

本資料は 年 月 日付けで登録区分、  
変更する。

2001. 11. 30

[技術情報室]

# 原子炉炉心振動解析コードの開発 (Ⅲ)

(受託研究)



1981年 3月

東京芝浦電気株式会社

この資料は動燃事業団の開発業務を進めるため、限られた関係者だけに配布するもので

複製、

本資料の全部または一部を複写・複製・転載する場合は、下記にお問い合わせください。

〒319-1184 茨城県那珂郡東海村大字村松4番地49  
核燃料サイクル開発機構  
技術展開部 技術協力課

Inquiries about copyright and reproduction should be addressed to:  
Technical Cooperation Section,  
Technology Management Division,  
Japan Nuclear Cycle Development Institute  
4-49 Muramatsu, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki, 319-1184  
Japan

© 核燃料サイクル開発機構 (Japan Nuclear Cycle Development Institute)

## 原子炉炉心振動解析コードの開発(Ⅲ)\*

佐々木恒夫\*\* 佐々木陽一\*\* 藤本 滋\*\*  
樽谷耕平\*\*\* 田代正夫\*\*\*

55. 9. 24 ~ 56. 3. 31

要 旨

本報告は、高速増殖炉もんじゅ炉内構造物の解析コードの開発に関するものである。研究の目的は炉心構成要素の耐震設計手法の確認の一助とするため別途実施している炉内構造物振動試験(Ⅱ)の単列29体の振動実験のうち水中正弦波加振に関する実験解析を行い、解析コード(Ⅱ)の検証および入力データの決定を行うものである。

研究結果は次の通りである。

- (1) 炉心構成要素群は地震時衝突振動をさけることができない。
- (2) 多質点系モデルを2自由度バネ-質量モデルに置換して、全ての結果をシュミレートすることは難しいが、出力として注目すべき諸量を設定しそれにもとづく、入力データが作成されれば、解析コード(Ⅱ)は有効な道具となる。
- (3) 構成要素群において総片寄り現象は、ある程度入力加速度が大きくなると発生しない。たとえば、正弦波150gal加振では片寄る要素の数は一列群要素のうち70%程度である。
- (4) 一列群要素のうち両端に位置する要素ほど高次モードが発生しやすいが、全体の挙動を考える時は、高次モードは影響を与えない。

---

\* 本報告は、東京芝浦電気株式会社が動力炉核燃料開発事業団の委託により実施した成果である。

\*\* 東京芝浦電気株式会社 総合研究所

\*\*\* // 動力炉開発部



Development of Vibration Analysis Code for  
Fast Breeder Reactor Core Structure (II)\*

Yukio Sasaki\*\*, Youich Sasaki\*\*  
Shigeru Fujimoto\*\*, Kouhei Tarutani\*\*\*  
Masao Tashiro\*\*\*

Abstract

Fast Breeder Reactor internal structure consists of core barrel, core fuel assemblies, radial blanket assemblies and neutron shield assemblies.

These components are subjected to dynamic forces caused by support acceleration due to large earthquake. This report deals with research on the development of a vibration analysis code to evaluate the seismic responses of the core assemblies.

Simulation analysis for forced vibration tests using actual type twenty-nine core assemblies were conducted. The major conclusions based on the simulation results are as follows;

- (1) Collision between assemblies could occur as a result of their relative motion because of the small clearance between assemblies.
- (2) It is difficult to simulate all behavior of assemblies (displacement, acceleration, collision force) using two degree freedom spring-mass model, but the analysis code

---

\* Work performed under contracts between Power Reactor and Nuclear Fuel Development Corp. and TOSHIBA CORPORATION

\*\* TOSHIBA Research and Development Center

\*\*\* TOSHIBA Advanced Reactor Engineering Dept.

will be a available one by making input datum based on noticeable output.

- (3) Components displacement reaches the geometrical limit as the exciting acceleration level increases. For example, in case of sinusoidal 150 gal acceleration excitation, 70% components cluster reaches to the geometrical limit.
- (4) Components response time history has second mode shape vibration. Second mode shape vibration occur predominantly in both end components.

# 目 次

第1章 緒 論 .....	1
第2章 開 発 研 究 .....	2
2.1 研究の目的 .....	2
2.2 解析コードの基本的考え方 .....	2
2.3 研究の内容 .....	4
2.4 模擬解析モデルの設定 .....	4
第3章 振動解析のための各要素の諸元 .....	5
3.1 概 要 .....	5
3.2 定数設定のための数学モデル .....	6
3.3 各定数の設定 .....	7
第4章 振動解析結果 .....	12
4.1 水中正弦波1次モード振動数加振 .....	12
4.2 水中正弦波2次モード振動数加振 .....	14
第5章 実験結果との比較 .....	15
第6章 結 論 .....	17
図 .....	18
表 .....	86
謝 辞 .....	102
参 考 文 献 .....	103
付録(プロッタールーチンの使用法) .....	付-1

## List of Figures

Fig. No.	Title	Page
Fig. 2.1	Dynamic Model of Core Assemblies (Vertical Cross Section) .....	18
Fig. 2.2	Dynamic Model of Core Assemblies (Horizontal Cross Section) .....	18
Fig. 3.1	Frequency Analysis of Collision Acceleration (Neutron Shield Assembly) .....	19
Fig. 3.2	Frequency Analysis of Collision Acceleration (Radial Blanket Assembly) .....	20
Fig. 3.3	Frequency Analysis of Collision Acceleration (Core Fuel Assembly) .....	21
Fig. 3.4	Frequency Analysis of Collision Acceleration (Core Fuel Assembly) .....	22
Fig. 4	Components Number and Collision Part Number .....	23
Fig. 4.1	Relative Displacement of Middle Pad in 1st Mode Frequency (1) (150 gal input) .....	24
Fig. 4.2	Relative Displacement of Middle Pad in 1st Mode Frequency (2) (150 gal input) .....	25
Fig. 4.3	Relative Displacement of Middle Pad in 1st Mode Frequency (3) (150 gal input) .....	26
Fig. 4.4	Relative Displacement of Middle Pad in 1st Mode Frequency (4) (150 gal input) .....	27
Fig. 4.5	Relative Displacement of Upper Pad in 1st Mode Frequency (1) (150 gal input) .....	28
Fig. 4.6	Relative Displacement of Upper Pad in 1st Mode Frequency (2) (150 gal input) .....	29

Fig. No.	Title	Page
Fig. 4.7	Relative Displacement of Upper Pad in 1st Mode Frequency (3) (150 gal input) .....	30
Fig. 4.8	Relative Displacement of Upper Pad in 1st Mode Frequency (4) (150 gal input) .....	31
Fig. 4.9	Middle Pad Acceleration (1) .....	32
Fig. 4.10	Middle Pad Acceleration (2) .....	33
Fig. 4.11	Middle Pad Acceleration (3) .....	34
Fig. 4.12	Middle Pad Acceleration (4) .....	35
Fig. 4.13	Upper Pad Acceleration (1) .....	36
Fig. 4.14	Upper Pad Acceleration (2) .....	37
Fig. 4.15	Upper Pad Acceleration (3) .....	38
Fig. 4.16	Upper Pad Acceleration (4) .....	39
Fig. 4.17	Middle Pad Collision Force (1) .....	40
Fig. 4.18	Middle Pad Collision Force (2) .....	41
Fig. 4.19	Middle Pad Collision Force (3) .....	42
Fig. 4.20	Middle Pad Collision Force (4) .....	43
Fig. 4.21	Upper Pad Collision Force (1) .....	44
Fig. 4.22	Upper Pad Collision Force (2) .....	45
Fig. 4.23	Upper Pad Collision Force (3) .....	46
Fig. 4.24	Upper Pad Collision Force (4) .....	47
Fig. 4.25	Maximum Displacement of Upper Pad under Sinusoidal 150 gal Excitation .....	48
Fig. 4.26	Maximum Displacement of Middle Pad under Sinusoidal 150 gal Excitation .....	49
Fig. 4.27	Maximum Collision Force of Upper Pad under Sinusoidal 150 gal Excitation .....	50
Fig. 4.28	Maximum Displacement of Upper Pad under Sinusoidal Excitation ( $f = 4.2$ Hz) .....	51



Fig. No.	Title	Page
Fig. 4.29	Maximum Displacement of Middle Pad under Sinusoidal Excitation ( $f = 4.2$ Hz) .....	52
Fig. 4.30	Maximum Collision Force of Upper Pad under Sinusoidal Excitation ( $f = 4.2$ Hz) .....	53
Fig. 4.31	Maximum Collision Force of Upper Pad under Sinusoidal Excitation .....	54
Fig. 4.32	Relative Displacement of Middle Pad in 2nd Mode Frequency (1) (150 gal input) .....	55
Fig. 4.33	Relative Displacement of Middle Pad in 2nd Mode Frequency (2) .....	56
Fig. 4.34	Relative Displacement of Middle Pad in 2nd Mode Frequency (3) .....	57
Fig. 4.35	Relative Displacement of Middle Pad in 2nd Mode Frequency (4) .....	58
Fig. 4.36	Relative Displacement of Upper Pad in 2nd Mode Frequency (1) .....	59
Fig. 4.37	Relative Displacement of Upper Pad in 2nd Mode Frequency (2) .....	60
Fig. 4.38	Relative Displacement of Upper Pad in 2nd Mode Frequency (3) .....	61
Fig. 4.39	Relative Displacement of Upper Pad in 2nd Mode Frequency (4) .....	62
Fig. 4.40	Middle Pad Acceleration (1) .....	63
Fig. 4.41	Middle Pad Acceleration (2) .....	64
Fig. 4.42	Middle Pad Acceleration (3) .....	65
Fig. 4.43	Middle Pad Acceleration (4) .....	66
Fig. 4.44	Upper Pad Acceleration (1) .....	67

Fig. No.	Title	Page
Fig. 4.45	Upper Pad Acceleration (2) .....	68
Fig. 4.46	Upper Pad Acceleration (3) .....	69
Fig. 4.47	Upper Pad Acceleration (4) .....	70
Fig. 4.48	Middle Pad Collision Force in 2nd Mode Frequency (1) .....	71
Fig. 4.49	Middle Pad Collision Force (2) .....	72
Fig. 4.50	Middle Pad Collision Force (3) .....	73
Fig. 4.51	Middle Pad Collision Force (4) .....	74
Fig. 4.52	Upper Pad Collision Force in 2nd Mode Frequency (1) .....	75
Fig. 4.53	Upper Pad Collision Force (2) .....	76
Fig. 4.54	Upper Pad Collision Force (3) .....	77
Fig. 4.55	Upper Pad Collision Force (4) .....	78
Fig. 4.56	Maximum Displacement of Upper Pad under Sinusoidal Excitation ( $f = 17.5$ Hz) .....	79
Fig. 4.57	Maximum Displacement of Middle Pad under Sinusoidal Excitation ( $f = 17.5$ Hz) .....	80
Fig. 5.1	Upper Pad Displacement under Sinusoidal 150 gal Excitation .....	81
Fig. 5.2	Displacement of Component in Water under Sinusoidal 150 gal Excitation (Response Curves) .....	82
Fig. 5.3	Displacement of Component in Water under Sinusoidal Excitation .....	83
Fig. 5.4	Displacement of Component in Water under Sinusoidal Excitation .....	84
Fig. 5.5	Collision Force and Input Acceleration under Sinusoidal Excitation (1st Mode Frequency)...	85

## List of Tables

Table No.	Title	Page
Table 4.1	Displacement of Components at 4.2 Hz under Sinusoidal 50 gal Excitation .....	86
Table 4.2	Collision Force of Components at 4.2 Hz under Sinusoidal 50 gal Excitation .....	87
Table 4.3	Displacement of Components at 4.2 Hz under Sinusoidal 100 gal Excitation .....	88
Table 4.4	Collision Force of Components at 4.2 Hz under Sinusoidal 100 gal Excitation .....	89
Table 4.5	Displacement of Components at 4.2 Hz under Sinusoidal 150 gal Excitation .....	90
Table 4.6	Collision Force of Components at 4.2 Hz under Sinusoidal 150 gal Excitation .....	91
Table 4.7	Displacement of Components at 4.2 Hz under Sinusoidal 150 gal Excitation .....	92
Table 4.8	Collision Force of Components at 3.0 Hz under Sinusoidal 150 gal Excitation .....	93
Table 4.9	Displacement of Components at 3.0 Hz under Sinusoidal 150 gal Excitation .....	94
Table 4.10	Collision Force of Components at 3.6 Hz under Sinusoidal 150 gal Excitation .....	95
Table 4.11	Displacement of Components at 17.5 Hz under Sinusoidal 50 gal Excitation .....	96
Table 4.12	Collision Force of Components at 17.5 Hz under Sinusoidal 50 gal excitation .....	97

Table No.	Title	Page
Table 4.13	Displacement of Components at 17.5 Hz under Sinusoidal 100 gal Excitation .....	98
Table 4.14	Collision Force of Components at 17.5 Hz under Sinusoidal 100 gal Excitation .....	99
Table 4.15	Displacement of Component at 17.5 Hz under Sinusoidal 150 gal Excitation .....	100
Table 4.16	Collision Force of Component at 17.5 Hz under Sinusoidal 150 gal Excitation .....	101

# 第 1 章 諸 論

高速増殖炉の開発に際して、地震に対する安全性の評価はプラント設計上、重要な問題である。

本報告は、動力炉・核燃料開発事業団が計画の高速増殖炉もんじゅ炉心構成要素群の耐震研究に関するものである。

現在、もんじゅ炉心構成要素の耐震設計手法の確立のため設計コードの開発、単列振動試験および複数列振動試験の研究計画が進行中であるが、昭和55年度は、そのうち、単列29体要素群の実験解析を実施した。

本報告は、単列29体群の正弦波加振に関する解析結果である。

## 第2章 開発研究

### 2.1 研究の目的

高速増殖炉炉心構成要素群の地震時における動的挙動を把握できる解析コードの開発を目的とし、昭和53年、54年と2ヶ年にわたりコードの開発を行ってきた。

さらに解析コードの開発と並行して、炉心構成要素群単列振動試験(Ⅱ)を行った。一連の研究は、高速増殖炉「もんじゅ」炉心構成要素の耐震設計手法の確立および耐震安全性の確認のために実施してきたものである。

本研究は、別件「炉内構造物振動試験(Ⅱ)」により実施した炉心燃料集合体17体、ブランケット集合体4体および中性子しゃへい体8体の炉心構成要素群29体単列振動試験のうち、正弦波加振実験結果を解析コード(Ⅱ)により模擬解析し、コードの検証および実験結果の評価を行うことを目的とする。

### 2.2 解析コードの基本的考え方

高速増殖炉「もんじゅ」の炉心構成要素は、炉心燃料集合体、ブランケット集合体、中性子しゃへい体、制御棒案内管から立っており、各々は、六角断面を有し、下端で支持された梁構造をしている。そして、各々の剛性はほぼ等しいが、質量分布が異なるため、単体としてその振動特性は異なっている。たとえば、もんじゅ燃料集合体の耐震実験(Ⅱ)<sup>1)</sup>でも明らかな様に、固有振動数を例にとれば2 Hz～3.5 Hz に分布している。

さて、このような炉心構成要素は、炉心内において約700体が常温状態で各パッド部で0.7 mm～1.0 mmの間隔を保ち炉心支持板上に密に装荷されている。したがって、地震発生時、構成要素群は小間隙のため衝突振動を行うことが予想される。

この意味で炉心構成要素の挙動は、非線形型応答である。

このような振動系を解析しその特性を把握するために、本来の現象を見誤らない範囲で、個々の振動特性を単純化した力学モデルを設定している。

(1) 構成要素はある質量分布をもつ下端支持、上端自由の弾性梁である。

弾性梁等を解析する場合、多質点系モデルに置換するのが一般的な方法である。この際注目すべき振動モード回数に従って質点数を考えるのが精度、計算時間からして適切である。

構成要素は構造上、上部パッド部と中間パッド部で衝突する。よって少なくとも上部

パッド部と中間パッド部に質点を集中したモデルが必要である。

このような考えで要素を2質点で近似し、各質点間は等価なバネとダンパで結合されている。そして2質点系モデルにしたことにより1次モードと2次モードが近似的に表現される。

次に衝突による各要素の変形は、各パッド部付近の局部変形が含まれるため、要素間の衝突部をある初期ギャップを持つバネとダンパでおきかえこのバネの変形によって反発力が生じるものとする。

- (2) 構成要素群については、衝突や流体力の相互干渉を考慮するため、複数列モデルを考える。加振方向は水平一方向とし、力の釣合は加振方向のみを考える。流体力は各要素あるいは要素間の Virtual Mass で表現する。

## 2.3 研究の内容

### (1) 炉心構成要素 29 体の単列振動試験結果にもとづく解析諸元のまとめ

別件「炉内構造物振動試験(II)」の試験結果を模擬するため試験と同規模(単列 29 体, 2 質点系モデル)に対する衝突振動解析のための諸元(固有振動数; 減衰定数, パッド部の剛性と減衰, 水の付加質量)を振動試験(I)<sup>2)</sup> (II)<sup>3)</sup>の結果を検討の上設定する。

### (2) 炉内構造物振動試験(II)の模擬解析

炉心構成要素単列 29 体の振動試験のうち, 正弦波加振実験結果を模擬解析し, 比較検討することによりコードの検証, 試験結果の評価を行う。

### (3) 実験結果と解析結果の応答波形を比較するためのプロッタールーチンの追加をする。

## 2.4 模擬解析モデルの設定

図 2.1 ~ 図 2.2 に実験解析のモデルを示す。

図 2.1 は単列実験解析モデルの垂直断面で上部パッド部と中間パッド部の集中質量がバネとダンパで結合され, また各集中質量に衝突力評価のためのバネとダンパをつけた状態を示す。

図 2.2 は横断面で単列要素群の装荷状態を示す。



### 第3章 振動解析のための各要素の諸元

#### 3.1 概 要

炉心構成要素群の地震時における挙動把握のため、各要素を梁と考え梁群の衝突振動モデルを提案し解析コード(VIOLLON)を作成した。

この際、梁要素は無限個の質点の集合とみなされる分布質量系を有限個の質点で構成される多質点系に置換するのが一般的方法であるが、質点数を何個にするかが問題となる。

当然のことながら固有振動数は質点の数のみしかシュミレートできない。逆に精度を上げるため質点数を増加すると計算時間が長くなり実用的でない。特に構成要素群の振動解析は非線型振動解析であるため運動方程式を初期値問題として、直接積分していく方法がとられるので、質点数を増加することは多大な費用の負担となる。

そこで、現象を見誤らない範囲で質点の数を少なくし、自由度をおとして解析する必要がある。

まず、構成要素の数をおとすことは、全隙間で拘束されている範囲内で振動する現象をシュミレートできない。また、要素そのものの自由度をおとすと要素そのものの詳細な解析ができない。

さて、要素の固有振動数は単体として1次モードが2.3Hz～3.7Hz，2次モードが14Hz～19Hzであり，3次モード以上は地震波の卓越振動数とくらべて振動数は高い。よって要素の質点数を決定する際，2次モードまで考慮すれば，振動的には十分である。

固有値解析において，厳密解に対する精度を3%以下にするには，8質点が必要である。<sup>4)</sup>

実際には固有振動数のばらつきは，実験上5%～6%程度あるので，仮にこの程度を目標にするには，2質点でもシュミレートできそうである。

ただし要素の振動特性の他の因子として振動モード( $\phi_{ij}$ )，刺激係数( $\beta_i$ )等があるが，これらは(3.1)式を満足しなければならない。

$$\sum_{i=1}^n \beta_i \{ \phi_{ij} \} = \{ I \} \quad \dots\dots\dots (3.1)$$

すなわち(3.1)式において2自由度モデルを設定すると

$$\begin{aligned} \beta_1 \phi_{11} + \beta_2 \phi_{21} &= 1 \\ \beta_1 \phi_{12} + \beta_2 \phi_{22} &= 1 \end{aligned} \quad \dots\dots\dots (3.2)$$

(3.2)式は当然ながら自由度をおとしたため多質点系の $\phi_{ij}$ を代入すると満足しない。

問題は実際の現象を考慮しながらいかに(3.2)式に近づく $\beta_i$ ,  $\phi_{ij}$ を設定するかである。

ここで $\beta_i$ ,  $\phi_{ij}$ に関係する諸量は(3.3)~(3.4)式から明らかのように質量, バネ定数である。

$$\omega_i^2 = \frac{\{\phi_{ij}\}^T [K] \{\phi_{ij}\}}{\{\phi_{ij}\}^T [M] \{\phi_{ij}\}} \dots\dots\dots (3.3)$$

$$\beta_i = \frac{\{\phi_{ij}\}^T [M] \{I\}}{\{\phi_{ij}\}^T [M] \{\phi_{ij}\}} \dots\dots\dots (3.4)$$

ここで[M]: 質量マトリックス, [K]: 剛性マトリックス {I}: 単位ベクトル  
以下に各要素振動定数の設定を試みる。

### 3.2 定数設定のための数学モデル

要素群の水中での運動方程式は

$$[M]\{\ddot{x}\} + [K]\{x\} + [C]\{\dot{x}\} = \{P\} \dots\dots\dots (3.5)$$

ここで [M]: 質量マトリックス

[K]: 剛性マトリックス

[C]: 減衰マトリックス

[P]: 外力ベクトル

そこで, 流体力を質量マトリックス[M]に含めて考えれば[M]は(3.6)式のようにかける。

$$[M] = \begin{pmatrix} m_{11}, m_{12} & \dots\dots\dots & m_{1,29} \\ m_{21}, m_{22} & \dots\dots\dots & \\ \vdots & \dots\dots\dots & \\ m_{29,1} & \dots\dots\dots & m_{29,29} \end{pmatrix} \dots\dots\dots (3.6)$$

(3.6)式において計算時間の短縮のため実用上必要な項以外は零としたい。一般に $m_{ij} > m_{ji}$  (対角項以外は小さい。)であることに注目し,  $j = i-1, i+1$ をとれば十分であることから, 隣接要素以外の連成はないとして零とする。すなわち(3.6)式は,



間に集中質量を付加したモデルを設定する。

そこで、支持端と中間パッド間の等価バネ定数を  $K_1$ 、中間パッド部と上部パッド間のバネ定数を  $K_2$ 、各々の軸長を  $l_1$ 、 $l_2$  ヤング率を  $E$ 、断面二次モーメントを  $I$  とすると ( 3.11 ) 式が成り立つ。

$$\frac{3EI}{(l_1+l_2)^3} = \frac{K_1 K_2}{K_1+K_2} \dots\dots\dots (3.11)$$

$$\frac{3EI}{l_1^3} = K_1$$

( 3.11 ) 式で次のような値を代入する。

$$l_1 = 2000 \text{ mm}$$

$$l_2 = 1645 \text{ mm}$$

$$E = 1.9 \times 10^4 \text{ kg/mm}^2$$

$$I = 1.8 \times 10^6 \text{ mm}^4$$

$K_1$  と  $K_2$  の値は次のようになる。

$$K_1 = 128 \text{ kg/mm}$$

$$K_2 = 254 \text{ kg/mm}$$

次に固有振動数を決定する方程式は、( 3.8 ) 式において外力項と減衰項を省略すると ( 3.12 ) 式のようになる。

$$A \omega_1^4 - B \omega_1^2 + C = 0 \dots\dots\dots (3.12)$$

ここで

$$A = (m_1 + m_{1V})(m_2 + m_{2V})$$

$$B = (m_2 + m_{2V})K_1 + (m_1 + m_{1V} + m_2 + m_{2V})K_2$$

$$C = K_1 K_2$$

( 3.12 ) 式で  $\omega_1$  ( $\omega_1$  と  $\omega_2$ ) を各要素ごと与えて ( $m_1 + m_{1V}$ ) と ( $m_2 + m_{2V}$ ) を求める。

ここで、振動数は水中加振実験結果を用いる。各要素の固有振動数は次の通りである。

炉心燃料集合体	.....	1次 2.95Hz, 2次 16.5Hz
ブランケット集合体	.....	1次 2.75Hz, 2次 14.0Hz
中性子しゃへい体	.....	1次 2.2Hz, 2次 17.5Hz

これらの値を ( 3.12 ) 式に代入し各要素に対し ( $m_i + m_{iV}$ ) を求めると次の様になる。

炉心燃料集合体	中間部質量：	$1.40 \times 10^{-3} \text{ kg} \cdot \text{S}^2/\text{mm}$
	上部 //	$6.14 \times 10^{-3} \quad //$
ブランケット集合体	中間部質量：	$1.96 \times 10^{-3} \text{ kg} \cdot \text{S}^2/\text{mm}$
	上部 //	$7.05 \times 10^{-3} \quad //$
中性子しゃへい体	中間部質量：	$1.28 \times 10^{-3} \text{ kg} \cdot \text{S}^2/\text{mm}$
	上部 //	$10.99 \times 10^{-3} \quad //$

次に減衰係数を算出する。(3.9)式に対応する式は(3.13)式のようになる。

$$h_i = \frac{1}{2\omega_i} \frac{\begin{bmatrix} 1, \phi_{i2} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} C_1+C_2, -C_2 \\ -C_2, C_2 \end{bmatrix}}{\begin{bmatrix} 1, \phi_{i2} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} m_1+m_{1V}, 0 \\ 0, m_2+m_{2V} \end{bmatrix}} \cdot \frac{\begin{bmatrix} 1 \\ \phi_{i2} \end{bmatrix}}{\begin{bmatrix} 1 \\ \phi_{i2} \end{bmatrix}} \quad \dots \quad (3.13)$$

ここで 
$$\phi_{i2} = \frac{K_2}{-(m_2+m_{2V})\omega_i^2 + K_2}$$

(3.13)式に水中加振実験結果の  $h_i$  を用いる。

$h_i$  の値は、各要素に対して次のようになる。

炉心燃料集合体	.....	$h_1 = 0.034, h_2 = 0.155$
ブランケット集合体	.....	$h_1 = 0.030, h_2 = 0.150$
中性子しゃへい体	.....	$h_1 = 0.030, h_2 = 0.060$

以上の値を(3.13)式に代入し各要素ごと  $C_1, C_2$  を求めると次のようになる。

炉心燃料集合体	.....	$C_1 = 0.034 \text{ kg} \cdot \text{S}/\text{mm}, C_2 = 0.0099 \text{ kg} \cdot \text{S}/\text{mm}$
ブランケット集合体	.....	$C_1 = 0.043 \quad // \quad C_2 = 0.0085 \quad //$
中性子しゃへい体	.....	$C_1 = 0.011 \quad // \quad C_2 = 0.0133 \quad //$

以上で、各要素の諸元が求まった。

応答に影響を与える励振係数について吟味する。

励振係数  $\beta$  を次のように定義する。

$$\beta = \beta_i \beta_i^F$$

ここで  $\beta_i$  : 梁としての刺激係数

$\beta_i^F$  : 水中励振係数

炉心燃料集合体に関して、1次振動モードに対し、

$$\beta_1 = 1.69$$

$$\beta_1^F = \frac{\{\phi_{1j}\}^T \begin{pmatrix} m_1 - m_{1D} & 0 \\ 0 & m_2 - M_{2D} \end{pmatrix} \{I\}}{\{\phi_{1j}\}^T \begin{pmatrix} m_1 + M_{1V} & 0 \\ 0 & m_2 + M_{2V} \end{pmatrix} \{\phi_{1j}\}}$$

$$= 0.52$$

ここで  $m_1 = 0.8 \times 10^{-3} \text{ kg} \cdot \text{S}^2 / \text{mm}$

$$m_2 = 3.9 \times 10^{-3} \quad "$$

$$m_{1V} = 0.51 \times 10^{-3} \quad "$$

$$m_{2V} = 2.24 \times 10^{-3} \quad "$$

$$m_{1D} = 0.204 \times 10^{-3} \quad "$$

$$m_{2D} = 0.890 \times 10^{-3} \quad "$$

$$\phi_{11} = 0.46, \quad \phi_{12} = 1.0$$

よって、励振係数  $\beta$  は  $\beta = 0.9$  となる。そこで

本解析では、 $\beta \doteq 1.0$  としている。

次に衝突部の定数を算定する。

従来、上部パッド部および中間パッド部のバネ定数として各々、

$$K_U = 7.9 \times 10^4 \text{ kg/mm}$$

$$K_M = 8.5 \times 10^2 \text{ kg/mm}$$

が報告されている。<sup>1)</sup>

今回、実験データとして図 3.1 ~ 図 3.4 を用いる。

図 3.1 の中性子しゃへい体の上部パッド部での衝突加速度波形の周波数分析結果をみると 420 Hz の成分が卓越している。解析コードでは衝突部に関し、バネ一質量の 1 自由度系で置換している。そこで、( 3.14 ) 式でバネ定数を算出する。

$$K_U = (2\pi f)^2 (m_2 + m_{2V}) N/S \quad \dots\dots\dots (3.14)$$

$m_2 + m_{2V} = 10.99 \times 10^{-3} \text{ kg} \cdot \text{S}^2 / \text{mm}$ ,  $f = 420 \text{ Hz}$  とすると

$$K_U = \frac{7.64 \times 10^4 \text{ kg/mm}}{N/A}$$

同様な方法で、ブランケット集合体 (430 Hz), 炉心燃料集合体 (470 Hz) のバネ定数を求めると、中性子しゃへい体とくらべてやゝ小さい

$$K_U \cdot B/A = 5.14 \times 10^4 \text{ kg/mm}$$

$$K_U \cdot F/A = 5.35 \times 10^4 \text{ kg/mm}$$

がえられる。

安全側の考え方として上部パッド部のバネ定数は

$$K_U = 7.6 \times 10^4 \text{ kg/mm}$$

次に減衰定数については図 3.1 の衝突波形から逆算すると、衝突加速度によるばらつきがあり、 $h = 0.11 \sim 0.19$  となる。

この値は、反発係数から求めた値 ( $h \doteq \frac{1}{\pi} \ln \frac{1}{e}$ )  $h = 0.15$  にほぼ一致する。そこで安全側の考え方として、 $h = 0.11$  とする。

## 第4章 振動解析結果

振動解析は水中正弦波加振について行なった。

加振振動数は、構成要素群の1次モード固有振動数および2次モード固有振動数付近とした。また、加振入力加速度レベルは、実験に合わせて50 gal, 100 gal, 150 galとした。

図4に構成要素質点番号と衝突部の番号を示した。なお、実験との対応づけのため、図で●は、測定構成要素を示す。

### 4.1 水中正弦波1次モード振動数加振

図4.1～図4.4に水中正弦波150 gal加振の構成要素中間部(中間パッド部)の応答相対変位時刻暦波形例を示した。なお計算に際して応答が定常状態になり解が安定するように計算時間をえらんである。

図4.5～図4.8に同様に構成要素頂部(上部パッド部)の相対変位時刻暦波形例を示した。

これらの図から分ることは端に位置する要素ほど応答波形に基本振動数の他に、高次振動数成分を含むことである。

図4.9～図4.11に構成要素中間部、図4.12～図4.13に構成要素頂部の応答絶対加速度を示した。

図4.9と図4.11の構成要素群の左右対称位置での中間部の応答加速度をみると、ほぼ対称的な波形になっている。すなわち要素群が、たとえば左の壁に衝突する時は左端の要素に近いほど、高振動数の大きな加速度が衝突により発生するが中央の要素から右端の要素へ行くほど影響がなくなる。

逆に右の壁に衝突する時は逆のことがいえる。

図4.13～図4.16の頂部の加速度については、最大加速度に注目して出力したため加振基本振動については、レベルが小さいのでみえない。やはり、頂部の加速度も左右端要素ほど大きい。

大きな加速度が発生するのは要素群が壁に衝突する時である。

図4.17～図4.20に中間部の衝突力を示したが計算上、この加速度レベルまでは衝突力は発生しない。

図4.21～図4.24に頂部(上部パッド部)の衝突力を示した。



衝突力も左右端の要素ほど大きい。

表 4.1～表 4.10 に計算結果につき頂部と中間部の最大変位と衝突力を数値で示した。

4.2Hz は 50 gal, 100 gal, 150 gal, 3 Hz と 3.6Hz は 150 gal の結果を示してある。

以上、応答の時刻暦波形を示してきたが問題となるのは、最大値であるので最大変位とパッド部の衝突力を図 4.25～図 4.31 に示した。

図 4.25～図 4.26 は 150 gal 加振時の頂部と中間部の最大変位で加振振動数をパラメータにとってある。

この結果をみると、最大変位は必ずしも左右端の要素に発生していない。

結局、図でも明らかのように 19 体程度は片寄りをおこしているが残りの 10 体ほどは追従できないことを示している。

逆にいえば入力加速度レベルによって片寄りをおこす本数が決定されるということである。

図 4.27 は 150 gal 加振時の上部パッド部の衝突力を示す。この図も加振振動数をパラメータにとってある。

衝突力は、中央部要素が最も小さく、両端の要素ほど大きい。

次に入力加速度の影響を調らべるため加振振動を一定にし、50 gal, 100 gal, 150 gal の 3 レベルで計算した。

図 4.28～図 4.29 は頂部と中間部の最大変化を示す。

この結果をみると入力加速度レベルによって片寄りを発生する本数が分る。

たとえばこの例では 50 gal で 2 体～6 体, 100 gal で 8 体, 150 gal で 10 体である。

図 4.30 は上部パッド部の衝突力を示す。低レベルでは衝突しない要素もある。当然、衝突力は入力加速度レベルの増加とともに大きくなる。

また、両端の要素ほど衝突力が大きい傾向は入力レベルによらず同じである。

図 4.31 に入力加速度と上部パッド部の衝突力の関係を示した。

この図をみると 100 gal 入力までは変化はないが 150 gal になると、振動特性が異なる要素同志が衝突する方が傾きが急になる。

これは、衝突速度の差のためである。

## 4.2 水中正弦波2次モード振動数加振

図 4.32 ~ 図 4.35 に水中正弦波 150 gal 加振時の中間部の相対変位を示した。また、図 4.36 ~ 図 4.39 には頂部の相対変位を示した。

数値計算上、解が安定するまで時間がかかる。応答の初期に発生しているのは、各要素の1次モードである。

図 4.40 ~ 図 4.47 に各要素の応答絶対加速度を示す。

また、図 4.48 ~ 図 4.55 に衝突力を示す。以上は時刻暦応答である。

次に、図 4.46 ~ 図 4.47 に頂部および中間部の最大応答変位を示した。

この結果から明らかのように2次モードの応答変位は、1次モードとくらべて1桁以上小さい。

## 第 5 章 実験結果との比較

図 5.1 に正弦波 150 gal 加振時の頂部パッド部の相対変位の計算値を示した。ただし、左右対称であるので 15 本分を示してある。

図中の点線は、全隙間制限変位を示す。

この図から明らかのように挙動そのものは左右対称になるが構成要素 29 体の変位は、すべての要素が制限変位まで近づかない。すなわち、要素群が一方向の壁に向かって変位したとき 29 体のすべてが片寄った挙動（総片寄り）していないことを意味する。

本例のように正弦波 150 gal 加振の場合は 19 体程度が片寄りを起こす。

ただし、片寄る本数は加振振動数によって異なる。本例では 3.0 Hz, 3.6 Hz はほぼ同じであるが、4.2 Hz（実験で最大加速度応答を与える振動数）になると片寄る本数が 10 本程度となると同時に応答変位も小さくなる。

そこで、図 5.2 に各振動数に対する変位を示した。図にはプラス側とマイナス側にわけて変位を示した。

図中の実験値をみると、4.5 Hz 以上になると振巾は小さくなる。一方、計算値の方は 4.2 Hz 以上になると振巾が小さくなる。ただしマイナス側の変位は実験値と計算値はほぼ一致している。

応答変位に影響を与える因子として次の点が考えられる。

- (1) 隙間と加振力で決まる固有振動数
- (2) 励振係数
- (3) 減衰定数（要素自体と衝突によるもの。）

定量的には応答変位に関し次のことがいえる。

固有振動数に関しては、 $(\frac{4.2}{4.5})^2 = 0.87$  すなわち -13% の誤差、励振係数に関しては  $(\frac{0.9}{1}) = 0.9$  すなわち +10% の誤差となる。よって因子(1)(2)については -3% の誤差になる。

次に減衰定数については、壁に衝突してプラス側に変位する時の応答に差が現われていることから衝突部の減衰定数が効いていると思われる。衝突部の減衰については前に述べたように衝突加速度減衰波形から  $h = 0.11 \sim 0.19$  と求め、この値が反発係数から求めた  $h \doteq \frac{1}{\pi} \ln \frac{1}{e} = 0.11$  と一致することから  $h = 0.11$  として計算している。 $h = 0.11$  ということは、反発係数は  $e = 0.708$  であり衝突後の速度あるいは変位が 0.708 になることを意味する。

図 5.3 ~ 図 5.4 に各加振振動数に対する要素の応答変位を示した。

図 5.4 の実験値と計算値の比較をみると、3.6Hz は比較的両者は一致しているが 4.2Hz の場合は両者は一致していない。4.2Hz の計算結果は、4.5Hz の計算結果とほぼ等しい。図 5.2 でも明らかのように 4.0Hz ~ 4.5Hz は要素応答の非線形系特有の跳躍現象が起る振動数である。

- ・ 多少の振動数のズレはあるがシュミレーション計算は実験結果をよくシュミレートしているといえる。

次に図 5.5 に入力加速度と衝突力の関係の一例を示した。

この結果も応答変位と同じように 4.2Hz 同志の実験値と計算値の比較をみると実験値の方が大きい。そこで計算の振動数を変えると、たとえば 3.6Hz にすると計算の方が衝突力が大きくなる。これは、応答変位と同じで多少振動数のズレがあることに起因している。

以上の結果から、設計地震波加振の場合、今回程度の振動数のズレが実用上問題があるか、検討すべき課題として残された。

## 第 6 章 結 論

単列 29 体正弦波加振実験解析により次の点分った。

- (1) 多質点系モデルを 2 自由度バネ-質量モデルに置換して全ての結果をシュミレートすることは難しく、今後、諸量のうち、たとえば頂部変位、中間部変位およびそれに伴う振動モード、固有振動数、励振係数等のどれに注目すべきか判断し入力データを作成する必要がある。
- (2) 総片寄り現象はある程度入力加速度が大きくなると発生しない。たとえば正弦波 150 gal 加振でも片寄る要素の数は一列群要素のうち 70% 程度である。
- (3) 同じ入力加速度レベルを考えると 1 次モードの影響が 2 次モードにくらべて大きく、全体の挙動および衝突力はほぼ一次モードで決定される。
- (4) 一列群要素のうち両端に位置する要素ほど高次モードが発生しやすいが、全体の挙動を考える時はほとんど影響はない。

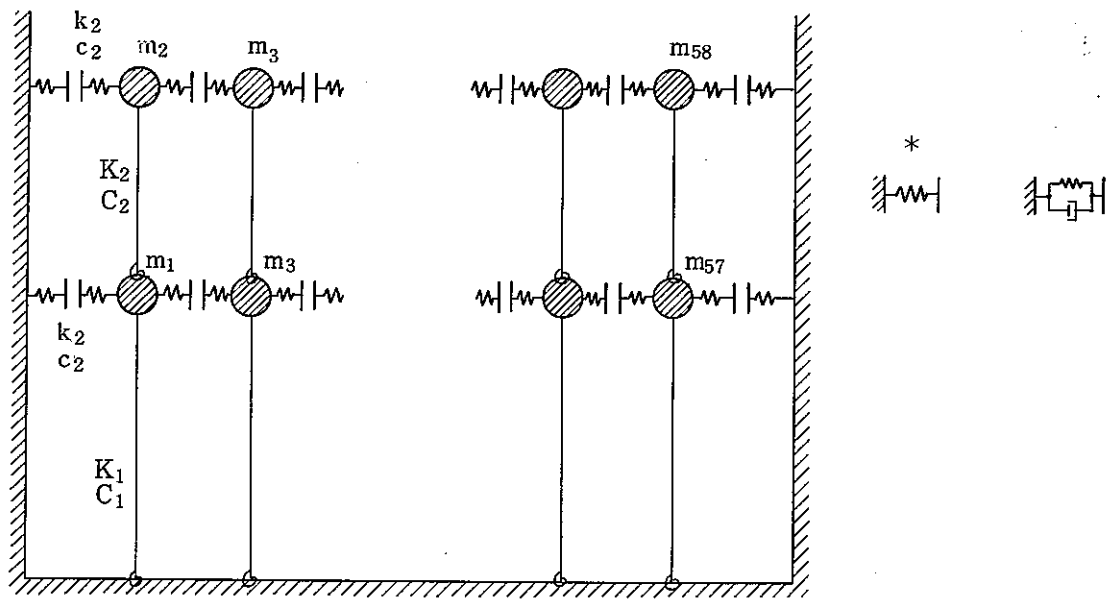


図 2.1 単列実験解析モデル (垂直断面)

Fig.2.1 Dynamic Model of Core Assemblies  
(Vertical Cross Section)

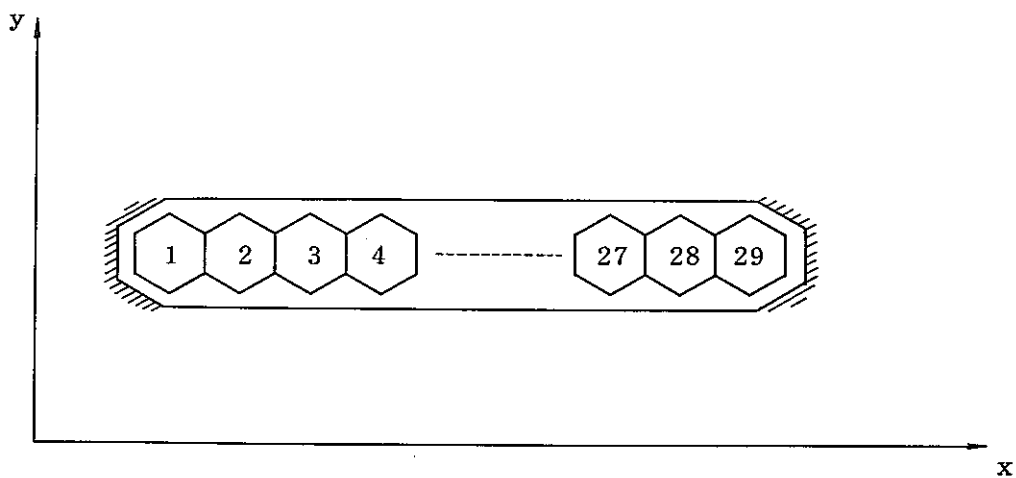


図 2.2 単列実験解析モデル (横断面)

Fig. 2.2 Dynamic Model of Core Assemblies  
(Horizontal Cross Section)

