 活動域の中心は観測点のほぼ真東にあたる. 地震計は DSA-1 型デジタル強震計である (米国 KINEMATRICS 社製, ダイナミックレンジ; 66db [0.0005~1 g], 周波数特性; DC-30 Hz [$f_0=50$ Hz の force balance 型加速度計を使用, サンプリング周波数 200 Hz], 信号遅延時間; 2.5 sec). 強震計は水晶時計 (3×10^{-6} /year) を内蔵するが精度が低いので NHK の時報による校正をしばしば行なった. スターターのトリガーレベルは約 1 gal に設定し, 6月27日から9月19日まで観測を行なった (ただし, 6月29日12時~30日17時まで欠測) が, ここでは主に7月初旬までの観測結果について報告する.

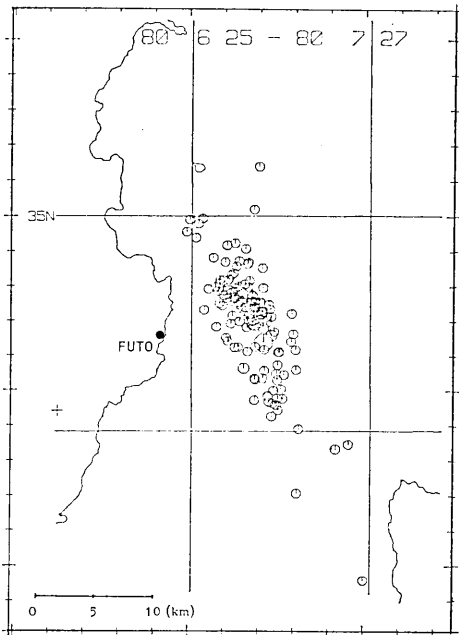


Fig. 14. Epicentral distribution of the swarm earthquakes during the period from June 25 to July 27, 1980 (after KARAKAMA *et al.*, 1980). Black circle shows the location of temporary strong-motion station at Futo.

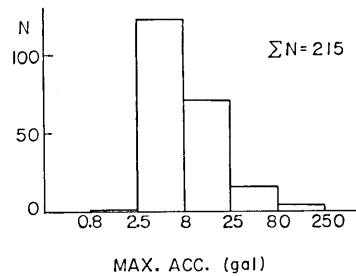


Fig. 15. Frequency distribution of the maximum accelerations of earthquake motions observed at Futo station during the period from June 27 to July 8, 1980.

地震記録

7月8日までに観測された地震は合計 215 で、最大加速度の頻度分布を Fig. 15 に示す。震度と最大加速度の関係は明確ではないが、強いて対応づければ大部分が震度ⅡまたはⅢ程度で、Ⅴに匹敵するものもある。

加速度の大きい記録の例を Fig. 16 に示す。波形は比較的単純で、大振幅部分が数波で終る点が特徴的である。

上下動成分はそれほど大きくなく、水平動に対する最大加速度の比は、全地震の平均として 0.54 ± 0.15 である。この値は、1978年伊豆大島近海地震の余震の大島野増における観測結果 0.75 ± 0.17 (田中・他, 1978) と比べて小さい。P波初動が明瞭な 125 記録を最大地震の前、後に分け、S-P時間の頻度分布を作ると Fig. 17 のようになる。前期では大部分が 1.85~2.15 sec (平均 2.01 ± 0.14 sec)、後期では 1.65~1.95 sec (平均 1.81 ± 0.14 sec) で、後期は前期に比べて平均約 0.2 sec 短い。微小地震観測網で震源決定されている約 50 の地震についてみると、震央距離 (Δ) および深さ (h) の平均は前期が $\bar{\Delta}=9.4$ ($\sigma=2.2$) km, $h=11.5$ ($\sigma=3.7$) km, 後期が $\bar{\Delta}=8.5$ ($\sigma=1.0$) km, $h=9.2$ ($\sigma=3.4$) km となる。したがって、後期は前期に比べて近くて浅い地震が多いが、震源距離にしてその差は平均20%弱である。

マグニチュードと最大加速度の関係

震源付近における地震動の最大加速度と地震のマグニチュードとの関係を知ることは工学的に重要であるが、広い範囲の加速度や M についてのデータは少ない。Fig. 18 は気象庁により M が決められている地震 (List of Earthquakes による) のうち、一定範囲の S-P 時間 (最大地震の前期では 2.0 ± 0.15 sec, 後期では 1.8 ± 0.15 sec) をもつ

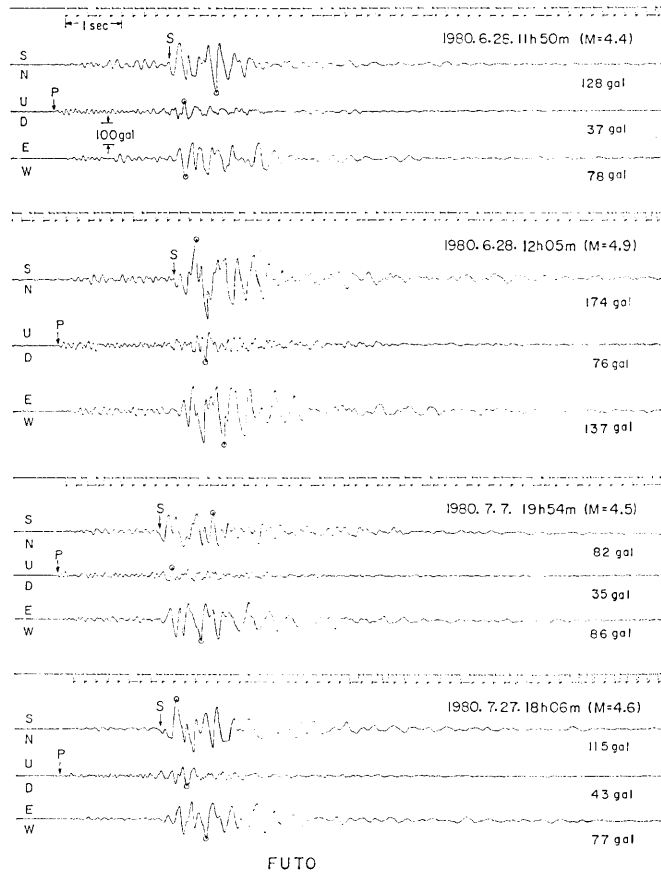


Fig. 16. Examples of accelerograms of major earthquakes recorded at Futo station.

