

1923年関東地震記録の検討

山原 浩
伊藤 哲次
広瀬 道孝

§ 1. はじめに

1923年の関東地震以来、すでに50年を経過した。そして再び大地震の到来を恐れる機運が社会的にも盛上っている。1923年9月1日午前11時58分44秒、関東地方を襲い多大な被害をもたらした地震とは、一体どんな地震であったのであろうか。

この地震の本震および幾多の余震について、東京本郷の東大地震学教室において実測された記録が、震災予防調査会報告第百号(甲)¹⁾に複写掲載されている。これらの記録は当時の地震地動の実態を知るうえで、きわめて貴重な情報源になっている。ただこれらの記録がすべて変位記録になっているため、工学的にはほとんど利用されないまま放置されていたようである。

当時の地震記録のうち余震に関しては幾多のほぼ完全な記録が残されているが、肝心の本震については主要動付近において描針が逸脱したり、振止めに当たりして完全な記録を留めているものはない。なかでも、比較的良好に記録されているのが2倍地震計によるEW成分であり、この記録を足掛りにして同地震の分析を行なってみた。

§ 2. 地震記録の読取りおよび補正

図一は、1923年9月1日午前11時58分44秒に始まる本震の記録を複写したものである。この地震計の各定数はつぎのように記載されている。

(水平動)

重錘の重さ：2100gr

重錘と回転軸との水平距離：200mm

描針と回転軸との水平距離：400mm

回転軸の両端支点の鉛直距離：335mm

振子の固有周期：10sec

(上下動)

重錘の重さ：230gr

重錘と支点との水平距離：100mm

ゼンマイの伸びたときの長さ：300mm

ゼンマイの重錘を支えないときの長さ：82mm

描針の水平の長さ：100mm

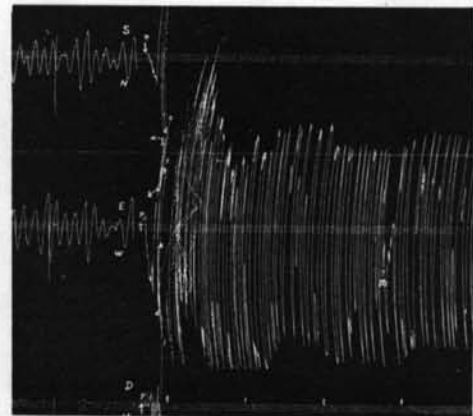
描針の鉛直の長さ：200mm

振子の固有周期：5.0sec

各振子とも油の制動器を有し、記録紙の送り速度は40 mm/min になっている。また地震計の据付の方位の修正は、水平動に対しいずれも反時計まわりに23°である。

このように各振子とも油の制動器を有するとあるが、振子の減衰定数に関しては正確な数値はわからない。しかし、水平動の振子の固有周期が10secであるから、水平動に関しては少なくとも周期5sec以下の成分波に対して、ほぼ変位記録を表わしていると思なすことができる。

図一の記録を見ると、NSおよびUD成分は主要動の初期において描針が逸脱し、その後の情報は全く得られない。しかしEW成分は、やはり主要動の初期において描針が一時はずれたがその後復元し、不完全ながらも



図一 1923年関東地震の本震記録
(震災予防調査会報告¹⁾より複写)

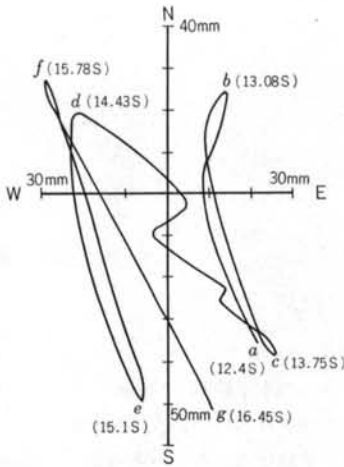


図-2 主要動初期の実動

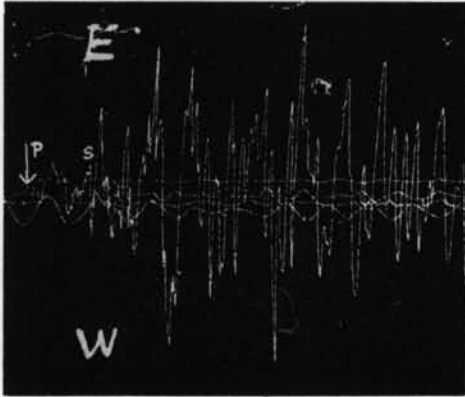


図-3 1923年関東地震の余震記録
(震災予防調査会報告より複写)

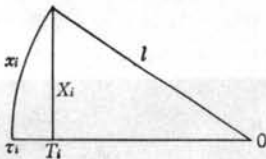


図-4 円弧補正

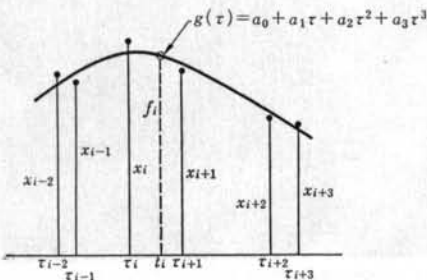


図-5 測定点の3次曲線補間

なんとか読取りが可能である。そこで、EW成分の記録について読取ることとした。

まずEW成分の記録を5倍に写真拡大し、初期微動の初め(P)から振幅を読取った。しかし初動より16.45sec後の主要動に入った部分において描針がはずれ、それから約10秒間の記録を読取ることができない。今村明恒博士は、主要動のはじまりを初動から12.4sec後としている。したがって描針は、主要動に入って4.05sec後に逸脱したことになる。この時間帯においてはNS動の記録もどうにか読取可能であるので、同博士は主要動初期の実動として図-2を与えている。