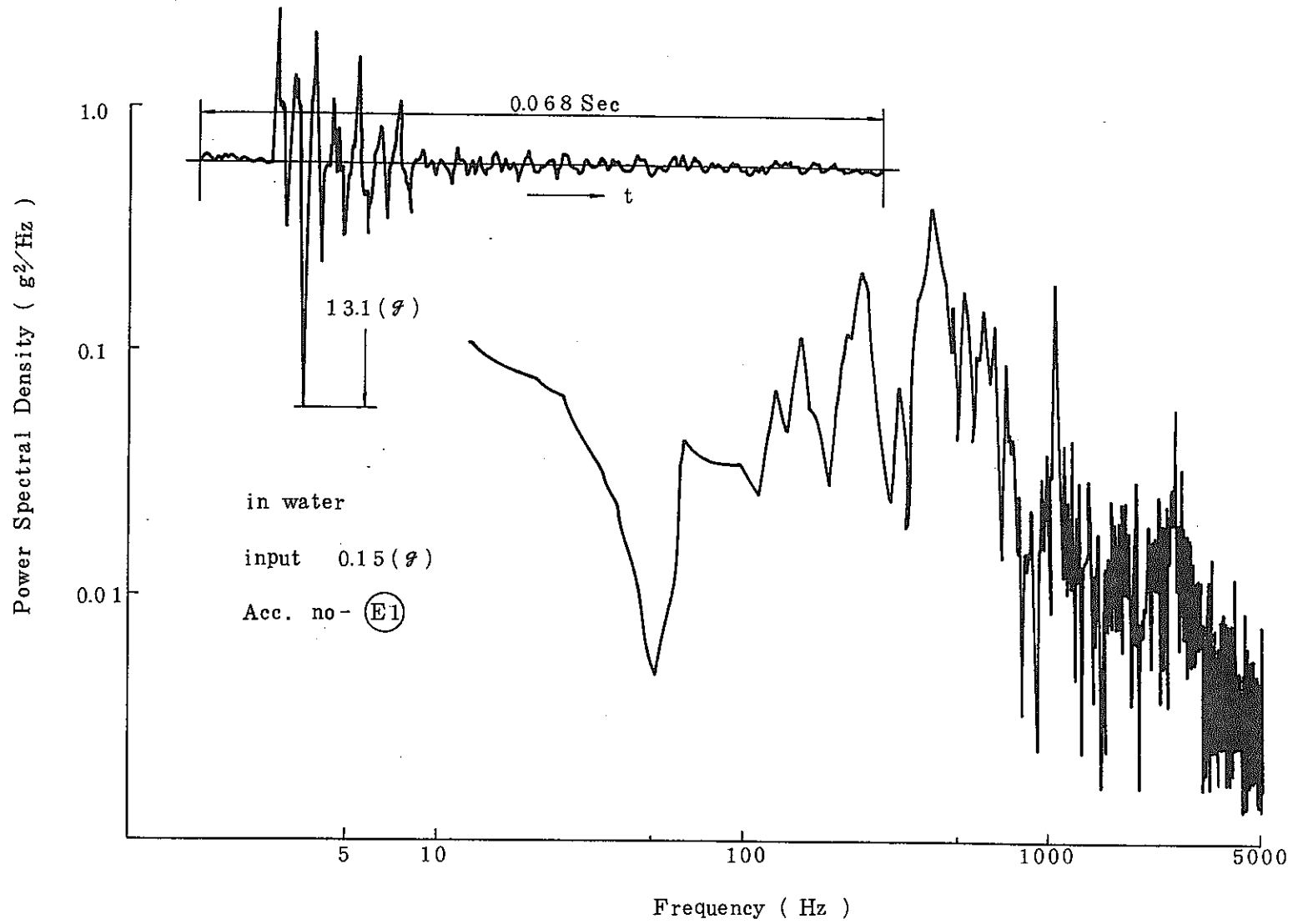


図 3.1 中性子しゃへい体の衝突波形の周波数分析 (一次共振点付近)

Fig.3.1 Frequency Analysis of Collision Acceleration  
( Neutron shield Assembly )

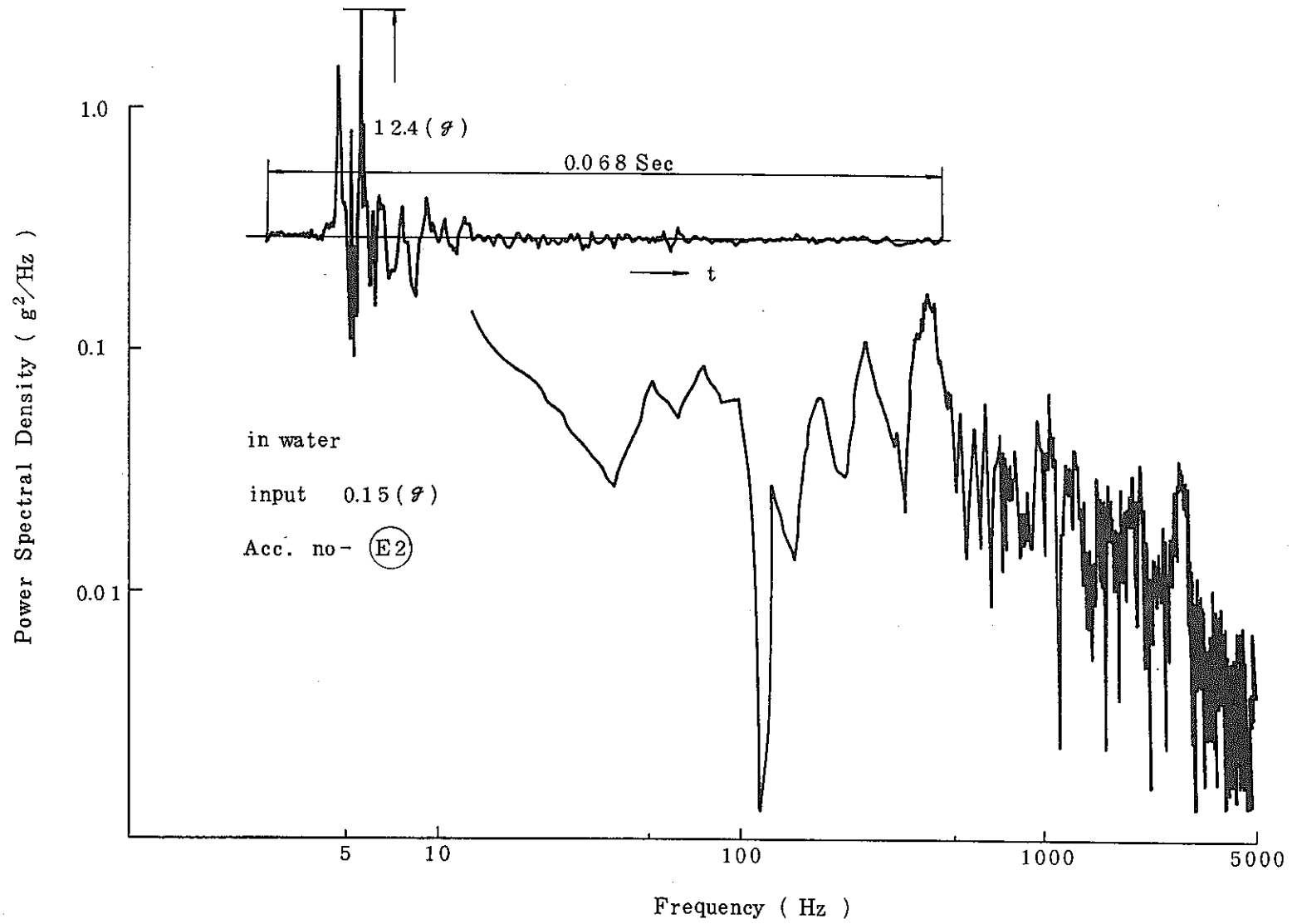


図 3.2 ブランケット燃料集合体の衝突波形の周波数分析 (一次共振点付近)

Fig.3.2 Frequency Analysis of Collision Acceleration  
( Radial Blanket Assembly )



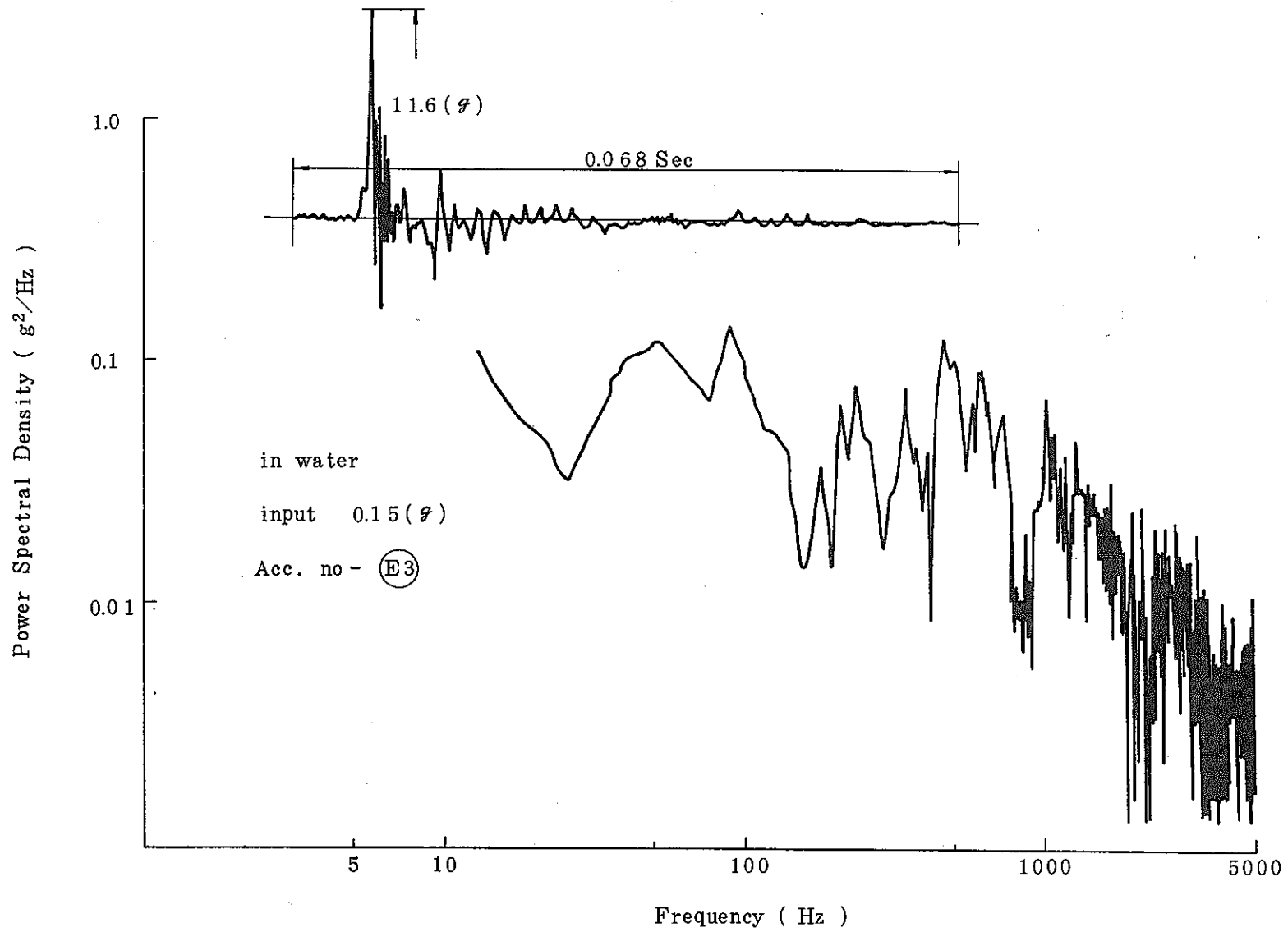


図 3.3 炉心燃料集合体の衝突波形の周波数分析 (一次共振点付近)

Fig. 3.3 Frequency Analysis of Collision Acceleration  
(Core Fuel Assembly)

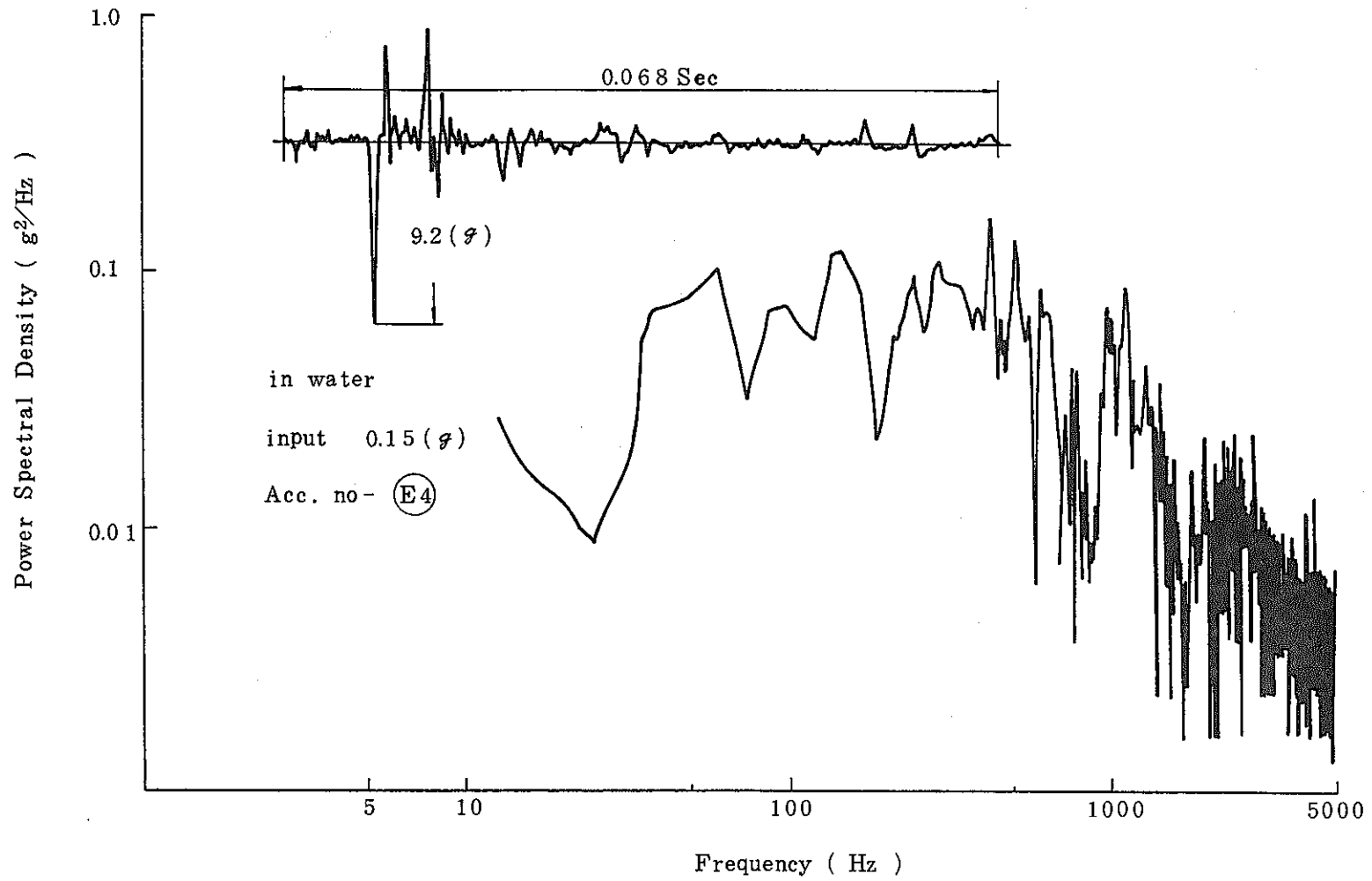


図 3.4 炉心燃料集合体の衝突波形の周波数分析 (一次共振点付近)

Fig. 3.4 Frequency Analysis of Collision Acceleration  
( Core Fuel Assembly )

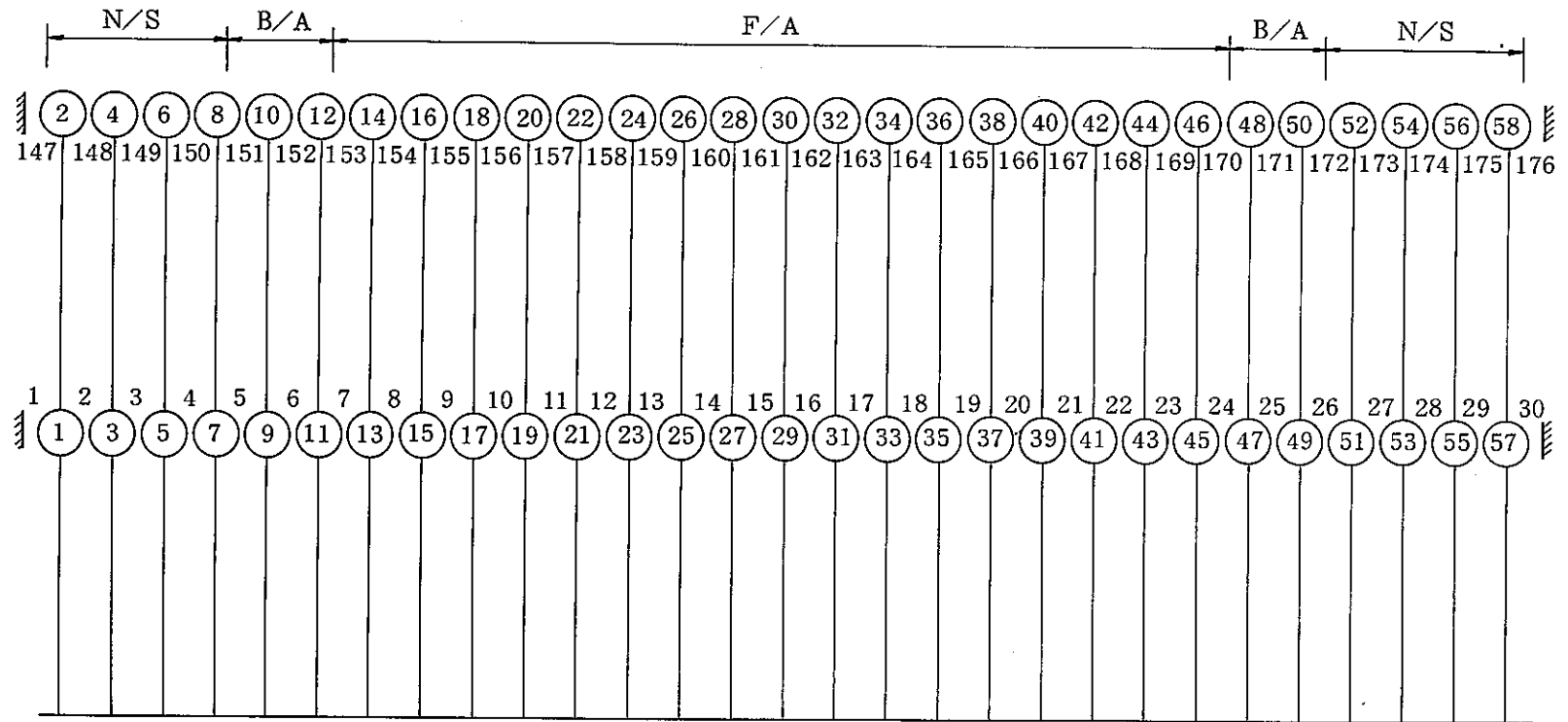


図 4 構成要素質点番号と衝突部の番号

Fig.4 Components Number and Collision  
Part Number

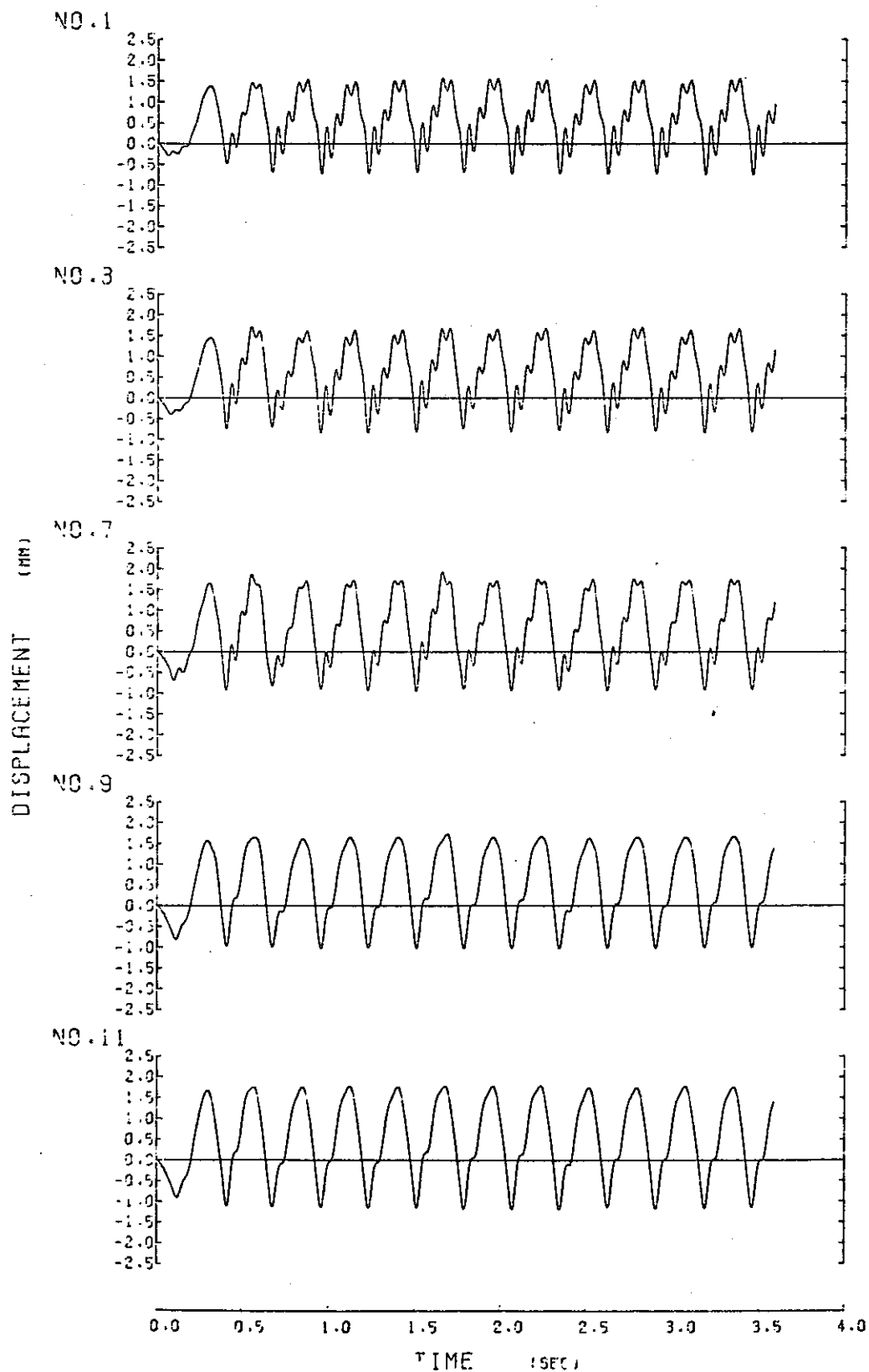


図 4.1 1次モード振動数における中間部相対変位(1), 入力 150 gal

Fig.4.1 Relative displacement of middle pad in 1st mode frequency (1) (150gal in put)

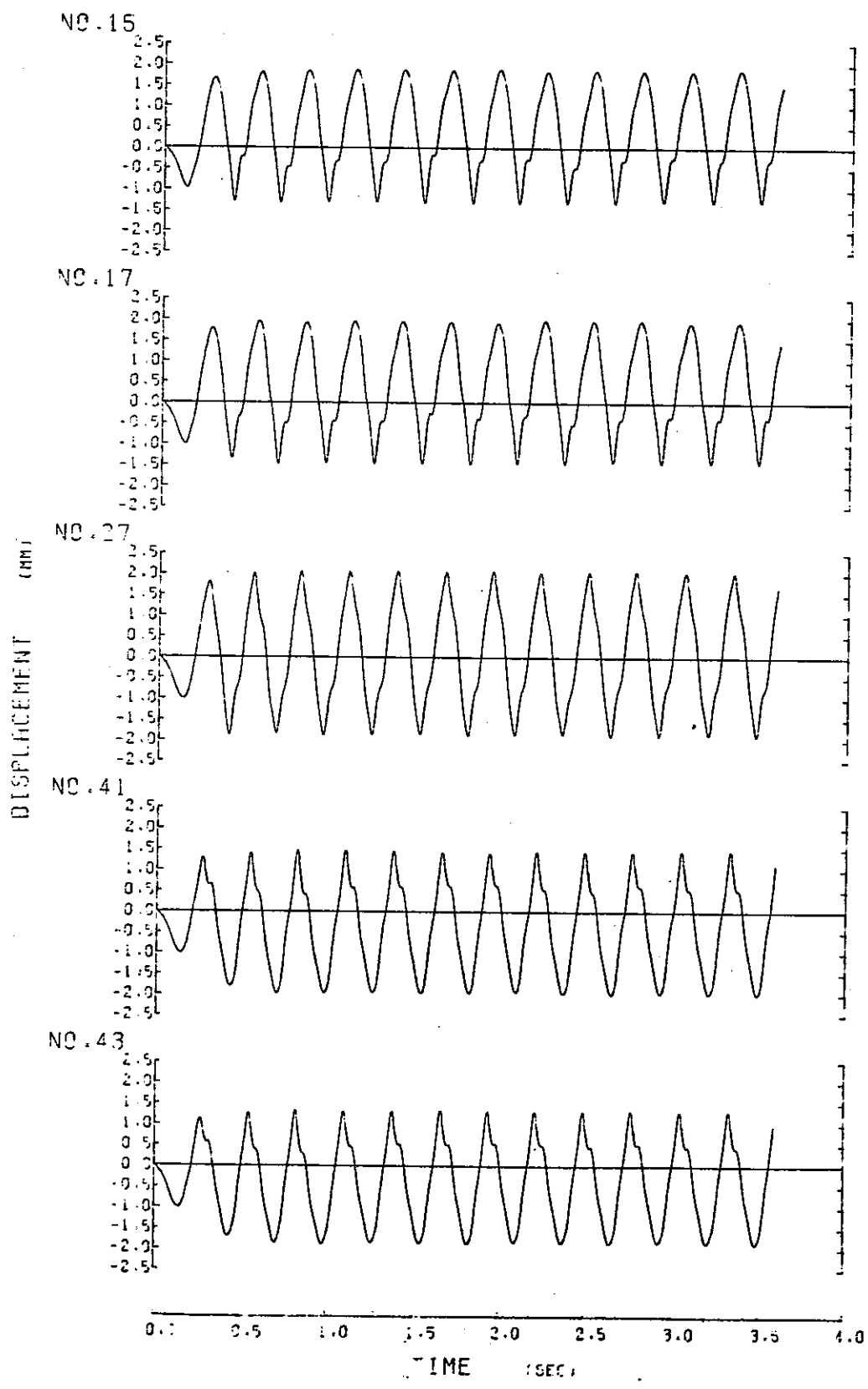


図 4.2 1 次モード振動数における中間部相対変位(2), 入力 150gal

Fig 4.2 Relative displacement of middle pad in 1st mode frequency (2) (150 gal in put)

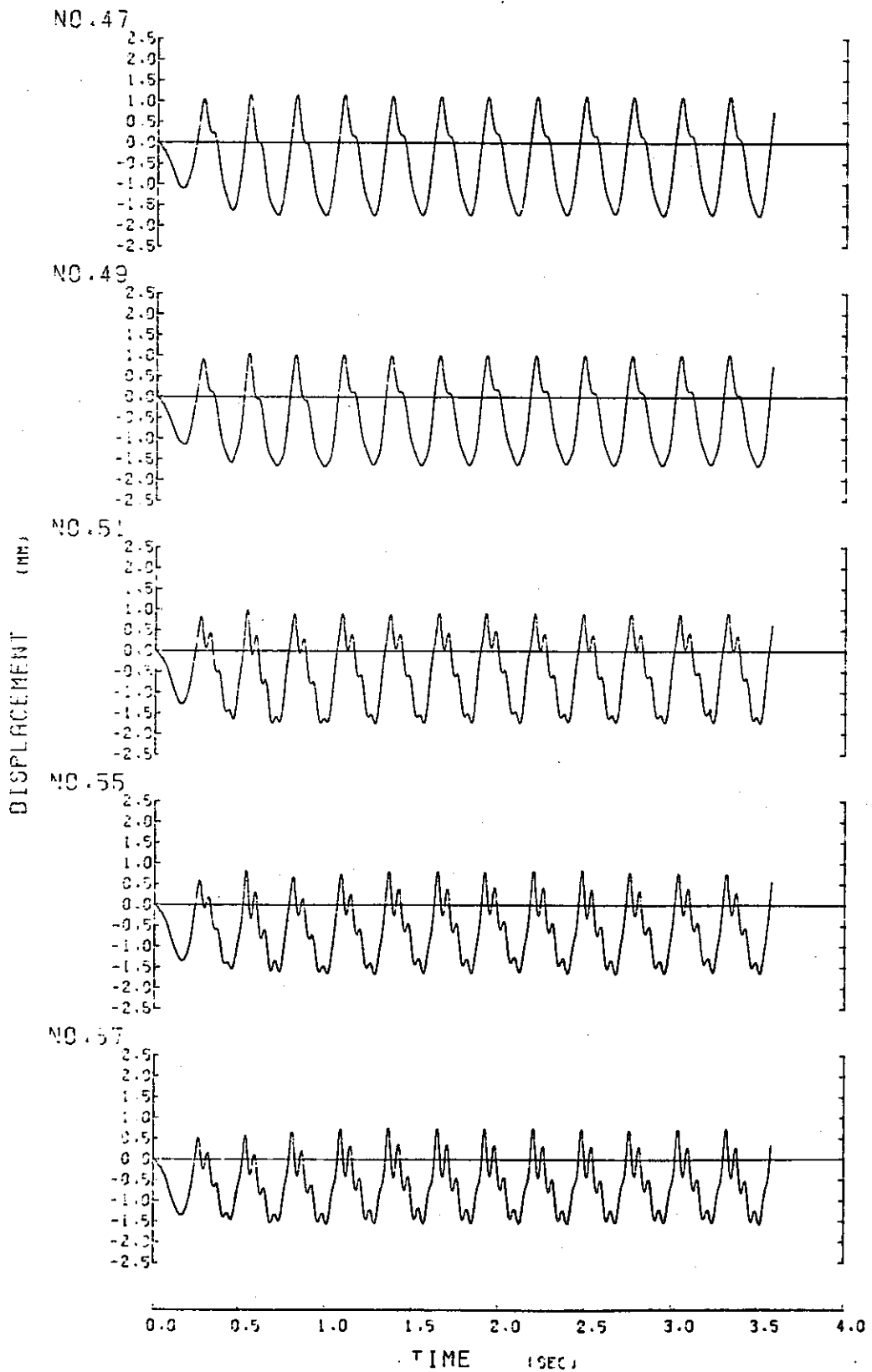


図 4.3 1次モード振動数における中間部相対変位(3), 入力 150gal

Fig.4.3 Relative displacement of middle pad in 1st mode frequency (3) (150gal in put)

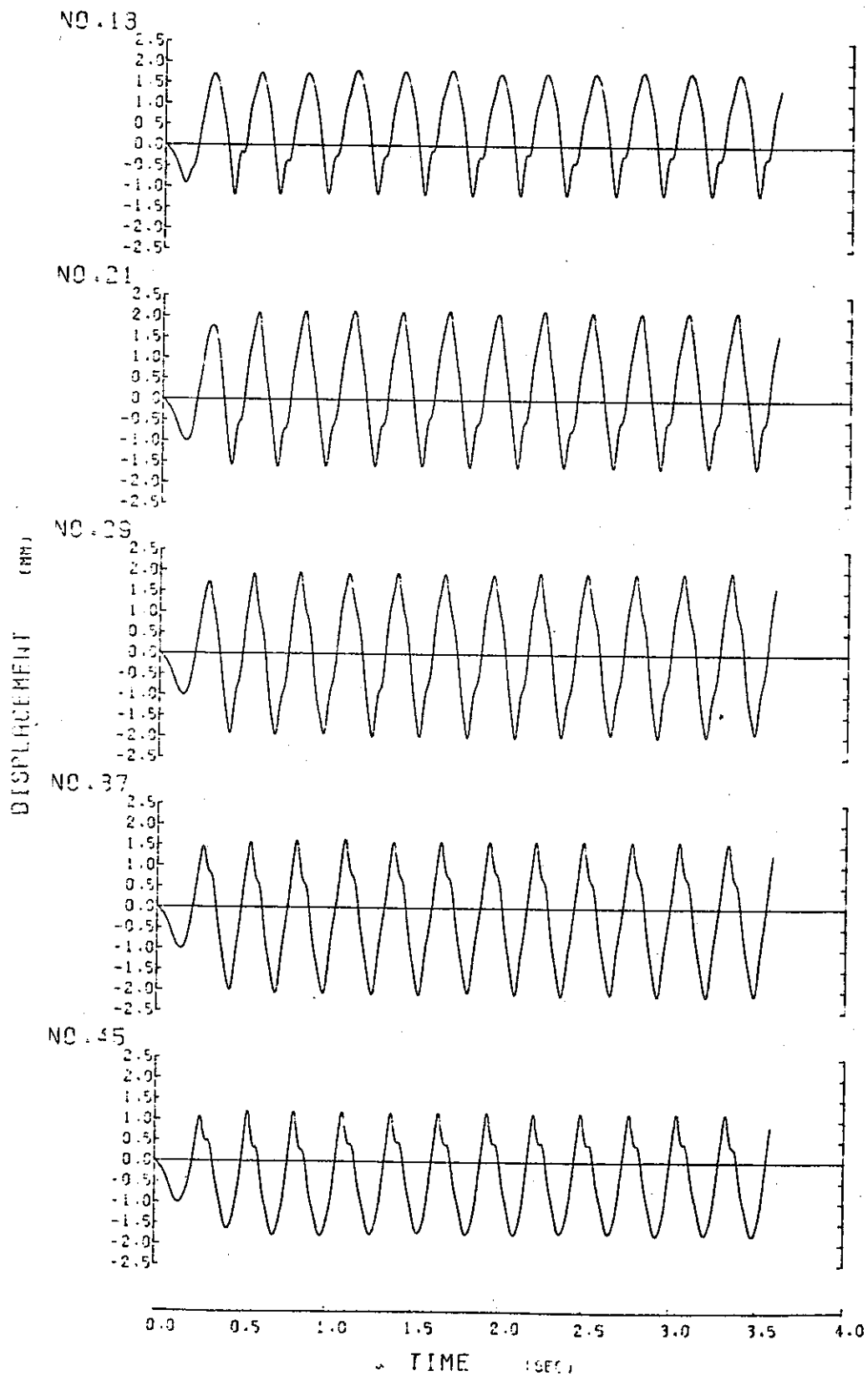


図 4.4 1次振動モード振動数における中間部相対変位(4), 入力150gal

Fig4.4 Relative displacement of middle pad in 1st mode frequency(4) (150gal in put)

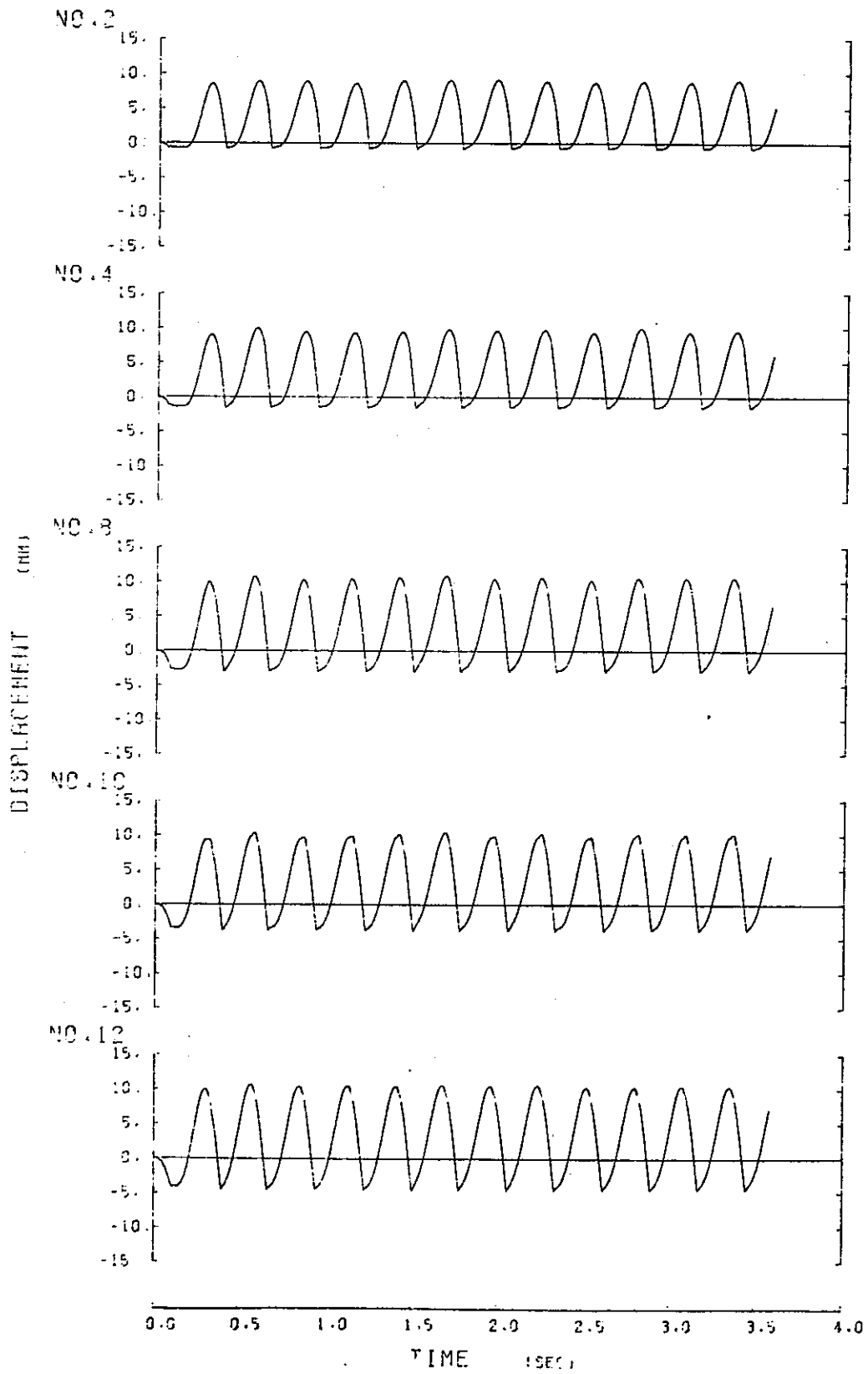


図 4.5 1次モード振動数における頂部相対変位(1) 入力150gal

Fig4.5 Relative displacement of upper in 1st mode frequency (1) (150gal in put)



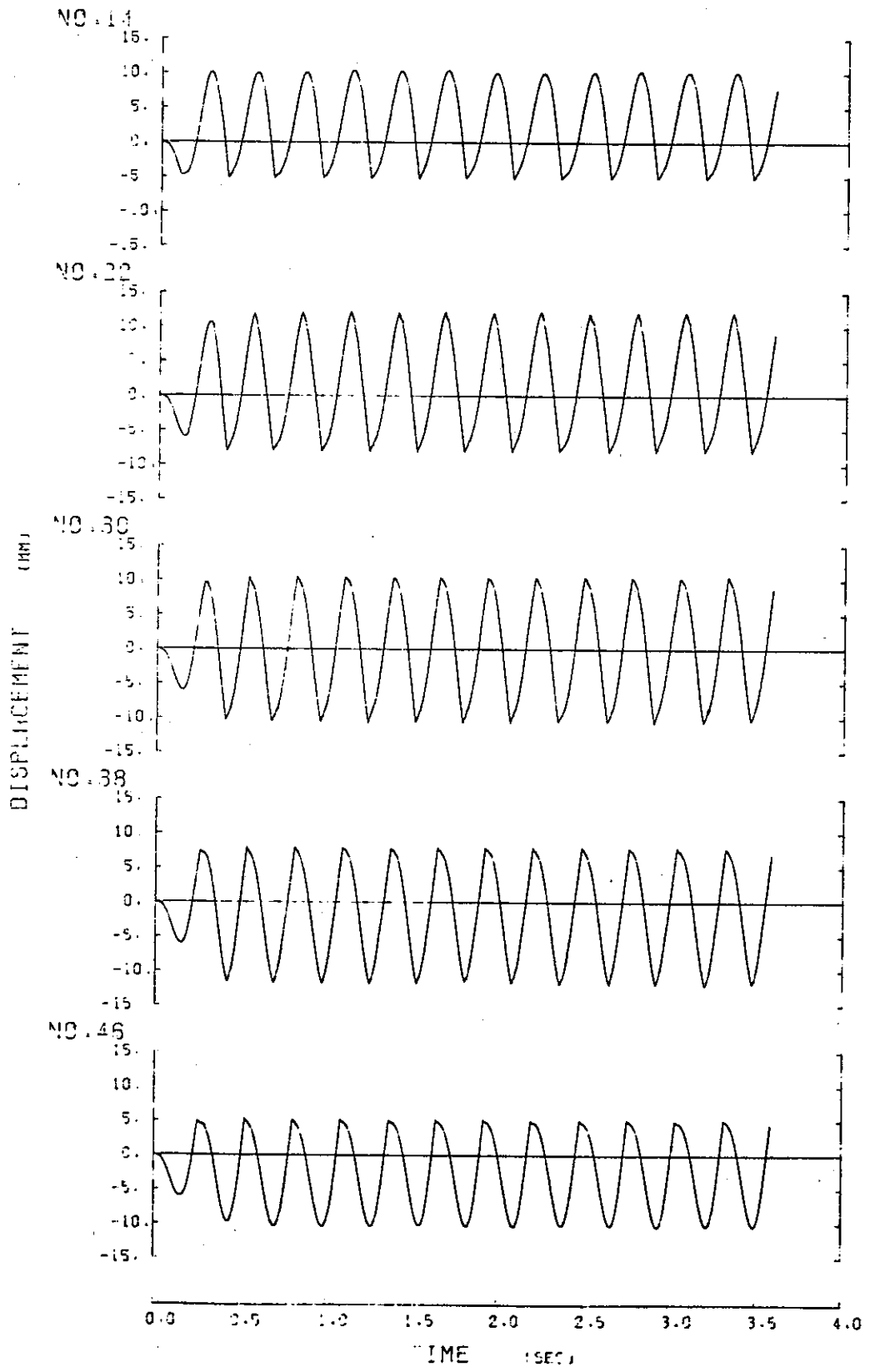


図 4.6 1次モード振動数における頂部相対変位(2) 入力150gal.