地震 111 個について、水平 2 成分の平均最大加速度と M の関係をみたものである。期間により多少系統的な差がみられるが、バラツキの範囲内にあるので、一括して最小二乗法にかけると次の近似式を得る。

$$\log_{10} A = 0.722 M - 1.30 \quad (5)$$

震源が知られている地震から推定すると、これは震源距離約 14 km (± 5 km) における最大加速度と M の関係を表わすことになる。SEEKINS and HANKS (1978) はカリフォルニアの Oroville 地震 (1975年) の余震について、震源距離約 10 km (6.7~15 km の範囲) における同様な関係をしらべている。堆積地盤に対する結果を論文中的の図から読みとり Fig. 18 中に示した (六角印)。絶対値は無視するとしても、加速度の M に対する依存性は今回の結果とよく一致する。一方、沢田・他 (1978, 1980b) は伊豆大島近海地震の前・余震および今回の群発地震について、 $\Delta \approx 30$ km の岩盤上における $\log A$ と M の関係をしらべ、 M の係数値がいずれも約 0.5 であると報告している。われわれが得た値

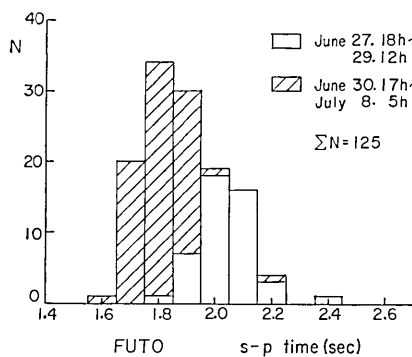


Fig. 17. Frequency distribution of S-P time observed at Futo station.

0.72 との差が何に起因するものかは明らかでないが、近距離 (10~15 km) の普通地盤上における地震動加速度の M 依存性が相当に大きいことは事実であろう。試みに、実験式を外挿すると、 $M=6.7$ の最大地震に対する加速度は3000 gal 以上となる。したがって、この直線関係がどの程度の M まで成り立つかを明らかにすることが、今後の課題となる。

加速度記録にみられる相似地震

Fig. 18 における観測値のチラバリはかなり大きく、同じマグニチュードをもつ地震に対して加速度振幅が5倍程度ちがうものがある。発生区域の限られた地震群については、 M 値の相対的精度は比較的良好と考えられ、また震源距離の差による減衰性の相違も加速度振幅の大幅なちがいを説明しにくい。

一方、今回の群発地震では発震機構が異なる地震の混在が指摘されており (大竹・他, 1980), また、或る時間帯の中で、いわゆる相似地震の存在が示されている (辻浦, 1980)。そこで、加速度記録を細にしらべた結果、いくつかの相似地震群が見出された。その1例を Fig. 19 に示す。10 Hz に近い短周期成分が卓越した加速度記録において、この程度に似た波形が見出されたことは注目されよう。そして、これらの地震は細部にたわって類似した発震メカニズムをもつことを意味する。Fig. 20 に見られるように、これらの地震動のスペクトルもまたほぼ相似である。ただし、常時微動のスペクトル (Fig. 21) を参照すると、3~4 Hz および 7~8 Hz の山は観測点地盤の影響を含むものと思われる。

3組の相似地震群について最大加速度と M の関係をしらべると、Fig. 22 のようになる。すなわち、個々の地震群については両者の関係がかなり規則的である。したがって地

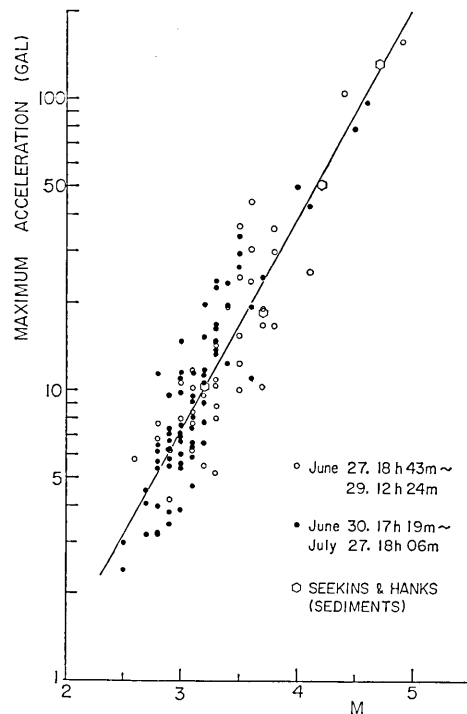


Fig. 18. Maximum accelerations as a function of earthquake magnitude. (hypo-central distance is about 14 km on the average). Solid line is the least squares line.

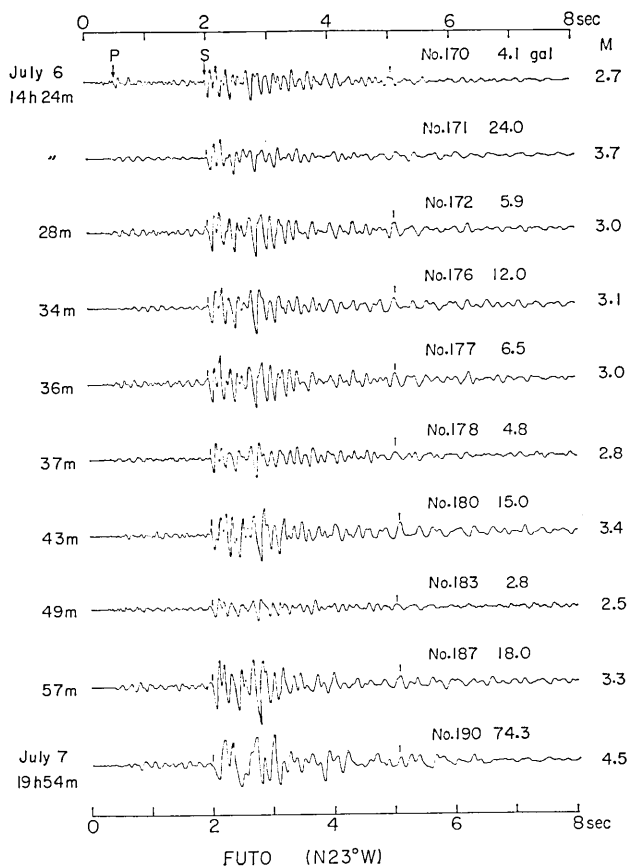


Fig. 19. Example of a group of accelerograms with similar waveforms.