EW成分の記録の描針が逸脱してから復元するまでの約10秒間については、波形の解析上なんとかしてその空白部分を補てんしなければならない。今村博士は、震災予防調査会報告においてつぎのように述べている。

9月1日午後2時22分49秒に起った余震(図-3)は、上下動の記象が比較的よく相似しており、かつ推定せられる震源が本震とあまり違はないから水平動の記象も互に似るはずであるが、いま東西動を比較してみると時の経過にしたがい、その波動の周期の変化していく状態がとくに相似しており、また初めの2分間位における波動の大きさの変化も相当に相似している。

そして同博士はこの余震と本震の相似性が成立するものと仮定し、本震の最大振幅の推定を行なっている。そこで本研究においても、この余震記録のEW成分波を比例拡大して、本震記録の約10sec間の空白部分を埋めることにした。

このようにして読取られた振幅値について、まず、円弧補正を行なった。図-4に示すように記録ペンのアームの長さを \$L\$、読取られた振幅を \$X_i\$、その時刻を \$T_i\$ とすれば、真の振幅 \$x_i\$ および真の時刻 \$\tau_i\$ はそれぞれ次式で表わされる。

$$x_i = L \tan^{-1} \frac{X_i}{\sqrt{L^2 - X_i^2}} \quad \dots\dots(1)$$

$$\tau_i = T_i - L' \left\{ 1 - \cos \left(\tan^{-1} \frac{X_i}{\sqrt{L^2 - X_i^2}} \right) \right\} \quad \dots\dots(2)$$

ただし、

$$L = l\alpha\beta, \quad L' = l\alpha\nu$$

であり、\$\alpha\$ は拡大率、\$\beta\$ はスケールファクター、\$\nu\$ は記録紙の送り速度である。

円弧補正を行なった振幅の時系列を \$x_i (i=1, 2, 3\dots)\$ とすると、\$x_i\$ はかなり凹凸があり時間間隔も不規則な数列になる。そこで \$x_i\$ について図-5に示すように、相隣る6点ずつ最小自乗法による3次曲線を求め、その中央の区間の時刻に対応する振幅を求めることにした。す

なわち、3次曲線を、

$$g(\tau) = a_0 + a_1\tau + a_2\tau^2 + a_3\tau^3 \quad \dots(3)$$

とおけば、偏差の自乗和は、

$$E = \sum \{x(\tau) - g(\tau)\}^2 \quad \dots(4)$$

となる。Eを最小にする条件は、

$$\frac{\partial E}{\partial a_r} = \frac{\partial \sum \{x(\tau) - g(\tau)\}^2}{\partial a_r} \quad (r=0, 1, 2, 3) \quad \dots(5)$$

であるから、これよりつぎのような正規方程式が導かれる。

$$\begin{pmatrix} 4 & \sum \tau_i & \sum \tau_i^2 & \sum \tau_i^3 \\ \sum \tau_i & \sum \tau_i^2 & \sum \tau_i^3 & \sum \tau_i^4 \\ \sum \tau_i^2 & \sum \tau_i^3 & \sum \tau_i^4 & \sum \tau_i^5 \\ \sum \tau_i^3 & \sum \tau_i^4 & \sum \tau_i^5 & \sum \tau_i^6 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a_0 \\ a_1 \\ a_2 \\ a_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \sum x(\tau_i) \\ \sum x(\tau_i)\tau_i \\ \sum x(\tau_i)\tau_i^2 \\ \sum x(\tau_i)\tau_i^3 \end{pmatrix} \quad \dots(6)$$

これを $a_r (r=0, 1, 2, 3)$ について解くことにより、 $g(\tau)$ が定まる。時刻 τ_i から τ_{i+1} の区間の振幅を、時間間隔 $\Delta t = 0.025$ ごとに求めることにした。

§ 3. 波形処理

前章の方法によって時間間隔 $\Delta t = 0.025 \text{sec}$ ごとに読取られた変位振幅の時系列を $f(t)$ とすれば、 $f(t)$ はつぎのように有限フーリエ級数に展開することができる²⁾。

$$f(t) = \frac{A_0}{2} + \sum_{n=1}^{N-1} \{A_n \cos \omega_n t + B_n \sin \omega_n t\} + \frac{A_N}{2} \cos \omega_N t \quad \dots(7)$$

ただし、

$$\left. \begin{aligned} A_n &= \frac{2}{T} \int_0^T f(t) \cos \omega_n t dt \\ B_n &= \frac{2}{T} \int_0^T f(t) \sin \omega_n t dt \\ \omega_n &= \frac{2n\pi}{T} \end{aligned} \right\} \dots(8)$$

である。ここで、 n ：正の整数、 ω_n ：成分波の角振動数、 T ：読取データの全長である。

まず読取られた波形 $f(t)$ の中にはかりドリフトが目立つので、次式によって周期10 sec以上の成分を除去した。

$$f(t) = \sum_{n=n_c}^{N-1} \{A_n \cos \omega_n t + B_n \sin \omega_n t\} + \frac{A_N}{2} \cos \omega_N t \quad \dots(9)$$