Fig4.6 Relative displacement of upper pad in 1st mode frequency (2) (150gal in put)

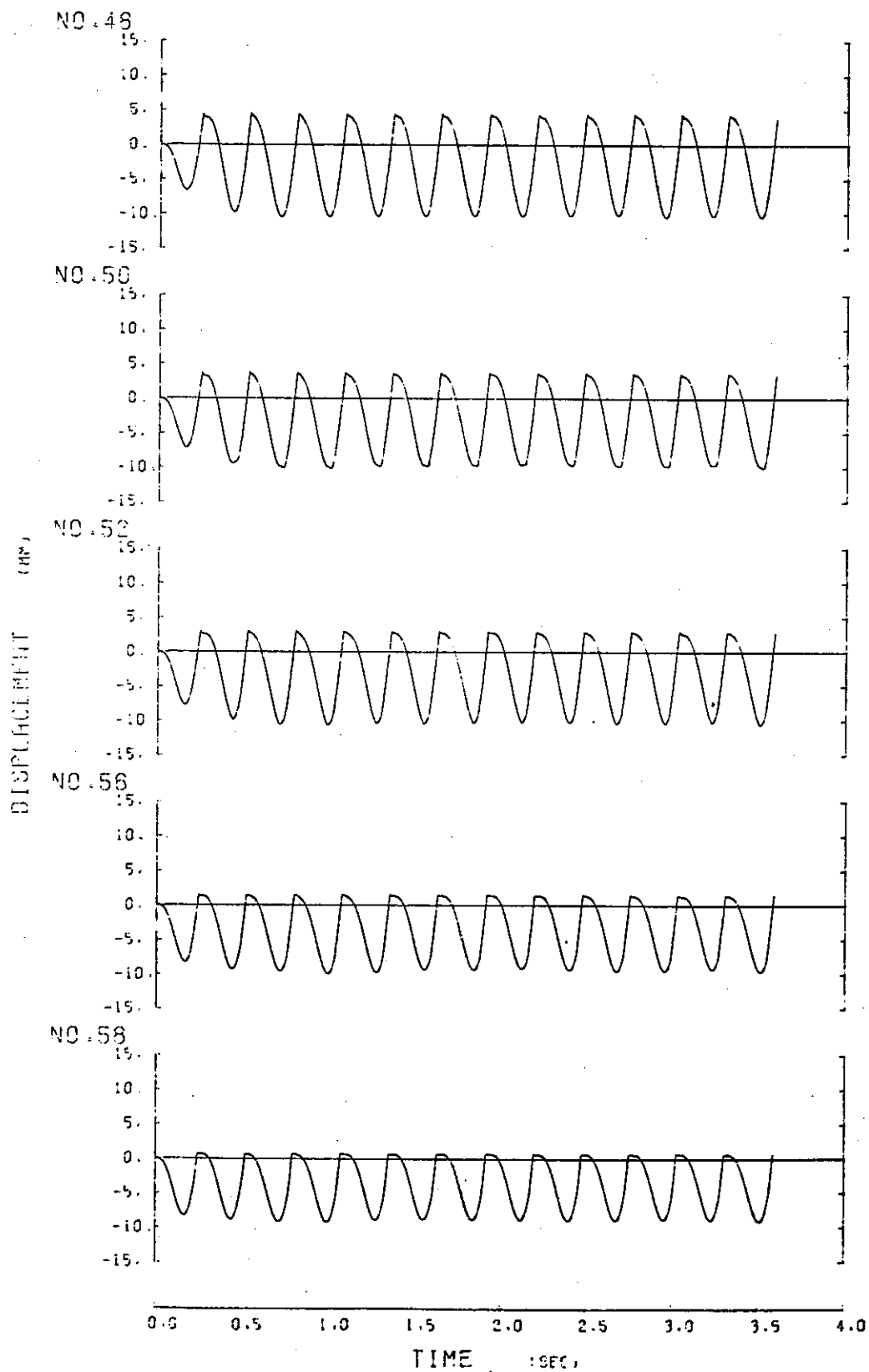


図 4.7 1次モード振動数における頂部相対変位(4) 入力150gal

Fig 4.7 Relative displacement of upper pad in 1st mode frequency (3) (150gal in put)

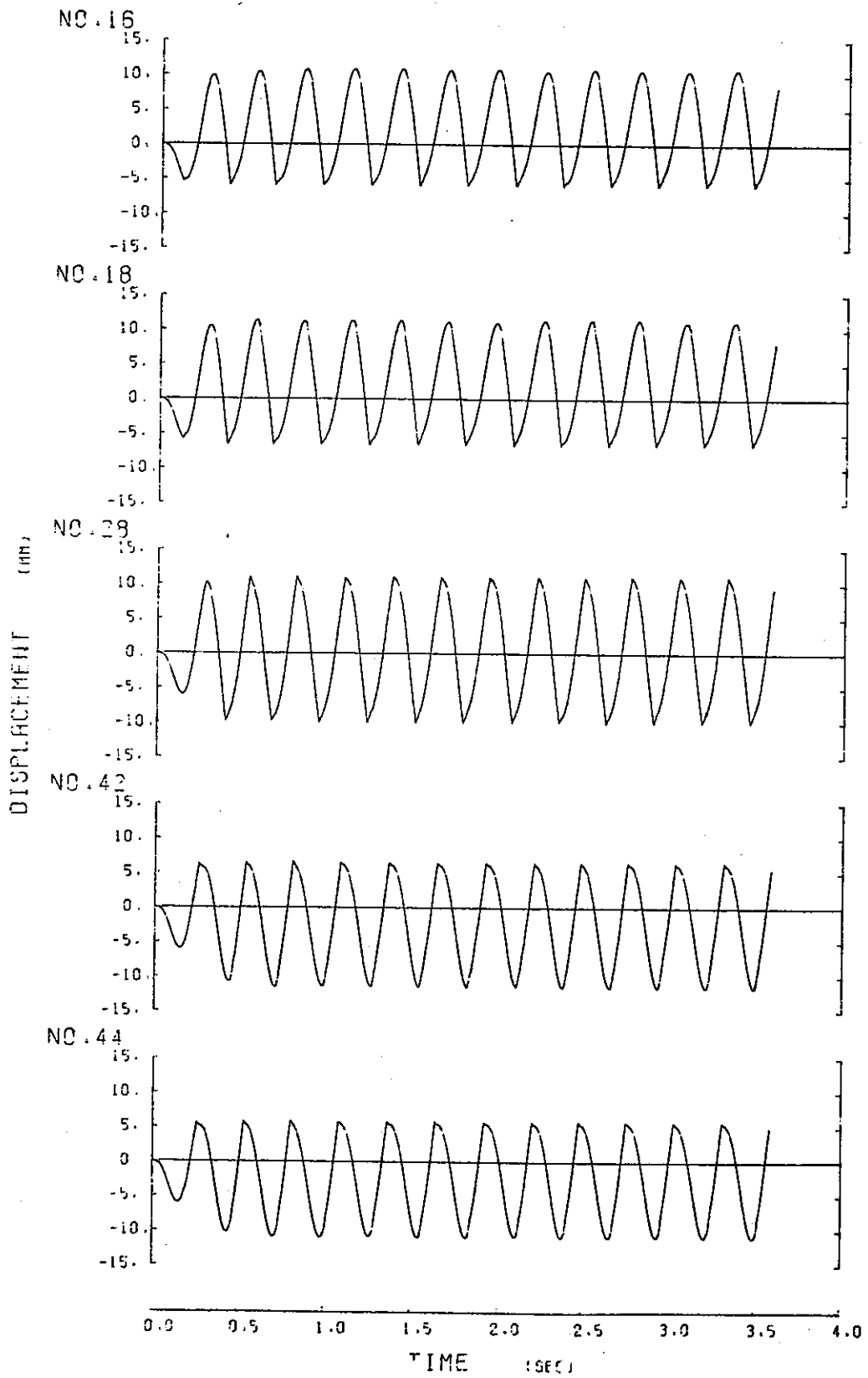


図 4.8 1次モード振動数における頂部相対変位(4) 入力150gal

Fig 4.8 Relative displacement of upper pad in 1st mode frequency (4) (150gal in put)

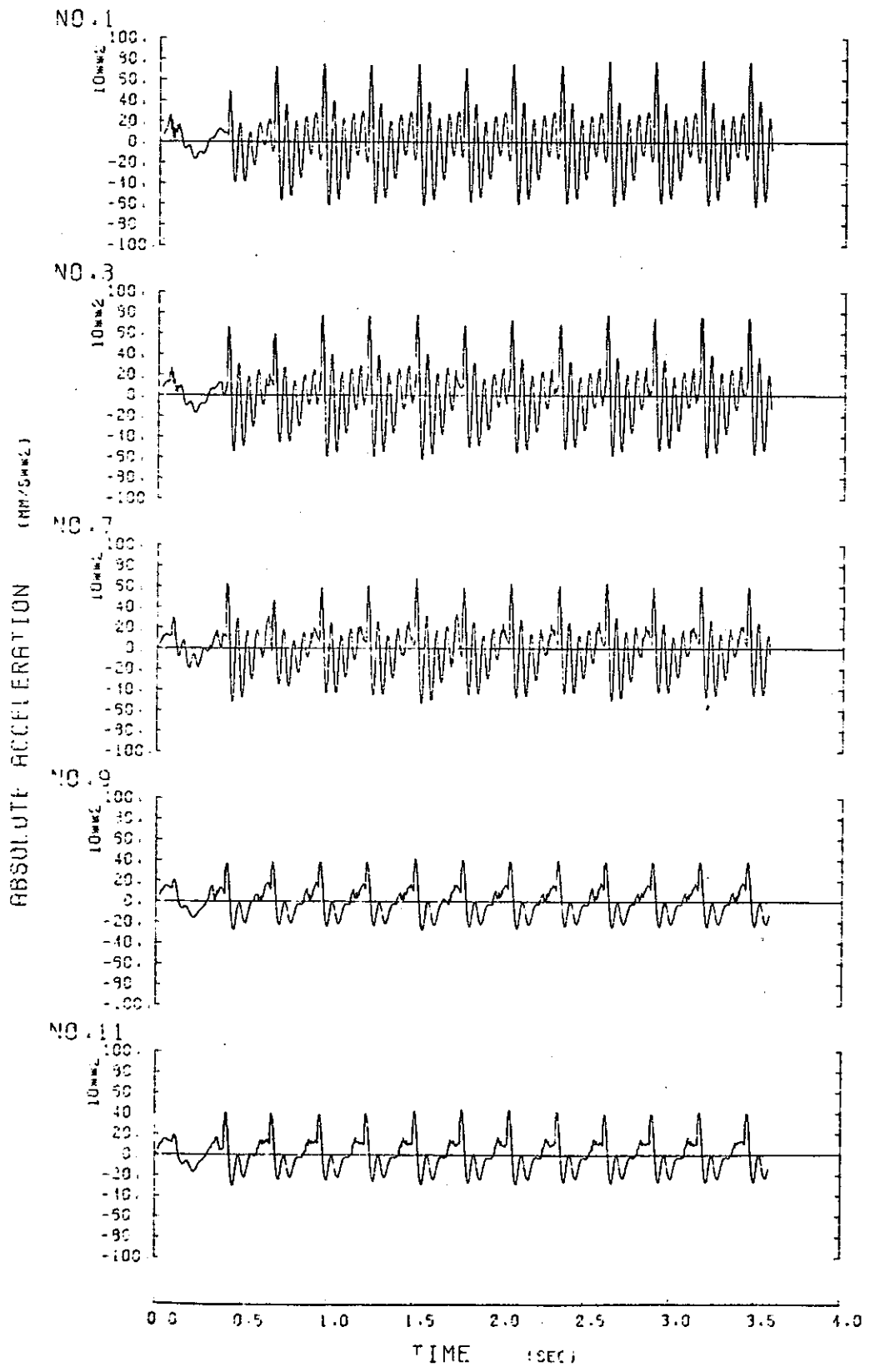


図 4.9 中間部加速度(1)

Fig.4.9 Middle pad acceleration (1)

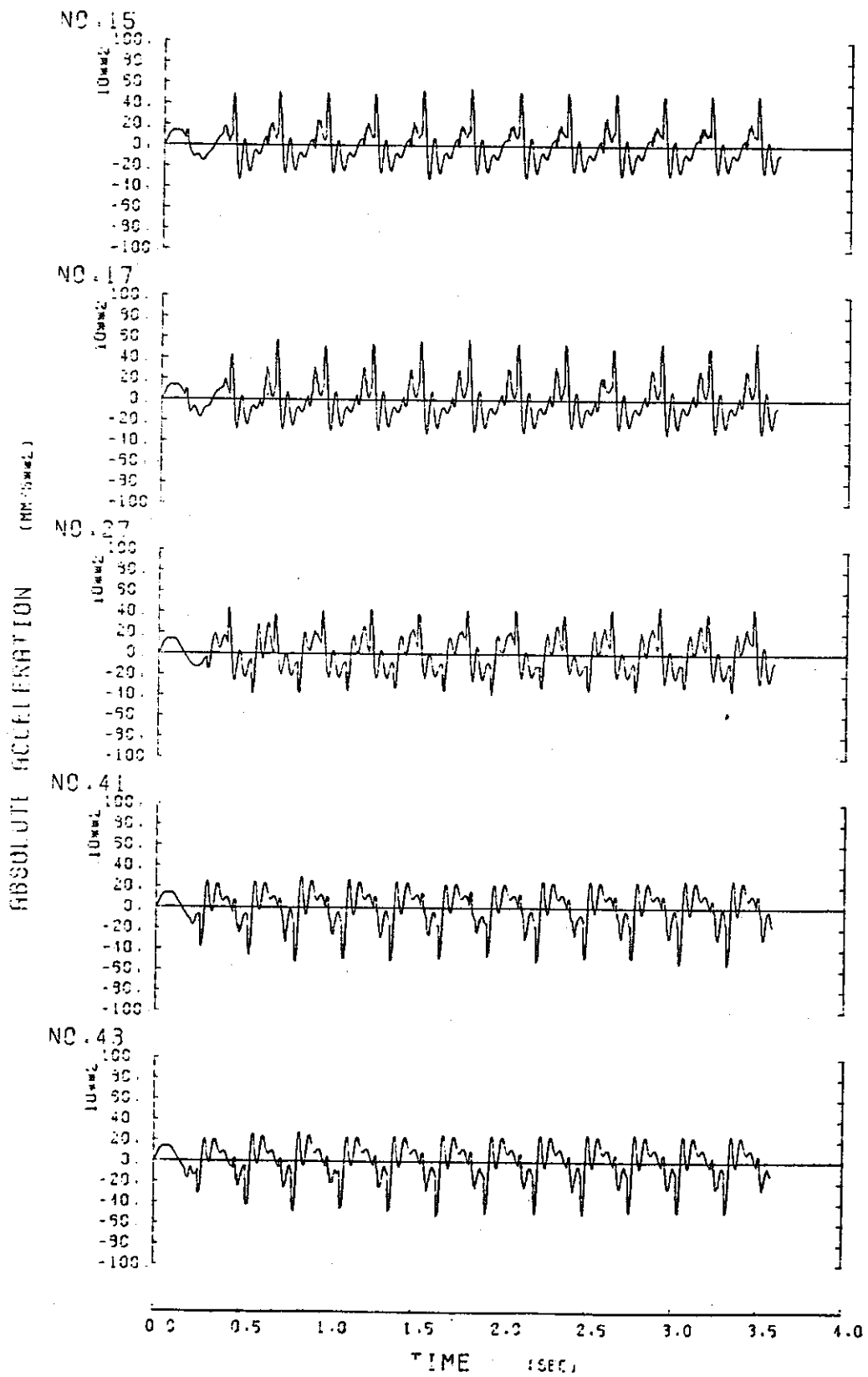


図 4.10 中間部加速度(2)

Fig4.10 Middle pad acceleration (2)

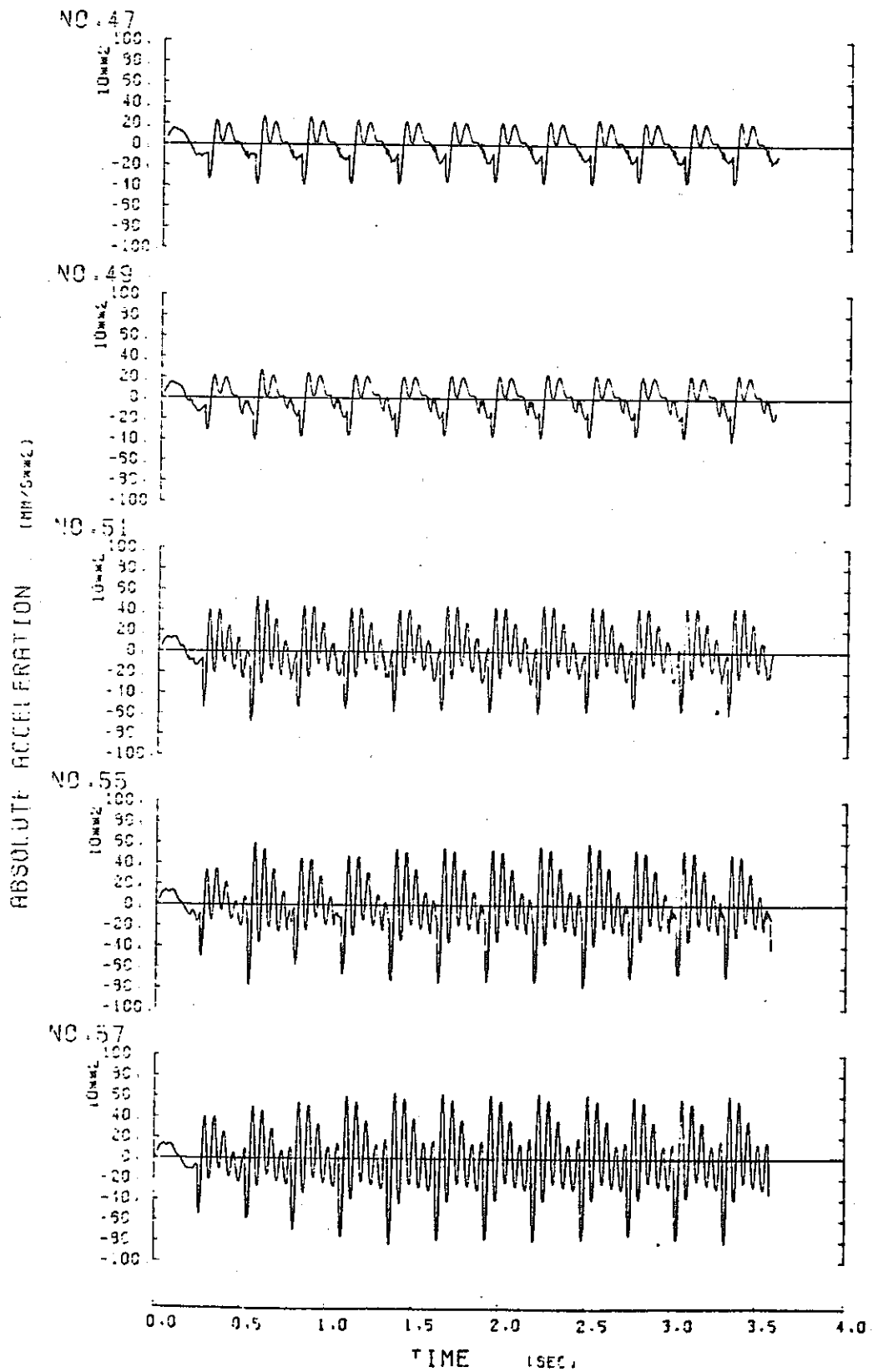


図 4.11 中間部加速度(3)

Fig 4.11 Middle pad acceleration (3)

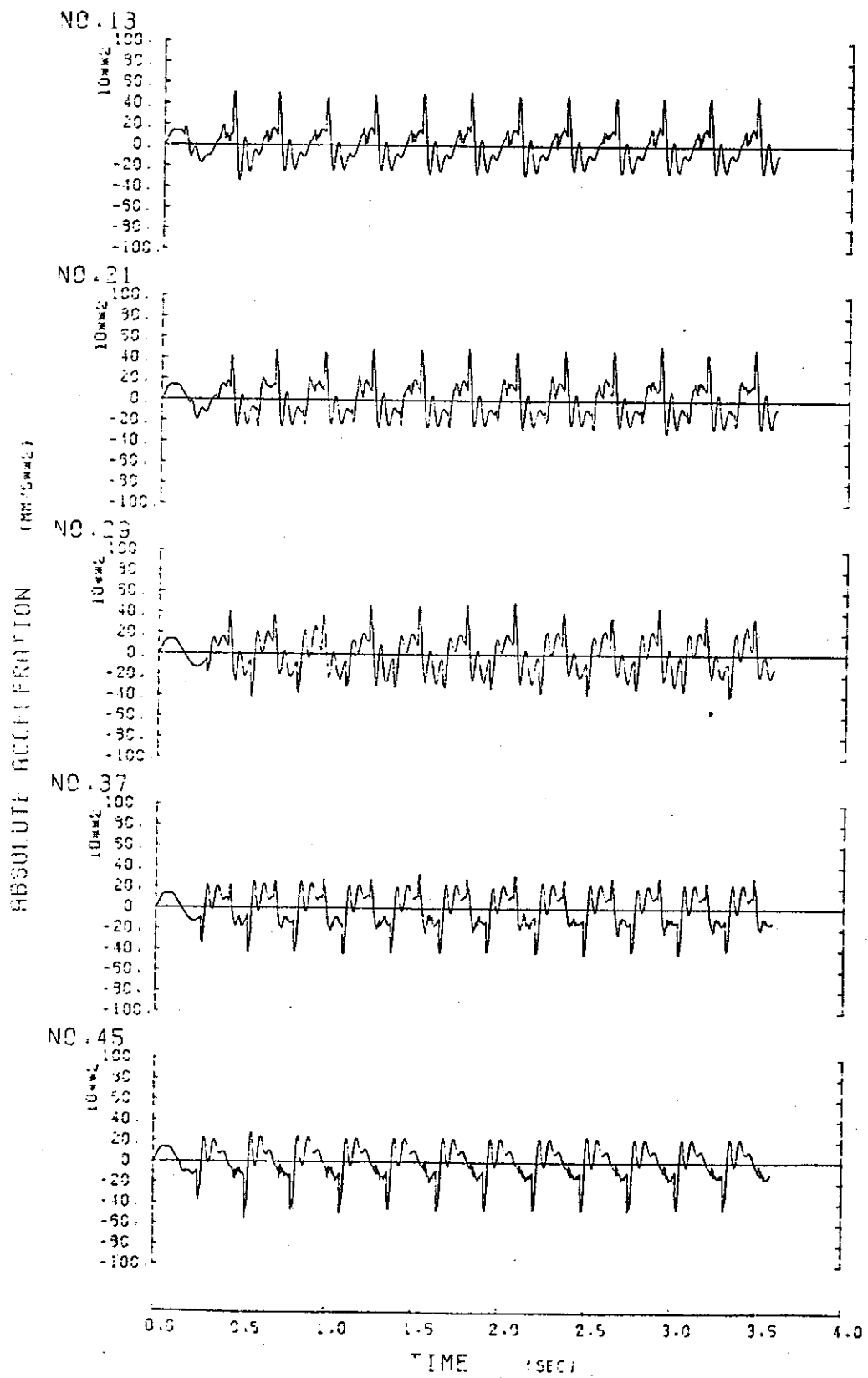


図 4.12 中間部加速度(4)

Fig 4.12 Middle pad acceleration (4)

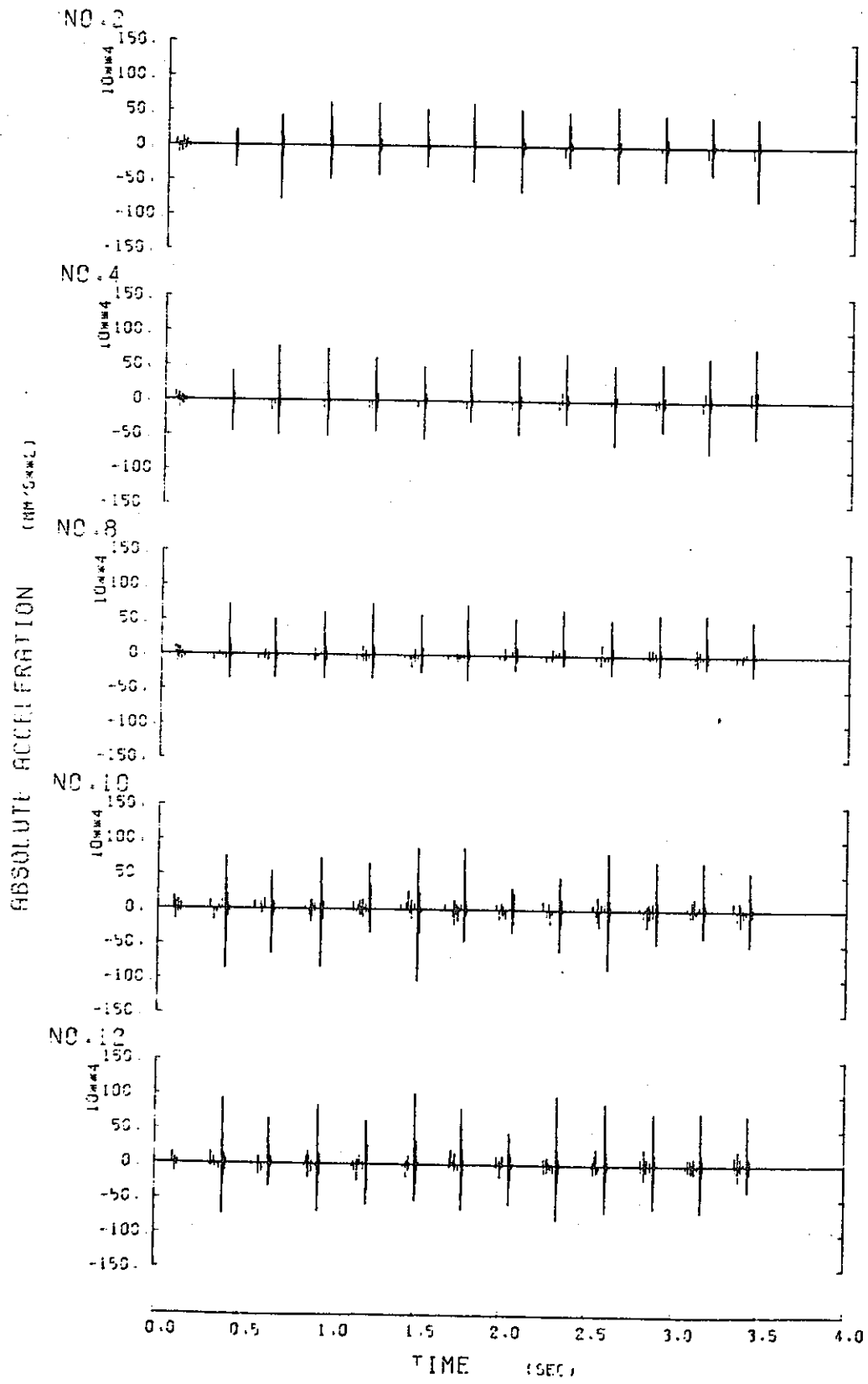


図 4.13 頂部加速度(1)

Fig 4.13 Upper pad acceleration (1)



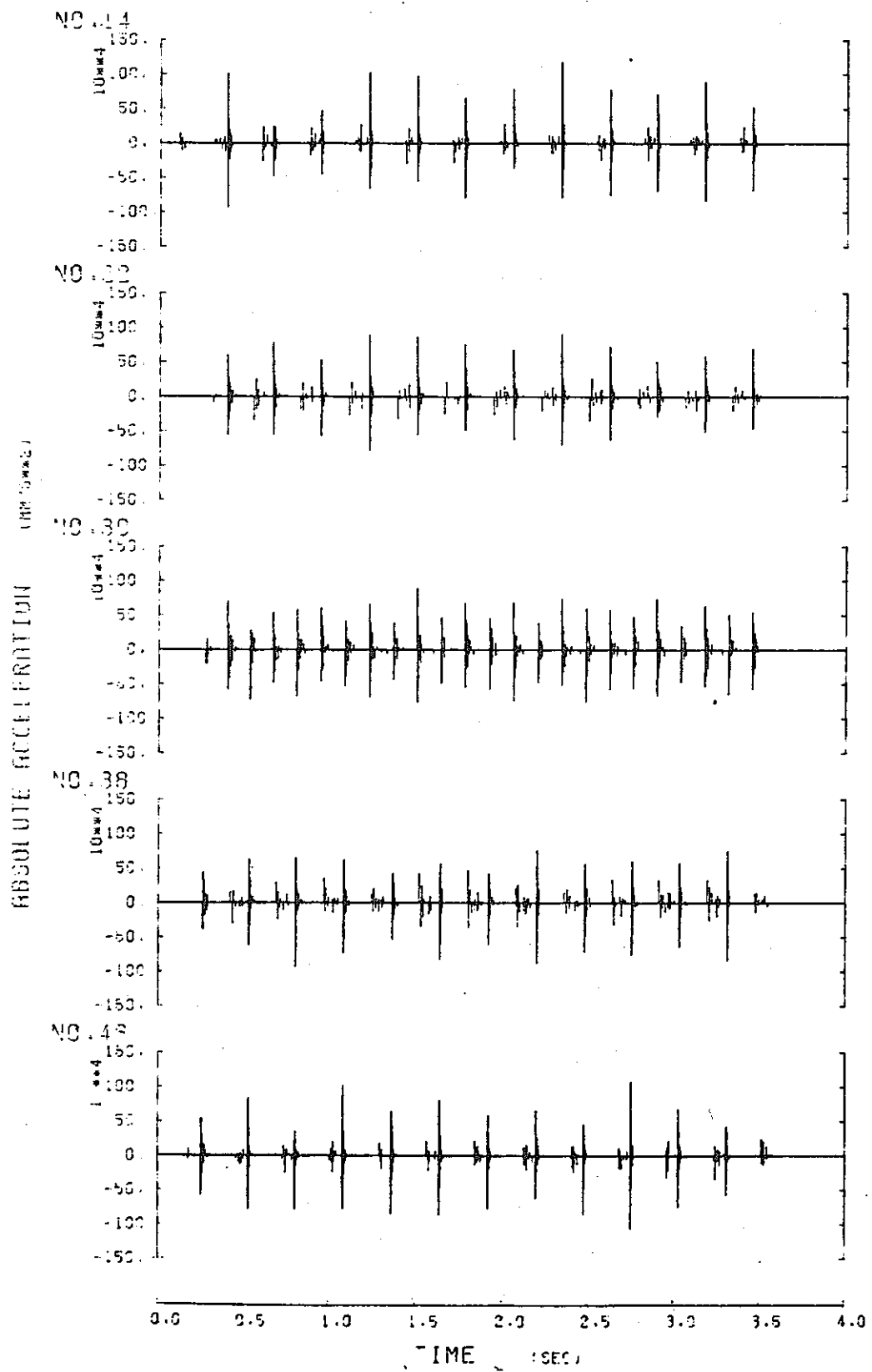


图 4.14 頂部加速度(2)

Fig 4.14 Upper pad acceleration (2)

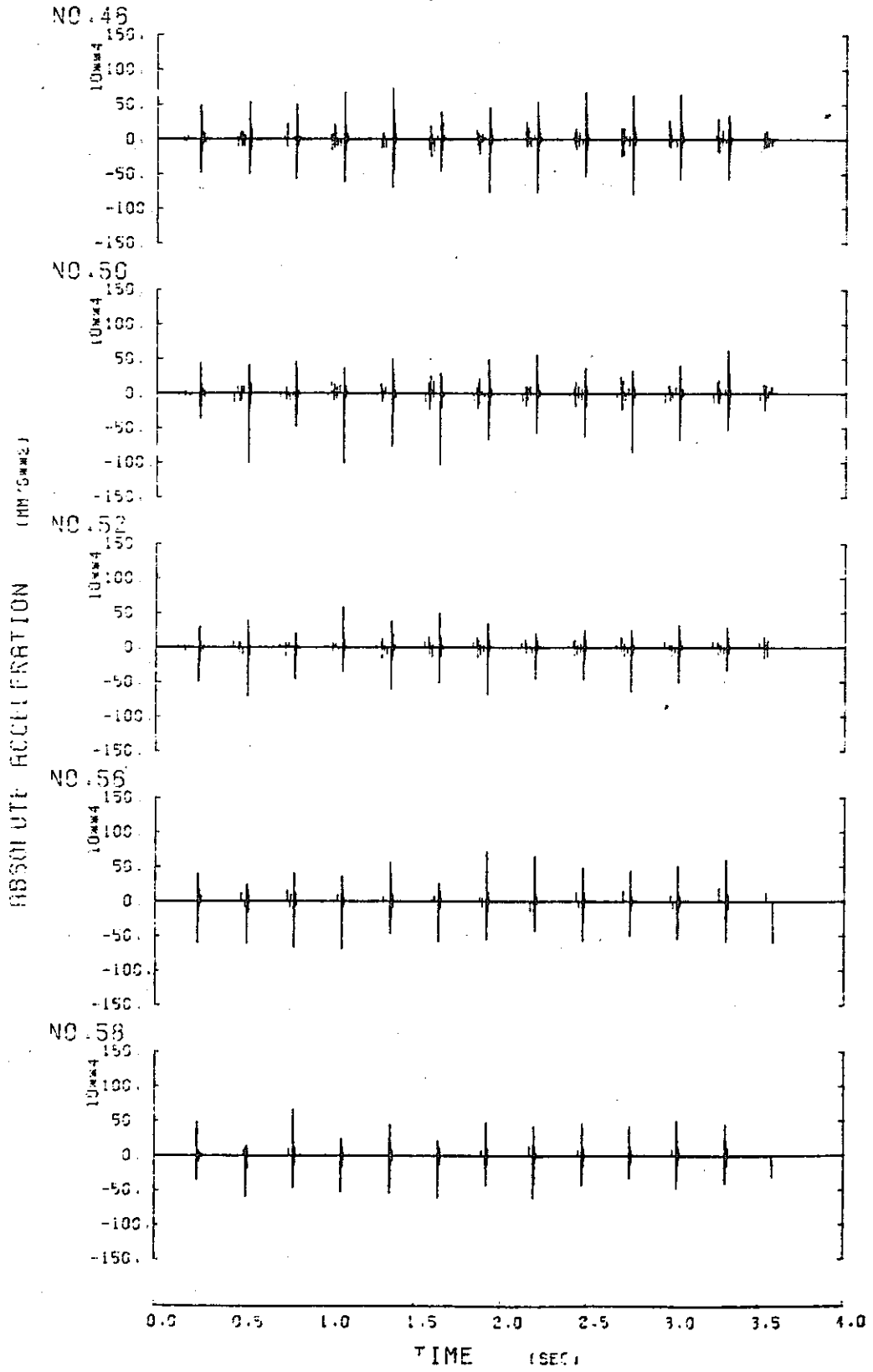


図 4.15 頂部加速度(3)

Fig 4.15 Upper pad acceleration (3)

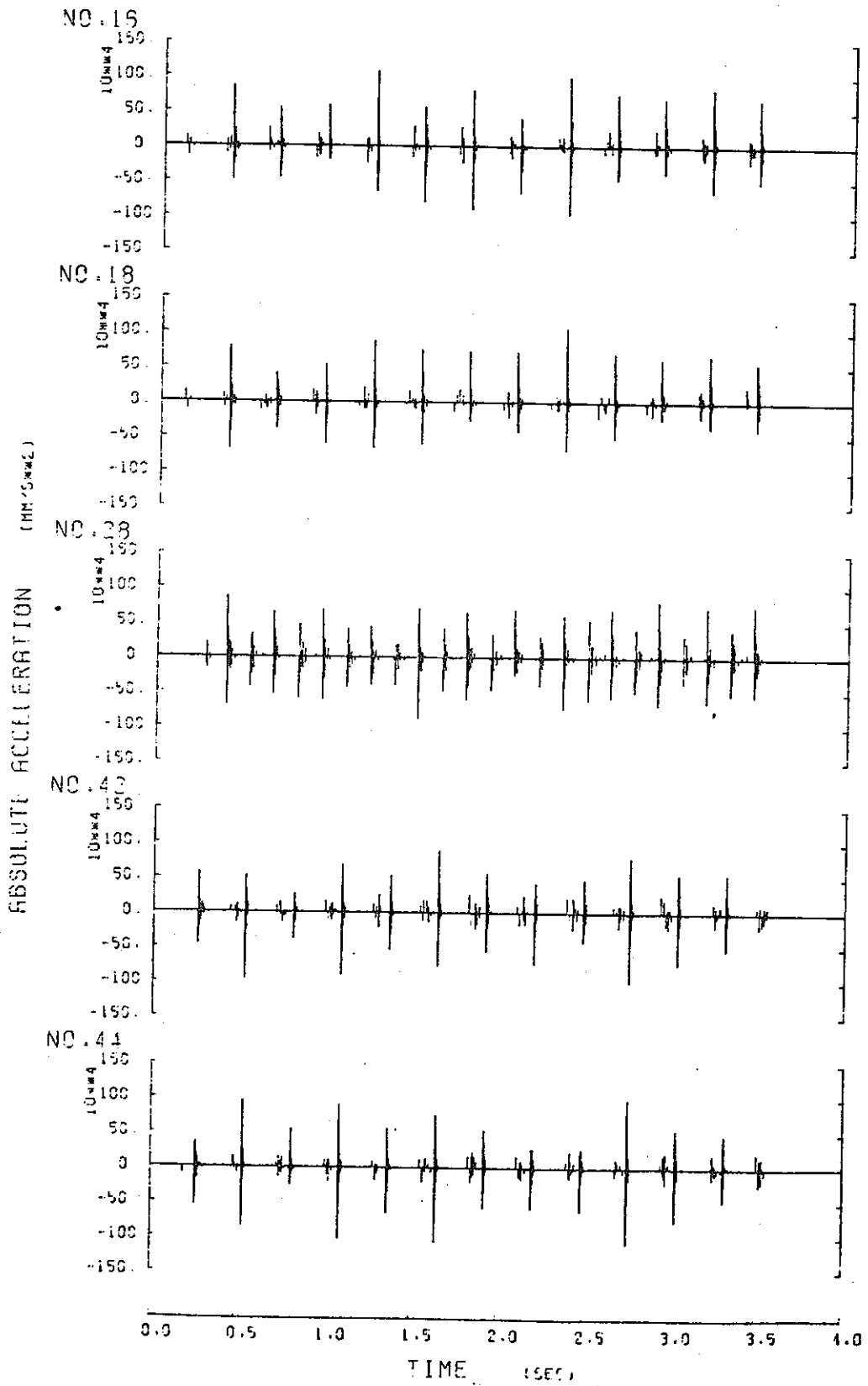


図 4.16 頂部加速度(4)

Fig 4.16 Upper pad acceleration (4)

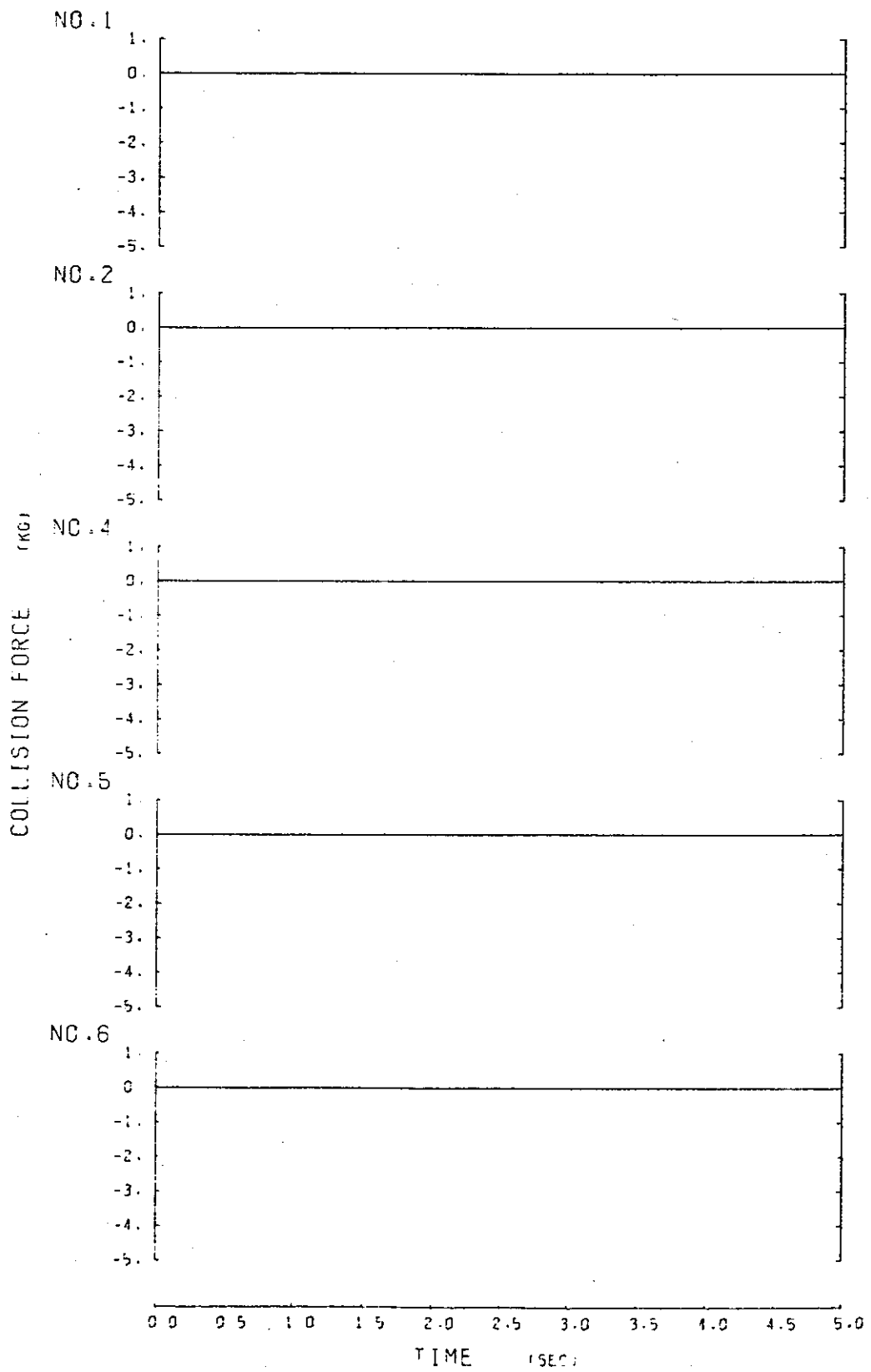


図 4.17 中間部衝突力(1)

Fig 4.17 Middle pad Collision force (1)

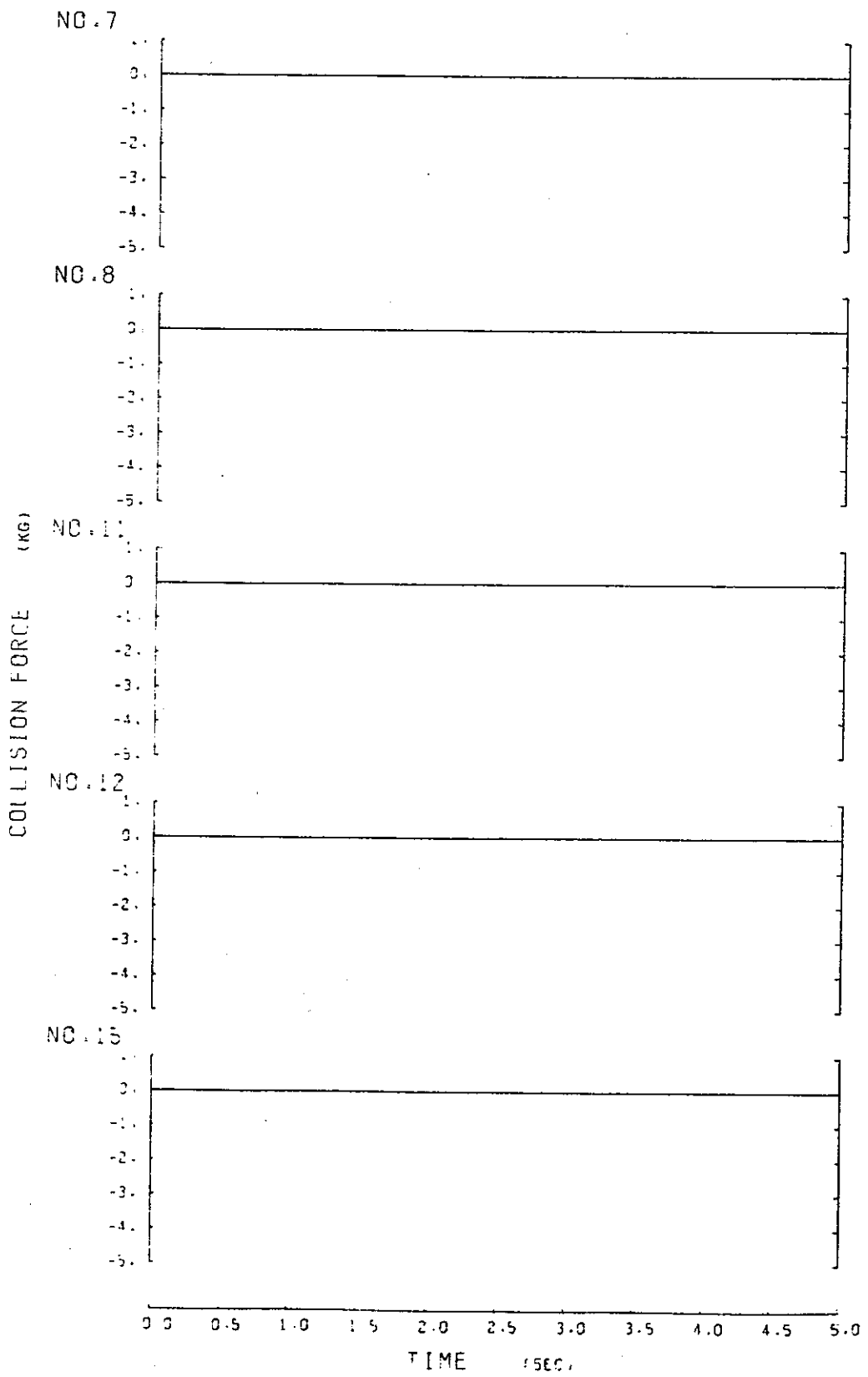


図 4.18 中間部衝突力(2)