震群の間の加速度レベルの差は発震機構の相違によるものと推定されるが、各地震の応力降下量との関係など今後検討すべき点が残されている。

謝 辞

強震計観測点の設置に御協力を頂いた伊東、熱海、小田原の各市および戸田村の防災関係担当の方々、並びに観測点現地における関係者の方々に厚く御礼を申し上げます。

デジタル強震計の導入と観測点の選定にあたっては、地震研究所の嶋悦三教授、伯野元彦教授、並びに嶋、大沢両研究室の方々の御援助と御協力を頂いた。記して感謝の意を表します。

文 献

DONOVAN, N. C., 1973, A statistical evaluation of strong motion data including the February 9, 1971 San Fernando earthquake, *Proc. 5th World Conf. Earthq. Engg.*

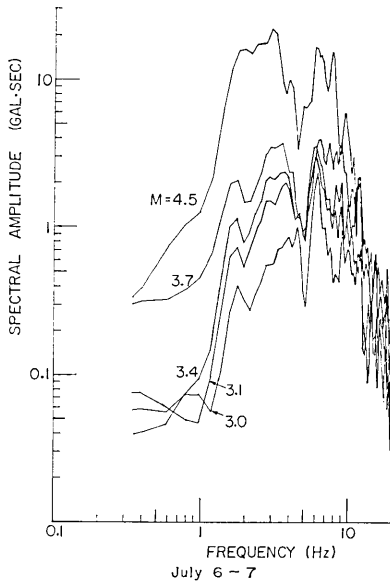


Fig. 20. Fourier amplitude spectra for accelerograms shown in Fig. 19.

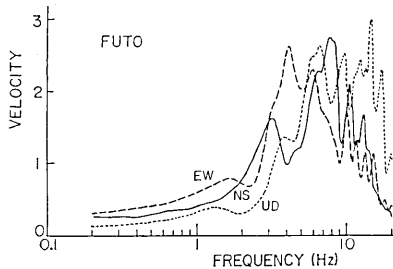


Fig. 21. Fourier velocity spectra of microtremors at Futo station.

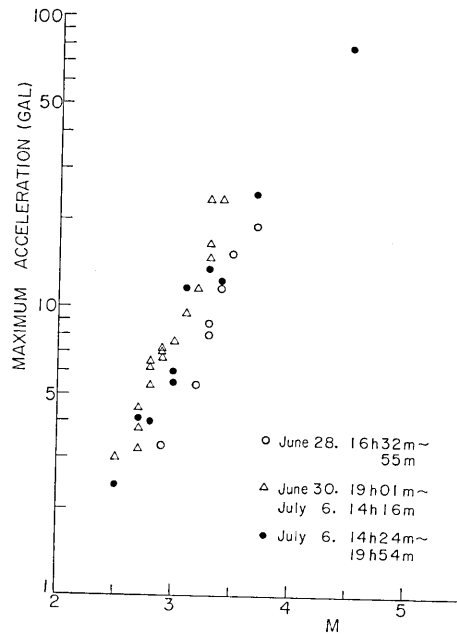


Fig. 22. Maximum accelerations as a function of earthquake magnitude. Different marks indicate the different group of accelerograms with similar waveform.

(Rome, Italy), 1252-1261.

ESPINOSA, A. F., 1980, Attenuation of strong horizontal ground accelerations in the Western United States and their relation to M_L , *Bull. Seis. Soc. Am.*, **70**, 583-616.

岩盤強震アレー観測委員会 (代表者, 表俊一郎), 1980, アレー観測による岩盤の強震地動に関する研究, 地震学会秋季大会講演予稿集, 200.

伊神 輝, 1976, 伊豆半島下における地震波の減衰, 地震, **ii**, **29**, 15-24.

KANAI, K., K. HIRANO, S. YOSHIKAWA and T. ASADA, 1966, Observation of strong earthquake motions in matsushiro area. Part 1. (Empirical formulae of strong earthquake motions), *Bull. Earthq. Res. Inst.*, **44**, 1269-1296.

店鎌郁夫・萩野 泉・津村建四朗・神定健二・高橋正義・瀬川律子, 1980, 1980年伊豆半島東方沖の群発地震, 地震研究所彙報, **55**, 913-948.

KATAYAMA, T., 1974, Statistical analysis of peak accelerations of recorded earthquake ground motions, *Seisan-Kenkyu*, **26**, 18-20.

- 建設省土木研究所, 1977, 耐震技術に関する研究開発総合報告書, 土木研究所資料, No. 1250, 119-198.
- 強震観測事業推進連絡会議, 1980, 1980年6月29日伊豆半島東方沖地震, 強震速報 No. 16 (国立防災科学技術センター刊).
- 大崎順彦・渡部 丹, 1977, 地震動の最大値について, 日本建築学会大会学術講演梗概集, 525-526.
- 大竹政和・他, 1980, 伊豆半島東方沖の地震(1980年6月29日)とその前後の地震活動, 国立防災科学技術センター研究速報, No. 43.
- PORCELLA, R. L. and R. B. MATTHIESEN, 1979, Preliminary summary of the U. S. Geological Survey strong-motion records from the October 15, 1979 Imperial Valley earthquake, *U. S. Geological Survey Open-File Report* 79-1654.
- 沢田義博・佐々木俊二・矢島 浩・桜井彰雄・高橋 忠, 1978, 伊豆・大島近海地震前・余震群の近距離岩盤上における加速度波形の特性, 第5回日本地震工学シンポジウム講演集, 233-240.
- 沢田義博・矢島 浩・佐々木俊二・桜井彰雄, 1980a, 岩盤上強震観測結果(速報)—1980年6月29日伊豆半島東方沖地震一, 電力中央研究所報告, No. 380009.
- 沢田義博・佐々木俊二・矢島 浩・吉岡直人・桜井彰雄・高橋 忠, 1980b, 近距離岩盤上における加速度波形の特性, その(3), 地震学会秋季大会講演予稿集, 197.
- SEEKINS, L. C. and T. C. HANKS, 1978, Strong-motion accelerograms of the Oroville aftershocks and peak acceleration data, *Bull. Seis. Soc. Am.*, 68, 677-689.
- 島崎邦彦, 1980, 1980年伊豆半島東方沖地震の断層パラメーター, 地震学会秋季大会講演予稿集, 8.
- 園田吉隆・大沢 胖, 1980, 1980年伊豆半島東方沖地震による建築構造物の被害について, 地震研究所彙報, 55, 1123-1132.
- 田中貞二・吉沢静代・大沢 胖, 1975, SMAC型強震計記録の波形処理, 地震学会秋季大会講演予稿集, 210.
- 田中貞二・坂上 実・大沢 胖・吉沢静代, 1978, 加速度型強震計による1978年伊豆大島近海地震の余震観測および本震の最大加速度, 地震研究所彙報, 53, 761-778.
- 辻浦 賢, 1980, 群発地震の活動様式(3)—伊豆半島東方沖の群発地震について—, 地震学会秋季大会講演予稿集, 10.
- 梅田康弘・平野 勇, 1976, 地震波からみた伊豆半島遠笠山直下の特性, 地震学会秋季大会講演予稿集, 23.