ただし、 n_c は高域フィルターの下限値であり、本例の場合、 $n_c = T/10$ になる。

つぎに、式(7)の両辺を微分すれば、

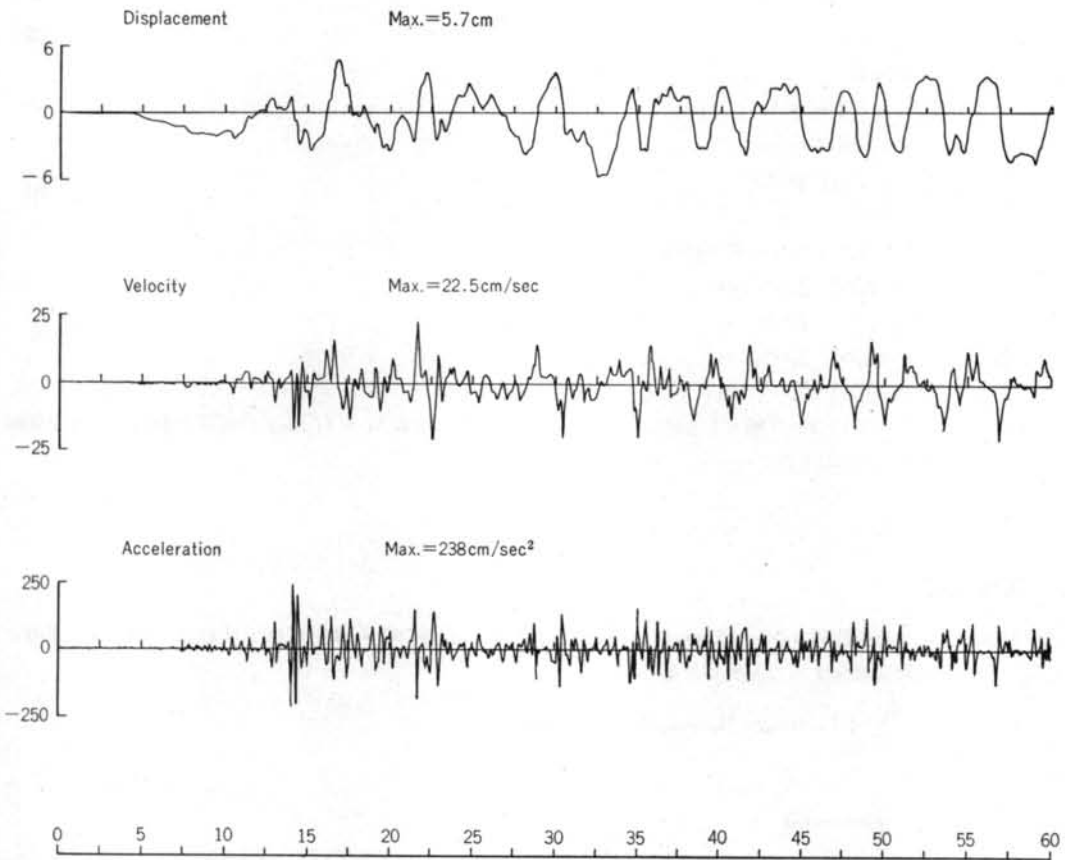
$$f'(t) = \sum_{n=1}^{N-1} \{B_n \omega_n \cos \omega_n t - A_n \omega_n \sin \omega_n t\} - \frac{A_N}{2} \omega_N \sin \omega_N t \quad \dots(10)$$

となる。これをフーリエ級数：

$$f'(t) = \sum_{n=1}^{N-1} \{A'_n \cos \omega_n t + B'_n \sin \omega_n t\} + \frac{A'_N}{2} \cos \omega_N t \quad \dots(11)$$

で表わすとすれば、

$$\left. \begin{aligned} A'_n &= \frac{2}{T} \int_0^T f'(t) \cos \omega_n t dt = \omega_n B_n \\ B'_n &= \frac{2}{T} \int_0^T f'(t) \sin \omega_n t dt = -\omega_n A_n \\ A'_N &= 0 \end{aligned} \right\} \dots(12)$$



図一六 1923年9月1日関東地震本震EW成分の復元部位波形と推定速度および加速度波形となる。この場合の $f''(t)$ は、もとの波形の速度波形を意味する。さらに式(1)を微分すれば、

$$f''(t) = \sum_{n=1}^{N-1} [B'_n \omega_n \cos \omega_n t - A'_n \omega_n \sin \omega_n t] - \frac{A'_N}{2} \omega_N \sin \omega_N t \quad \dots\dots(13)$$

となる。これをフーリエ級数：

$$f''(t) = \sum_{n=1}^{N-1} [A''_n \cos \omega_n t + B''_n \sin \omega_n t] + \frac{A''_N}{2} \cos \omega_N t \quad \dots\dots(14)$$

と表わすことにすれば、

$$\left. \begin{aligned} A''_n &= \frac{2}{T} \int_0^T f''(t) \cos \omega_n t dt = \omega_n B'_n = -\omega_n^2 A_n \\ B''_n &= \frac{2}{T} \int_0^T f''(t) \sin \omega_n t dt = -\omega_n A'_n = -\omega_n^2 B_n \\ A''_N &= 0 \end{aligned} \right\} \dots\dots(15)$$

となる。この場合の $f''(t)$ は、もとの波形の加速度波形を与えることになる。

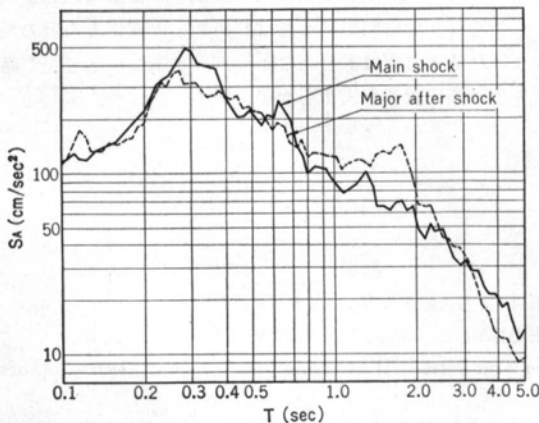
なお、これらのフーリエ級数に関する数値計算は、測定点数を 2^n として FFT (Fast Fourier Transform)³⁾ を用い比較的短時間に行なうことができた。本解析では、時間間隔 $\Delta t = 0.025$ sec とし、データ総数 $N = 4096$ として計算を行なった。したがって本解析に含まれる成分波の最大周期は 102.4 sec ということになる。