Fig 4.18 Middle pad Collision force (2)

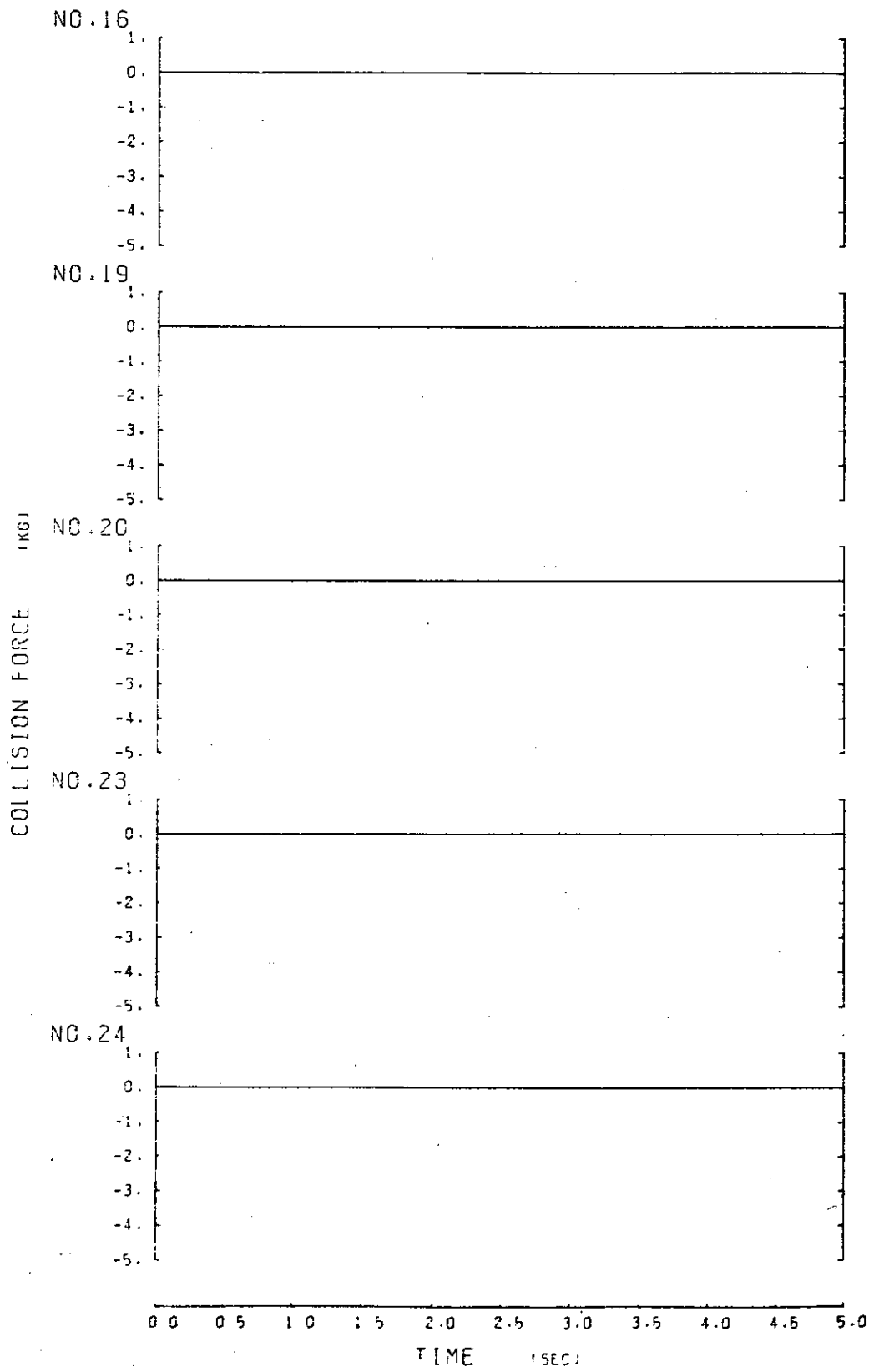


図 4.19 中間部衝突力(3)

Fig 4.19 Middle pad Collision force (3)

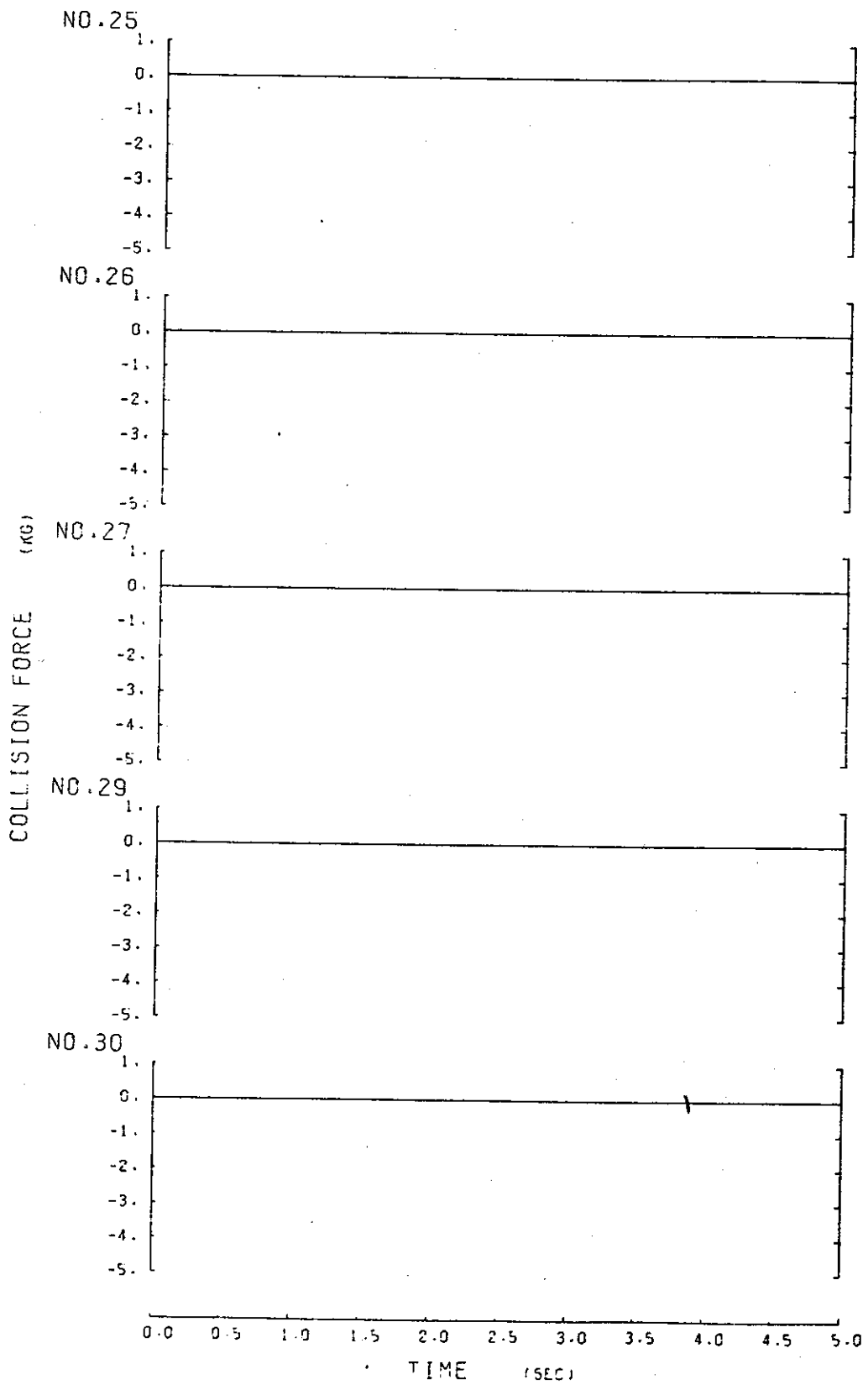


図 4.20 中間部衝突力

Fig 4.20 Middle pad Collision force (4)





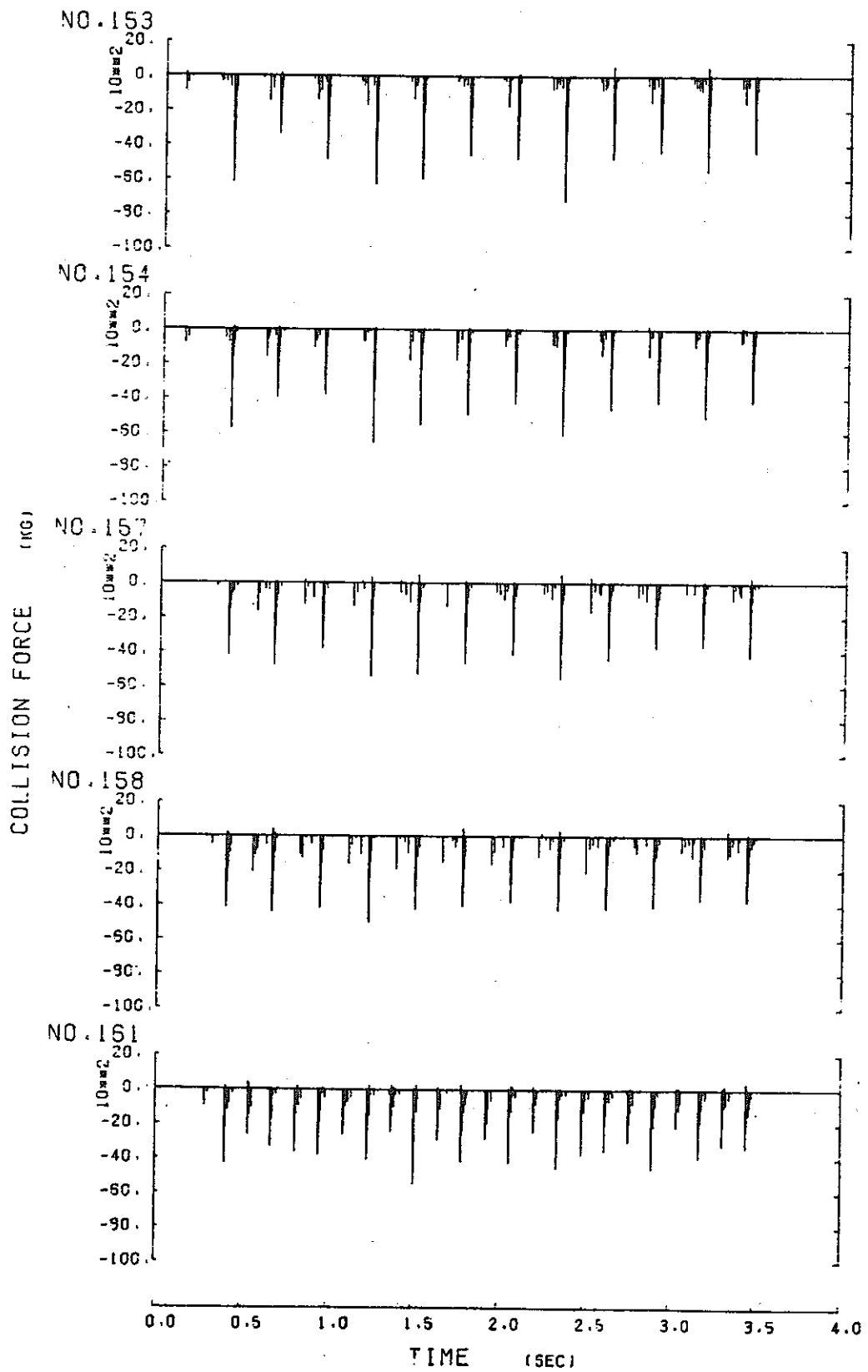


図 4.22 頂部衝突力(2)

Fig 4.22 Upper Pad Collision Force (2)

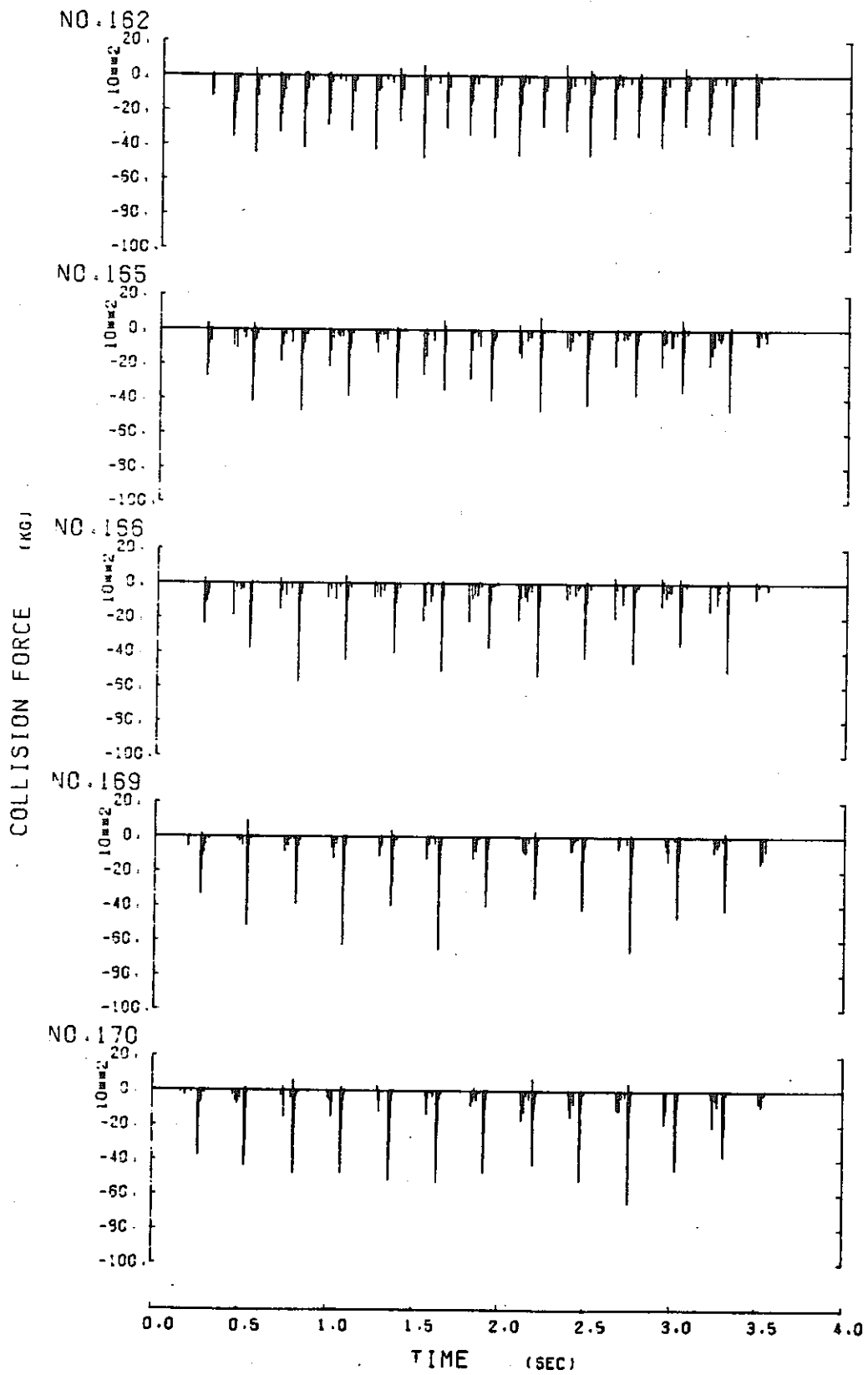


図 4.23 頂部衝突力(3)

Fig 4.23 Upper Pad Collision Force (3)

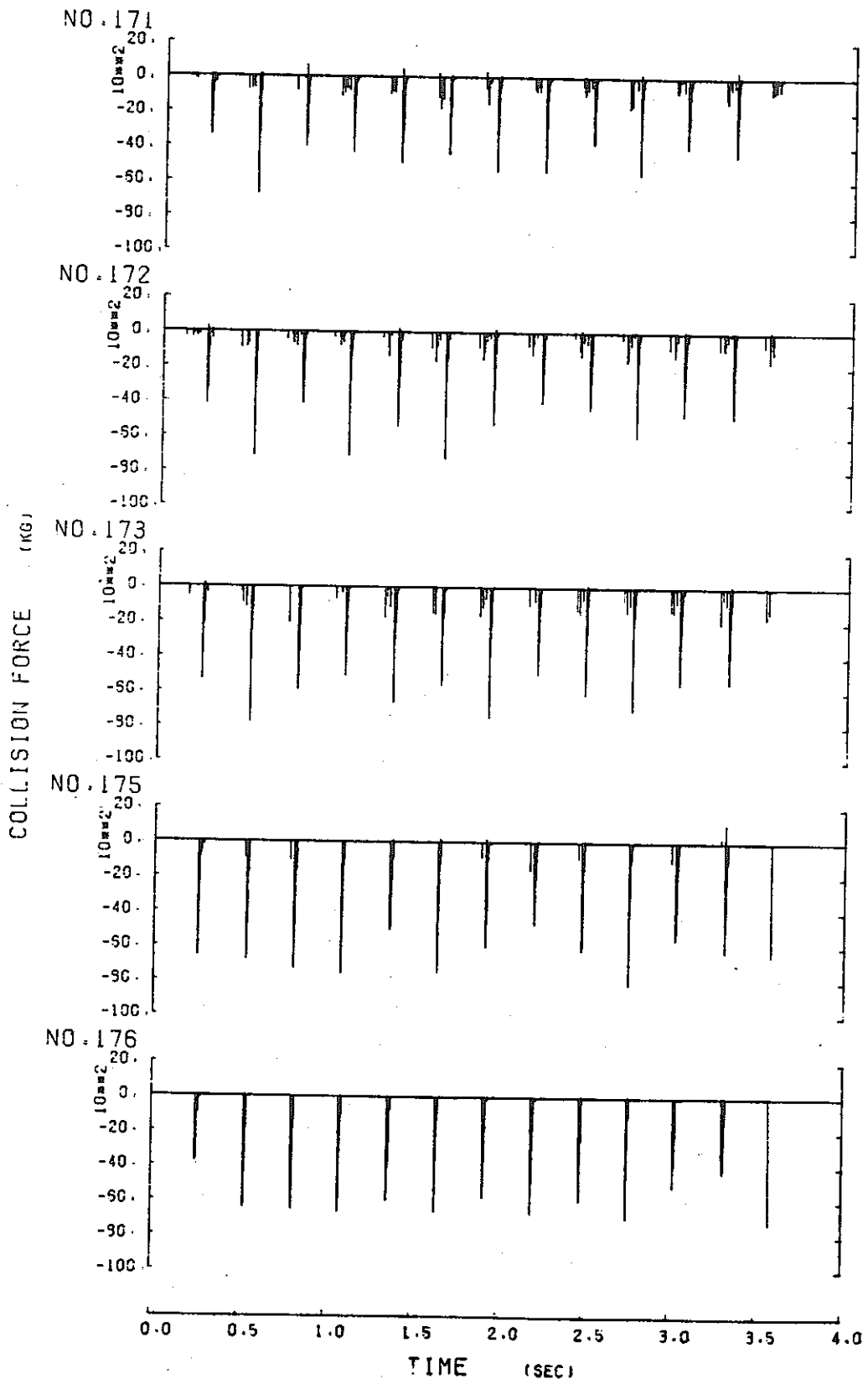


図 4.24 頂部衝突力(4)

Fig4.24 Upper Pad Collision Force (4)

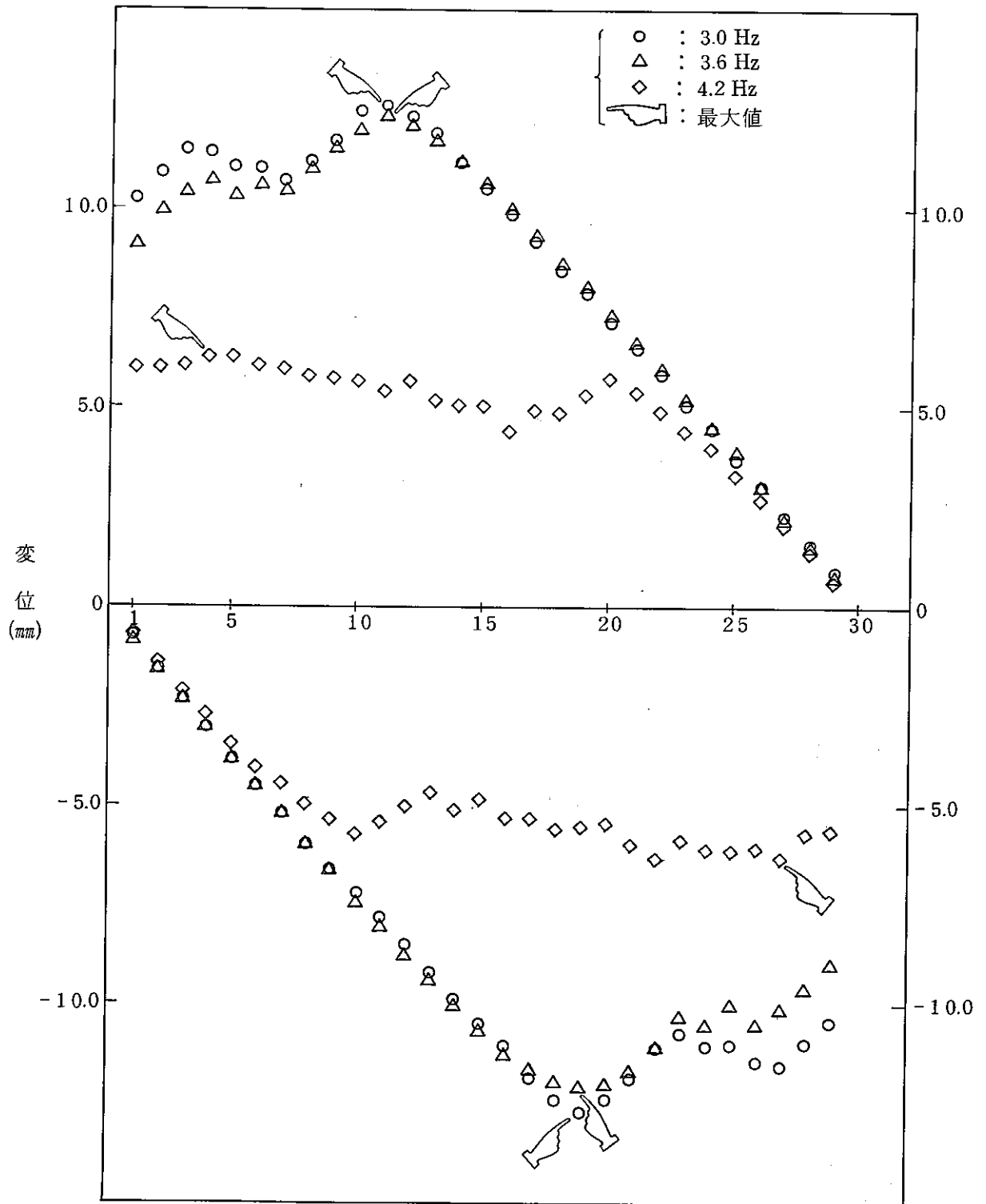


図 4.25 正弦波加振時 ( 150 gal ) の頂部パッド部最大変位

Fig.4.25 Maximum displacement of Upper Pad Under sinusoidal 150 gal excitation

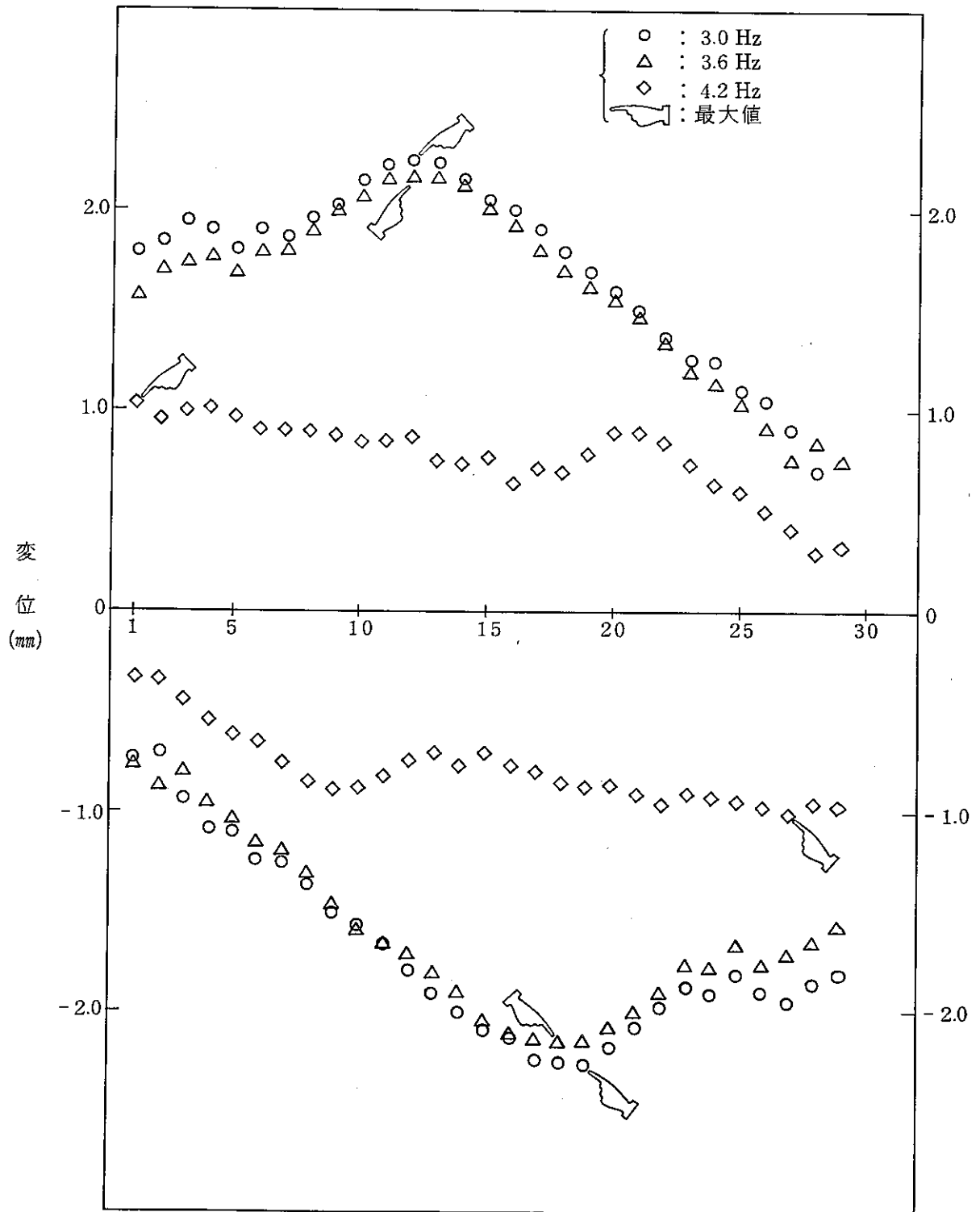


図 4.26 正弦波加振時 ( 150 gal ) の中間パッド部最大変位

Fig.4.26 Maximum displacement of Middle Pad Under sinusoidal 150 gal excitation

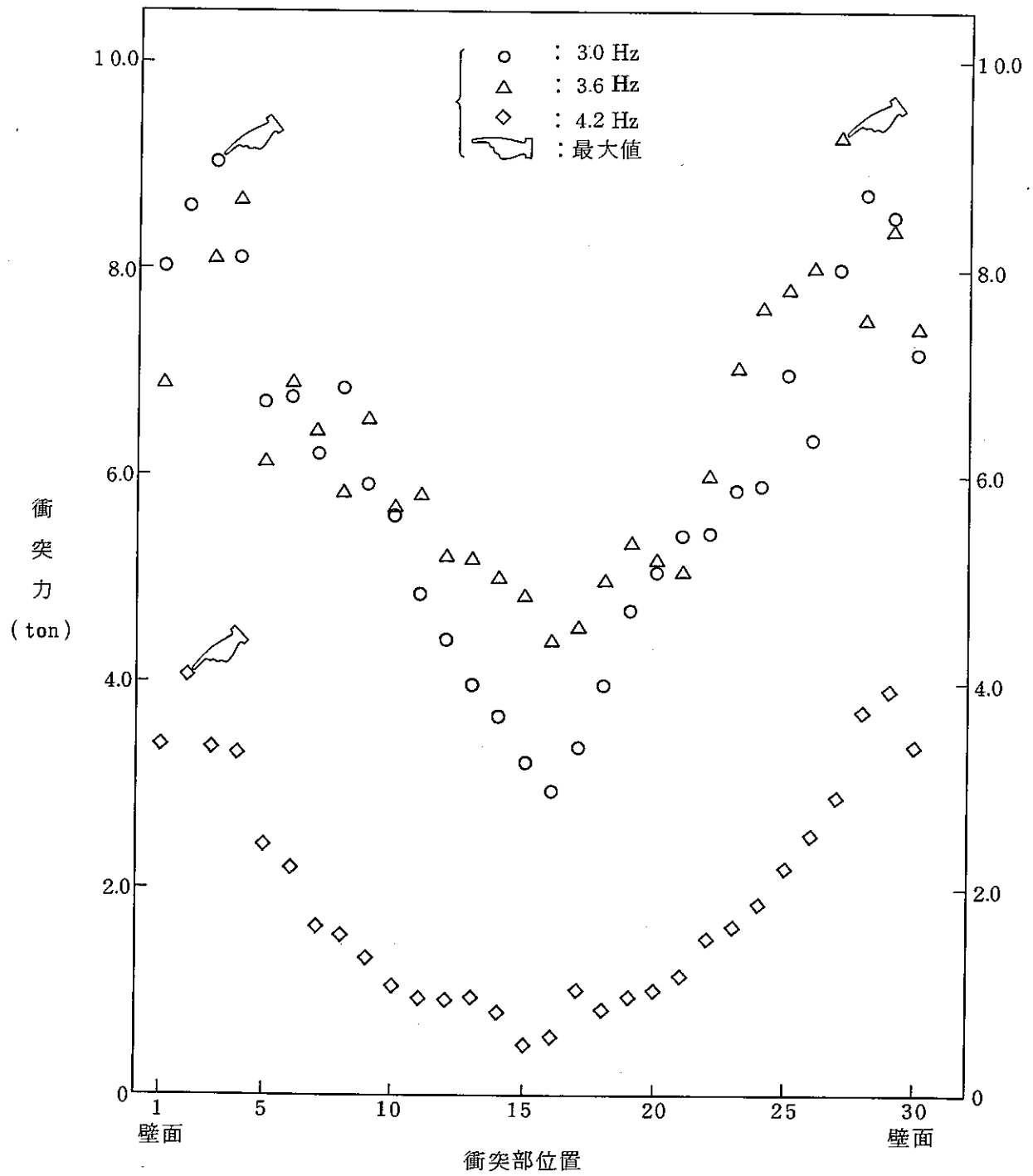


図 4.27 正弦波加振時 ( 150 gal ) の頂部パッド部最大衝突力

Fig. 4.27 Maximum Collision force of Upper Pad Under sinusoidal 150 gal excitation

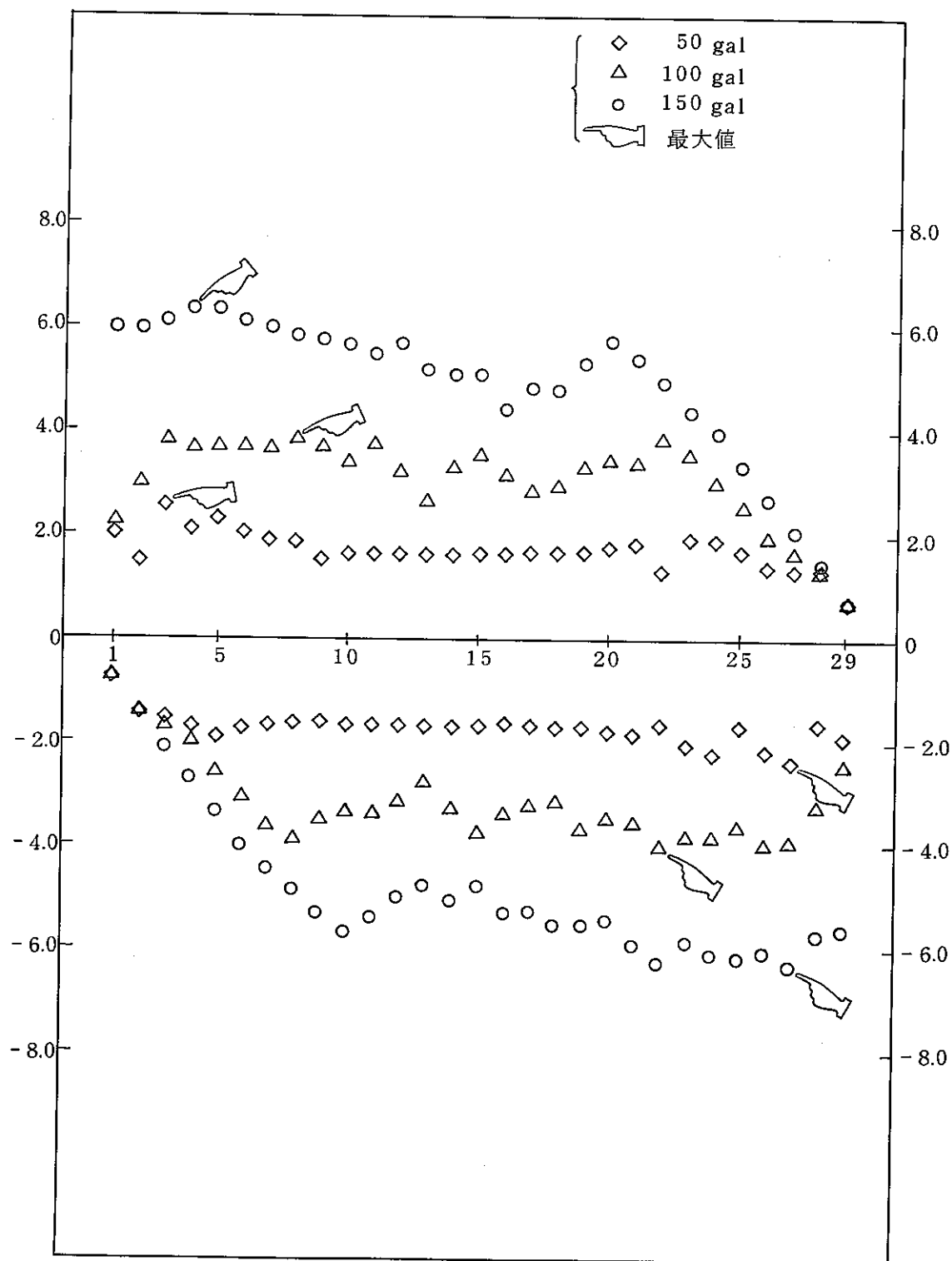


图 4.28 正弦波加振時頂部最大変位 ( 周波数 4.2 Hz )

Fig. 4.28 Maximum displacement of Upper Pad Under sinusoidal excitation (  $f = 4.2$  Hz )

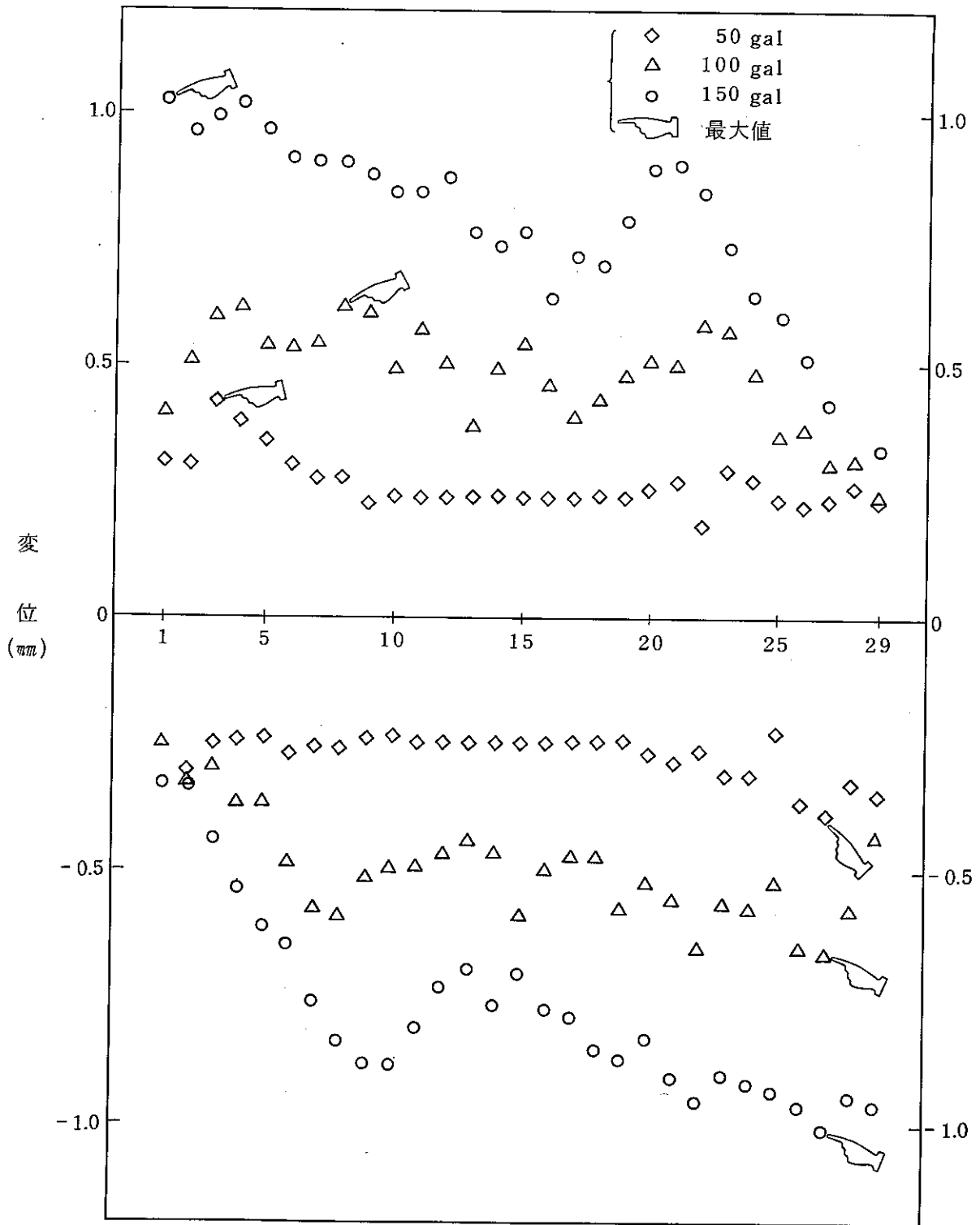


図 4.29 正弦波加振時中間部最大変位 ( 周波数 4.2 Hz )

Fig. 4.29 Maximum displacement of Middle Pad  
Under sinusoidal excitation (  $f = 4.2$  Hz )



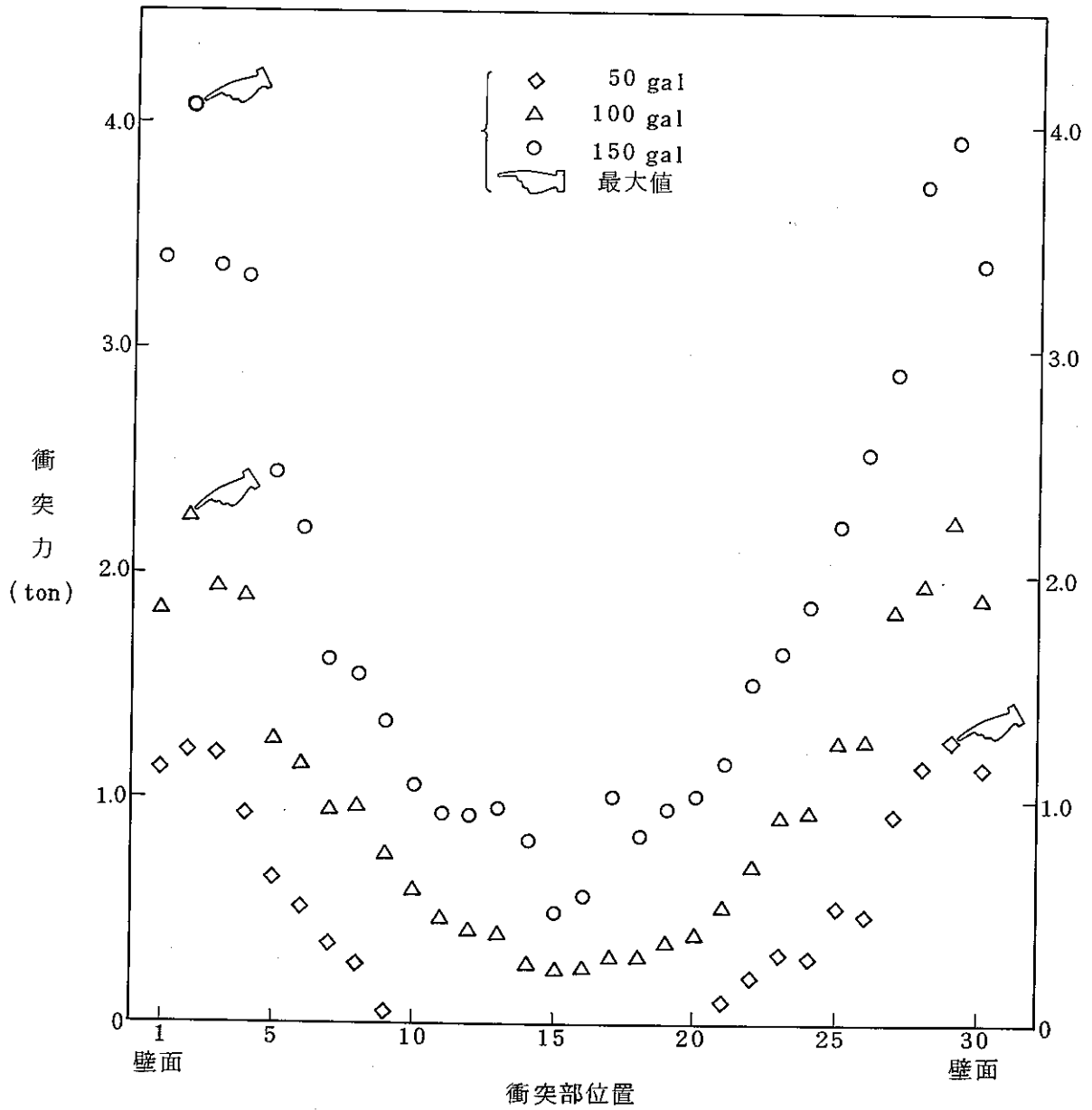


図 4.30 正弦波加振時の頂部パッド部最大衝突力 ( $f=4.2$  Hz )  
( 3.0 ~ 5.0 sec )