Appendix. Digital data of the strong-motion accelerograms of the Izu-Ihanto-Toho-Oki earthquake of June 29, 1980 recorded at Kawana station.

EARTHQ. NO. STATION NO. COMPONENT	I-96 IZU-1 NS	DATE AND TIME		1980-06-29-16-20		* INSTRUMENT CORRECTED DATA *		TIME INTERVAL = 0.01 SEC ACCEL. UNIT = 0.1 GAL													
		STATION NAME POSITION	GROUND INSFR. PRCO.	NUMBER OF DATA = 2000 LENGTH OF DATA = 19.99 SEC MAX. ACCEL. = 348.3 GAL DAMPING = 1.0	NUMBER OF DATA = 2000 LENGTH OF DATA = 19.99 SEC MAX. ACCEL. = 348.3 GAL DAMPING = 1.0	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09						
0.0	0	4	4	10	21	33	42	41	29	7	5.0	596	555	567	571	523	421	287	144	-12	-209
0.1	-18	-38	-47	-40	-21	7	37	62	78	32	5.1	-470	-730	-1100	-1239	-1262	-82	-255	556	1374	2022
0.2	73	51	16	-30	-78	-118	-136	-120	-67	14	5.2	2370	2359	2006	1391	631	172	-199	-1223	-1342	-1139
0.3	104	176	207	134	115	20	-73	-136	-154	-128	5.3	-671	-63	493	-393	864	172	-196	-1001	-1738	-2223
0.4	-71	-4	54	87	87	58	5	-56	-109	-138	5.4	-2345	-2104	-1639	-1347	-627	-545	-146	-1270	-1901	-2411
0.5	-131	-95	-9	78	153	192	183	178	41	-52	5.5	-2595	-2353	-1700	-1700	190	1074	1668	2033	2186	2193
0.6	-125	-157	-141	-82	4	95	168	208	209	174	5.6	2104	1936	1699	1424	1134	1073	1428	1755	1940	1940
0.7	117	50	-10	-53	-72	-65	-36	9	59	102	5.7	1789	1237	262	-821	-1744	-2255	-784	-1826	-1197	-631
0.8	127	132	118	98	82	77	80	75	49	-8	5.8	-315	-297	-491	-740	-904	-914	781	368	161	161
0.9	-86	-162	-208	-197	-131	-31	67	127	127	172	5.9	51	292	569	852	1093	1230	1312	1384	1269	1224
1.0	-12	-39	-128	-115	-57	26	108	168	191	173	6.0	1179	1034	908	643	325	25	-184	-258	-159	-98
1.1	1	33	-60	-138	-176	-156	-75	45	166	243	6.1	30	77	18	-152	-418	-752	-1126	-1501	-1894	-2059
1.2	342	157	10	-149	-266	-303	-250	-126	26	161	6.2	-2061	-1870	-1543	-1105	-696	-434	-382	-530	-768	-1059
1.3	543	273	242	173	82	-14	-105	-175	-210	-194	6.3	11105	-956	-572	-19	595	161	1602	1895	2068	2068
1.4	-15	-15	172	311	384	355	215	1	-244	-450	6.4	2227	2217	2290	2221	2025	1683	1218	690	172	-276
1.5	-54	-46	-413	-198	42	251	389	442	419	344	6.5	-645	-955	-1263	-1610	-2006	-2403	-2739	-2919	-2902	-2711
1.6	-295	-701	-113	-147	-136	-117	-83	-38	2	22	6.6	-2403	-2013	-1803	-1619	-1509	-1405	-1229	-922	-471	90
1.7	19	-171	-249	-207	185	328	461	473	396	222	6.7	698	1232	1643	1870	1909	1893	1636	1504	1491	1640
1.8	212	135	56	-51	140	304	394	395	323	329	6.8	1934	2298	2620	2786	2715	2384	1827	1129	387	307
2.0	-260	-321	-371	-459	-572	-105	-169	-185	-212	-233	7.0	-6220	-2691	-1630	-1806	-1897	-1949	-2007	-2109	-2453	-2453
2.1	-11	259	461	539	448	713	520	-619	-491	-278	7.1	1227	1398	1515	1639	1704	1820	1975	2179	2430	2495
2.2	239	499	663	669	527	313	20	-118	-145	-10	7.2	2916	3022	2949	2672	2216	1657	1096	678	309	138
2.3	292	200	-60	-437	-826	-1118	-1247	-1213	-108	-928	7.3	61	-7	-153	-438	-677	-1432	-2026	-2557	-2925	-3057
2.4	-823	-92	626	946	1360	1583	1598	1979	999	-824	7.4	-2927	-2567	-2062	-1526	-1071	-772	-643	-638	-671	-651
2.5	-46	-670	-1330	-1852	-2161	-2215	-2037	-1717	-1383	-178	7.5	-517	-251	77	422	705	880	943	926	880	851
2.6	927	938	976	1136	1172	951	114	1462	1217	971	7.6	871	543	1067	1202	1321	1391	1388	1297	1120	874
2.7	587	693	795	1092	1337	1579	1624	1662	1411	-1941	7.7	590	397	59	-133	-283	-387	-465	-318	-537	-502
2.8	-2358	-2374	-2025	-1431	-841	-351	-114	-352	-1211	-1941	7.8	-434	-253	-103	-1	-5	-134	-364	-624	-505	-505
2.9	-626	-793	-652	-475	-200	128	452	713	-577	-449	7.9	-842	-679	-493	-385	-394	-514	-680	-793	-765	-552
3.0	672	784	720	727	814	944	1047	1043	848	321	8.0	-172	661	652	671	677	626	482	234	-62	-441
3.1	-46	-670	-1330	-1852	-2161	-2215	-2037	-1717	-1383	-178	8.1	726	661	652	671	677	626	482	234	-62	-441
3.2	-110	-1226	-1418	-1559	-1542	-1324	-943	-500	-119	102	8.2	-739	-620	-953	-855	-687	-535	-475	-545	-727	-958
3.3	117	-67	-401	-819	-1243	-1593	-1790	-1768	-1500	-102	8.3	-1159	-1231	-1169	-998	-753	-543	-415	-380	-402	-411
3.4	-418	-569	623	882	975	999	1076	1281	1598	1923	8.4	-337	-142	164	527	667	1112	1218	1180	1030	820
3.5	2103	2011	1602	944	192	467	-878	-971	-770	-123	8.5	600	404	251	137	54	-11	-73	-144	-234	-347
3.6	75	462	712	817	831	681	928	1135	1434	1727	8.6	-478	-610	716	170	752	-662	-517	-347	-183	-46
3.7	1875	1748	1285	533	-357	-1163	-1677	-1769	-1438	-808	8.7	-286	-215	147	266	301	300	247	144	9	-121
3.8	-77	559	974	1145	1140	1067	1017	1022	1048	1023	8.8	358	312	278	259	247	238	227	214	197	177
4.0	882	605	231	-155	-454	-534	-548	-341	-37	285	9.0	191	116	72	22	-23	70	-101	-120	-136	-160
4.1	553	770	769	719	614	507	445	444	479	486	9.1	-284	-272	-359	-450	-525	-566	-561	-514	-436	-348
4.2	388	131	-279	-763	-1188	-1415	-1357	-1030	-553	-115	9.2	-263	-210	-178	-166	-162	-153	-127	-82	-26	29
4.3	98	-2	-451	-1041	-1564	-1797	-1604	-988	-88	867	9.3	70	92	98	105	133	197	298	418	529	599
4.4	1637	2052	2062	1737	1237	743	398	269	347	568	9.4	612	574	504	432	377	342	310	259	178	74
4.5	854	1141	1387	1570	1671	1671	1559	1343	1064	760	9.5	-32	-52	-21	-25	54	111	112	47	60	-165
4.6	590	504	524	591	617	520	254	-183	-756	-1409	9.6	-255	-213	-133	-110	206	264	288	273	289	293
4.7	-2079	-2696	-3185	-3468	-3483	-3213	-2712	-2099	-1526	-1117	9.7	710	255	202	121	6	-126	-258	-368	-441	-470
4.8	-917	-873	-859	-747	-472	-67	356	669	798	763	9.8	-645	-429	-327	-238	-152	-82	-36	-14	-13	-21
4.9	665	626	719	932	1176	1337	1340	1188	953	752	9.9	-28	-25	-9	18	51	97	126	172	228	292