図一六の上段は、1923年9月1日関東地震本震のEW成分の記録について、読取補正を行なった変位波形である。この変位波形を式(1)、(2)より1階微分して得られた速度波形を同図中段に示した。さらに同図下段は、変位波形を式(1)、(2)より2階微分して得られた加速度波形である。なお一般の利用を考え、本加速度波形の数表を付録として本論文の末尾に示した。

§ 4. 考察

以上のような方法によって、1923年関東地震本震のEW成分に関する最大変位は5.7cm、最大速度は22.5cm/sec、最大加速度は238galと推定された。しかしこの地震のNS成分は、図一1に示す地震記録の描針の飛び具合から見ても、EW成分よりかなり大きかったことが容易に推測される。図一2に示す描針が逸脱するまでの主要動初期の実動を見ると、NS成分の最大振幅はEW成分の最大振幅の約1.6倍になっている。また、本震に非常に類似した特性をもつといわれる9月1日午後2時22分49秒の余震記録を見ても、NS成分の最大振幅は成分のその約1.6倍になっている。このような最大変位振幅の比率がそのまま最大加速度振幅の比率を意味するとは限らないが、恐らくその程度の比率の差があったと考えても無理ではない。仮にNS成分の最大加速度がEW成分の1.6倍であったとすれば、381galということになる。この数字は最近の地震の強震計最大加速度記録、たとえば1964年新潟地震の159galや1968年十勝沖地震の225galと対比してみても、被害の規模からみてあながち不当なものではない。本震のNS成分に関しては推定の足がかりとなる十分な記録がないため確実なところはわからないが、以上のような論理から最大加速度はおおよそ380galに達したと推定している。

つぎに、図一6によって得られた本震の推定加速度波形と、9月1日午後2時22分49秒の余震の読取加速度波形について、加速度応答スペクトルを求めると図一7のようになる。同図では両者の加速度波形の最大加速度が100galになるように規準化し、減衰定数を $h=0.05$ と

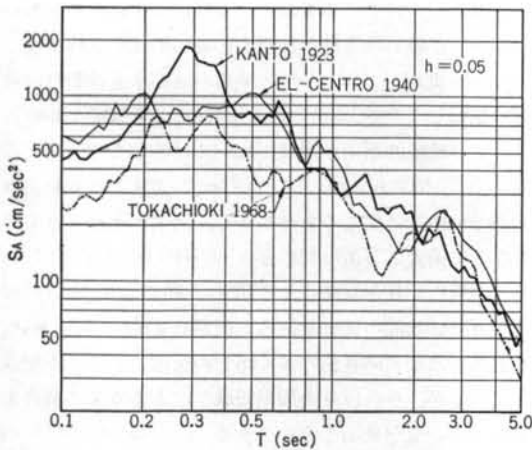


図一7 1923年関東地震本震および余震のEW成分の加速度応答スペクトル
(いずれも最大加速度を100galに規準化)

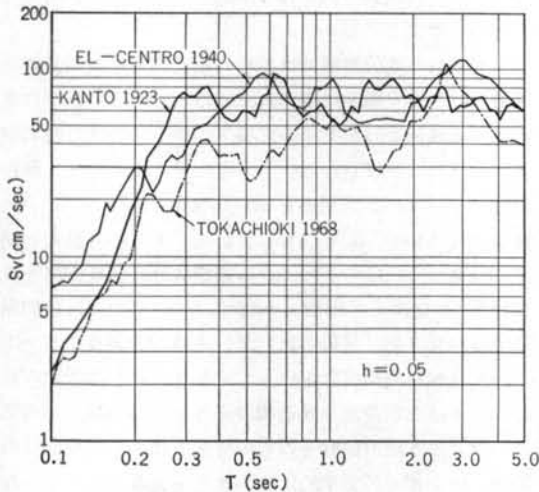
して表わしている。本震および余震のいずれも約0.3secにおいて卓越し、本震の加速度応答倍率は約5倍に達している。また、これら2つの地震のスペクトル特性は非常に類似している。本震の最大応答値は、周期約0.4sec以下という比較的短周期領域においては初動より16sec以前に生じ、周期0.4secから1.8secの領域では初動より約23sec前後に生ずるものが多く、周期がそれよりも長くなると最大応答値は初動より50sec以後に生じている。余震の記録を移植した区間は、初動より16.45sec後から約10秒間の部分である。周期0.4secから1.8secの領域では最大応答値の多くがその区間によって支配されているが、それ以外の周期領域では本震本来の特性を表わしていると見ることができる。したがって、2つの地震のスペクトル特性が非常に類似するということは、やはりもとの地動の周期特性が似ているためと判断することができよう。

復元された変位波形では数秒の振動周期をもつ長周期成分が、かなり顕著に現われている。しかしこれから推定される加速度波形やその応答スペクトルでは、長周期成分はそれほど目立たない。さきに述べたフーリエ解析では、データの時間間隔を $\Delta t=0.025$ secとし、データ総数を $N=4096$ として計算している。すなわち最大周期を102.4secとしてその $1/n$ の周期成分に級数展開されている。したがって周期1secから5secといった長周期成分はかなり密に評価され、データ処理の過程においてそのような長周期成分をつぶしてしまったとは考えられない。やはり加速度や構造物の応答といった観点から見るかぎり、本震の地動そのものに含まれる長周期成分の割合は小さく、工学的にはあまり重要な意味をもたないといえそうである。