Fig. 4.30 Maximum Collision force of Upper Pad  
Under sinusoidal excitation ( $f = 4.2$  Hz )

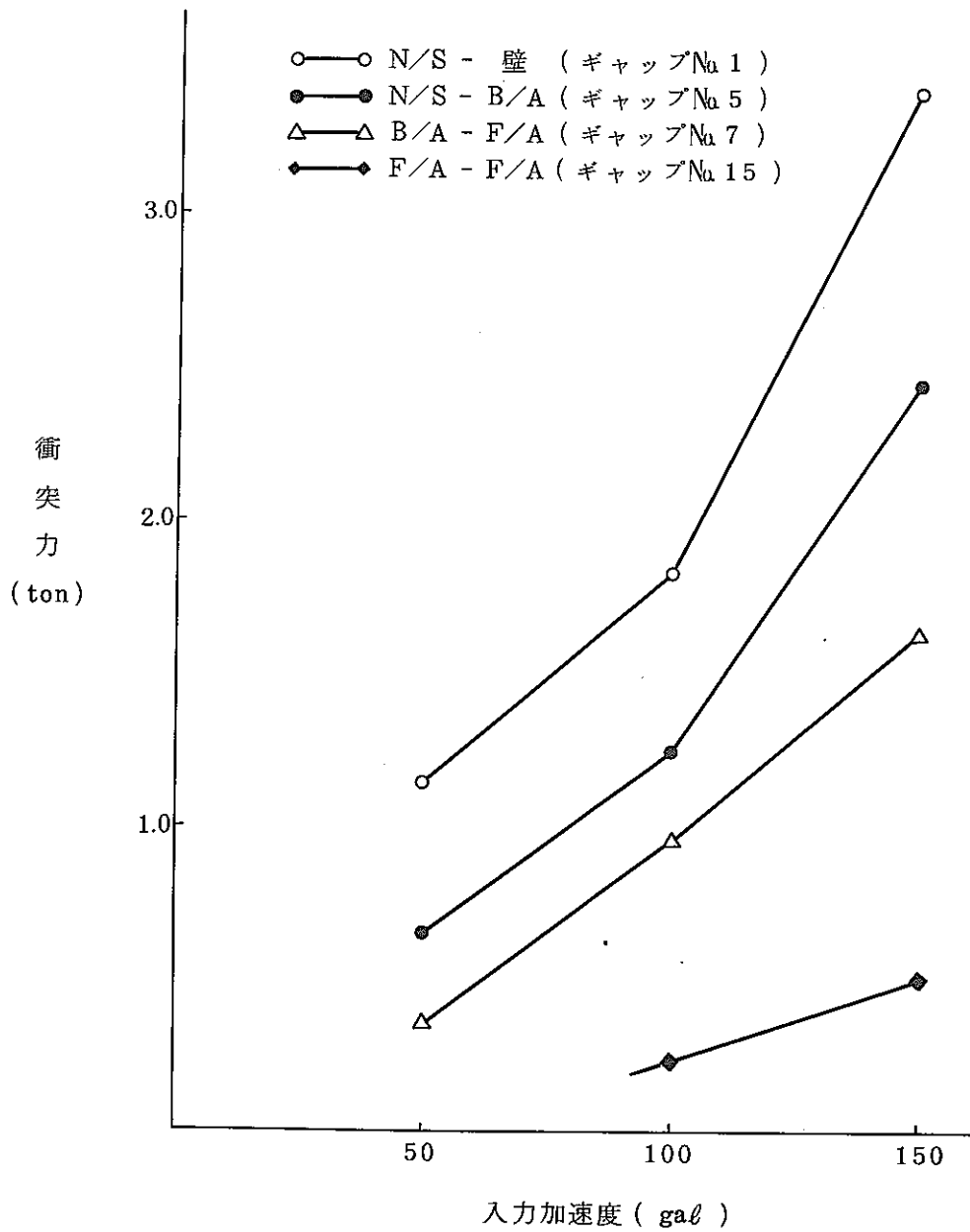


図 4.31 正弦波加振時の頂部パッド部の最大衝突力

Fig. 4.31 Maximum Collision force of Upper Pad Under sinusoidal excitation

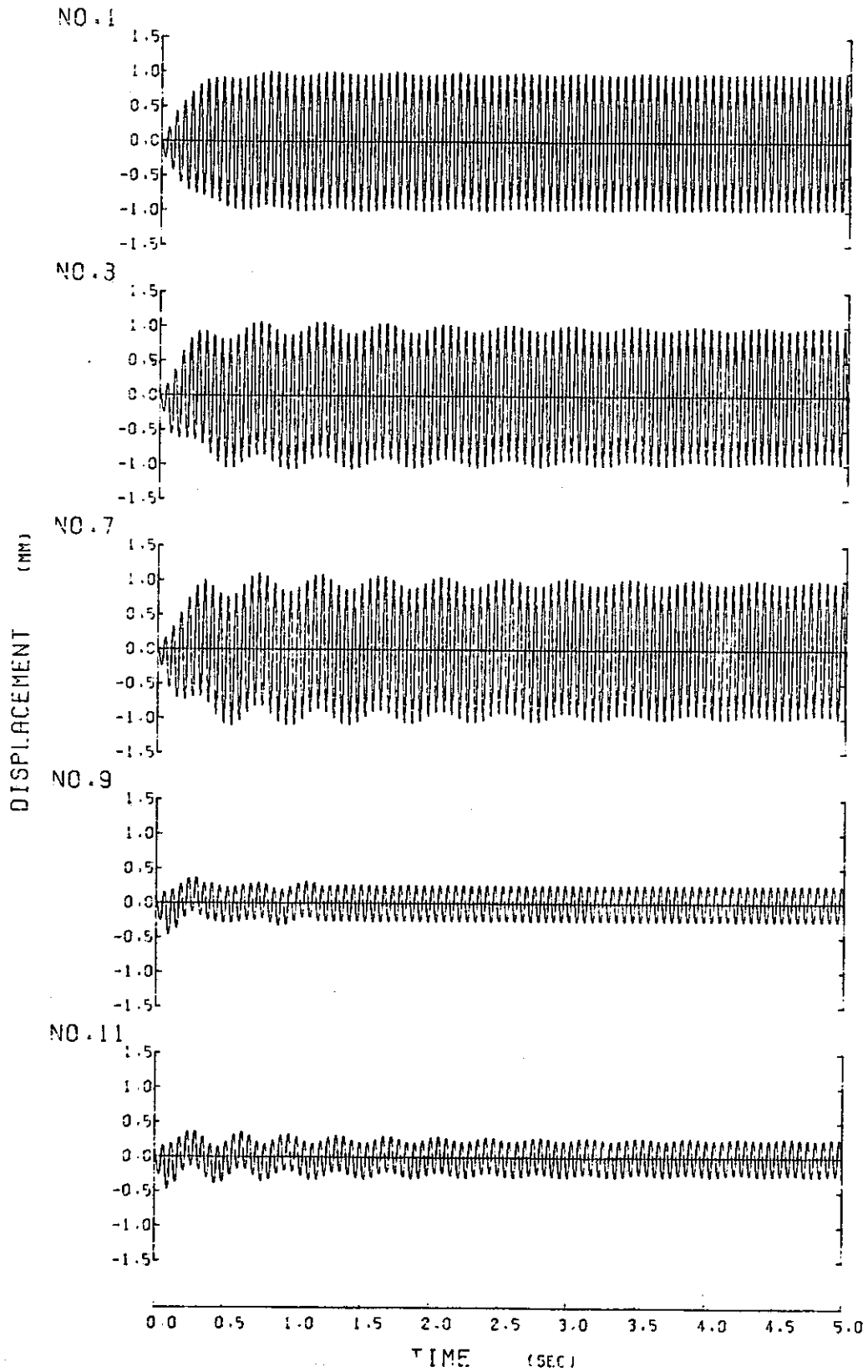


図 4.32 2次モード振動数における中間部相対変位(1) 入力150gal

Fig 4.32 Relative displacement of middle Pad in 2nd mode frequency (1) (150gal input)

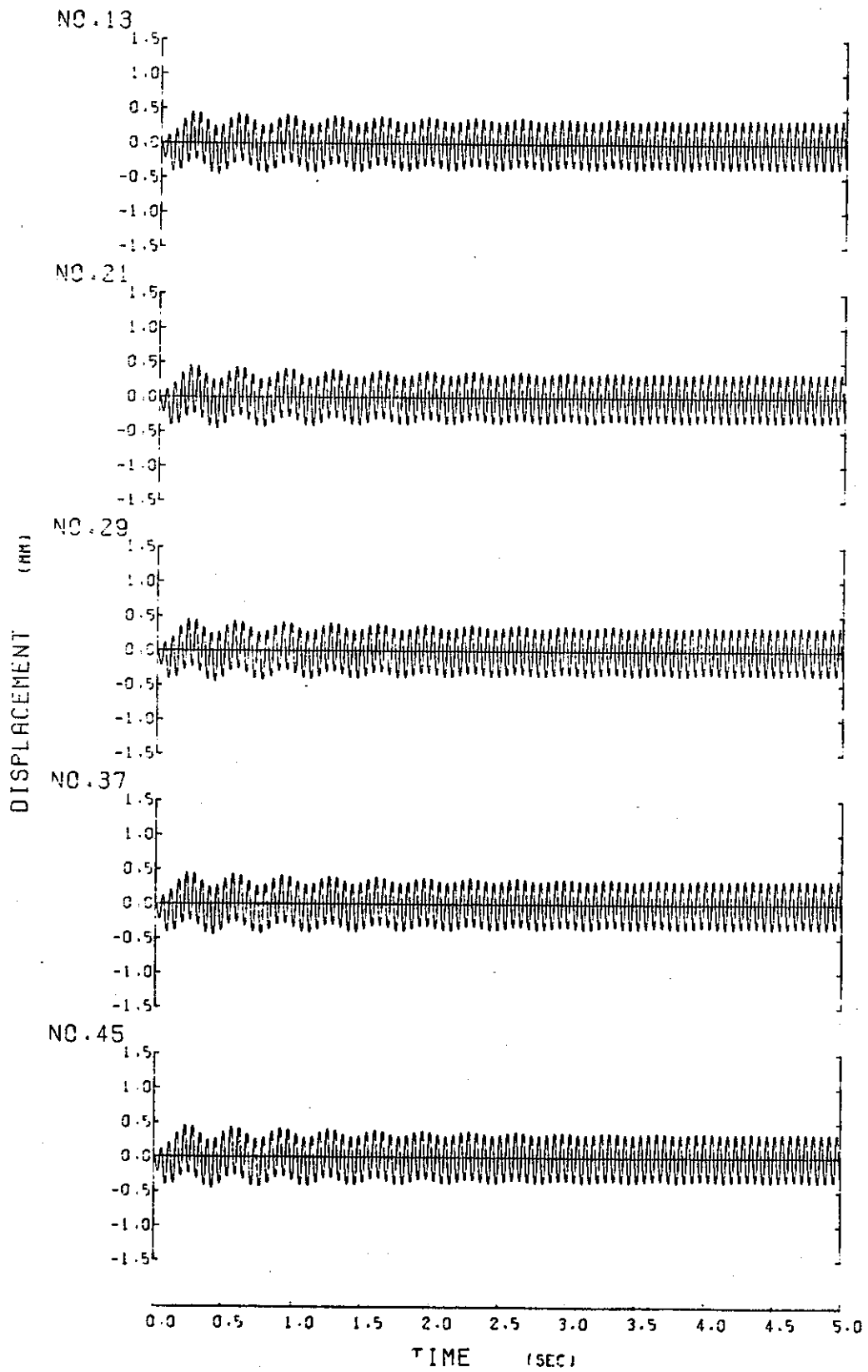


図 4.33 2次モード振動数における中間部相対変位(2)

Fig 4.33 Relative displacement of middle Pad in 2nd Mode frequency (2)

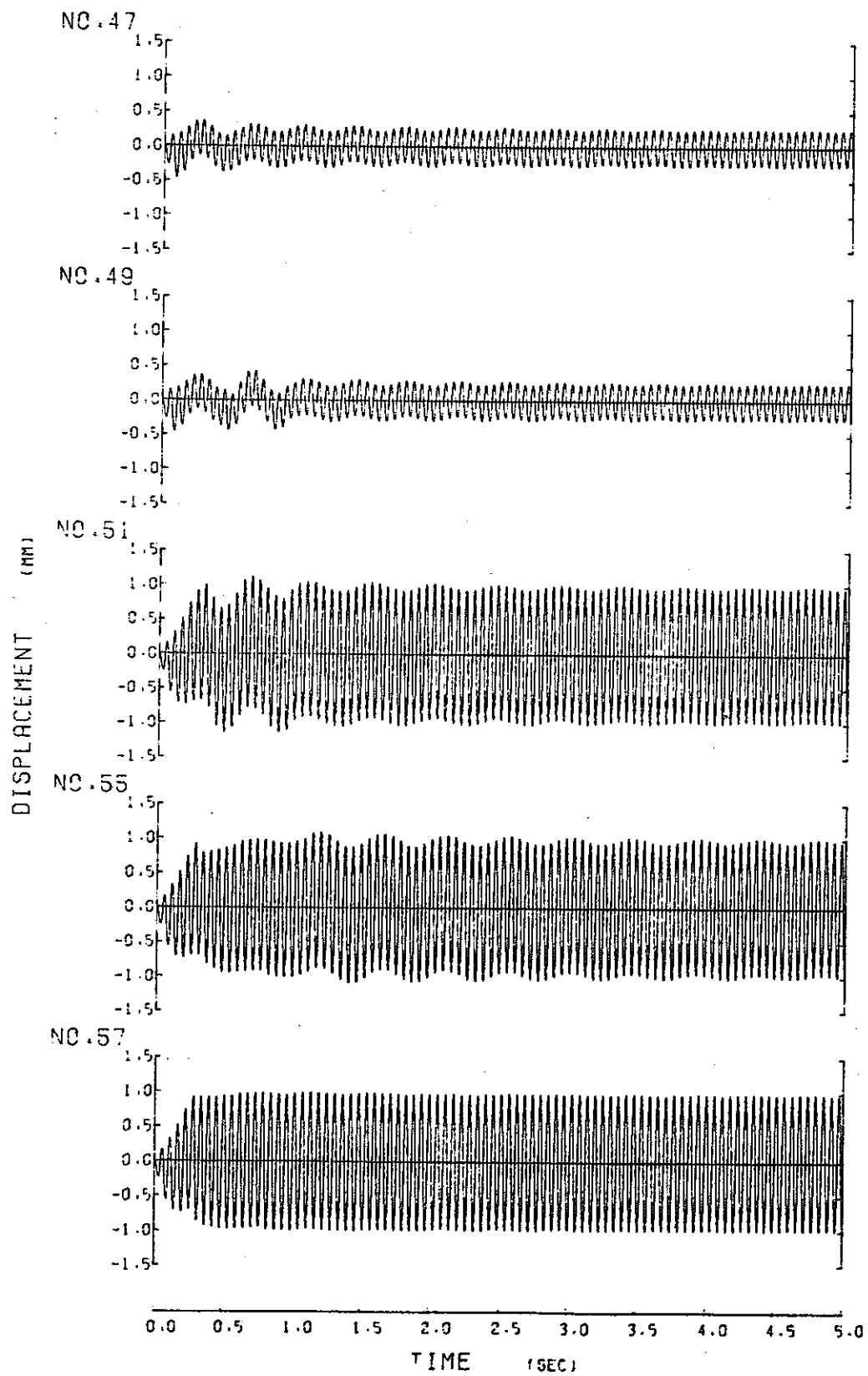


図 4.34 2次モード振動数における中間部相対変位(3)

Fig 4.34 Relative displacement of middle Pad in 2nd mode frequency (3)

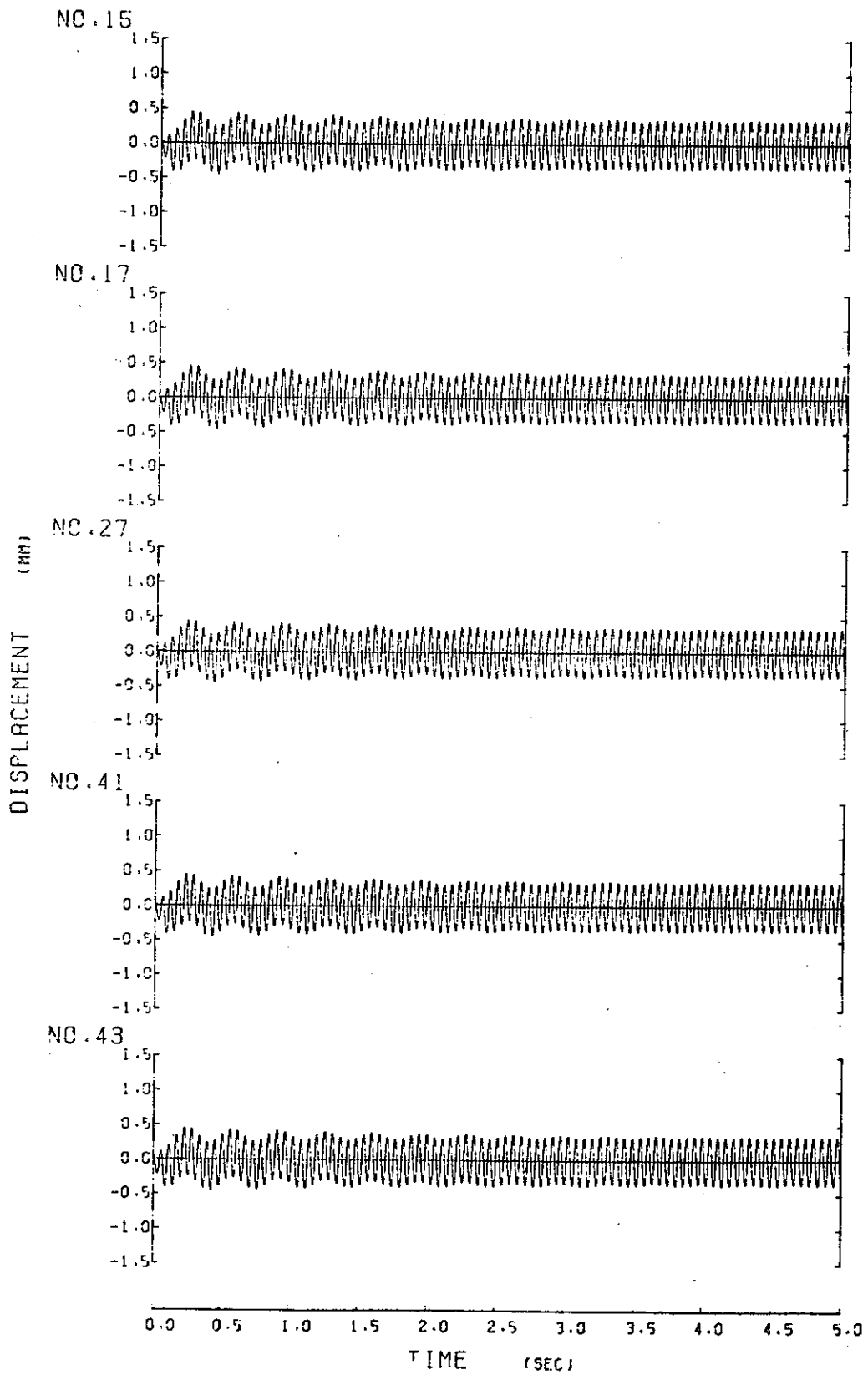


図 4.35 2次モード振動数における中間部相対変位(4)

Fig 4.35 Relative displacement of middle Pad in 2nd Mode frequency (4)

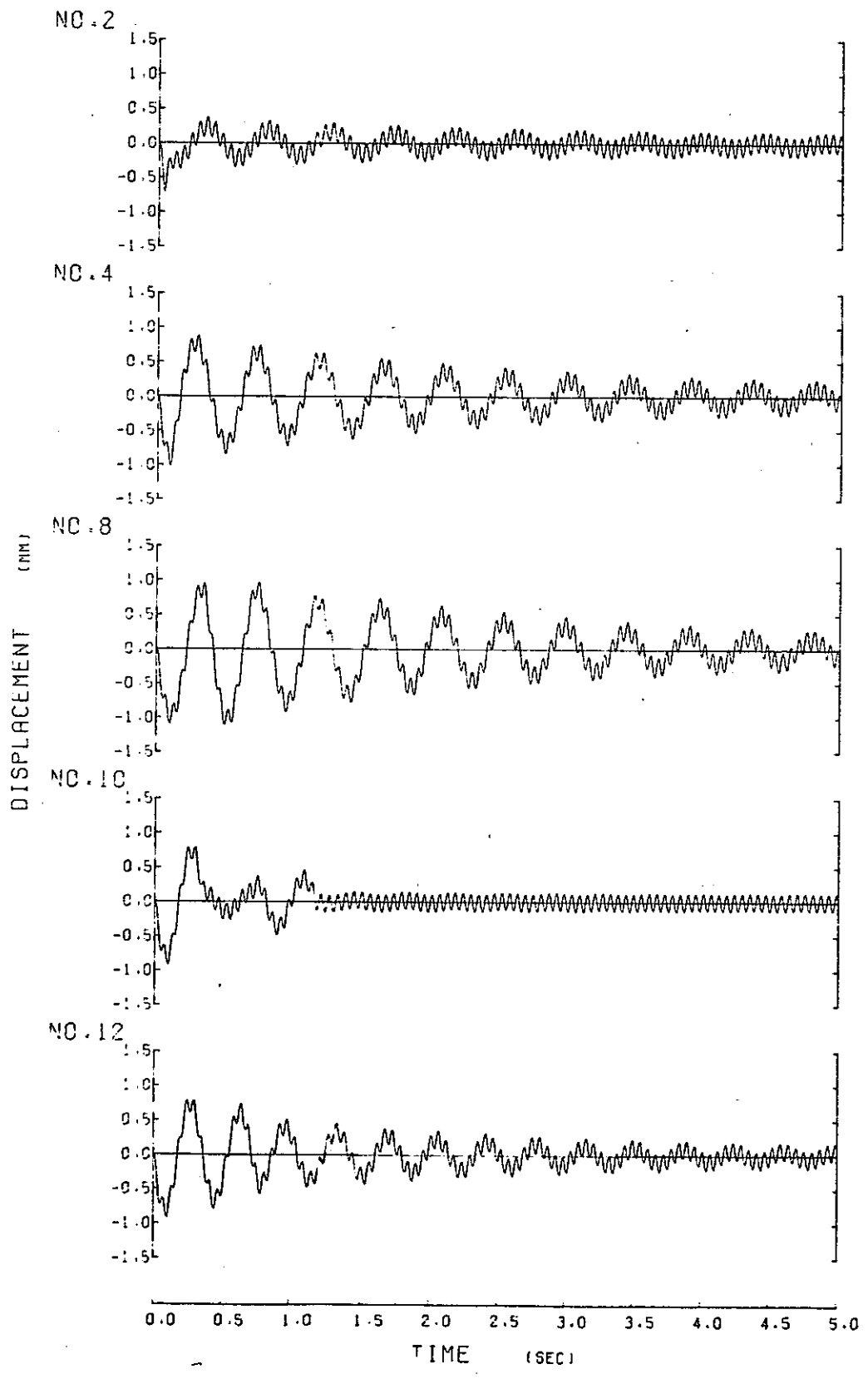


図 4.36 2次モード振動数における頂部相対変位(1) (150gal 入力)

Fig 4.36 Relative displacement of upper Pad in 2nd mode frequency (1) (150gal in put)

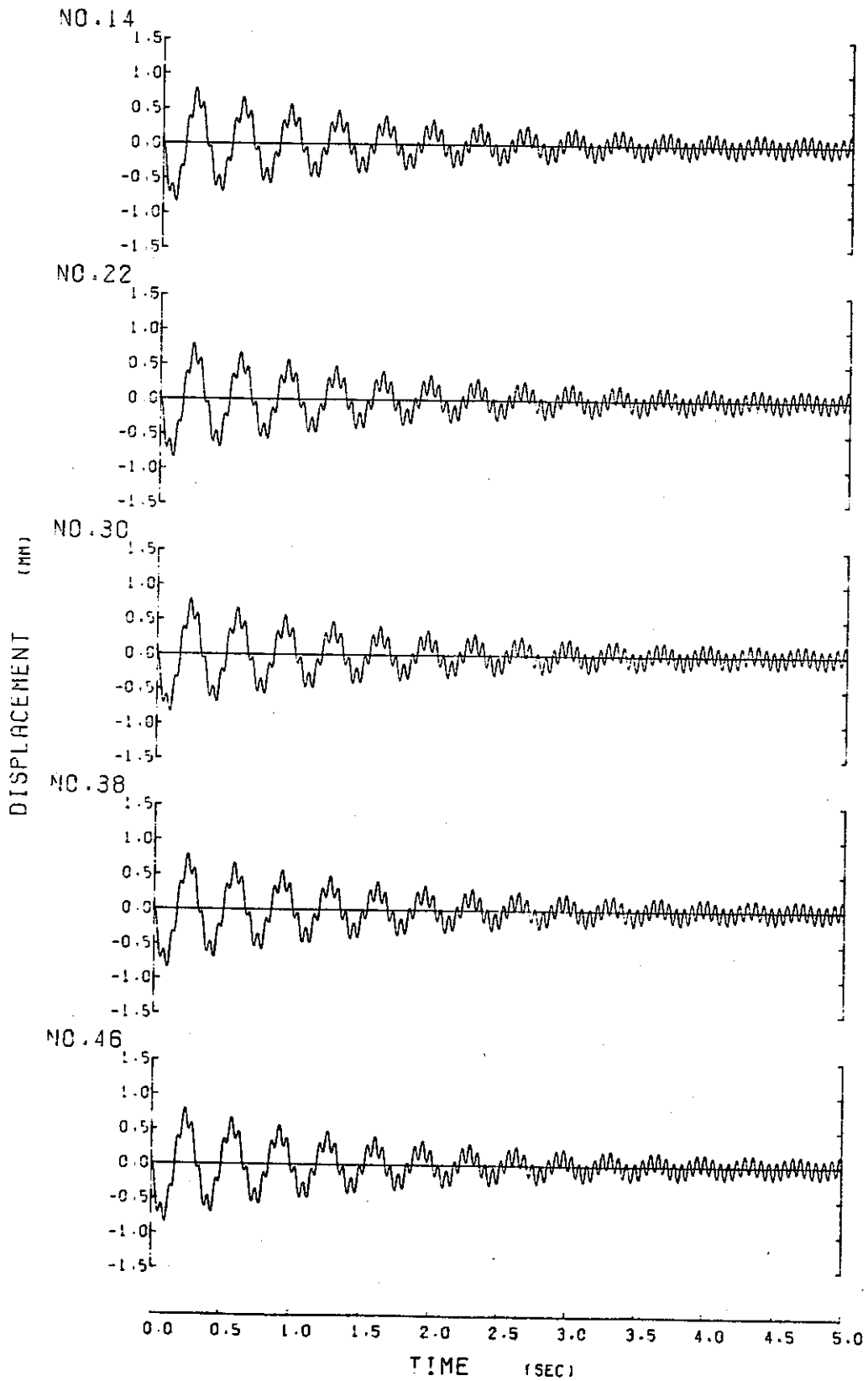


図 4.37 2次モード振動数における頂部相対変位(2)

Fig 4.37 Relative displacement of upper Pad in 2nd mode frequency (2)



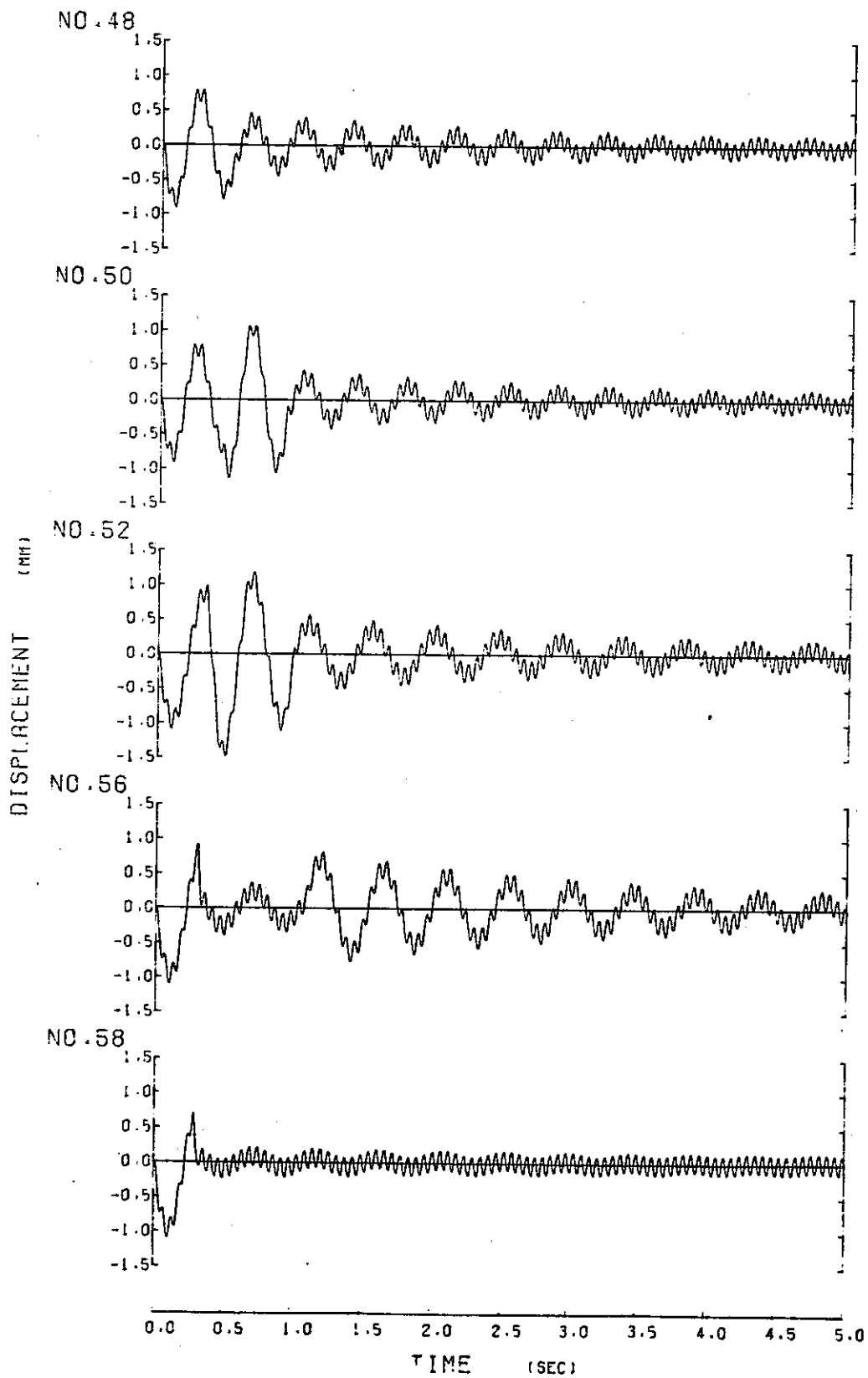


図 4.38 2次モード振動数における頂部相対変位(3)

Fig 4.38 Relative displacement of upper Pad in 2nd mode frequency (3)

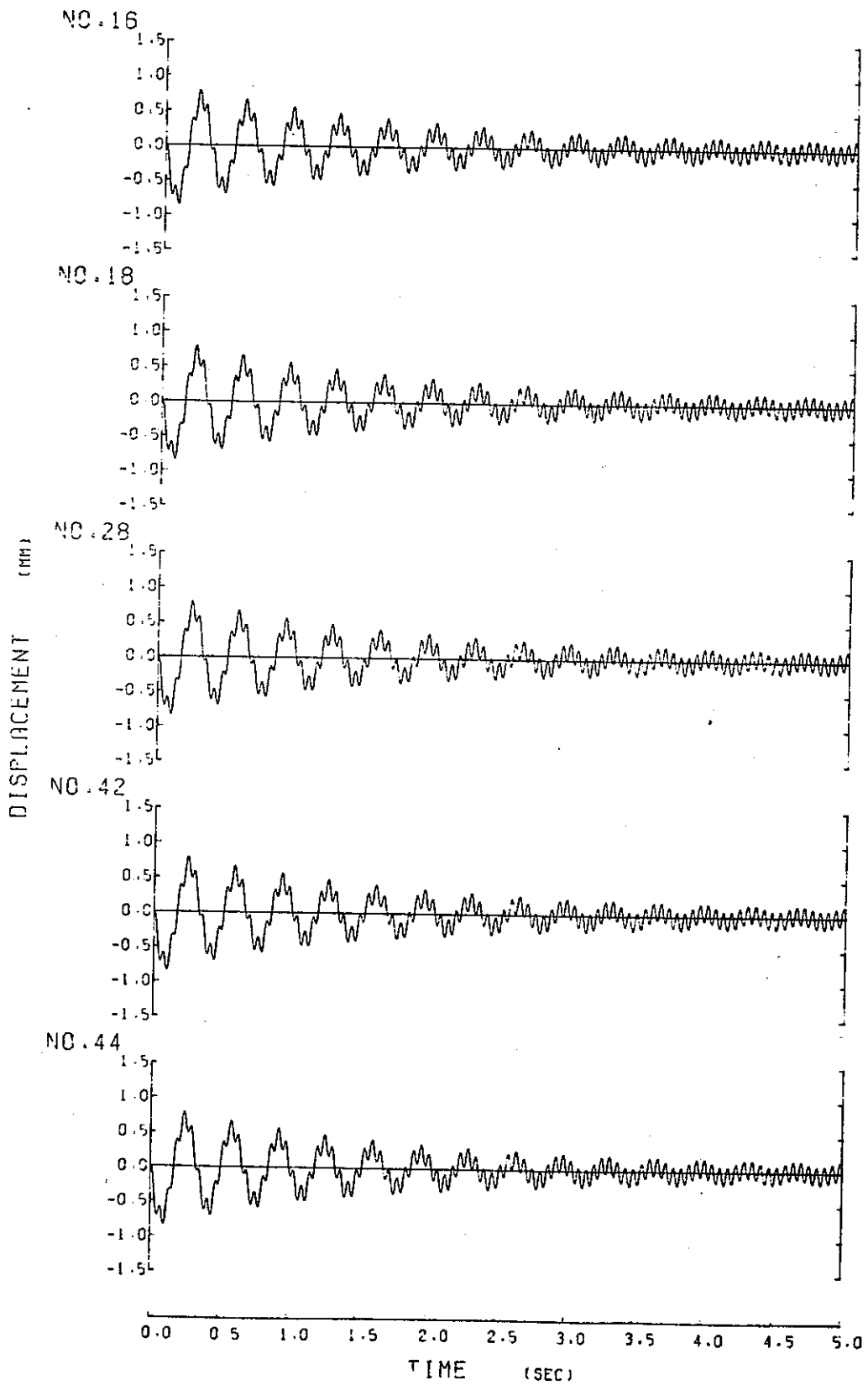


図 4.39 2次モード振動数における頂部相対変位(4)

Fig 4.39 Relative displacement of upper Pad in 2nd mode frequency (4)

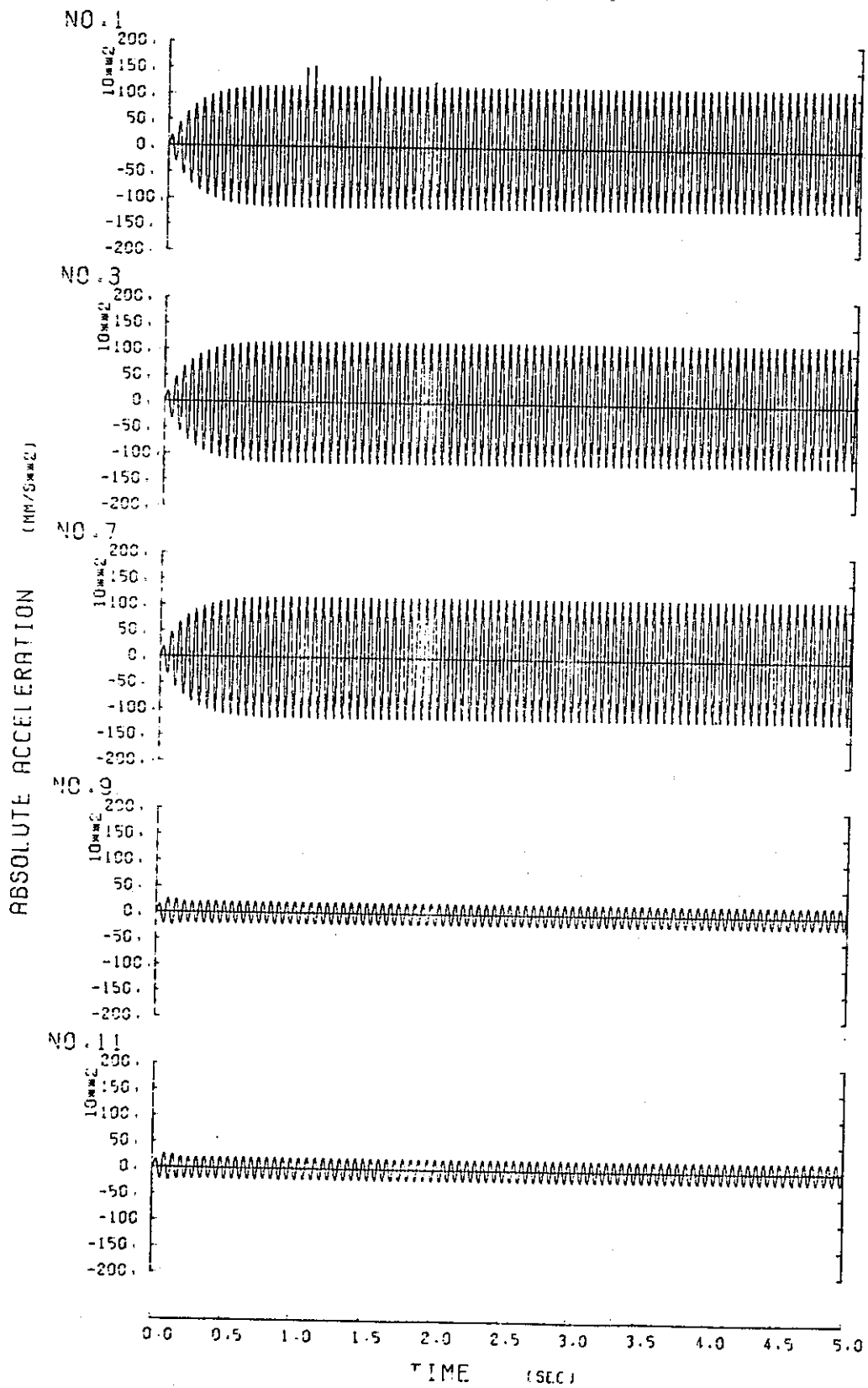


図 4.40 中間部加速度(1)

Fig 4.40 Middle Pad acceleration (1)

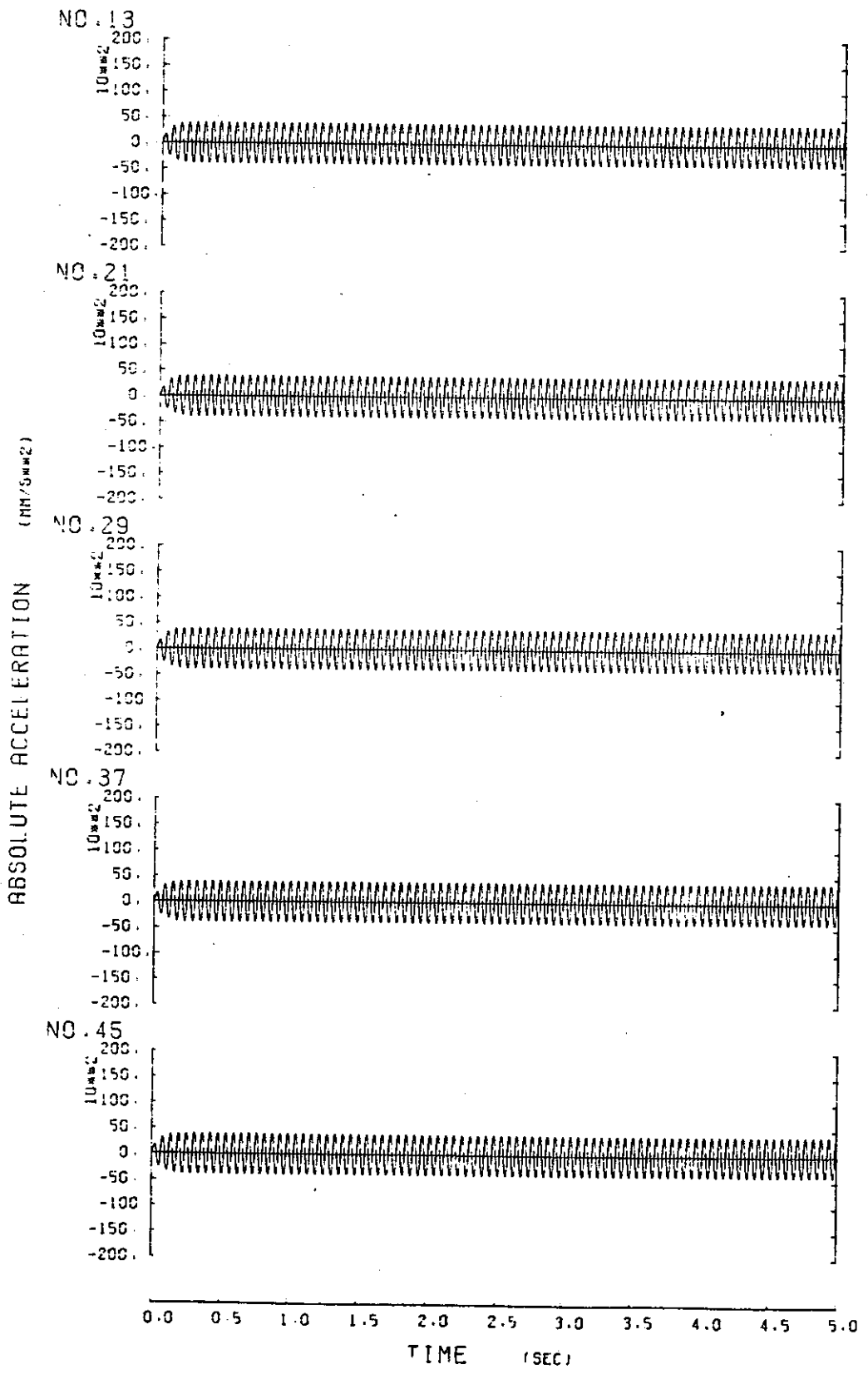


図 4. 41 中間部加速度(2)