Appendix (continued)

EARTHQ. NO. STATION NO. COMPONENT	GROUND																				
	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09	TIME	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
10.0	353	397	404	364	281	173	68	-4	-24	11	15.0	6	49	87	114	129	131	124	113	103	96
10.1	82	162	219	229	183	85	-48	-194	-326	-421	15.1	92	39	84	74	-26	32	3	-27	-51	-69
10.2	-664	-449	-386	-294	-202	-132	-111	-132	-183	-241	15.2	-69	-62	-50	-41	-26	-33	-87	-120	-165	-197
10.3	-283	-252	-264	-293	-121	-55	75	114	265	337	15.3	-215	-214	-197	-154	-107	-39	22	70	94	97
10.4	379	332	344	279	201	129	77	47	30	10	15.4	23	5	-17	-22	-7	4	5	-27	-45	-59
10.5	-27	-16	-164	-246	-313	-352	-316	-232	-102	154	15.5	-184	-192	-164	-112	-58	-21	-11	-23	-42	-141
10.6	-90	-17	38	72	87	86	80	77	86	167	15.6	154	154	164	106	106	141	166	183	190	189
10.7	136	162	172	194	109	46	-16	-58	-160	35	15.7	178	153	124	95	56	32	18	12	9	5
10.8	-78	-10	117	-47	-84	-76	-57	41	180	351	15.8	178	153	124	95	56	32	18	12	9	5
10.9	413	418	325	187	-39	-210	-314	-393	-293	-203	15.9	-79	-70	-53	-31	-9	10	23	33	46	66
11.0	-107	-28	24	50	56	59	40	52	-59	205	16.0	93	120	140	137	108	56	-7	-62	-96	-102
11.1	-120	194	273	331	344	274	134	59	-112	-108	16.1	-87	-65	-55	-67	-102	-149	-190	-207	-190	-141
11.2	-269	-275	-203	-154	-93	-37	92	105	92	17	16.2	-72	-1	-56	92	106	102	88	69	46	17
11.3	-227	-231	-209	-137	67	53	517	414	248	51	16.3	-19	-60	-99	-130	-144	-142	-126	-102	-80	-62
11.4	87	183	243	367	475	536	517	414	248	51	16.4	-50	-49	-31	-22	-15	-15	-24	-43	-69	-95
11.5	-134	-233	-345	-347	-265	-218	-130	-49	-44	-56	16.5	-118	-136	-147	-155	-160	-162	-160	-152	-139	-124
11.6	212	131	-156	-114	-223	-312	-376	-414	-427	-413	16.6	-110	-97	-64	-69	-43	-22	3	21	23	9
11.7	111	131	-42	-125	-119	-143	-69	-71	-81	-88	16.7	-17	-46	-66	-70	-58	-35	-11	4	7	-1
11.8	-86	-41	-65	-113	-117	16	37	16	-25	-19	16.8	-13	-22	-24	-17	-5	5	10	8	2	-3
11.9	-139	-192	-222	-246	-238	-293	-168	-12	15	99	16.9	-2	9	27	59	68	78	76	65	52	43
12.0	169	168	168	105	15	-71	-133	-145	-104	-24	17.0	44	56	76	99	117	126	124	110	88	61
12.1	72	168	218	255	243	227	207	194	193	201	17.1	33	8	-10	-18	-15	-2	18	40	58	68
12.2	216	212	243	219	214	163	88	-3	-92	-165	17.2	69	62	51	40	29	19	6	-11	-30	-47
12.3	-209	-225	-226	-211	-256	-309	-380	-444	-474	-447	17.3	-56	-51	-31	-3	26	47	57	59	62	75
12.4	-354	-211	-48	99	232	246	238	199	155	127	17.4	195	148	192	222	223	191	132	62	-3	-47
12.5	124	166	179	212	234	243	230	205	180	149	17.5	-68	-69	-60	-51	-48	-49	-52	-50	-40	-24
12.6	119	95	82	81	62	108	123	127	115	57	17.6	-3	19	39	55	68	90	91	101	110	116
12.7	46	1	-40	-70	-83	-74	-58	-28	8	45	17.7	120	120	117	112	103	91	76	60	43	25
12.8	82	120	164	217	280	345	396	418	397	332	17.8	8	-6	-16	-21	-21	-17	-11	-7	-8	-17
12.9	232	119	14	-63	-111	-138	-162	-196	-246	-304	17.9	-35	-59	-85	-102	-105	-38	-51	-3	45	79
13.0	-352	-372	-353	-297	-217	-134	-66	-24	-9	-16	18.0	18.1	99	72	37	-1	-28	-31	-81	-78	-77
13.1	-35	-58	-78	-92	-100	-103	-102	-97	-86	-69	18.1	98	73	29	-20	-60	-94	-91	-86	-78	-76
13.2	-44	-12	26	65	100	125	135	129	110	85	18.2	-86	-106	-131	-152	-160	-149	-120	-78	-35	-1
13.3	-59	35	11	-18	-57	-107	-165	-220	-257	-264	18.3	5	-12	-50	-96	-134	-152	-146	-118	-80	-47
13.4	-335	-175	-95	-14	52	93	106	98	80	62	18.4	-27	-24	-32	-4	-5	-39	-25	-2	22	40
13.5	51	47	46	40	25	0	-32	-64	-91	-107	18.5	38	24	9	-5	-13	-18	-22	-25	-18	-25
13.6	-113	-114	-114	-117	-125	-138	-152	-166	-175	-175	18.6	-4	14	31	40	39	28	15	9	14	32
13.7	-161	-131	-34	-25	33	76	93	82	51	21	18.7	-4	14	31	40	39	28	15	9	14	32
13.8	14	46	116	296	283	317	291	210	95	-17	18.8	55	74	80	71	50	28	15	9	14	32
13.9	-98	-130	-118	-82	-66	-27	-32	-52	-71	-74	18.9	79	94	94	80	55	25	-4	-29	-44	-46
14.0	-56	-19	23	56	70	60	33	-1	-29	-64	19.0	11	16	28	40	47	47	38	23	5	-12
14.1	-51	-23	2	24	37	33	32	25	26	42	19.1	-23	-26	-20	-6	10	23	28	21	6	-13
14.2	71	110	149	177	188	179	150	107	56	3	19.2	-23	-31	-22	-1	22	42	50	45	30	9
14.3	-42	-72	-80	-62	-20	39	104	158	190	190	19.3	-28	-31	-22	-1	22	42	50	45	30	9
14.4	160	107	41	-21	-68	-92	-91	-66	-25	22	19.4	-8	-11	-28	-39	-43	-42	-38	-24	-18	-10
14.5	66	99	117	120	116	110	111	121	140	159	19.5	4	-1	-12	-27	-26	-24	-18	-10	-2	3
14.6	168	156	120	62	-7	-72	-119	-135	-119	-78	19.6	4	-1	-12	-27	-26	-24	-18	-10	-2	3
14.7	-24	28	63	77	7	52	31	14	6	3	19.7	68	93	71	35	-15	-61	-87	-83	-23	28
14.8	2	-4	-17	-36	-59	-73	-88	-84	-66	-34	19.8	54	58	58	40	14	5	-11	-3	24	22
14.9											19.9	58	40	38	33	30	28	26	24	22	22