つぎに、さきに述べたように本震のNS成分の加速度振幅がEW成分の1.6倍であったとして、EW成分の推定加速度波形を1.6倍したものをKANTO 1923と呼ぶことにする。このようにして作られたKANTO 1923地震の工学的評価を行なうため、既往の代表的地震としてEL-CENTRO 1940 NSとTOKACHIOKI (HACHINOHE) 1968 NSを選び、3種の地震の応答スペクトルを求めてみた。図一8、図一9、図一10はそれぞれ加速度応答スペクトル、速度応答スペクトル、変位応答スペクトルを示したものである。KANTO 1923の特徴は、周期0.2secから0.4secの領域の応答レベルが他の2つの地震に比べて著しく高いことと、周期1secから2secの領域において他の2つの地震に見られるような凹みがなく、むしろこの領域における応答レベルが平均的傾向より高くなっていることである。その他の周期領域



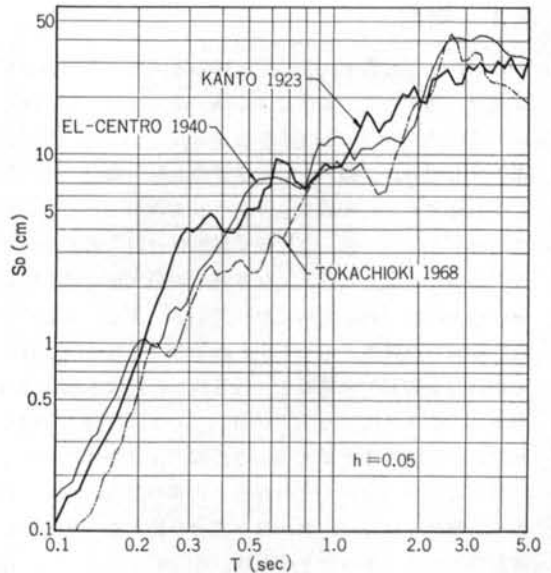
図—8 3種の地震波による加速度応答スペクトル



図—9 3種の地震波による速度応答スペクトル

においては絶対値レベルの差はあっても、全体的傾向はかなり類似している。

1923年の関東地震については、今日まで工学的評価や利用はほとんどされていなかった。しかし本研究によ



図—10 3種の地震波による変位応答スペクトル

て、関東地震の工学的意義の一面が明らかにされたものと思われる。史上最大の惨事の因となった関東地震であっても、決してわれわれの想像や既成概念を越えるような例外的地震ではなかった。最大加速度においても、スペクトル特性においても、既往の強震記録とほぼ同類であることがわかった。本研究成果が、今後の耐震設計の地震入力として活用されることを望む。

最後に、本研究は清水建設専務取締役大築志夫氏の勧めによって行なわれたものである。当初は果して好結果が得られるかどうか半信半疑であった。本研究が一応の成果を得たのは、同氏の勧めと勇気づけに負うところが大きい。また、関東地震に関する数々の貴重な記録を残してくれた今村明恒博士をはじめ多くの先生方の努力がなければ本研究はありえなかった。本筆ながら上記の諸先生に深い謝意を表する次第である。

＜参考文献＞

- 1) 震災予防調査会：“震災予防調査会報告”第百号(甲) 大正14年3月 岩波書店
- 2) 伊藤哲次, 山原浩：“フーリエ級数展開による構造物の地震応答解析法”建築学会論文報告集 No.190 昭46.12
- 3) William T. Cochran et al.: “What is the Fast Foulmer Transform?” IEEE Trans. on Audio and Electroacoustics Vol. AU-15, No. 2 June 1967

付表 1923年関東地震本震EW成分の復元加速度数値表

KANTO - EARTHQUAKE SEP. 1, 1923 E - W MAX.ACCLN = 236.31CM/SEC**2 DATA PITCH = 0.025(SECOND)

ACCELERATION (CM/SEC**2)