Fig 4. 41 Middle Pad acceleration (2)

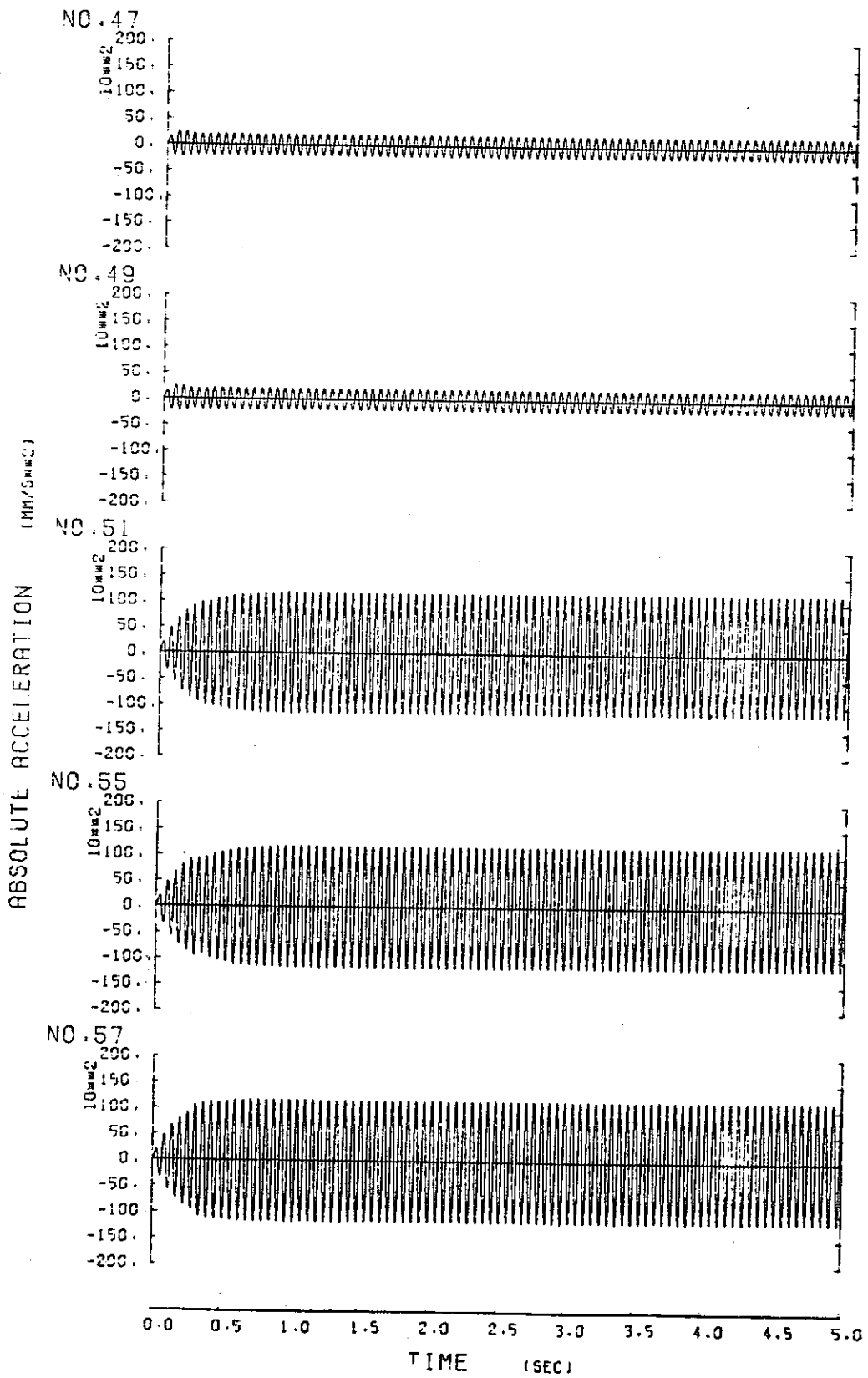


図 4.42 中間部加速度(3)

Fig 4.42 Middle Pad acceleration (3)

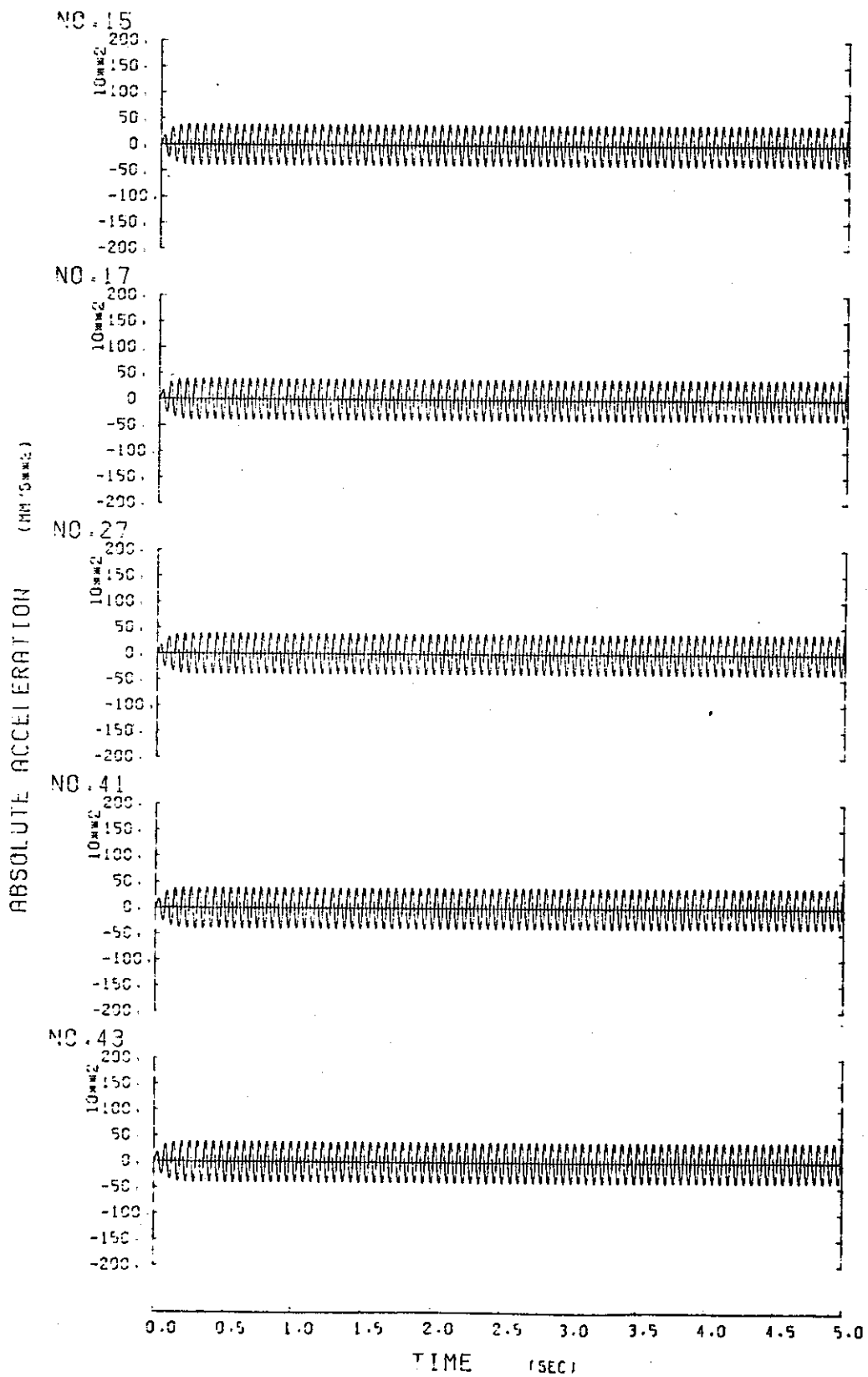


図 4.43 中間部加速度(4)

Fig 4.43 Middle Pad acceleration (4)

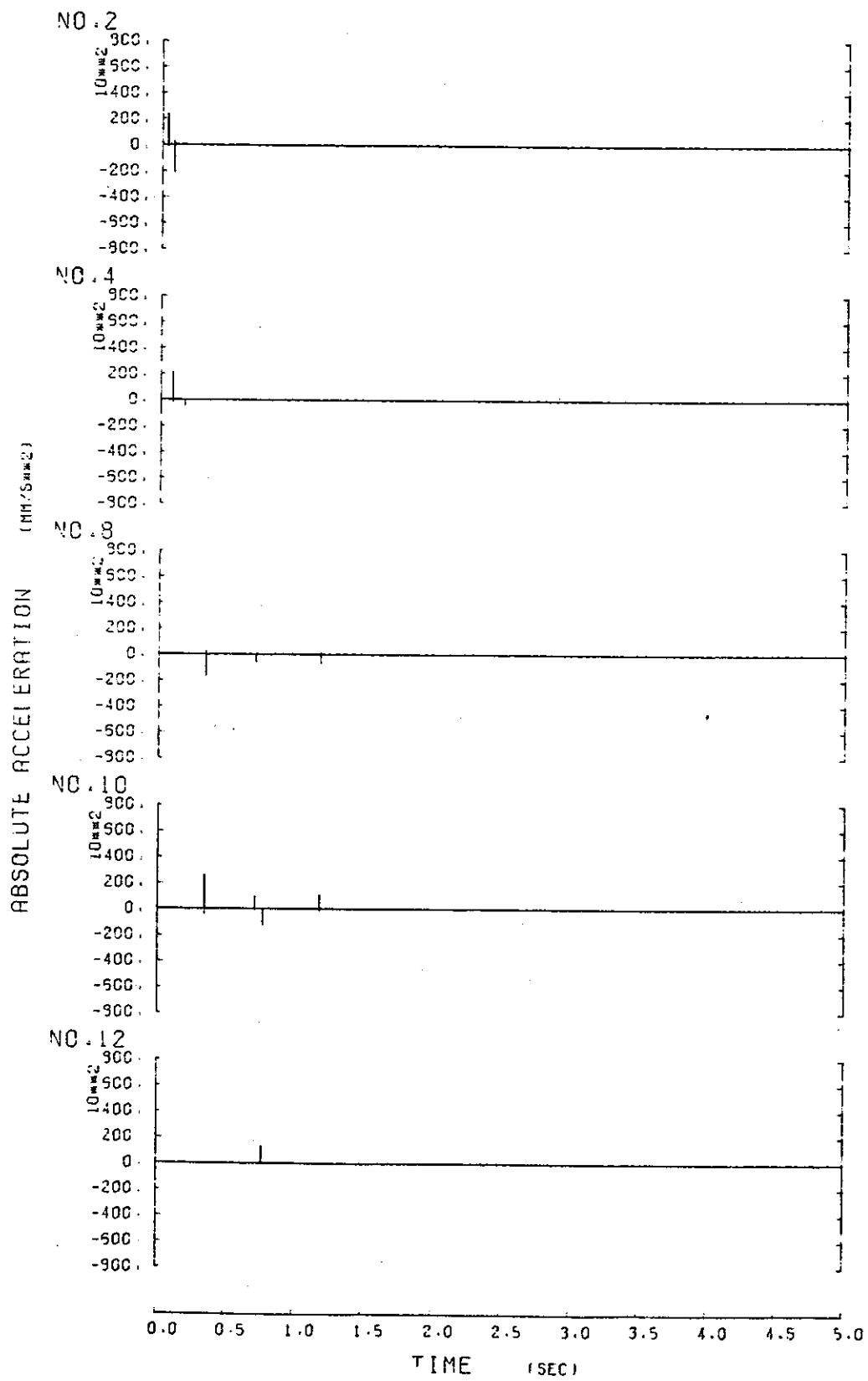


図 4.44 頂部加速度(1)

Fig 4.44 Upper Pad acceleration (1)

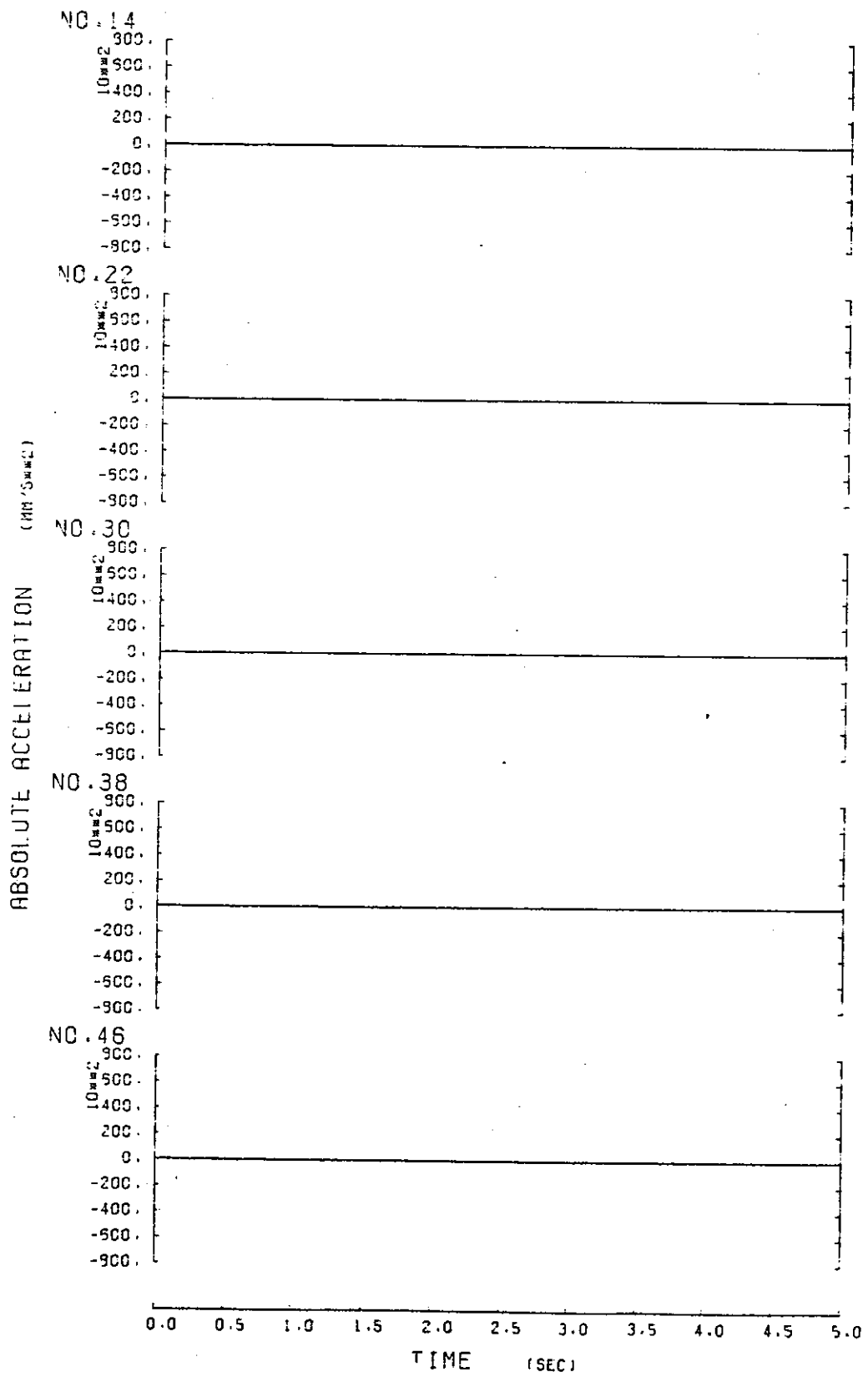


図 4.45 頂部加速度(2)

Fig 4.45 Upper Pad acceleration (2)



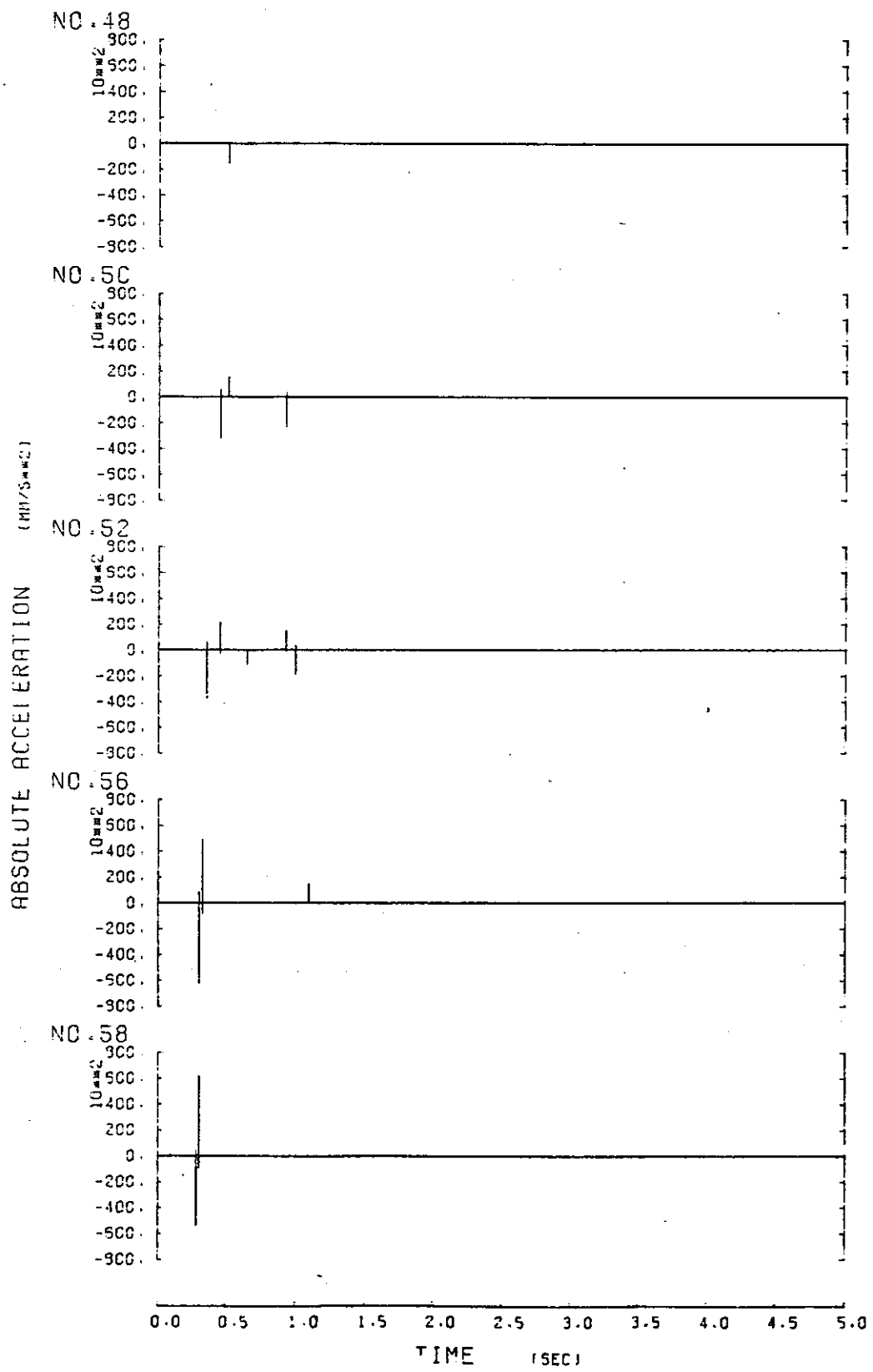


图 4.46 頂部加速度(3)

Fig 4.46 Upper Pad acceleration (3)

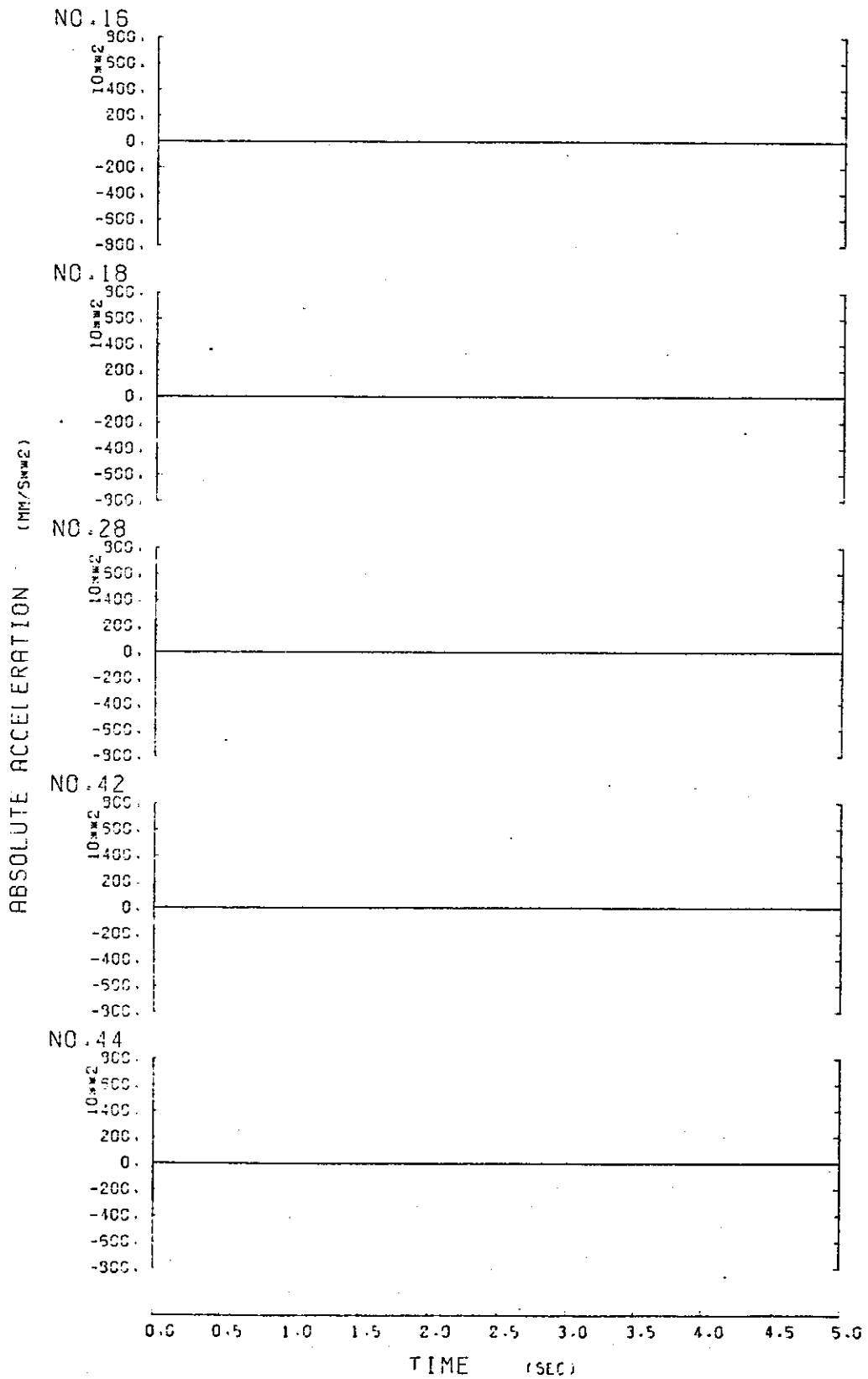


図 4.47 頂部加速度(4)

Fig 4.47 Upper Pad acceleration (4)

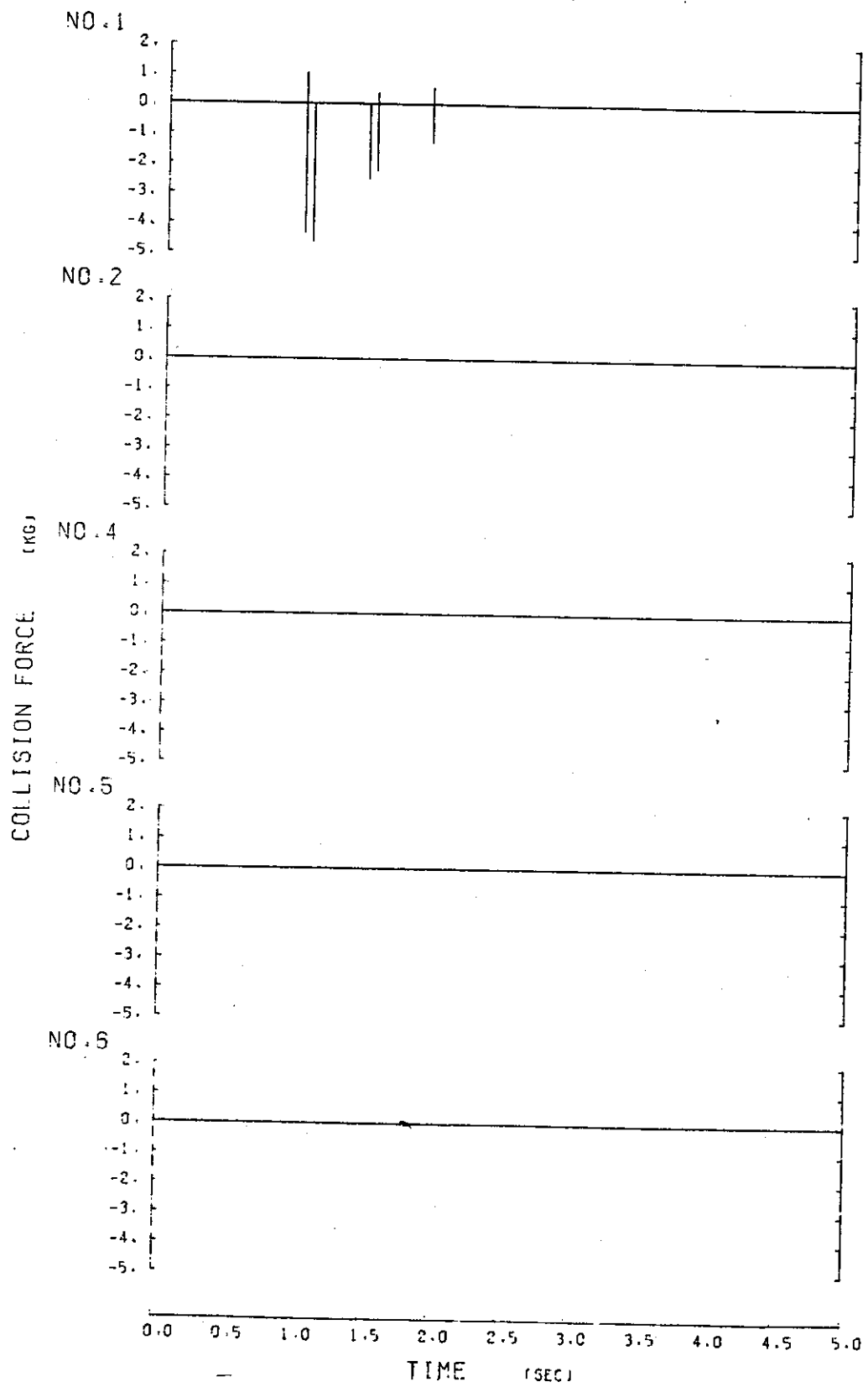


図 4.48 2次モード振動数における中間部衝突力(1)

Fig4.48 Middle Pad Collision force in 2nd mode frequency (1)

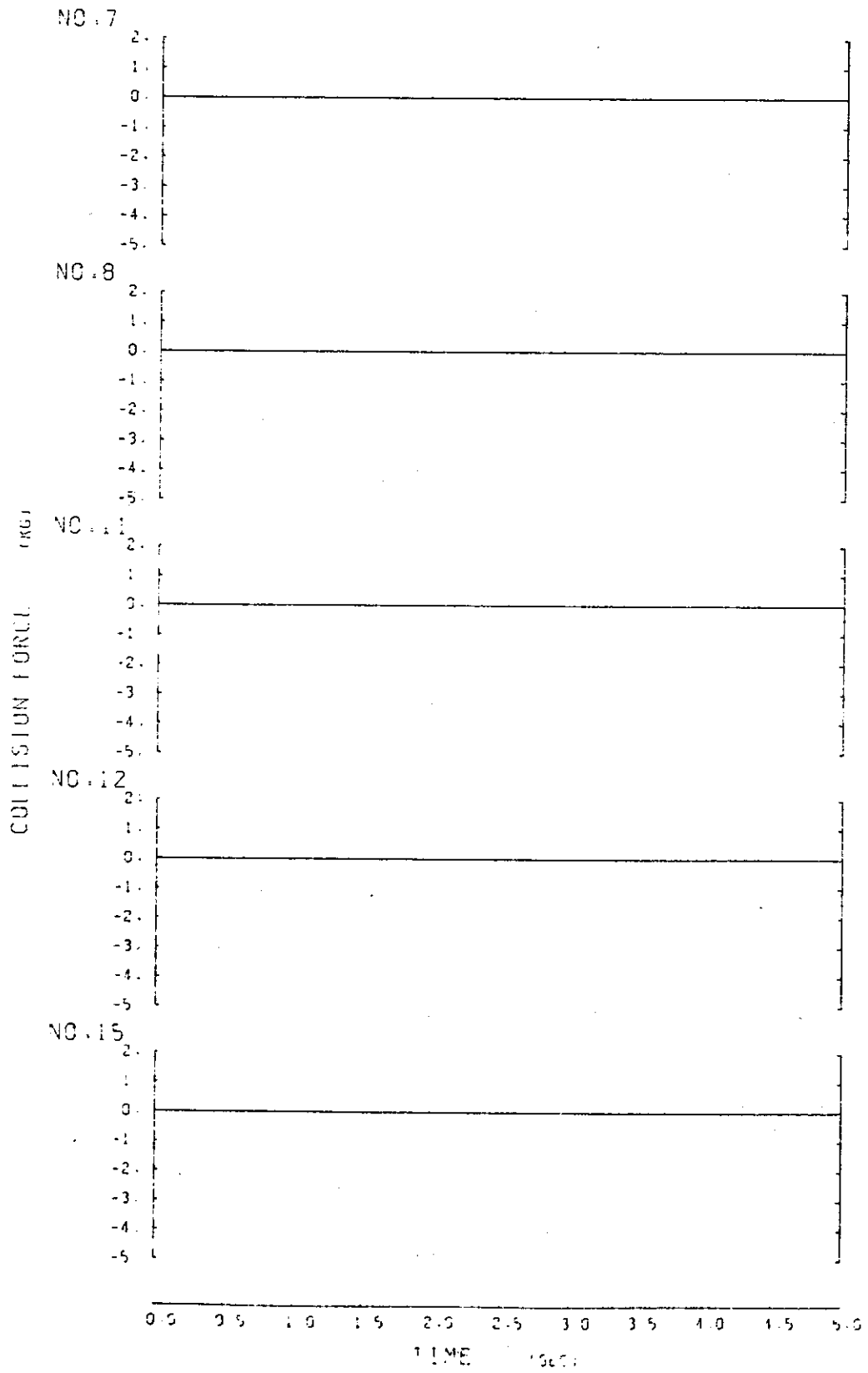


図 4.49 中間部衝突力(2)

Fig 4.49 Middle Pad Collision force (2)

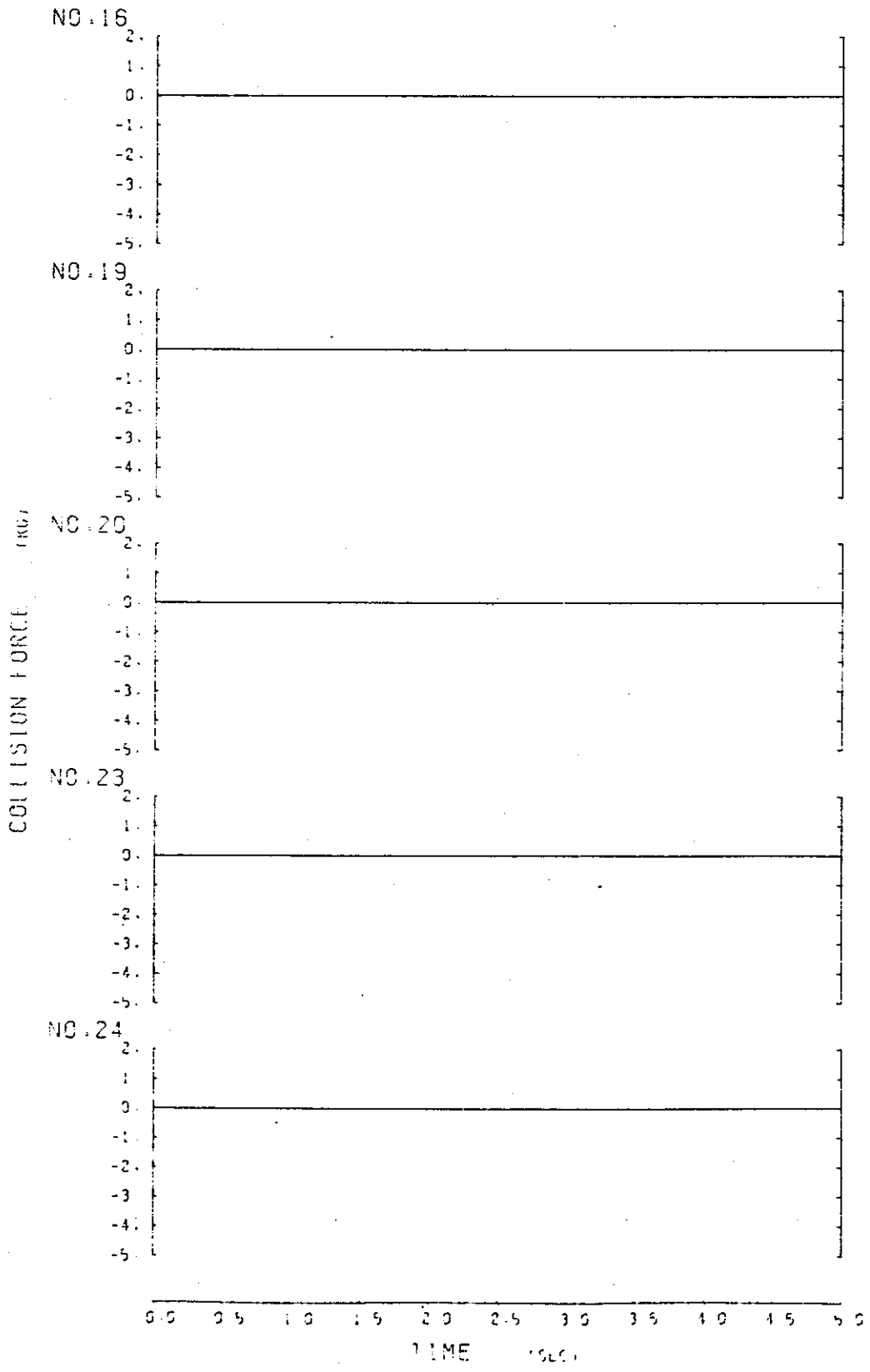


図 4.50 中間部衝突力(3)

Fig 4.50 Middle Pad Collision force (3)

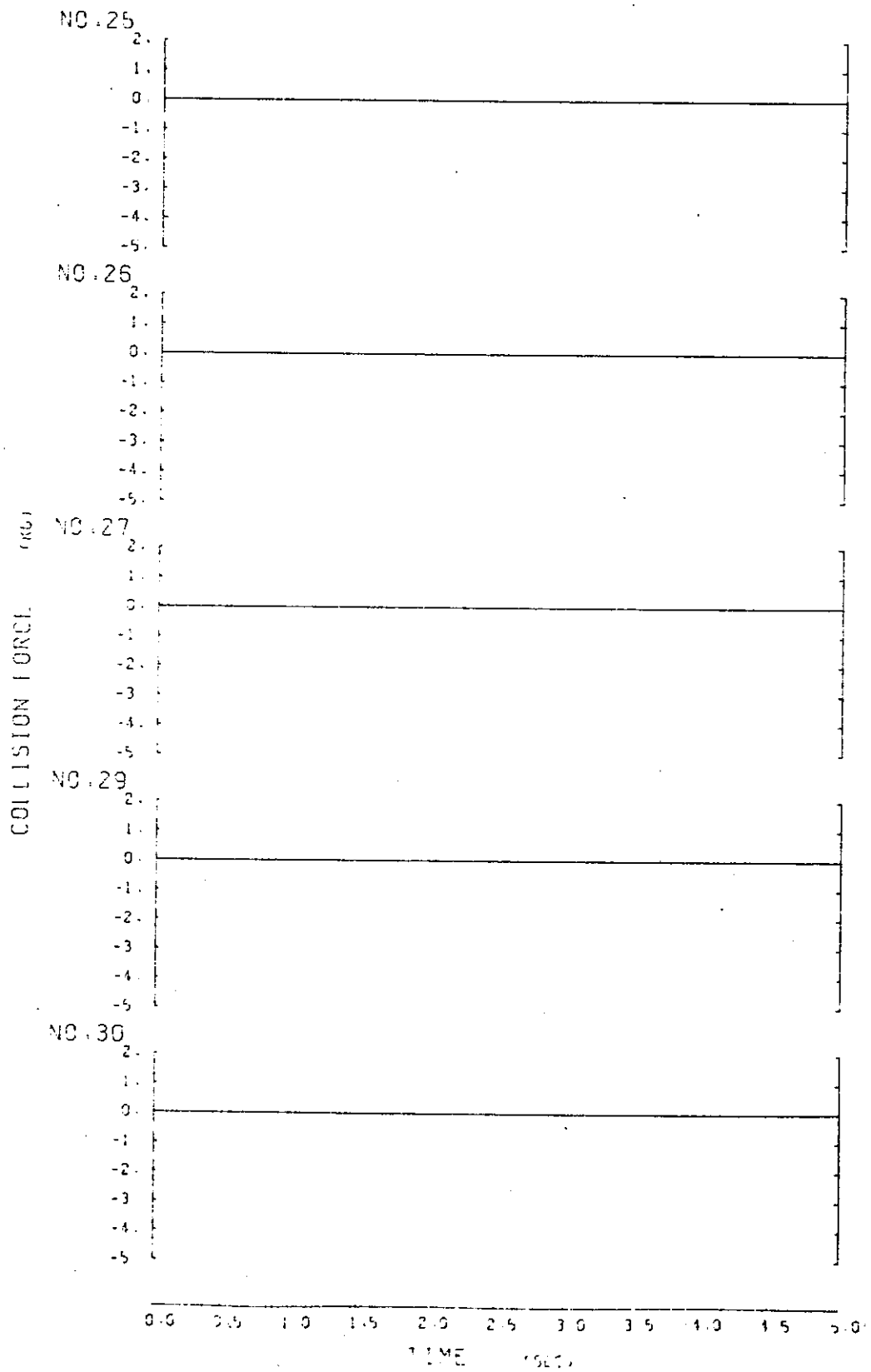


図 4.51 中間部衝突力(4)

Fig4.51 Middle Pad Collision force (4)

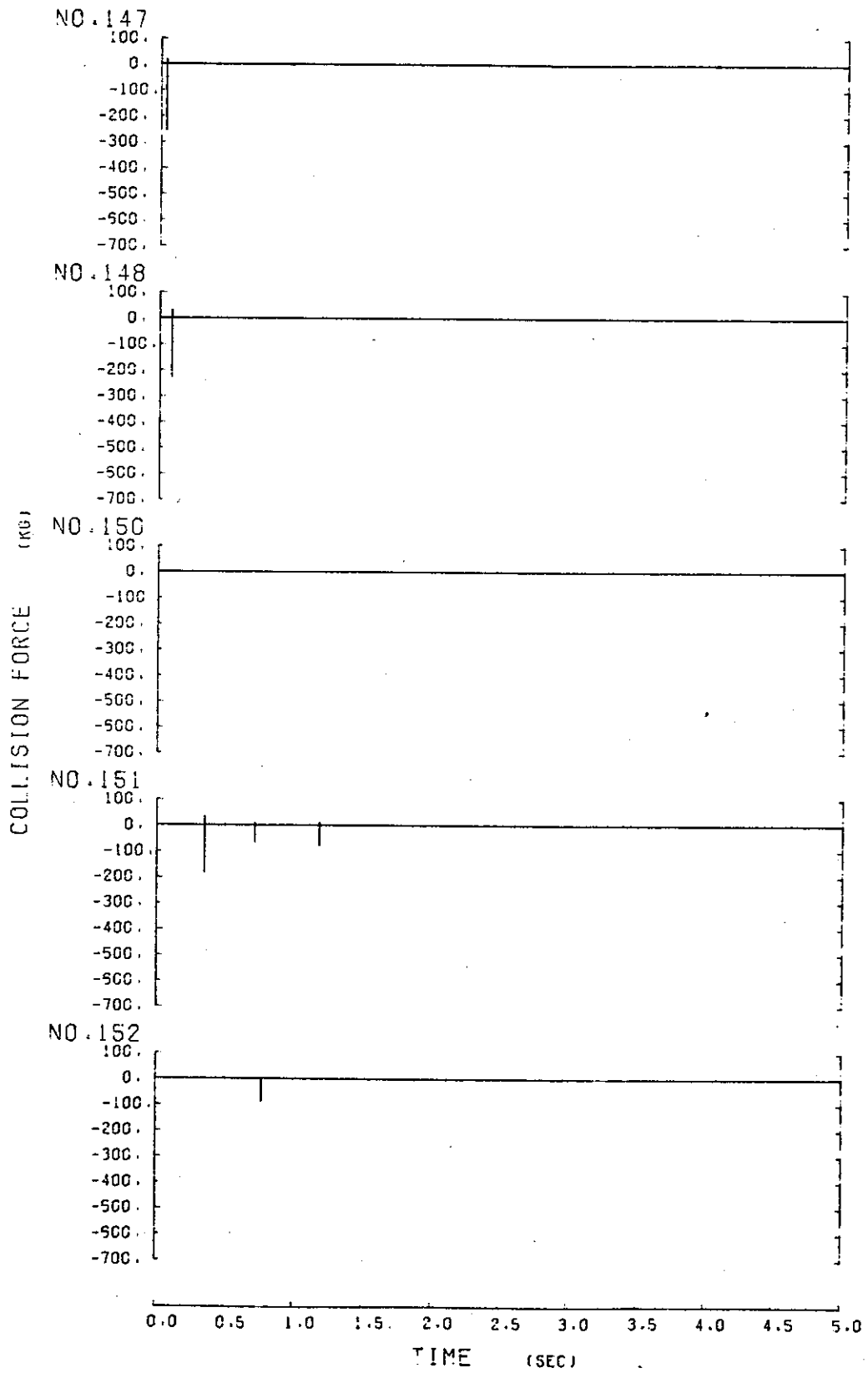


図 4.52 2次モード振動数における頂部衝突力(1)

Fig 4.52 Upper Pad Collision force in 2nd Mode frequency (1)