Appendix (continued)

EARTH. NO. COMPONENT	I-96 IZU-1 EW	DATE AND TIME		1950-04-29-16-20		* INSTRUMENT CORRECTED DATA *		NUMBER OF DATA = 2000		LENGTH OF DATA = 19.99 SEC		TIME INTERVAL = 0.01 SEC		ACCEL. UNIT = 0.1 GAL						
		STATION NAME POSITION	INSTR. FREQ. = 10.0 C/S	GROUND	GROUND	MAX. ACCEL.	DAMPING	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09			
0.0	0	28	20	12	8	18	32	47	55	-1468	-943	-495	-126	196	507	829	1160	1477	1758	
0.1	49	27	-7	-43	-69	-78	-67	-42	-17	11	1970	2178	2361	2428	2650	2748	2800	2873	2955	
0.2	0	-14	-33	-47	-49	-36	-15	26	28	1085	255	-61	-1032	-1304	-1444	-1304	-984	-1329	-1377	
0.3	16	-8	-37	-60	-68	-56	-22	82	128	-2010	-2516	-2928	-3036	-2993	-2850	-1954	-684	-95	635	
0.4	155	155	125	68	-9	-93	-170	-215	-276	86	805	805	532	167	-165	-394	-503	-684	635	
0.5	-95	15	113	165	149	67	-53	-182	-223	5.4	-795	-965	-1057	-976	-176	430	1824	1583	2054	
0.6	-140	-15	106	177	172	93	-32	-160	-248	-267	2493	2935	3351	3429	3509	3118	2160	1849	1583	
0.7	-209	-70	59	196	286	307	258	159	45	-2219	-2285	-1935	-1425	-1014	-850	-914	-1053	-1062	-1798	
0.8	-85	-51	13	107	184	217	198	135	55	-274	-443	-1189	-1685	-1858	-1706	-1318	-1053	-1062	-1798	
0.9	-61	-78	-76	-72	-72	-75	-69	-44	1	-202	-335	-443	-596	-842	-1187	-1595	-1988	-2265	-2327	
1.0	64	25	-82	-239	-404	-222	-349	-471	-311	-124	-2109	-1578	-850	24	873	1545	1921	1938	1649	
1.1	31	111	104	33	-57	-123	-137	-102	-36	30	298	-398	-926	-1193	-1169	-894	-459	22	649	
1.2	74	99	83	72	68	76	91	101	100	86	939	1020	1058	1106	1199	1336	1482	1576	1541	
1.3	64	40	17	-6	-34	-67	-91	-109	-85	-17	1013	493	-146	-781	-1318	-1670	-1786	-1677	-1392	
1.4	32	132	235	203	70	-141	-373	-555	-626	-561	-667	-401	-261	-238	-285	-344	-368	-335	-258	
1.5	-381	-144	-112	-52	30	125	209	251	226	129	6.4	-127	-143	-227	-355	-482	-561	-447	-247	
1.6	-160	-143	-112	-52	30	125	209	251	226	129	6.4	-127	-143	-227	-355	-482	-561	-447	-247	
1.7	-13	-159	-272	-287	-207	-59	107	233	279	235	7.8	332	646	938	1186	1372	1681	1501	1427	
1.8	17	-19	-154	-219	-232	-193	-129	-73	-54	-92	738	439	158	-84	-278	-432	-568	-711	-579	
1.9	-136	-115	-444	-627	-574	-616	-717	-45	297	483	-1300	-1514	-1635	-1778	-1700	-1649	-1419	-1094	-665	
2.0	564	617	426	774	177	-7	-117	-208	-311	-423	6.9	207	637	990	1224	1379	1241	1051	792	
2.1	-53	-17	-573	-441	-395	-83	137	303	379	352	7.0	213	170	163	141	61	-86	-274	-449	
2.2	349	135	-53	-136	-120	-16	136	271	324	261	-360	-85	245	565	812	950	969	878	692	
2.3	19	-137	-353	-430	-390	-232	-22	153	255	169	7.2	72	-344	-814	-1278	-1670	-1917	-1967	-1810	
2.4	53	-17	-249	-297	-202	-34	144	270	304	235	7.4	1409	1200	888	542	236	19	-95	-128	
2.5	581	-133	-382	-336	-666	-700	-610	-397	-89	253	7.5	-193	-297	-408	-496	-534	-522	-485	-461	
2.6	50	-153	-369	-679	-517	-427	334	252	262	192	7.6	262	498	773	1059	1302	1428	1490	1388	
2.7	-209	72	-429	-272	85	610	1158	1565	1773	1668	7.8	509	165	-124	-326	-412	-377	-237	-34	
2.8	1295	72	-429	-272	85	610	1158	1565	1773	1668	7.8	509	165	-124	-326	-412	-377	-237	-34	
2.9	1295	72	-429	-272	85	610	1158	1565	1773	1668	7.8	509	165	-124	-326	-412	-377	-237	-34	
3.0	426	464	1197	1668	1591	1463	1104	496	-217	-860	8.0	-476	-452	-416	-354	-259	-140	-20	66	
3.1	-172	-174	-1199	-1074	-974	-651	-627	-875	-1317	-1768	8.1	-121	-321	-332	-707	-807	-812	-730	-585	
3.2	-1416	-1654	-1237	-1533	-1564	-1338	-923	-443	-33	106	8.2	-135	-47	17	75	143	230	335	448	
3.3	340	234	730	1096	1627	836	741	437	122	-15	8.3	702	724	706	650	567	470	374	295	
3.4	210	262	173	356	560	10	92	106	8	8	166	124	62	26	-22	-131	-237	-325	-375	
3.5	-269	-642	-1049	-1439	-1702	-1765	-1610	-1245	-725	-106	8.4	-404	-334	-294	-200	-80	40	143	229	
3.6	532	1120	1610	1978	2703	2316	2329	2217	2007	1717	8.5	522	662	804	923	992	997	938	830	
3.7	1370	924	608	224	153	232	2329	2217	2007	1717	8.5	522	662	804	923	992	997	938	830	
3.8	-177	-1322	-1265	-1244	-1240	-1061	-741	-239	377	8.8	429	317	297	108	16	-62	-118	-143	-139	
3.9	979	1322	1265	1244	1240	1061	741	239	377	8.8	429	317	297	108	16	-62	-118	-143	-139	
4.0	-177	-1322	-1265	-1244	-1240	-1061	-741	-239	377	8.8	429	317	297	108	16	-62	-118	-143	-139	
4.1	-2126	-1859	-1335	-789	-140	431	865	1379	-1865	-2141	9.0	-448	-373	-234	-193	-114	-52	-9	24	
4.2	1015	934	1040	1163	1243	1313	1076	1096	1194	1097	9.1	200	398	427	534	606	626	592	515	
4.3	-673	-1525	-1839	-2012	-1898	-1561	-1170	-335	312	-325	9.2	249	204	182	172	158	128	77	8	
4.4	395	417	498	577	739	915	1066	1208	1253	1221	9.3	-242	-321	-395	-464	-526	-577	-610	-621	
4.5	1140	1048	965	872	716	422	85	1716	-1461	-2604	9.4	-560	-547	-559	-590	-629	-654	-643	-580	
4.6	-2716	-2879	-2633	-2019	-1164	-231	626	1316	-1461	-2604	9.5	-167	-23	99	199	289	379	473	563	
4.7	2214	2201	2040	1725	1269	721	173	284	378	-689	9.6	615	519	376	212	55	-72	-155	-189	
4.8	-653	-538	-407	-298	-165	241	261	584	978	-689	9.7	-108	-74	-63	-83	-138	-221	-321	-424	
4.9	919	549	-98	-916	-1737	-2391	-2751	-2771	-2492	-2017	9.8	-627	-646	-643	-622	-585	-530	-457	-363	
											9.9	18	146	247	299	290	215	96	-69	-215