TIME	0.000	0.025	0.050	0.075	0.100	0.125	0.150	0.175	0.200	0.225	0.250	0.275	0.300	0.325	0.350	0.375
0.0	0.0	-0.2	-0.5	-1.0	-1.3	-1.4	-1.2	-0.7	0.1	0.8	1.3	1.6	1.4	0.8	0.0	-0.8
0.400	-1.4	-1.7	-1.5	-0.9	0.0	0.9	1.6	1.8	1.5	0.9	-0.1	-1.0	-1.6	-1.9	-1.5	-0.9
0.800	0.1	1.1	1.7	1.9	1.6	0.8	-0.2	-1.1	-1.8	-2.0	-1.6	-0.8	0.2	1.2	1.9	2.1
1.200	1.7	0.8	-0.3	-1.3	-2.0	-2.1	-1.7	-0.8	0.3	1.3	2.0	2.2	1.7	0.9	-0.2	-1.2
1.600	-1.9	-2.0	-1.5	-0.6	0.5	1.5	2.1	2.2	1.7	0.7	-0.4	-1.4	-2.1	-2.1	-1.6	-0.6
2.000	0.5	1.5	2.2	2.2	1.8	0.8	-0.3	-1.3	-1.9	-1.9	-1.4	-0.5	0.5	1.4	2.0	2.0
2.400	1.4	0.5	-0.6	-1.5	-2.0	-2.0	-1.4	-0.5	0.5	1.3	1.6	1.5	0.8	-0.1	-1.2	-2.0
2.800	-2.5	-2.3	-1.7	-0.8	0.3	1.2	1.7	1.8	1.3	0.6	-0.3	-1.0	-1.4	-1.4	-1.0	-0.3
3.200	0.5	1.2	1.5	1.5	1.0	0.3	-0.4	-1.1	-1.4	-1.4	-0.9	-1.0	0.6	1.4	1.9	2.2
3.600	2.1	1.7	1.2	0.7	0.3	0.0	-0.2	-0.3	-0.3	-0.5	-0.7	-1.0	-1.3	-1.5	-1.6	-1.4
4.000	-0.9	-0.2	0.6	1.3	1.7	1.7	1.3	0.5	-0.6	-1.7	-2.7	-3.2	-3.3	-2.9	-2.0	-1.2
4.400	0.2	1.1	1.6	1.6	1.1	0.3	-0.7	-1.7	-2.6	-3.2	-3.4	-3.3	-2.9	-2.4	-1.9	-1.4
4.800	-1.2	-1.0	-1.0	-1.0	-0.9	-0.7	-0.4	0.0	0.5	1.1	1.5	1.8	2.0	2.0	1.8	1.6
5.200	1.2	0.9	0.6	0.3	0.1	-0.1	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	0.0	0.1	0.4	0.6	0.9	1.1
5.600	1.2	1.2	1.2	1.0	0.8	0.5	0.2	0.0	-0.1	0.0	0.2	0.7	1.3	1.9	2.4	2.9
6.000	3.1	2.9	2.5	1.7	0.6	-0.6	-1.8	-2.8	-3.6	-4.0	-4.0	-3.6	-2.9	-2.1	-1.3	-0.5
6.400	-0.1	0.2	0.2	0.0	-0.2	-0.5	-0.6	-0.7	-0.6	-0.5	-0.9	-0.5	-0.5	-0.6	-0.5	-0.7
6.800	-0.1	0.5	1.4	2.5	3.6	4.4	4.9	4.8	4.1	3.0	1.5	0.0	-0.3	-0.1	-2.8	-2.5
7.200	-0.5	0.8	2.0	2.7	4.7	7.8	10.8	11.2	10.8	9.5	7.2	5.0	3.0	1.5	0.0	-1.3
7.600	-1.2	-4.5	-0.7	6.2	3.3	-4.8	-3.5	4.1	4.6	1.0	6.0	15.7	15.8	8.5	7.1	9.7
8.000	4.8	-4.0	-3.8	2.5	2.5	-2.3	-1.3	2.3	-1.7	-9.2	-8.8	-3.5	-3.2	-3.6	3.9	12.5
8.400	10.6	3.1	2.3	4.4	0.0	-5.3	-1.3	4.9	1.3	-6.0	-4.7	-0.1	-4.0	-10.7	-7.8	-0.5
8.800	-0.7	-3.7	2.3	11.6	11.2	4.9	4.2	4.6	-4.0	-14.9	-13.6	-3.9	1.5	4.1	12.0	18.3
9.200	11.1	-3.4	-9.9	-9.4	-11.7	-13.9	-6.9	3.6	5.4	2.4	6.2	13.4	12.9	7.7	7.4	8.7
9.600	2.7	-5.0	-3.4	2.9	2.7	-0.9	1.8	6.9	4.3	-2.5	-3.5	-1.7	-5.5	-10.5	-12.0	-0.5
10.000	-0.7	-3.0	-0.6	3.8	4.0	-6.1	-9.0	-11.9	-9.0	-11.9	-9.9	-7.1	-12.5	-20.7	-23.8	-24.4
10.400	-24.3	-14.8	8.0	31.2	42.0	44.4	44.6	36.6	18.0	2.2	-0.9	-0.6	-6.4	-9.7	-2.6	4.1
10.800	0.1	-5.2	-0.8	4.5	0.0	-5.8	-0.7	8.4	10.7	12.6	22.5	30.6	24.8	12.6	6.7	3.1
11.200	-5.6	-11.3	-4.5	4.8	3.0	-5.5	-10.8	-18.1	-34.1	-48.8	-49.7	-41.6	-32.7	-16.1	13.4	40.0
11.600	46.6	38.4	28.3	15.0	-4.0	-15.4	-8.9	2.3	1.8	-3.6	-0.7	4.7	1.5	-3.6	0.3	5.1
12.000	-0.8	-9.2	-8.0	-4.3	-9.8	-16.2	-11.0	-2.0	-2.6	-6.1	-0.9	4.7	-1.1	-8.0	0.4	17.2
12.400	25.9	30.0	40.1	46.2	31.5	4.0	-14.4	-20.5	-25.3	-26.1	-20.0	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	18.0
12.800	-12.8	-13.6	-16.9	9.2	15.7	10.6	3.3	-13.8	-44.6	-69.1	-67.1	-44.3	-16.0	19.3	65.8	105.3
13.200	-26.3	-54.4	-56.9	-37.9	-15.9	-0.3	11.4	17.9	15.0	8.6	8.4	12.4	14.1	9.4	12.3	17.6
13.600	16.2	10.8	10.2	11.9	7.6	0.9	1.4	5.9	3.7	-2.1	2.4	19.0	33.2	32.6	13.5	-27.9
14.000	-93.0	-166.2	-216.2	-216.6	-159.1	-52.5	76.7	186.9	238.3	216.1	133.8	21.0	-90.2	-172.3	-209.1	-191.7
14.400	-125.0	-20.4	92.2	174.7	205.8	191.5	150.3	98.0	49.3	14.3	-10.7	-37.4	-63.7	-75.3	-70.4	-64.1
14.800	-61.0	-46.8	-16.9	9.2	15.7	10.6	3.3	-13.8	-44.6	-69.1	-67.1	-44.3	-16.0	19.3	65.8	105.3
15.200	115.8	98.2	71.4	44.1	18.4	-11.1	-21.9	-21.6	-21.9	-23.6	-19.1	-9.9	-4.1	-1.8	1.7	4.1
15.600	0.7	-3.6	-1.4	4.0	4.5	1.9	3.6	8.1	7.3	0.0	-6.9	-6.1	6.9	32.7	63.2	84.2
16.000	87.8	76.7	54.8	23.6	-9.0	-31.3	-42.3	-51.2	-59.7	-60.3	-54.7	-53.9	-55.8	-43.7	-14.4	15.5
16.400	37.5	63.7	98.4	122.9	121.5	100.7	68.5	18.9	-45.5	-98.8	-118.6	-112.5	-98.1	-77.9	-51.5	-33.8
16.800	-34.6	-40.4	-34.9	-24.4	-23.2	-27.3	-26.5	-25.9	-34.5	-43.9	-40.3	-27.2	-15.5	-1.5	23.7	53.8
17.200	74.7	85.1	88.8	78.5	45.8	0.3	-40.3	-70.5	-93.2	-103.8	-96.9	-80.6	-69.1	-19.7	18.9	44.4
17.600	54.8	83.7	105.0	111.3	96.5	69.6	44.7	26.4	9.8	-6.7	-9.6	-11.5	-21.1	-32.3	-34.7	-29.4
18.000	-21.5	-7.8	15.6	39.4	52.6	57.0	59.0	54.4	37.5	14.6	-5.4	-2.4	-4.7	-65.3	-68.3	-59.5
18.400	-47.9	-34.6	-17.8	-4.5	-2.2	-5.3	-5.1	-3.6	-6.3	-9.2	-6.8	-3.7	-4.2	-5.4	-1.8	1.9
18.800	-0.6	-4.4	-2.0	4.9	13.7	29.9	55.8	80.0	89.0	81.6	61.8	28.3	-16.2	-55.8	-75.4	-77.4
19.200	-72.6	-64.2	-52.9	-46.0	-48.3	-51.3	-43.9	-26.4	-5.0	20.6	50.6	75.8	87.1	86.3	78.6	62.3
19.600	35.5	5.2	-20.4	-40.5	-34.8	-57.3	-44.9	-24.9	-4.9	15.1	34.2	44.6	43.1	37.7	35.2	34.0