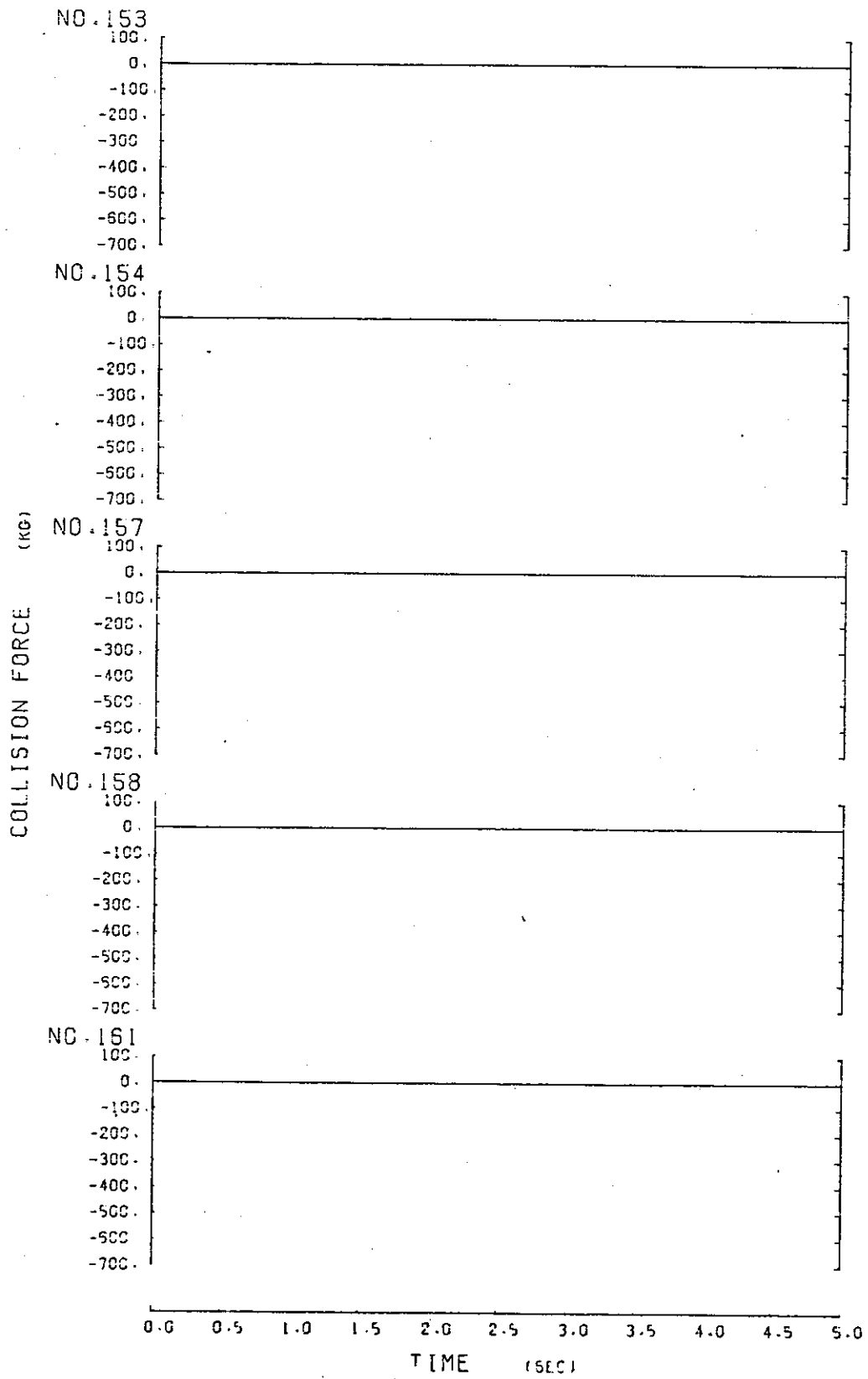


図 4.53 頂部衝突力(2)

Fig 4.53 Upper Pad Collision force (2)



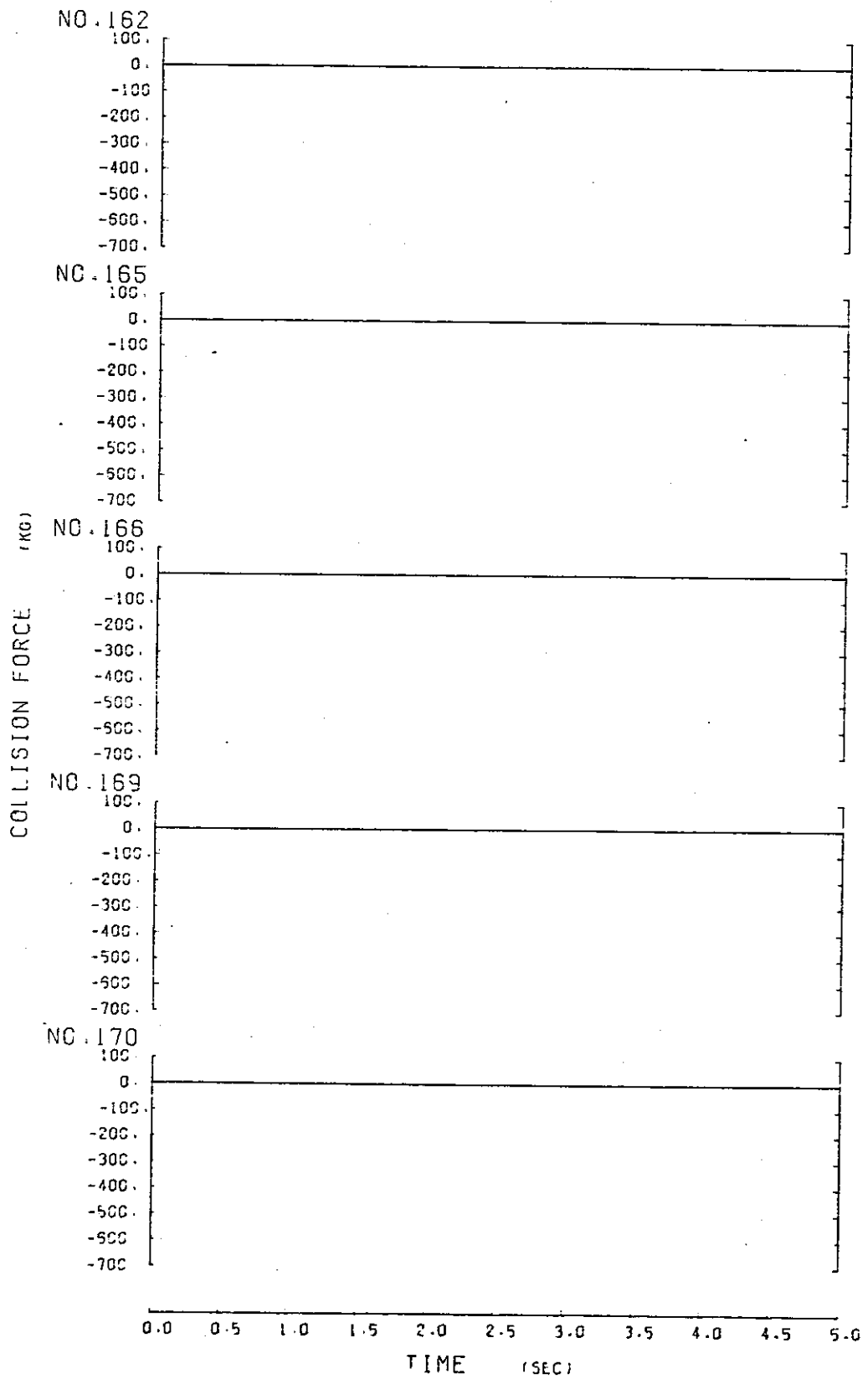


図 4.54 頂部衝突力(3)

Fig 4.54 Upper Pad Collision force (3)

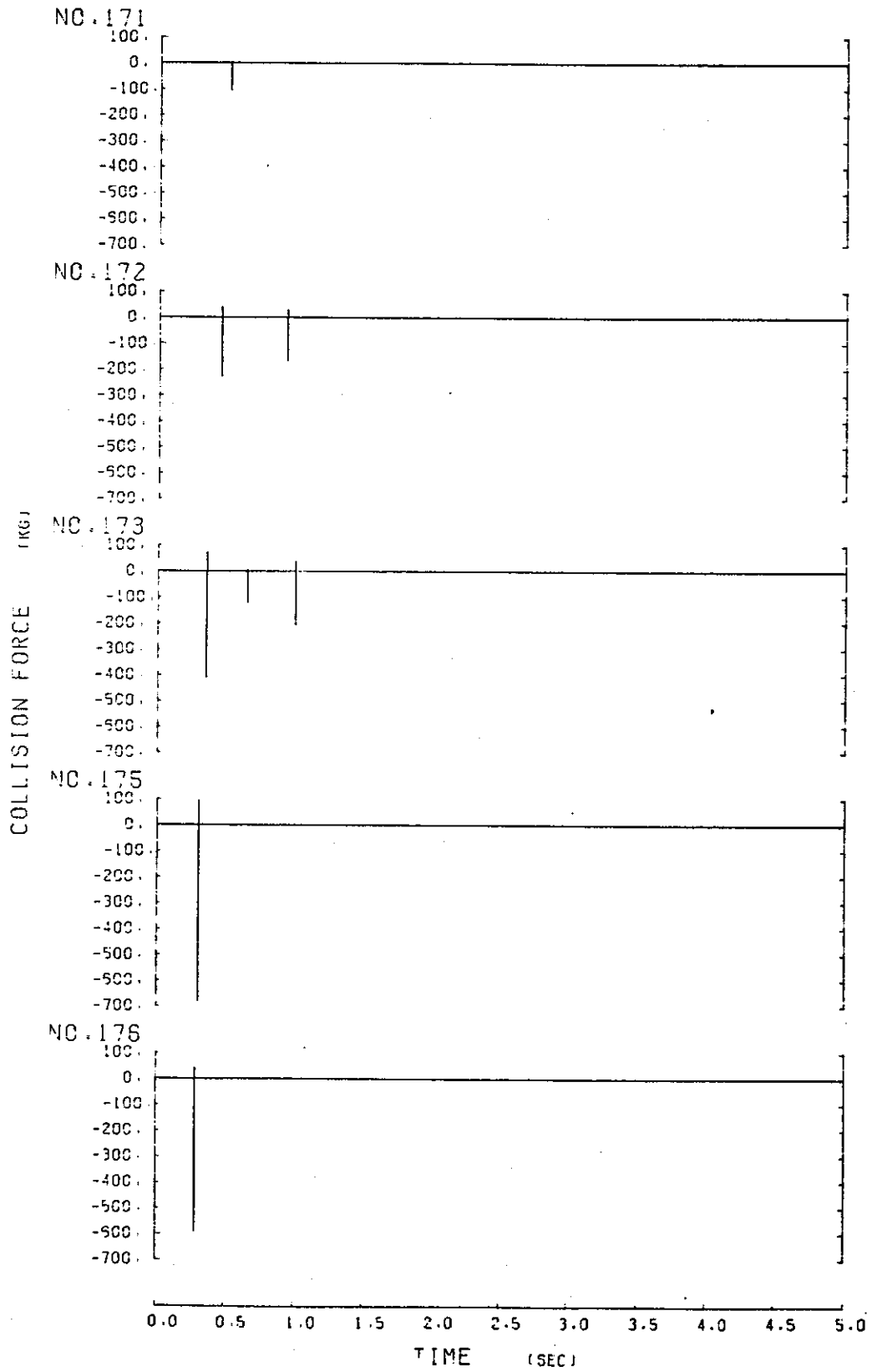


図 4.55 頂部衝突力(4)

Fig 4.55 Upper Pad Collision force (4)

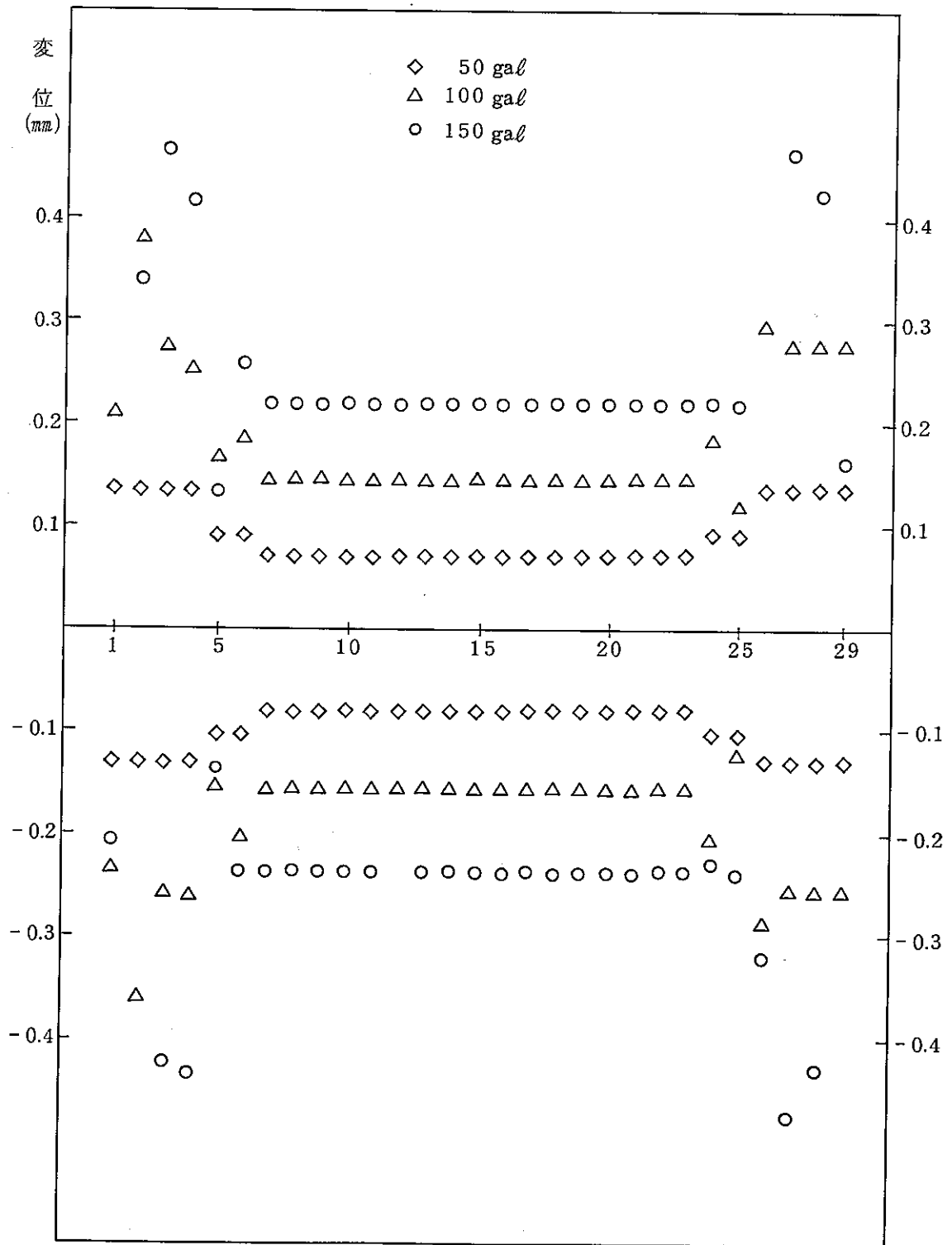


图 4.56 正弦波加振時頂部最大變位 ( 周波数 17.5 Hz )

Fig. 4.56 Maximum displacement of Upper Pad Under sinusoidal excitation (  $f = 17.5$  Hz )

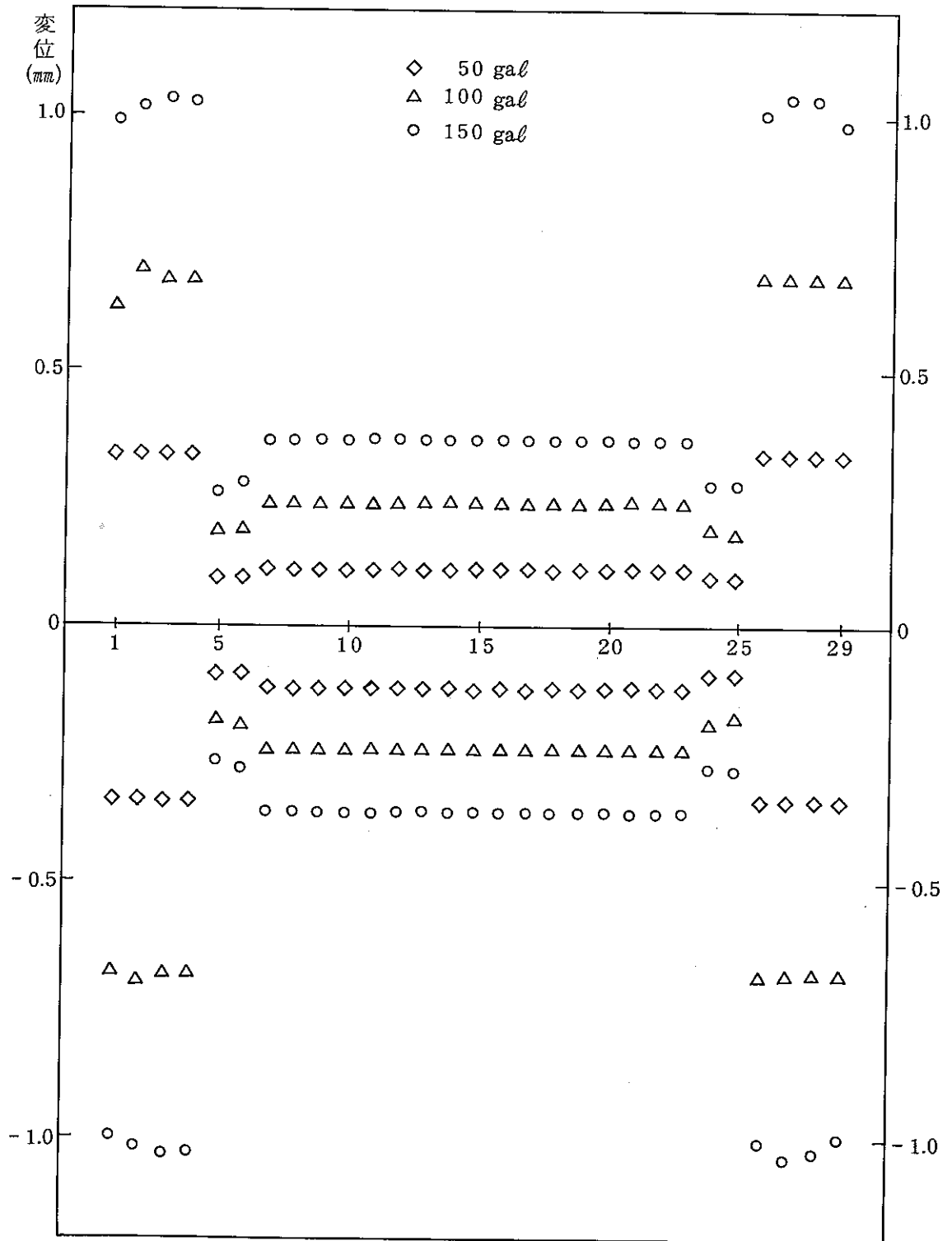


図 4.57 正弦波加振時中間部最大変位 ( 周波数 17.5 Hz )

Fig.4.57 Maximum displacement of Middle Pad Under sinusoidal excitation (  $f = 17.5$  Hz )

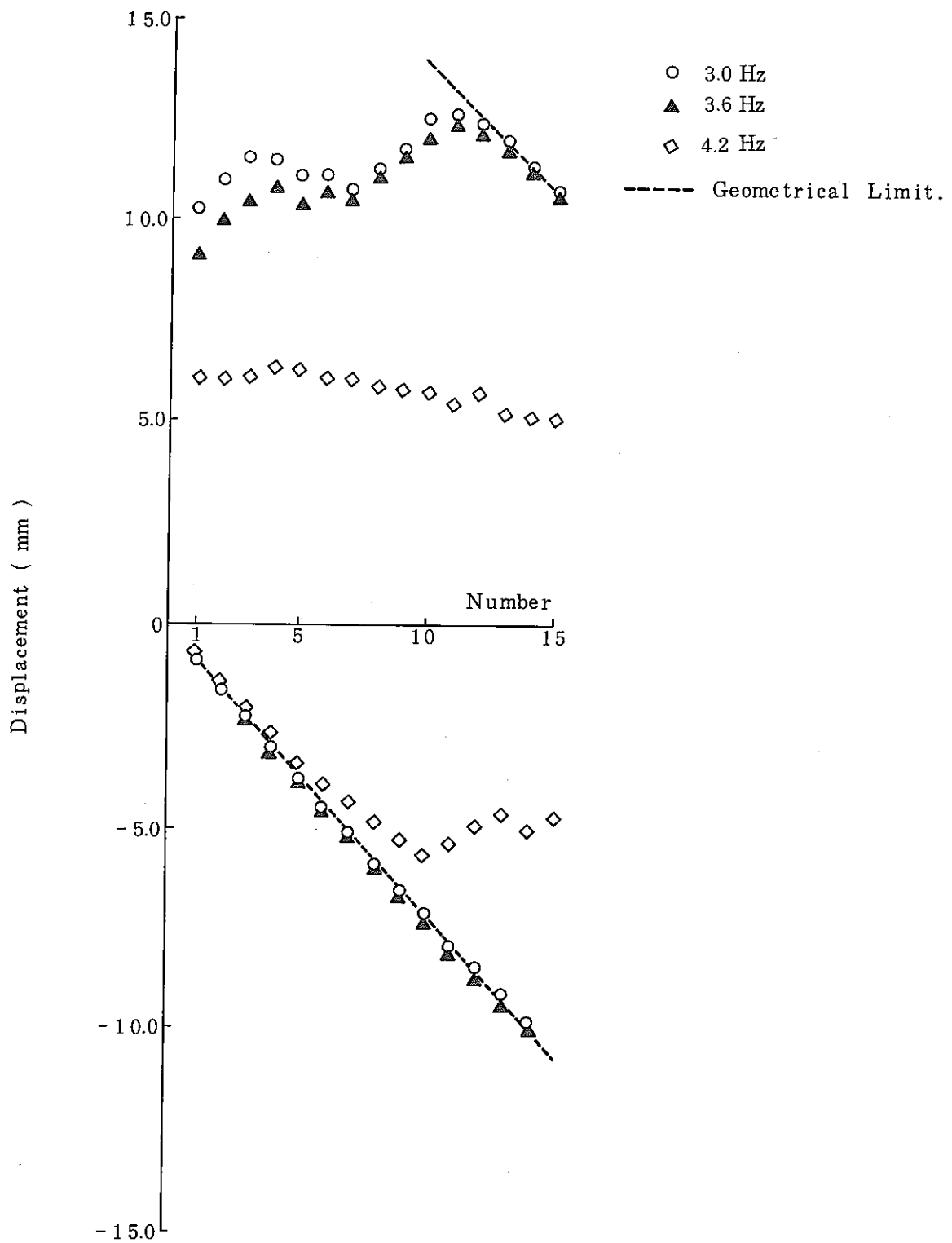


図 5.1 正弦波 150 gal 加振時の頂部パット部の変位

Fig. 5.1 Upper Pad displacement Under sinusoidal 150 gal excitation

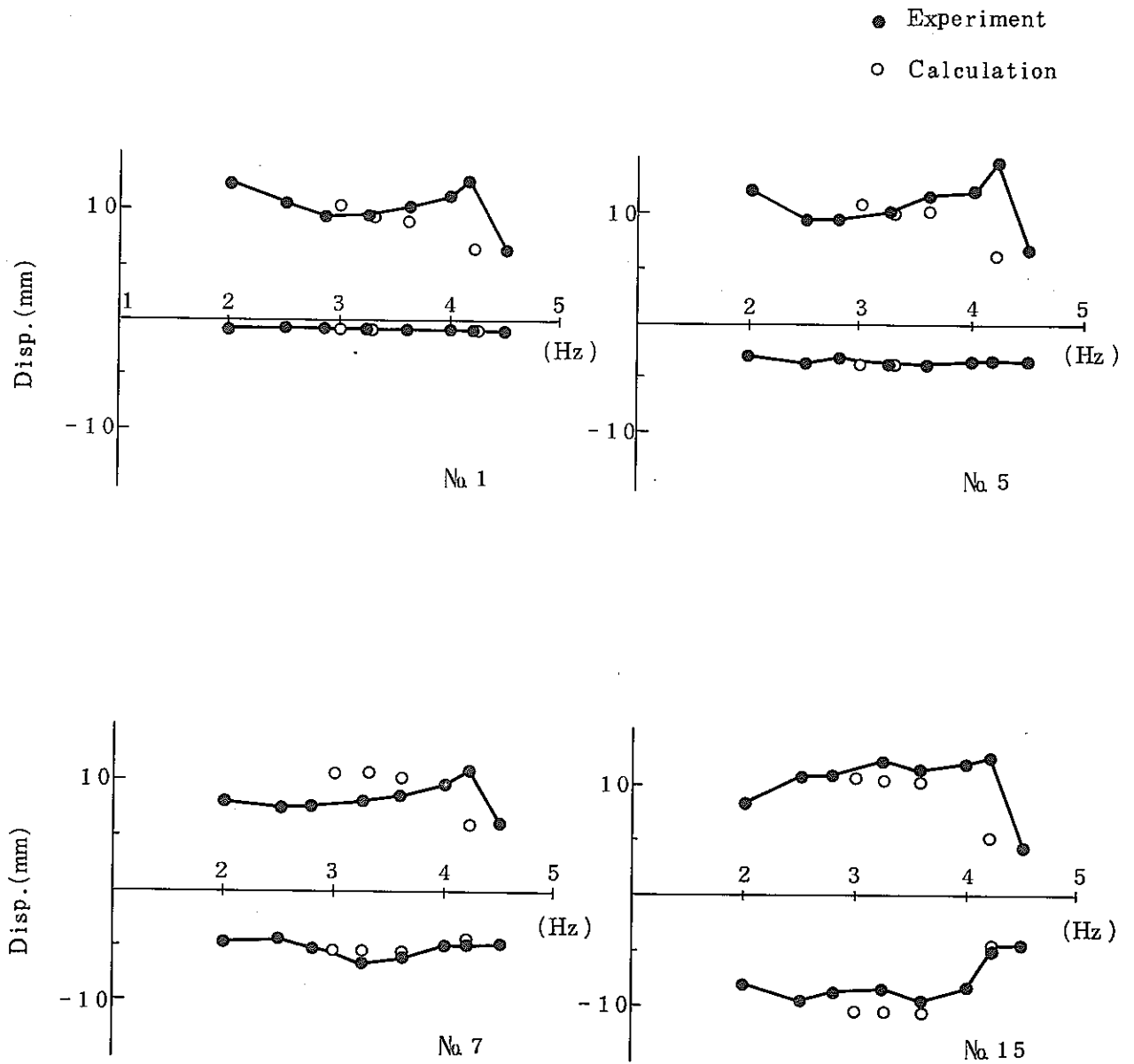


図 5.2 正弦波水中 150 gal 加振における要素の応答変位 (要素別振動特性)

Fig. 5.2 Displacement of Component in Water Under sinusoidal 150 gal excitation ( Response curves )

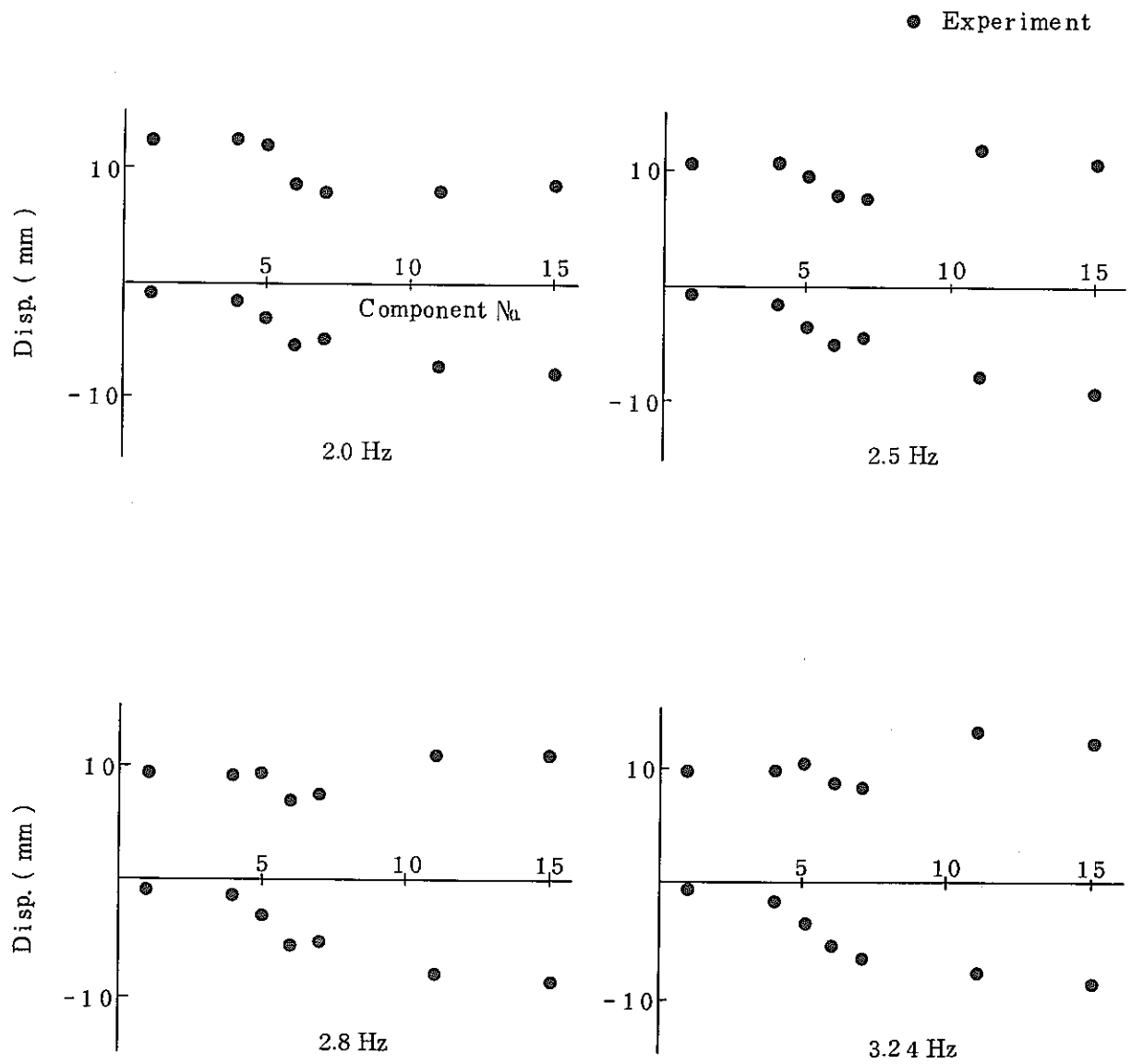


図 5.3 正弦波水中 150 gal 加振における要素の応答変位

Fig. 5.3 Displacement of Component in water Under sinusoidal excitation

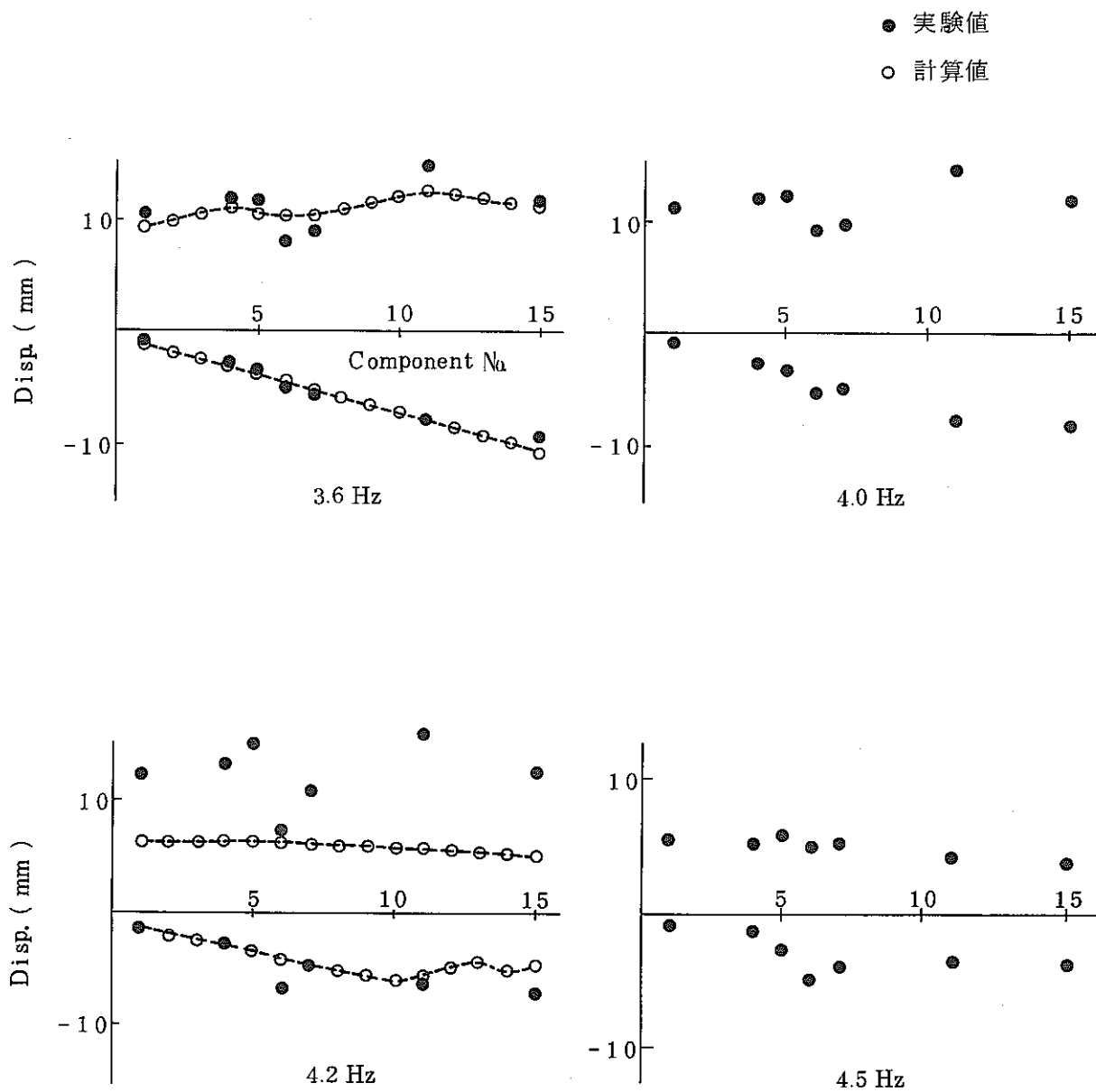


図 5.4 正弦波水中 150 gal 加振における要素の応答変位

Fig. 5.4 Displacement of Component in water Under sinusoidal excitation



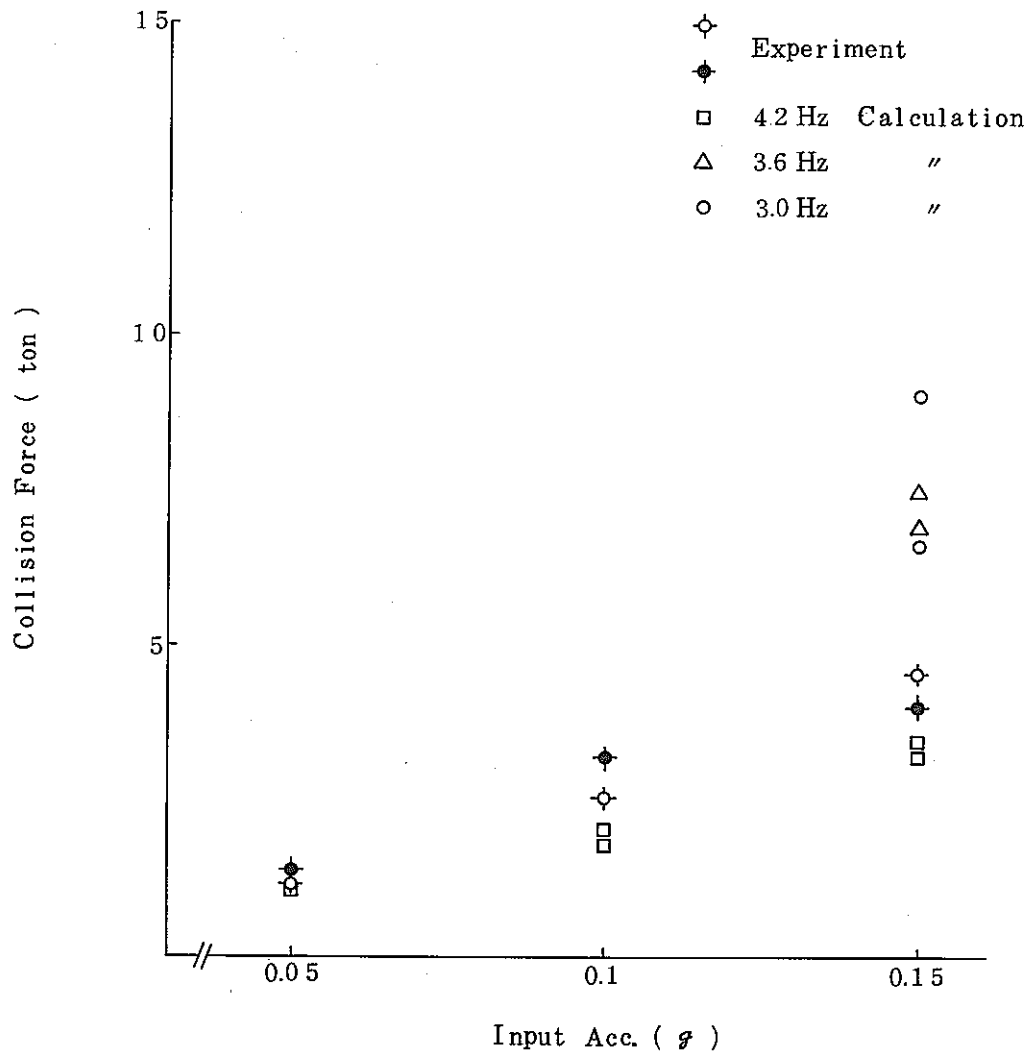


図 5.5 正弦波加振による中性子しゃへい体の入力加速度と衝突力(一次共振点)

Fig. 5.5 Collision force and input acceleration Under sinusoidal excitation (1st Mode frequency)

表 4.1 正弦波加振実験解析結果 (周波数 4.2 Hz, 入力加速度 50 gal)  
 (最大変位, シミュレーション・タイム 3.0-5.0 秒)

Table 4.1 Displacement of Components at 4.2Hz under sinusoidal 50gal excitation

列	中間部変位 (MM)	秒 (SEC)	中間部変位 (MM)	秒 (SEC)	頂部変位 (MM)	秒 (SEC)	頂部変位 (MM)	秒 (SEC)
1	.3146	4.5716	-.2478	3.5051	2.0479	4.5629	-.7142	4.6536
2	.3084	4.7622	-.3005	4.4225	1.4961	4.0920	-1.3679	4.4195
3	.4314	4.5883	-.2472	4.4384	2.5893	4.5806	-1.5025	4.4463
4	.3314	3.1391	-.2393	3.9910	2.1225	3.1448	-1.5177	3.9907
5	.3532	4.5690	-.2348	4.7128	2.3369	4.5832	-1.7015	4.7097
6	.3063	4.3334	-.2675	4.4701	2.0583	4.5345	-1.8943	4.4695
7	.2782	3.6344	-.2538	3.9868	1.9156	3.6397	-1.7078	3.9893
8	.2431	3.1416	-.2587	3.2569	1.8763	3.1461	-1.6660	3.0219
9	.2288	3.6222	-.2366	3.7440	1.5581	3.6241	-1.6080	3.7466
10	.2431	3.6241	-.2306	3.7466	1.6455	3.6267	-1.5775	3.7486
11	.2443	3.6267	-.2436	3.5032	1.6544	3.6293	-1.6453	3.5064
12	.2443	3.6267	-.2436	3.5032	1.6544	3.6293	-1.6453	3.5064
13	.2443	3.6267	-.2436	3.5032	1.6544	3.6293	-1.6453	3.5064
14	.2443	3.6267	-.2436	3.5032	1.6544	3.6293	-1.6453	3.5064
15	.2443	3.6267	-.2436	3.5032	1.6544	3.6293	-1.6453	3.5064
16	.2443	3.6267	-.2436	3.5032	1.6544	3.6293	-1.6453	3.5064
17	.2443	3.6267	-.2436	3.5032	1.6544	3.6293	-1.6453	3.5064
18	.2443	3.6267	-.2436	3.5032	1.6544	3.6293	-1.6453	3.5064
19	.2443	3.6267	-.2436	3.5032	1.6544	3.6293	-1.6453	3.5064
20	.2618	3.6279	-.2651	4.6995	1.7519	3.6267	-1.7707	4.7008
21	.2750	4.8116	-.2852	4.9365	1.8270	4.8116	-1.8940	4.9384
22	.1886	4.5767	-.2584	4.0014	1.3371	4.5857	-1.6465	3.9989
23	.2964	3.8698	-.3108	3.7527	1.9536	3.8718	-2.0610	3.7538
24	.2760	4.3548	-.3124	4.2080	1.9238	4.3532	-2.2156	4.2204
25	.2355	3.1512	-.2263	4.4631	1.6759	3.1537	-1.6777	3.2683
26	.2257	3.6241	-.3675	4.9339	1.4086	4.3436	-2.1770	4.9395
27	.2157	4.3153	-.3881	3.2874	1.5153	4.3151	-2.5726	3.2772
28	.2611	3.1138	-.3284	4.8804	1.5144	4.7897	-1.6030	4.9237
29	.2333	3.8621	-.3446	3.9498	.7140	3.8044	-1.9086	4.9211

表 4.2 正弦波加振実験解析結果(周波数 4.2Hz, 入力加速度 50gal)

(最大衝突力, シミュレーション・タイム 3.0-5.0 秒)

Table 4.2 Collision force of Component at 4.2Hz under sinusoidal 50gal excitation

	中間部衝突力 (KG)	秒 (SEC)	頂部衝突力 (KG)	秒 (SEC)
1	0.0000	5.0000	-1156.9481	4.6535
2	0.0000	5.0000	-1224.8211	4.6628
3	0.0000	5.0000	-1204.3163	4.6918
4	0.0000	5.0000	-939.7399	3.7483
5	0.0000	5.0000	-648.9490	4.7099
6	0.0000	5.0000	-516.5143	4.7414
7	0.0000	5.0000	-347.3469	3.5688
8	0.0000	5.0000	-264.9496	3.8724
9	0.0000	5.0000	-45.0322	3.1100
10	0.0000	5.0000	0.0000	5.0000
11	0.0000	5.0000	0.0000	5.0000
12	0.0000	5.0000	0.0000	5.0000
13	0.0000	5.0000	0.0000	5.0000
14	0.0000	5.0000	0.0000	5.0000
15	0.0000	5.0000	0.0000	5.0000
16	0.0000	5.0000	0.0000	5.0000
17	0.0000	5.0000	0.0000	5.0000
18	0.0000	5.0000	0.0000	5.0000
19	0.0000	5.0000	0.0000	5.0000
20	0.0000	5.0000	0.0000	5.0000
21	0.0000	5.0000	-104.3816	4.6052
22	0.0000	5.0000	-218.8069	4.5220
23	0.0000	5.0000	-318.8728	3.0202
24	0.0000	5.0000	-301.5507	3.4845
25	0.0000	5.0000	-519.5867	3.8871
26	0.0000	5.0000	-481.7007	3.8707
27	0.0000	5.0000	-953.4417	3.3908
28	0.0000	5.0000	-1149.6783	3.3798
29	0.0000	5.0000	-1273.1103	3.8216
30	0.0000	5.0000	-1140.5360	3.8042

表 4.3 正弦波加振実験解析結果(周波数 4.2 Hz, 入力加速度 100 gal)

(最大変位, シミュレーション・タイム 3.0-5.0 秒)