Appendix (continued)

EARTHQ. NO. STATION NO. COMPONENT	GROUND																				
	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09	TIME	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
10.0	-353	-320	-231	-114	4	105	185	251	317	392	15.0	-61	-42	-25	-11	0	6	6	1	-9	-21
10.1	476	369	628	-684	661	517	542	747	543	239	15.1	-32	-44	-38	-64	-66	-85	-56	-6	-14	10
10.2	160	275	302	343	178	313	216	191	363	239	15.2	25	25	3	-21	-54	-81	-94	-92	-77	-56
10.3	-102	-178	-252	-327	-206	-238	-266	-174	77	-17	15.3	-33	-28	-29	-40	-58	-70	-100	-117	-127	-127
10.4	-654	-291	-98	163	276	434	561	610	616	-565	15.4	-119	-102	-83	-66	-55	-53	-59	-57	-52	-36
10.5	280	169	-98	-64	120	190	474	487	951	377	15.5	-8	28	64	93	109	112	103	89	74	64
10.6	-130	-103	-71	-30	27	130	181	261	329	375	15.6	59	58	59	59	-15	-13	-26	43	-65	-87
10.7	397	393	467	326	280	237	210	208	233	200	15.7	-6	-13	-16	-16	28	32	44	73	71	58
10.8	333	392	404	393	352	292	229	177	137	104	15.8	-99	-95	-73	-37	2	59	73	71	58	42
11.0	11.0	3	-80	-176	-265	-322	-328	-278	-181	-63	16.0	31	30	37	43	42	27	-1	-35	-67	-85
11.1	-61	123	160	165	96	-31	-29	-71	-88	-82	16.1	-65	-68	-41	-15	1	3	-8	-29	-51	-70
11.2	87	137	165	158	112	32	-64	-156	-221	-267	16.2	-83	-88	-84	-78	-7	-6	-8	-10	-10	-5
11.3	-231	-191	-113	-66	12	23	18	-7	-38	-63	16.3	6	22	38	47	46	31	7	-17	-32	-30
11.4	-75	-70	-54	-33	-15	-7	-12	-31	-64	-107	16.4	-10	23	53	61	83	62	24	-21	-58	-78
11.5	-155	-232	-239	-259	-257	-234	-195	-149	-109	-83	16.5	-77	-59	-31	-4	14	17	8	-9	-28	-43
11.6	-75	-95	-105	-126	-135	-126	-94	-43	17	73	16.6	-77	-59	-31	-4	14	17	8	-9	-28	-43
11.7	107	107	69	-3	-92	-178	-237	-257	-234	-177	16.7	-69	-45	-35	-23	-13	-8	-10	-17	-25	-29
11.8	-103	-42	16	23	4	-54	-133	-215	-282	-316	16.8	-27	-16	3	27	51	69	79	78	67	50
11.9	-309	-259	-175	-73	28	110	161	178	166	136	16.9	31	16	7	6	13	24	37	49	57	61
12.0	102	76	67	81	114	161	211	253	275	272	17.1	47	77	105	121	122	109	86	62	41	31
12.1	241	198	120	50	-13	-69	-84	-87	-72	-64	17.2	35	54	82	112	133	137	119	82	35	-7
12.2	-14	8	15	1	-32	-78	-129	-175	-208	-224	17.3	-30	-28	-1	39	77	100	100	78	43	5
12.3	-274	-211	-191	-169	-3	-145	-176	-112	-103	-97	17.4	-25	-43	-49	-44	-31	-9	21	56	93	125
12.4	-89	-61	-43	3	43	80	109	129	140	147	17.5	144	145	129	102	72	43	35	32	36	43
12.5	152	157	124	120	176	87	36	-16	-57	-81	17.6	48	50	50	50	52	56	59	61	60	54
12.6	-86	-75	-57	-61	-31	-22	-10	14	52	102	17.7	44	32	16	-4	-28	-54	-79	-99	-108	-103
12.7	151	195	190	159	91	-3	-106	-201	-272	-311	17.8	-85	-60	-36	10	-16	-25	-41	-53	-54	-38
12.8	-318	-297	-258	-210	-160	-114	-75	-45	-27	-22	17.9	-6	38	32	116	131	124	96	55	12	-21
12.9	-27	-40	-54	-65	-70	-72	-73	-76	-79	-77	18.0	-36	-32	-13	10	22	15	-15	-59	-103	-131
13.0	-61	-25	30	94	150	180	173	128	58	-19	18.1	-130	-98	-66	8	44	48	20	-31	-85	-124
13.1	-83	-123	-135	-126	-107	-89	-75	-69	-65	-59	18.2	-135	-117	-77	-32	3	17	7	-19	-51	-77
13.2	-45	-21	15	60	110	153	195	212	203	169	18.3	-85	-72	-41	2	45	77	90	80	51	8
13.3	119	66	75	12	27	64	112	154	177	178	18.4	-36	-32	-13	10	-28	-54	-79	-99	-108	-103
13.4	161	138	124	127	152	192	233	264	272	255	18.5	-54	-40	-23	18	-19	-16	-25	-41	-53	-54
13.5	215	160	98	35	-25	-82	-135	-183	-219	-239	18.6	-80	-95	-72	-41	2	45	77	90	80	51
13.6	-240	-224	-195	-161	-128	-98	-65	-25	26	85	18.7	44	79	95	91	95	91	95	91	95	91
13.7	144	189	206	195	161	119	87	79	99	140	18.8	-49	-54	-58	-62	-69	-78	-87	-95	-97	-92
13.8	186	221	234	224	199	172	154	149	154	160	18.9	-73	-58	-35	-11	10	26	36	40	37	27