80.000	32.3	51.9	68.7	60.7	28.3	-6.6	-32.3	-52.8	-63.8	-53.3	-26.9	-6.2	0.4	5.2	16.0	27.1	201
80.400	36.0	46.8	54.6	46.3	21.9	-3.5	-20.3	-31.5	-38.8	-38.4	-32.2	-29.4	-31.7	-32.6	-29.2	-24.7	202
80.800	-19.2	-10.7	-3.5	-2.6	-4.0	-1.4	2.2	-0.2	-5.4	-5.4	-0.4	4.8	12.9	27.2	39.3	40.7	203
81.200	32.4	23.7	13.5	-3.6	-22.2	-32.6	-35.3	-36.3	-33.1	-21.5	-8.1	-3.1	-3.8	-0.9	4.9	7.9	204
81.600	10.6	17.5	21.7	14.1	0.0	-8.6	-11.8	-16.4	-18.9	-12.7	-3.5	-2.2	-5.8	-4.0	1.6	2.1	205
82.000	-0.6	1.4	4.7	0.1	-8.2	-8.5	-1.7	0.7	-3.1	-5.6	-6.9	-13.2	-20.3	-17.6	-8.2	-4.1	206
82.400	-5.4	-1.4	6.8	4.1	-15.9	-42.3	-63.8	-77.1	-76.5	-53.0	-9.5	35.2	64.0	74.3	68.8	47.7	207
82.800	14.8	-18.8	-42.0	-52.9	-55.3	-53.2	-46.7	-33.0	-9.7	19.4	43.9	57.3	61.9	61.8	56.6	46.6	208
83.200	36.2	27.0	15.8	3.6	-1.8	2.1	6.3	4.3	2.1	6.0	10.8	9.6	5.4	3.6	0.3	-9.4	209
83.600	-21.2	-28.2	-31.4	-33.5	-29.8	-17.6	-4.8	-0.3	0.3	5.6	13.9	17.9	17.7	18.5	19.7	17.7	210
84.000	14.5	14.2	14.9	13.3	11.8	13.6	15.2	11.5	3.5	-4.8	-12.2	-18.2	-20.5	-19.6	-18.7	-17.2	211
84.400	-10.7	0.0	7.1	8.0	7.5	8.1	6.0	1.1	-1.0	0.4	-0.5	-3.5	-1.6	5.0	6.9	2.4	212
84.800	0.4	4.1	6.1	3.2	1.8	2.9	-0.1	-5.9	-3.7	6.7	12.3	8.3	5.1	7.1	6.0	-0.2	213
85.200	-1.4	4.5	5.6	-1.1	-2.7	4.5	7.4	0.2	-4.6	0.4	4.2	0.4	-0.2	6.6	7.4	-2.2	214
85.600	-12.8	-7.4	0.2	-1.8	-4.6	0.5	4.7	0.3	-1.8	6.2	12.3	6.4	-0.4	3.1	7.1	0.3	215
86.000	-7.4	-3.8	3.4	2.4	0.0	5.3	9.4	2.1	-6.4	-1.7	10.9	18.3	22.7	31.6	37.4	27.1	216
86.400	4.1	-18.8	-36.0	-45.3	-38.5	-13.4	17.2	40.4	56.5	65.8	59.1	34.9	6.5	-10.9	-31.3	-34.8	217
86.800	-64.2	-50.2	-29.9	-19.6	-10.9	6.8	21.6	20.6	15.7	21.7	28.8	20.9	5.7	0.7	3.5	1.3	218
87.200	-2.9	0.3	4.6	-2.5	-16.8	-26.6	-31.5	-34.9	-31.1	-19.0	-12.7	-19.6	-25.2	-18.0	-9.9	-10.8	219
87.600	-6.4	13.2	27.2	17.9	4.7	11.9	25.0	16.7	-2.6	-3.2	8.8	3.2	-17.5	-21.8	-7.0	-3.9	220
88.000	-20.5	-26.1	-5.9	12.8	6.4	-9.3	-10.3	-2.4	-2.6	-7.1	-1.9	10.4	15.5	10.6	5.6	5.5	221
88.400	5.9	1.8	-5.9	-12.4	-13.1	-9.5	-8.6	-12.6	-13.8	-5.8	4.0	5.2	1.3	2.8	6.8	1.6	222
88.800	-10.5	-13.1	-1.2	10.2	9.3	4.2	5.9	9.6	5.1	-4.6	-7.3	-1.4	3.2	1.1	-1.5	0.2	223
89.200	0.4	-7.7	-18.1	-18.9	-9.3	-0.9	0.2	0.2	3.5	3.9	-2.6	-7.4	-2.5	4.8	3.8	-2.1	224
89.600	-3.3	-2.0	-5.6	-9.8	-6.7	-2.9	-11.2	-25.8	-29.2	-22.2	-23.3	-35.6	-39.0	-21.2	2.9	13.2	225