13.9	157	137	93	48	-6	-53	-83	-92	-80	-50	19.0	10	11	-31	-45	-46	-32	-6	40	37	27
14.0	-9	35	75	109	124	131	128	119	108	96	19.1	97	96	86	73	62	54	50	44	34	17
14.1	83	68	49	26	1	-22	-39	-46	-41	-27	19.2	-3	-22	-29	-11	17	51	82	106	121	119
14.2	-7	13	27	32	28	15	-4	-25	-44	-58	19.3	127	126	119	109	93	73	50	25	1	-19
14.3	-66	-66	-56	-37	-9	25	61	92	115	123	19.4	-35	-46	-53	-55	-51	-33	-17	12	42	68
14.4	115	92	57	14	30	-69	-97	-110	-104	-83	19.5	84	87	79	63	47	34	28	27	26	20
14.5	-51	-16	14	32	34	22	4	-11	-15	-4	19.6	7	-13	-34	-51	-56	-45	-20	15	51	78
14.6	19	45	62	64	46	15	-21	-49	-61	-55	19.7	86	69	41	10	-13	-41	-59	-71	-84	-59
14.7	-36	-13	3	5	-6	-29	-57	-85	-109	-130	19.8	-83	-86	-88	-88	-88	-87	-84	-84	-84	-59
14.8	-149	-166	-181	-189	-189	-179	-160	-135	-109	-83	19.9	-3	27	50	60	53	32	3	-26	-47	-57

*41. Strong-Motion Accelerograms and Maximum Acceleration Data
of the Izu-Hanto-Toho-Oki Earthquake and the
Swarm Earthquakes of 1980.*

By Teiji TANAKA, Minoru SAKAUE, Yutaka OSAWA
and Shizuyo YOSHIKAWA,
Earthquake Research Institute.

A shallow earthquake with magnitude 6.7 (the 1980 Izu-Hanto-Toho-Oki earthquake) occurred on June 29, 1980 off the east coast of the Izu Peninsula where activity of earthquake swarm was very high. At that time a maximum acceleration of $0.36g$ was recorded at Kawana, about 12 km west of the epicenter, while smaller amplitude accelerograph records were obtained at more than 50 other strong-motion stations operated by various organizations in the Izu Peninsula and the surrounding areas.

In order to obtain high quality acceleration records in the near-field, a temporary observation station with a digital strong-motion accelerograph was established by ERI close to the active area of the earthquake swarm. For about two weeks from the 27th of June, accelerograms of more than 200 earthquakes, ranging in magnitude from 2.5 to 4.9, were recorded.

The main results derived from the above accelerograms are as follows.

1) Strong ground motions exceeding $0.3g$ were produced in the wide region of the east coast of the Izu Peninsula during the largest shock. The ground velocity and displacement computed from the accelerograms at the closest station to the epicenter were 26 kine and 5.5 cm, respectively.

2) The waveforms of ground accelerations were characterized by the comparatively short duration of principal motion, 4-5 sec. This may be one of the main reasons why the damage to buildings and other structures was not so serious even in the area where high acceleration was registered.

3) The acceleration-distance relationship for the largest shock obtained from the acceleration data at 40 strong-motion stations was $\log A = 5.18 - 1.98 \log x$, where A is the maximum horizontal acceleration in gal and x is the hypocentral distance in km. By comparing the attenuation equations for the 1978 Izu-Oshima-Kinkai ($M=7.0$) and the 1974 Izu-Hanto-Oki ($M=6.9$) earthquakes, it was found that the attenuation coefficient for accelerations in this area depends largely on the magnitude of earthquake. In other words, the smaller the magnitude of the earthquake, the larger the attenuation coefficient becomes.

4) The dependence of the maximum horizontal acceleration on magnitude (M) at a close distance ($\bar{x} \approx 14$ km) can be expressed as $\log A = 0.72 M - 1.30$. One hundred and eleven accelerograms having the maximum accelerations of 2.5 to 180 gals are the basis of this investigation.