90.000	4.2	-23.2	-68.4	-115.0	-128.0	-84.3	0.3	84.6	136.1	144.2	114.7	65.2	20.2	-1.7	1.7	18.5	226
90.400	32.3	31.6	18.2	4.1	-3.3	-8.6	-16.5	-20.2	-13.0	-2.5	0.9	0.7	6.2	13.2	12.8	9.8	227
90.800	13.4	17.7	11.1	-0.6	-3.3	0.9	-0.9	-6.3	-3.2	5.3	5.4	-1.1	-0.2	6.7	6.0	-1.0	228
91.200	0.0	7.5	6.8	-1.0	-1.0	6.4	6.4	-1.0	-0.5	8.1	9.2	2.1	2.1	9.8	9.6	0.5	229
91.600	-1.2	6.6	7.7	-0.3	-1.5	6.5	7.9	-0.1	-2.2	5.1	6.2	-2.4	-5.1	3.2	9.1	8.4	230
92.000	12.1	19.9	16.6	1.0	-11.4	-16.4	-23.8	-28.9	-13.9	16.5	36.5	37.8	35.5	31.3	10.0	-24.1	231
92.400	-43.1	-38.6	-29.9	-24.3	-6.3	23.3	37.2	25.7	11.4	7.4	-0.9	-19.9	-29.6	-20.2	-10.1	-10.4	232
92.800	-5.5	13.7	30.6	33.6	34.5	39.6	33.5	10.4	-9.4	-11.7	-8.2	-9.4	-6.0	5.4	8.0	-7.2	233
93.200	-24.5	-31.7	-37.3	-47.0	-48.3	-35.8	-23.5	-19.8	-14.4	-2.5	3.6	-0.6	-1.9	4.3	5.4	-1.8	234
93.600	-3.5	3.8	5.4	-2.3	-4.4	3.0	4.7	-3.1	-4.9	3.2	5.4	-2.7	-5.1	3.3	6.7	0.2	235
94.000	-2.5	0.2	-8.1	-28.4	-39.4	-33.5	-26.3	-23.4	-11.7	8.6	16.2	5.7	-2.7	0.8	0.7	-11.2	236
94.400	-23.0	-30.3	-44.0	-60.6	-57.7	-29.7	2.9	26.6	47.0	62.1	58.1	38.8	25.7	24.0	19.7	12.0	237
94.800	14.1	21.2	14.6	-1.3	-4.9	2.3	-0.1	-7.0	6.9	37.4	52.6	45.8	40.3	38.5	18.0	-17.3	238
95.200	-33.1	-21.6	-12.5	-18.7	-18.1	-1.1	11.8	14.1	25.0	46.4	51.1	29.1	3.3	-12.5	-27.5	-39.2	239
95.600	-27.9	4.1	28.0	32.0	29.8	24.0	4.4	-15.7	-8.9	17.7	30.2	22.0	14.7	7.9	-17.9	-51.3	240
96.000	-58.8	-43.2	-36.8	-37.3	-12.2	34.5	61.9	61.0	59.7	56.9	22.1	-36.0	-67.7	-50.3	-50.1	-49.8	241
96.400	-32.8	-0.7	6.2	-18.3	-32.0	-18.4	-8.6	-14.4	-8.2	15.3	22.9	7.0	0.5	12.1	11.1	-7.7	242
96.800	-11.0	6.9	11.0	-6.0	-10.0	5.9	6.5	-15.8	-23.8	-6.0	3.5	-9.1	-15.5	-12.0	-22.7	-48.2	243
97.200	-51.1	-23.7	-0.3	7.7	22.5	36.8	22.0	-22.8	-49.8	-47.0	-43.0	-39.8	-40.1	-52.3	-59.3	-58.6	244
97.600	-49.2	-31.6	-7.9	18.5	43.5	63.2	74.8	76.9	70.0	56.2	38.7	21.3	7.2	-1.4	-3.5	0.0	245
98.000	7.3	15.7	22.7	26.2	25.2	20.0	12.0	3.1	-4.6	-9.5	-10.8	-8.7	-4.2	1.1	5.6	7.9	246
98.400	7.6	4.8	0.5	-3.8	-6.8	-7.7	-5.9	-2.1	2.7	7.2	10.1	10.7	8.7	4.8	0.0	-4.4	247
98.800	-7.2	-8.0	-6.9	-4.7	-2.8	-2.4	-4.6	-9.6	-16.7	-24.4	-31.1	-34.6	-33.7	-28.0	-18.0	-5.5	248
99.200	7.1	17.7	24.1	25.6	22.5	16.3	9.3	4.0	2.4	5.3	12.2	21.3	29.8	34.6	33.5	25.4	249
99.600	11.2	-6.7	-24.2	-37.1	-41.4	-34.8	-17.1	9.4	40.3	69.8	91.7	101.2	95.4	74.2	40.7	0.0	250

- 5 -