Table 4.3 Displacement of Components at 4.2Hz under sinusoidal 100gal excitation

列	中間部変位 (MM)	秒 (SEC)	中間部変位 (MM)	秒 (SEC)	頂部変位 (MM)	秒 (SEC)	頂部変位 (MM)	秒 (SEC)
1	.5004	3.5324	-.5224	4.1661	2.2391	3.1374	-.7224	3.6827
2	.5111	4.5585	-.5243	3.7543	3.0635	4.5672	-1.3394	4.2274
3	.5255	3.6133	-.2961	4.9005	3.8403	3.6246	-1.6696	4.2057
4	.6126	4.3365	-.3625	4.1972	3.6740	4.3393	-1.9753	3.0207
5	.5394	4.0914	-.3635	4.9270	3.7094	4.0971	-2.5455	4.9262
6	.5343	3.6123	-.4377	3.0142	3.7242	3.6208	-3.0642	4.9316
7	.5429	3.3474	-.5749	4.9247	3.6902	3.3841	-3.6233	4.9198
8	.6161	4.0873	-.5399	3.9827	3.8693	3.8600	-3.8529	3.9805
9	.6033	3.8646	-.5139	3.5041	3.7461	3.8654	-3.4597	3.5079
10	.4951	4.5657	-.4972	3.0345	3.4282	4.5802	-3.3451	3.0369
11	.5724	3.6297	-.4903	3.7507	3.7608	3.0337	-3.3299	3.7527
12	.5074	3.1577	-.4652	3.0369	3.2110	3.8765	-3.1431	3.0369
13	.3818	3.8407	-.3962	3.0349	2.6756	3.1628	-2.7540	3.0369
14	.4933	3.8413	-.4628	3.0321	3.3365	3.8644	-3.2566	3.0341
15	.5466	3.8551	-.5835	3.0252	3.5294	3.8607	-3.7491	3.0281
16	.4632	3.1477	-.4961	3.0346	3.1667	3.8670	-3.3616	3.0356
17	.4002	4.3422	-.4712	3.0287	2.8316	4.3451	-3.2019	3.0313
18	.4354	3.8683	-.4669	4.9487	2.9613	3.8709	-3.1412	4.9432
19	.4220	4.5825	-.5754	4.4522	3.3016	4.5850	-3.6621	4.4606
20	.5113	3.6282	-.5233	3.4897	3.4170	3.6295	-3.4779	3.5062
21	.5024	4.5773	-.5569	3.5112	3.4011	4.5812	-3.5621	3.5095
22	.5852	3.6282	-.6502	3.4930	3.8402	3.6252	-3.9885	3.2706
23	.5708	4.3285	-.5619	4.4654	3.5516	4.0857	-3.8146	4.4588
24	.4907	3.1352	-.5723	3.0213	3.0448	3.1294	-3.8277	3.0249
25	.3447	3.8480	-.5197	4.2126	2.5683	4.8111	-3.6480	4.2168
26	.3748	3.5983	-.6506	3.7380	1.9492	4.8082	-3.9737	3.7422
27	.3088	3.1150	-.6596	4.9254	1.6926	4.3269	-3.9248	4.9334
28	.3161	3.3973	-.5735	3.2454	1.2612	4.3170	-3.1913	4.4496
29	.2404	4.2820	-.4308	4.8267	.7235	4.9937	-2.4307	4.9227

表 4.4 正弦波加振実験解析結果(周波数 4.2 Hz, 入力加速度 100 gal)  
(最大衝突力, シミュレーション・タイム 3.0-5.0 秒)

Table 4.4 Collision force of Components at 4.2Hz under sinusoidal 100gal excitation

	中間部衝突力 (KG)	秒 (SEC)	頂部衝突力 (KG)	秒 (SEC)
1	0.0000	4.9993	-1835.0038	3.2077
2	0.0000	4.9993	-2241.7893	4.6461
3	0.0000	4.9993	-1936.1675	3.7115
4	0.0000	4.9993	-1892.4643	4.1912
5	0.0000	4.9993	-1245.5722	3.0051
6	0.0000	4.9993	-1149.6665	3.9612
7	0.0000	4.9993	-951.1166	3.2520
8	0.0000	4.9993	-865.0187	3.0316
9	0.0000	4.9993	-751.7325	4.9586
10	0.0000	4.9993	-580.7761	4.0324
11	0.0000	4.9993	-456.9668	3.0856
12	0.0000	4.9993	-399.5031	4.7973
13	0.0000	4.9993	-393.0626	4.3348
14	0.0000	4.9993	-259.4478	3.9351
15	0.0000	4.9993	-238.5967	3.9520
16	0.0000	4.9993	-247.2948	4.8024
17	0.0000	4.9993	-254.6973	4.7668
18	0.0000	4.9993	-362.0264	4.2136
19	0.0000	4.9993	-358.8966	3.0198
20	0.0000	4.9993	-390.5655	4.1684
21	0.0000	4.9993	-515.6879	4.8614
22	0.0000	4.9993	-655.9353	3.1769
23	0.0000	4.9993	-918.4728	4.8169
24	0.0000	4.9993	-925.9551	4.8003
25	0.0000	4.9993	-1245.9865	3.6060
26	0.0000	4.9993	-1260.4056	3.1276
27	0.0000	4.9993	-1829.0561	4.3107
28	0.0000	4.9993	-1948.9937	3.8317
29	0.0000	4.9993	-2233.7218	3.3382
30	0.0000	4.9993	-1887.0718	4.9935

表 4.5 正弦波加振実験解析結果(周波数 4.2Hz, 入力加速度 150 gal)

(最大変位, シミュレーション・タイム 3.0-5.0 秒)

Table 4.5 Displacement of Componets at 4.2Hz under sinusoidal 150gal excitation

列	中間部変位 (MM)	秒 (SEC)	中間部変位 (MM)	秒 (SEC)	頂部変位 (MM)	秒 (SEC)	頂部変位 (MM)	秒 (SEC)
1	1.0293	4.5517	-.3305	3.2148	5.9871	4.5644	-.7440	4.6431
2	.9646	4.5573	-.3292	4.8901	5.9841	4.5676	-1.4406	4.4317
3	.9919	3.3770	-.4350	4.6664	6.0979	3.3818	-2.1014	4.9102
4	1.0221	4.8080	-.5358	4.9069	6.3486	3.6189	-2.7318	3.2442
5	.9723	4.5552	-.6112	4.6736	6.3333	4.5662	-3.3816	3.4880
6	.9128	4.5626	-.6493	4.9117	6.0835	4.5695	-3.9803	3.4918
7	.9055	3.3727	-.7601	3.4788	6.0198	3.3770	-4.4391	4.6723
8	.9039	3.6189	-.8384	4.6765	5.8389	3.6208	-4.8885	3.9676
9	.8830	4.8042	-.8818	3.9694	5.7470	4.8150	-5.3311	4.2027
10	.8454	4.8050	-.8859	4.9322	5.6816	4.8117	-5.7182	4.9286
11	.8465	4.0962	-.8110	4.9339	5.4478	4.1018	-5.4244	4.9364
12	.8714	4.5813	-.7312	4.7030	5.6903	4.5813	-4.9824	4.7052
13	.7642	4.5717	-.6980	3.9870	5.1904	3.8661	-4.7494	3.9896
14	.7390	4.1169	-.7655	4.9445	5.1041	4.8237	-5.1079	4.9481
15	.7684	4.1094	-.7016	3.5096	5.1086	4.1107	-4.7599	3.9917
16	.6371	4.1082	-.7733	3.9905	4.4398	4.1137	-5.2991	3.9870
17	.7189	4.1057	-.7916	4.9388	4.8644	4.1057	-5.2635	4.9416
18	.7008	3.3943	-.8547	3.2721	4.8179	4.1083	-5.5526	3.2721
19	.7914	4.1018	-.8736	4.2199	5.3304	4.1057	-5.5306	4.2206
20	.8933	4.0962	-.8329	4.2031	5.7573	4.0933	-5.4182	4.2163
21	.9023	3.1359	-.9058	3.7357	5.4085	3.1286	-5.8807	3.2650
22	.8462	3.8409	-.9563	3.0182	4.9398	3.1327	-6.2596	3.0237
23	.7347	3.3663	-.9016	3.2554	4.4168	3.3623	-5.8496	3.2578
24	.6440	3.8395	-.9189	3.2528	4.0182	4.3250	-6.1178	3.2617
25	.5997	3.1270	-.9320	3.7230	3.3247	4.0835	-6.1457	3.2572
26	.5120	3.3547	-.9664	3.7364	2.7347	3.8489	-6.0648	3.7402
27	.4235	3.3577	-1.0159	3.7376	2.1134	3.8436	-6.3243	3.7374
28	.3110	3.8197	-.9495	3.9612	1.4397	4.7875	-5.7360	3.9743
29	.3342	3.0944	-.9660	3.7183	.7419	3.8091	-5.6293	4.9222

表 4.6 正弦波加振実験解析結果 (周波数 4.2 Hz, 入力加速度 150 gal)  
 (最大衝突力, シミュレーション・タイム 3.0-5.0 秒)

Table 4.6 Collision force of Components at 4.2Hz under sinusoidal 150gal excitation

	中間部衝突力 (KG)	秒 (SEC)	頂部衝突力 (KG)	秒 (SEC)
1	0.0000	4.9998	-3400.1174	4.6431
2	0.0000	4.9998	-4070.9545	4.4097
3	0.0000	4.9998	-3374.5262	4.6545
4	0.0000	4.9998	-3317.8777	4.6553
5	0.0000	4.9998	-2439.9422	4.6575
6	0.0000	4.9998	-2203.5855	4.4220
7	0.0000	4.9998	-1624.0160	3.7084
8	0.0000	4.9998	-1548.6096	4.6673
9	0.0000	4.9998	-1333.3289	3.9617
10	0.0000	4.9998	-1062.7827	4.9286
11	0.0000	4.9998	-937.8696	4.2342
12	0.0000	4.9998	-925.0224	3.2980
13	0.0000	4.9998	-945.8435	4.2666
14	0.0000	4.9998	-813.1073	3.5563
15	0.0000	4.9998	-494.3420	4.0534
16	0.0000	4.9998	-570.8398	4.8848
17	0.0000	4.9998	-1015.2889	4.8617
18	0.0000	4.9998	-841.0074	4.3894
19	0.0000	4.9998	-955.1198	3.8878
20	0.0000	4.9998	-1019.7080	4.8325
21	0.0000	4.9998	-1156.3450	3.8575
22	0.0000	4.9998	-1517.7777	3.8428
23	0.0000	4.9998	-1647.5137	3.5957
24	0.0000	4.9998	-1858.2496	3.8318
25	0.0000	4.9998	-2215.7629	3.8258
26	0.0000	4.9998	-2542.5540	3.8243
27	0.0000	4.9998	-2890.5655	4.5369
28	0.0000	4.9998	-3733.8893	3.8222
29	0.0000	4.9998	-3938.3478	4.0530
30	0.0000	4.9998	-3382.8401	4.9994

表 4.7 正弦波加振実験解析結果 (周波数 3 Hz, 入力加速度 150 gal)

(最大変位, シミュレーション・タイム 4.0-6.0 秒)

Fig 4.7 Displacement of Components at 3 Hz under sinusoidal 150 gal excitation

列	中間部変位 (MM)	秒 (SEC)	中間部変位 (MM)	秒 (SEC)	頂部変位 (MM)	秒 (SEC)	頂部変位 (MM)	秒 (SEC)
1	1.7907	4.3603	-0.7425	4.1049	10.3073	4.0252	-0.8015	4.4324
2	1.8384	5.3622	-0.7110	5.1094	10.9239	4.6928	-1.5735	5.0996
3	1.9490	5.6965	-0.9349	5.7725	11.4946	5.0939	-2.2976	4.4333
4	1.8852	5.0193	-1.0770	5.7780	11.4113	5.0144	-3.0448	5.4323
5	1.8099	4.9983	-1.1046	5.7831	11.1308	5.0155	-3.7901	4.4333
6	1.9012	5.3273	-1.2439	5.4489	11.0735	5.3336	-4.4752	4.7683
7	1.8669	4.9874	-1.2621	5.7806	10.6667	4.9909	-5.1667	4.1040
8	1.9666	4.9862	-1.3712	5.1148	11.2322	4.9898	-5.8589	4.7699
9	2.0556	4.3183	-1.5006	4.7797	11.7425	5.9884	-6.5734	4.7704
10	2.1635	4.9857	-1.5650	4.1148	12.3806	4.9891	-7.1967	4.7719
11	2.2307	4.9795	-1.6589	5.1187	12.6286	4.9755	-7.8491	4.1068
12	2.2447	4.9683	-1.7959	5.1186	12.2795	4.9609	-8.4936	5.1083
13	2.2271	4.2941	-1.8994	5.1189	11.8729	4.2869	-9.1657	4.4533
14	2.1505	5.6215	-1.9922	5.1199	11.2285	4.2827	-9.8044	4.4567
15	2.0605	4.2894	-2.0791	4.1228	10.5561	5.9479	-10.4754	5.4552
16	2.0025	5.2854	-2.1212	4.4578	9.9605	5.2775	-11.1498	5.1204
17	1.9079	5.9523	-2.2276	5.1263	9.2476	5.2779	-11.7746	5.1178
18	1.8006	4.2855	-2.2367	5.1371	8.5465	5.2782	-12.3813	4.4643
19	1.6876	5.2835	-2.2402	5.1452	7.8951	5.6063	-12.6531	5.1406
20	1.5780	5.6141	-2.1662	4.1523	7.2360	5.6054	-12.3703	4.1514
21	1.4994	5.6137	-2.0761	4.1523	6.5478	5.6040	-11.8326	4.1554
22	1.3739	4.9470	-1.9063	4.1523	5.8695	5.6045	-11.2224	4.1558
23	1.2580	4.2816	-1.8679	4.1539	5.1400	5.6042	-10.6682	4.1577
24	1.2452	4.2843	-1.9040	5.8280	4.4507	4.6032	-11.0812	5.8317
25	1.1071	4.6163	-1.8050	5.8301	3.7489	4.6026	-11.1096	4.1821
26	1.0518	4.9453	-1.8810	4.1554	3.0175	4.9352	-11.3784	4.8459
27	0.9224	4.6135	-1.9327	5.8641	2.2825	4.9349	-11.4748	4.5248
28	0.7045	5.6090	-1.8408	4.1957	1.5631	5.5992	-10.8772	4.8601
29	0.7468	4.2740	-1.8023	5.5278	0.7906	4.5969	-10.4474	5.5234



表 4.8 正弦波加振実験解析結果 (周波数 3 Hz, 入力加速度 150 gal)

(最大衝突力, シミュレーション・タイム 4.0-6.0 秒)

Table 4.8 Collision force of Components at 3 Hz under sinusoidal 150 gal excitation

	中間部衝突力 (KG)	秒 (SEC)	頂部衝突力 (KG)	秒 (SEC)
1	0.0000	5.9996	-8026.5485	4.4322
2	0.0000	5.9996	-8601.0511	4.0986
3	0.0000	5.9996	-9064.1619	5.1008
4	0.0000	5.9996	-8110.7854	5.1014
5	0.0000	5.9996	-6724.3289	4.4344
6	0.0000	5.9996	-6774.0302	5.4336
7	0.0000	5.9996	-6207.9637	4.4352
8	0.0000	5.9996	-6843.8456	4.4356
9	0.0000	5.9996	-5969.8388	5.7712
10	0.0000	5.9996	-5601.6661	5.7722
11	0.0000	5.9996	-4855.5038	4.7735
12	0.0000	5.9996	-4414.5055	4.7746
13	0.0000	5.9996	-3982.5719	5.1094
14	0.0000	5.9996	-3659.8067	4.1116
15	0.0000	5.9996	-3217.9924	4.1121
16	0.0000	5.9996	-2928.4455	5.6118
17	0.0000	5.9996	-3372.2271	4.9444
18	0.0000	5.9996	-3976.1158	5.6089
19	0.0000	5.9996	-4695.7110	5.6080
20	0.0000	5.9996	-5066.4834	4.9401
21	0.0000	5.9996	-5427.8179	4.6058
22	0.0000	5.9996	-5456.2571	4.9381
23	0.0000	5.9996	-5866.1354	4.9373
24	0.0000	5.9996	-5881.6460	5.9363
25	0.0000	5.9996	-6986.7091	5.2690
26	0.0000	5.9996	-6360.8890	5.6015
27	0.0000	5.9996	-8007.6767	5.6010
28	0.0000	5.9996	-8734.5772	5.6004
29	0.0000	5.9996	-8522.5116	5.2651
30	0.0000	5.9996	-7202.7031	5.2642

表 4.9 正弦波加振実験解析結果(周波数 3.6Hz, 入力加速度 150gal)  
(最大変位, シミュレーション・タイム 3.0-4.0秒)

Table 4.9 Displacement of Components at 3.6Hz under sinusoidal 150gal excitation.

列	中間部変位 (MM)	秒 (SEC)	中間部変位 (MM)	秒 (SEC)	頂部変位 (MM)	秒 (SEC)	頂部変位 (MM)	秒 (SEC)
1	1.5705	3.3744	-0.7651	4.0090	9.1191	3.3649	-0.7874	4.5551
2	1.7021	3.6490	-0.8706	4.2876	9.8652	3.6389	-1.5681	4.2787
3	1.7382	3.9262	-0.7963	4.2873	10.3550	3.6440	-2.3342	4.2793
4	1.7707	3.9230	-0.9556	4.2889	10.6598	3.6317	-3.0145	4.5593
5	1.6869	3.9029	-1.0278	4.5706	10.2891	3.6389	-3.7484	4.8346
6	1.7898	3.9036	-1.1638	3.1815	10.6098	3.9039	-4.4828	4.5598
7	1.7863	4.9999	-1.1802	4.5687	10.3653	4.4549	-5.2227	4.2814
8	1.8967	3.8921	-1.3188	4.8463	10.9877	3.8988	-5.9695	4.2818
9	1.9891	4.4497	-1.4733	4.8468	11.5471	4.4562	-6.6367	4.5610
10	2.0680	3.8937	-1.5801	3.7355	11.9970	3.9000	-7.3607	4.8372
11	2.1593	4.4492	-1.6501	3.7355	12.3449	4.4468	-8.0914	4.5618
12	2.1747	4.1671	-1.7107	4.0145	12.0729	4.1612	-8.7747	4.5626
13	2.1612	3.0495	-1.7913	3.4592	11.7298	3.0414	-9.3849	3.4497
14	2.1171	3.6016	-1.8927	4.8478	11.2244	3.8703	-10.0629	4.8402
15	1.9998	3.3233	-2.0348	3.7376	10.6435	3.3143	-10.7062	3.7295
16	1.9195	4.9892	-2.1071	4.0171	9.9431	3.3137	-11.2870	4.0088
17	1.7988	3.8779	-2.1300	3.7432	9.3031	3.8669	-11.6029	3.7363
18	1.7010	4.4324	-2.1522	4.0253	8.5999	4.4232	-11.9298	4.0195
19	1.6157	3.8748	-2.1426	4.0298	7.9557	3.0319	-12.1261	4.0265
20	1.5510	3.8741	-2.0729	3.4782	7.3147	4.6997	-11.9758	3.4777
21	1.4685	3.3187	-1.9879	3.4777	6.6132	3.3094	-11.5939	3.4852
22	1.3437	4.4295	-1.9036	3.7541	5.9350	4.9743	-11.0737	3.7611
23	1.1878	4.4295	-1.7642	3.4774	5.2014	4.6972	-10.2860	3.4847
24	1.1267	3.3207	-1.7699	3.7667	4.4788	4.1389	-10.4980	3.7683
25	1.0253	3.3187	-1.6623	4.0437	3.7679	3.5830	-10.0416	3.5051
26	0.9162	3.8713	-1.7577	3.7853	3.0471	3.5824	-10.5275	3.4954
27	0.7496	3.5912	-1.7053	3.7884	2.3531	4.1369	-10.1349	3.5071
28	0.8421	4.7029	-1.6431	3.5104	1.5734	4.1365	-9.5997	3.5053
29	0.7508	3.3142	-1.5707	3.5136	0.7948	4.1364	-9.0417	3.5034

表 4.10 正弦波加振実験解析結果(周波数 3.6Hz, 入力加速度 150gal)  
 (最大衝突力, シミュレーション・タイム 3.0-5.0秒)

Table 4.10 Collision force of Components at 3.6Hz under sinusoidal 150gal excitation.

	中間部衝突力 (KG)	秒 (SEC)	頂部衝突力 (KG)	秒 (SEC)
1	0.0000	4.9999	-6888.9617	4.8318
2	0.0000	4.9999	-8607.1356	3.7197
3	0.0000	4.9999	-8106.4686	3.7203
4	0.0000	4.9999	-8674.2292	4.2803
5	0.0000	4.9999	-6131.8343	3.7221
6	0.0000	4.9999	-6908.8385	4.2811
7	0.0000	4.9999	-6433.1730	4.2815
8	0.0000	4.9999	-5830.3947	4.2818
9	0.0000	4.9999	-6543.2387	4.2825
10	0.0000	4.9999	-5696.2473	4.2828
11	0.0000	4.9999	-5819.4685	4.2833
12	0.0000	4.9999	-5221.1586	4.2842
13	0.0000	4.9999	-5192.5716	3.1736
14	0.0000	4.9999	-4999.2251	4.5652
15	0.0000	4.9999	-4839.7611	4.5662
16	0.0000	4.9999	-4382.8579	4.2890
17	0.0000	4.9999	-4529.4318	4.7037
18	0.0000	4.9999	-4971.7617	4.7024
19	0.0000	4.9999	-5352.7634	4.7016
20	0.0000	4.9999	-5194.2501	4.7008
21	0.0000	4.9999	-5078.2680	4.1413
22	0.0000	4.9999	-5977.1290	4.1407
23	0.0000	4.9999	-7057.9266	4.1402
24	0.0000	4.9999	-7629.8265	4.1394
25	0.0000	4.9999	-7808.9680	3.5838
26	0.0000	4.9999	-8019.5884	4.1385
27	0.0000	4.9999	-9311.7194	4.1378
28	0.0000	4.9999	-7530.0234	3.5817
29	0.0000	4.9999	-8387.9508	3.8590
30	0.0000	4.9999	-7437.3462	4.1364

表 4.11 正弦波加振実験解析結果 (周波数 17.5Hz, 入力加速度 50 gal)

(最大変位, シミュレーション・タイム 3.0-5.0 秒)

Table 4.11 Displacement of Components at 17.5Hz under sinusoidal 50gal excitation.

列	中間部変位 (MM)	秒 (SEC)	中間部変位 (MM)	秒 (SEC)	頂部変位 (MM)	秒 (SEC)	頂部変位 (MM)	秒 (SEC)
1	.3375	3.0833	-.3410	3.2870	.1377	3.0451	-.1280	3.2998
2	.3375	3.0833	-.3410	3.2870	.1377	3.0451	-.1280	3.2998
3	.3375	3.0833	-.3410	3.2870	.1377	3.0451	-.1280	3.2998
4	.3375	3.0833	-.3410	3.2870	.1377	3.0451	-.1280	3.2998
5	.0950	3.1526	-.0966	3.0080	.0928	3.1577	-.1016	3.0131
6	.0950	3.1526	-.0966	3.0080	.0928	3.1577	-.1016	3.0131
7	.1199	3.3190	-.1203	3.4611	.0730	3.3293	-.0787	3.1296
8	.1199	3.3190	-.1203	3.4611	.0730	3.3293	-.0787	3.1296
9	.1199	3.3190	-.1203	3.4611	.0730	3.3293	-.0787	3.1296
10	.1199	3.3190	-.1203	3.4611	.0730	3.3293	-.0787	3.1296
11	.1199	3.3190	-.1203	3.4611	.0730	3.3293	-.0787	3.1296
12	.1199	3.3190	-.1203	3.4611	.0730	3.3293	-.0787	3.1296
13	.1199	3.3190	-.1203	3.4611	.0730	3.3293	-.0787	3.1296
14	.1199	3.3190	-.1203	3.4611	.0730	3.3293	-.0787	3.1296
15	.1199	3.3190	-.1203	3.4611	.0730	3.3293	-.0787	3.1296
16	.1199	3.3190	-.1203	3.4611	.0730	3.3293	-.0787	3.1296
17	.1199	3.3190	-.1203	3.4611	.0730	3.3293	-.0787	3.1296
18	.1199	3.3190	-.1203	3.4611	.0730	3.3293	-.0787	3.1296
19	.1199	3.3190	-.1203	3.4611	.0730	3.3293	-.0787	3.1296
20	.1199	3.3190	-.1203	3.4611	.0730	3.3293	-.0787	3.1296
21	.1199	3.3190	-.1203	3.4611	.0730	3.3293	-.0787	3.1296
22	.1199	3.3190	-.1203	3.4611	.0730	3.3293	-.0787	3.1296
23	.1199	3.3190	-.1203	3.4611	.0730	3.3293	-.0787	3.1296
24	.0950	3.1526	-.0966	3.0080	.0928	3.1577	-.1016	3.0131
25	.0950	3.1526	-.0966	3.0080	.0928	3.1577	-.1016	3.0131
26	.3375	3.0833	-.3410	3.2870	.1377	3.0451	-.1280	3.2998
27	.3375	3.0833	-.3410	3.2870	.1377	3.0451	-.1280	3.2998
28	.3375	3.0833	-.3410	3.2870	.1377	3.0451	-.1280	3.2998
29	.3375	3.0833	-.3410	3.2870	.1377	3.0451	-.1280	3.2998

表 4.12 正弦波加振実験解析結果(周波数 17.5Hz, 入力加速度 50gal)

(最大衝突力, シミュレーション・タイム 3.0-5.0 秒)

Table 4.12 Collision force of Component at 17.5Hz under sinusoidal 50 gal excitation.

	中間部衝突力 (KG)	秒 (SEC)	頂部衝突力 (KG)	秒 (SEC)
1	0.000	4.9984	0.0000	4.9984
2	0.0000	4.9984	0.0000	4.9984
3	0.0000	4.9984	0.0000	4.9984
4	0.0000	4.9984	0.0000	4.9984
5	0.0000	4.9984	0.0000	4.9984
6	0.0000	4.9984	0.0000	4.9984
7	0.0000	4.9984	0.0000	4.9984
8	0.0000	4.9984	0.0000	4.9984
9	0.0000	4.9984	0.0000	4.9984
10	0.0000	4.9984	0.0000	4.9984
11	0.0000	4.9984	0.0000	4.9984
12	0.0000	4.9984	0.0000	4.9984
13	0.0000	4.9984	0.0000	4.9984
14	0.0000	4.9984	0.0000	4.9984
15	0.0000	4.9984	0.0000	4.9984
16	0.0000	4.9984	0.0000	4.9984
17	0.0000	4.9984	0.0000	4.9984
18	0.0000	4.9984	0.0000	4.9984
19	0.0000	4.9984	0.0000	4.9984
20	0.0000	4.9984	0.0000	4.9984
21	0.0000	4.9984	0.0000	4.9984
22	0.0000	4.9984	0.0000	4.9984
23	0.0000	4.9984	0.0000	4.9984
24	0.0000	4.9984	0.0000	4.9984
25	0.0000	4.9984	0.0000	4.9984
26	0.0000	4.9984	0.0000	4.9984
27	0.0000	4.9984	0.0000	4.9984
28	0.0000	4.9984	0.0000	4.9984
29	0.0000	4.9984	0.0000	4.9984
30	0.0000	4.9984	0.0000	4.9984

表 4.13 正弦波加振実験解析結果(周波数 17.5Hz, 入力加速度 100 gal)

(最大変位, シミュレーション・タイム 3.0-5.0 秒)

Table 4.13 Displacement of Components at 17.5Hz under sinusoidal 100gal excitation.

列	中間部変位 (MM)	秒 (SEC)	中間部変位 (MM)	秒 (SEC)	頂部変位 (MM)	秒 (SEC)	頂部変位 (MM)	秒 (SEC)
1	.5727	3.3729	-.6776	3.1732	.2116	3.3883	-.2339	3.1860
2	.7001	3.0312	-.6960	3.2296	.3815	3.0440	-.3589	3.2449
3	.6804	3.0312	-.6815	3.2878	.2755	3.0440	-.2566	3.3006
4	.6792	3.0312	-.6815	3.2296	.2530	3.0440	-.2603	3.2449
5	.1866	3.0939	-.1858	3.2955	.1658	3.1003	-.1544	3.3006
6	.1911	3.2091	-.1924	3.0107	.1856	3.1579	-.2034	3.0132
7	.2419	3.3172	-.2419	3.1169	.1454	3.3300	-.1568	3.1284
8	.2419	3.3172	-.2419	3.1169	.1454	3.3300	-.1568	3.1284
9	.2419	3.3172	-.2419	3.1169	.1454	3.3300	-.1568	3.1284
10	.2419	3.3172	-.2419	3.1169	.1454	3.3300	-.1568	3.1284
11	.2419	3.3172	-.2419	3.1169	.1454	3.3300	-.1568	3.1284
12	.2419	3.3172	-.2419	3.1169	.1454	3.3300	-.1568	3.1284
13	.2419	3.3172	-.2419	3.1169	.1454	3.3300	-.1568	3.1284
14	.2419	3.3172	-.2419	3.1169	.1454	3.3300	-.1568	3.1284
15	.2419	3.3172	-.2419	3.1169	.1454	3.3300	-.1568	3.1284
16	.2419	3.3172	-.2419	3.1169	.1454	3.3300	-.1568	3.1284
17	.2419	3.3172	-.2419	3.1169	.1454	3.3300	-.1568	3.1284
18	.2419	3.3172	-.2419	3.1169	.1454	3.3300	-.1568	3.1284
19	.2419	3.3172	-.2419	3.1169	.1454	3.3300	-.1568	3.1284
20	.2419	3.3172	-.2419	3.1169	.1454	3.3300	-.1568	3.1284
21	.2419	3.3172	-.2419	3.1169	.1454	3.3300	-.1568	3.1284
22	.2419	3.3172	-.2419	3.1169	.1454	3.3300	-.1568	3.1284
23	.2419	3.3172	-.2419	3.1169	.1454	3.3300	-.1568	3.1284
24	.1911	3.2091	-.1924	3.0107	.1856	3.1579	-.2034	3.0132
25	.1797	3.4945	-.1799	3.2955	.1219	3.1566	-.1224	3.3006
26	.6861	3.0312	-.6847	3.2296	.2982	3.0440	-.2874	3.2449
27	.6804	3.0312	-.6815	3.2878	.2755	3.0440	-.2566	3.3006
28	.6804	3.0312	-.6815	3.2878	.2755	3.0440	-.2566	3.3006
29	.6804	3.0312	-.6815	3.2878	.2755	3.0440	-.2566	3.3006

表 4.14 正弦波加振実験解析結果(周波数 17.5Hz, 入力加速度 100gal)

(最大衝突力, シミュレーション・タイム 3.0-5.0秒)

Table 4.14 Collision force of Components at 17.5Hz under sinusoidal 100 gal excitation.

	中間部衝突力 (KG)	秒 (SEC)	頂部衝突力 (KG)	秒 (SEC)
1	0.0000	4.9998	0.0000	4.9998
2	0.0000	4.9998	0.0000	4.9998
3	0.0000	4.9998	0.0000	4.9998
4	0.0000	4.9998	0.0000	4.9998
5	0.0000	4.9998	0.0000	4.9998
6	0.0000	4.9998	0.0000	4.9998
7	0.0000	4.9998	0.0000	4.9998
8	0.0000	4.9998	0.0000	4.9998
9	0.0000	4.9998	0.0000	4.9998
10	0.0000	4.9998	0.0000	4.9998
11	0.0000	4.9998	0.0000	4.9998
12	0.0000	4.9998	0.0000	4.9998
13	0.0000	4.9998	0.0000	4.9998
14	0.0000	4.9998	0.0000	4.9998
15	0.0000	4.9998	0.0000	4.9998
16	0.0000	4.9998	0.0000	4.9998
17	0.0000	4.9998	0.0000	4.9998
18	0.0000	4.9998	0.0000	4.9998
19	0.0000	4.9998	0.0000	4.9998
20	0.0000	4.9998	0.0000	4.9998
21	0.0000	4.9998	0.0000	4.9998
22	0.0000	4.9998	0.0000	4.9998
23	0.0000	4.9998	0.0000	4.9998
24	0.0000	4.9998	0.0000	4.9998
25	0.0000	4.9998	0.0000	4.9998
26	0.0000	4.9998	0.0000	4.9998
27	0.0000	4.9998	0.0000	4.9998
28	0.0000	4.9998	0.0000	4.9998
29	0.0000	4.9998	0.0000	4.9998
30	0.0000	4.9998	0.0000	4.9998

表 4.15 正弦波加振実験解析結果(周波数 17.5Hz, 入力加速度 150gal)

(最大変位, シミュレーション・タイム 3.0-5.0 秒)

Table 4.15 Displacement of Component at 17.5Hz under sinusoidal 150gal excitation.

列	中間部変位 (MM)	秒 (SEC)	中間部変位 (MM)	秒 (SEC)	頂部変位 (MM)	秒 (SEC)	頂部変位 (MM)	秒 (SEC)
1	.9912	3.0299	-.9919	3.2871	.2008	3.0452	-.2059	3.3006
2	1.0169	3.0299	-1.0161	3.2308	.3400	3.4452	-.3533	3.2449
3	1.0348	3.0299	-1.0301	3.2871	.4672	3.0452	-.4203	3.3006
4	1.0276	3.4299	-1.0282	3.1732	.4152	3.4427	-.4337	3.1873
5	.2617	3.2667	-.2612	3.0657	.1336	3.2718	-.1331	3.0708
6	.2809	3.1508	-.2798	3.0094	.2575	3.1579	-.2364	3.3569
7	.3628	3.3172	-.3643	3.1175	.2191	3.3287	-.2360	3.1291
8	.3628	3.3172	-.3643	3.1175	.2191	3.3287	-.2360	3.1291
9	.3628	3.3172	-.3643	3.1175	.2191	3.3287	-.2360	3.1291
10	.3628	3.3172	-.3643	3.1175	.2191	3.3287	-.2360	3.1291
11	.3628	3.3172	-.3643	3.1175	.2191	3.3287	-.2360	3.1291
12	.3628	3.3172	-.3643	3.1175	.2191	3.3287	-.2360	3.1291
13	.3628	3.3172	-.3643	3.1175	.2191	3.3287	-.2360	3.1291
14	.3628	3.3172	-.3643	3.1175	.2191	3.3287	-.2360	3.1291
15	.3628	3.3172	-.3643	3.1175	.2191	3.3287	-.2360	3.1291
16	.3628	3.3172	-.3643	3.1175	.2191	3.3287	-.2360	3.1291
17	.3628	3.3172	-.3643	3.1175	.2191	3.3287	-.2360	3.1291
18	.3628	3.3172	-.3643	3.1175	.2191	3.3287	-.2360	3.1291
19	.3628	3.3172	-.3643	3.1175	.2191	3.3287	-.2360	3.1291
20	.3628	3.3172	-.3643	3.1175	.2191	3.3287	-.2360	3.1291
21	.3628	3.3172	-.3643	3.1175	.2191	3.3287	-.2360	3.1291
22	.3628	3.3172	-.3643	3.1175	.2191	3.3287	-.2360	3.1291
23	.3628	3.3172	-.3643	3.1175	.2191	3.3287	-.2360	3.1291
24	.2769	3.2091	-.2776	3.0094	.2206	3.2142	-.2276	3.0145
25	.2771	3.2667	-.2797	3.0657	.2190	3.2718	-.2388	3.0708
26	1.0071	3.3735	-1.0073	3.1732	.2965	3.3863	-.3181	3.1303
27	1.0345	3.3735	-1.0391	3.1732	.4646	3.3863	-.4725	3.1303
28	1.0315	3.0299	-1.0282	3.2308	.4254	3.0427	-.4291	3.2449
29	.9844	3.0299	-.9846	3.1732	.1615	3.4452	-.1626	3.2449



表 4.16 正弦波加振実験解析結果(周波数 17.5Hz, 入力加速度 150 gal)  
 (最大衝突力, シミュレーション・タイム 3.0-5.0 秒)

Tadle4.16 Collision force of Component at 17.5Hz under sinusoidal 150gal excitation.

	中間部衝突力 (KG)	秒 (SEC)	頂部衝突力 (KG)	秒 (SEC)
1	0.0000	4.9985	0.0000	4.9985
2	0.0000	4.9985	0.0000	4.9985
3	0.0000	4.9985	0.0000	4.9985
4	0.0000	4.9985	0.0000	4.9985
5	0.0000	4.9985	0.0000	4.9985
6	0.0000	4.9985	0.0000	4.9985
7	0.0000	4.9985	0.0000	4.9985
8	0.0000	4.9985	0.0000	4.9985
9	0.0000	4.9985	0.0000	4.9985
10	0.0000	4.9985	0.0000	4.9985
11	0.0000	4.9985	0.0000	4.9985
12	0.0000	4.9985	0.0000	4.9985
13	0.0000	4.9985	0.0000	4.9985
14	0.0000	4.9985	0.0000	4.9985
15	0.0000	4.9985	0.0000	4.9985
16	0.0000	4.9985	0.0000	4.9985
17	0.0000	4.9985	0.0000	4.9985
18	0.0000	4.9985	0.0000	4.9985
19	0.0000	4.9985	0.0000	4.9985
20	0.0000	4.9985	0.0000	4.9985
21	0.0000	4.9985	0.0000	4.9985
22	0.0000	4.9985	0.0000	4.9985
23	0.0000	4.9985	0.0000	4.9985
24	0.0000	4.9985	0.0000	4.9985
25	0.0000	4.9985	0.0000	4.9985
26	0.0000	4.9985	0.0000	4.9985
27	0.0000	4.9985	0.0000	4.9985
28	0.0000	4.9985	0.0000	4.9985
29	0.0000	4.9985	0.0000	4.9985
30	0.0000	4.9985	0.0000	4.9985

## 謝 辞

本研究の遂行にあたって、多大なる御協力を頂いた動力炉・核燃料開発事業団高速増殖炉開発本部主任研究員 望月恵一氏，福島恒和氏に謹んで感謝の意を表します。

## 参 考 文 献

- 1) もんじゅ燃料集合体の耐震実験(II)  
SJ-201 79-35 1979-5 東芝
- 2) 炉内構造物振動試験(I)  
SJ-201 80-20 1980-2 東芝
- 3) 炉内構造物振動試験(II)  
SJ-201 81-27 1981-3 東芝
- 4) 土木振動学  
小坪 清真 森北出版

# 付 録

## プロッター・ルーチンの使用法

(原子炉炉心振動解析コード(Ⅱ)用プロッター・ルーチン)

## 付 録 目 次

1. 概 要 .....	付-3
2. 入力データ .....	付-4
3. 出力(プロッタ形式) .....	付-11
4. プログラム・ツリー構造図 .....	付-24
5. サブルーチンの機能説明 .....	付-25
6. フローチャート .....	付-26
7. プロッタ・ルーチンリスト .....	付-32

## 1 概 要

- 1.1 VIOLLON-II により作成されたデータファイル（磁気テープまたは磁気ディスク）を  
入力ファイルとする。
- 1.2 カードからはグラフの出力オプション，その他作図する際に必要な情報（X，Y 軸の  
最大，最小値，プロットする質点の選択など）を入力する。
- 1.3 作図について
  - a. 用紙サイズ 縦 = 35 インチ（固定）  
横 = プロット枚数に依存
  - b. 作図サイズ A4 又は A3
  - c. 1 ページには 5 質点までのプロットを行い，プロットすべき質点数を満たすまで改  
ページを行う。
  - d. プロット・データが 10000 点を越える場合には，10000 点迄のプロットを行う。
  - e. データ間は直線で結ぶ。
  - f. Y 軸タイトルはカード入力とする。

## 2 入力データ

### (1) 入力カード

#### A プロット制御用データ

(6I2,3X,9I3,3X,  
6I3,2X,F10.0,  
I5)

IO, IO2, IO3, IO4, IA, IB,  
NDP, NG, LCEN, NYL, NYD, DT, NDT

#### B Y軸ラベル用データ (IO2 = 0 のときBのカードは不要)

(5A4)

((YLAB(I, J), I=1, 5), J=1, 3)

Y軸ラベル用データ

(5A4)

((YDM(I, J), I=1, 5), J=1, 3)

Y軸単位用データ

#### C X軸スケーリング用データ (IO3=0 のときCのカードは不要)

(I10, 2F10.0)

NPOINT, TSTR, TEND (Sec)

X軸スケーリング用データ

#### D Y軸スケーリング用データ (IO4=0 のときDのカードは不要)

(3F10.0)

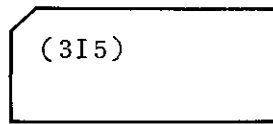
(YMIN(I), YMAX(I), YAXS(I), I=1, 3)

I = 1 変位 DISI (1枚目)

= 2 加速度 ABAC (2枚目)

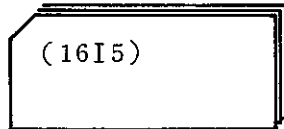
= 3 衝突力 COLL (3枚目)

E 出力グラフ指定用データ (IO = 0 のとき E のカードは不要)



(NGF(I), I=1, 3)

出力グラフの個数



((NO(I, J), J=1, NGF(I)), I=1, 3)

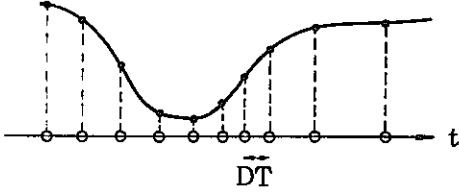
出力グラフの番号

(NGF(I) > 0 のものだけカードが必要)



(2) 入力変数の説明

記号	変数名	型	内 容
A	IO	I	プロット制御用フラグ IO = 0    Auto 方式の出力 1    Manual  "
	IO2	I	Y軸ラベル入力のためのフラグ IO2 = 0    ラベルを入力しない 1       "    入力する
	IO3	I	制御に必要な計算結果を入力するフラグ IO3 = 0    テープの最終レコードより入力する 1    カードより入力する
	IO4	I	グラフの最大・最小値入力のためのフラグ IO4 = 0    最大・最小値を入力しない 1       "        する (但し IO = 0 の場合には無視される。以下 LCEN まで同じ)
	IA	I	出力図の大きさを決定するフラグ IA = 3    A3 による出力 4    A4    "
	IB	I	地震波出力のためのフラグ IB = 0    地震波を作図しない 1       "        する
	NDP(3)	I	テープデータの読み込み間隔 = n        n ステップおきにデータを読み込む = 0        データを読み込まない = -1       DT 又は NDP*DTmin によってデータを読み込む 変位, 加速度, 衝突力の順

記号	変数名	型	内 容
	NG(3)	I	<p>グラフの形状</p> <p>= n      1項にn日のY軸および線分を描く</p> <p>= 0      グラフを描かない</p> <p>= -n      1項に1個のY軸およびn本の線分を描く (1 ≤ N ≤ 5)変位, 加速度, 衝突力の順</p>
	LCEN(3)	I	<p>中心線の指示</p> <p>= n      1グラフに中心線をn本描く</p> <p>= 0      "      1本 "</p> <p>= -1      中心線を描かない</p> <p>(NG(1) &gt; 0 のとき LCEN(1) = 0 を指定する NG(1) &lt; 0, LCEN(1) = n のとき, X軸方向重心位置に各々 中心線を描く ) ( 1 ≤ N ≤ 5 )</p>
	NYL(3)	I	カード入力するY軸ラベルデータの文字数
	NYD(3)	I	"      Y軸単位      "
	(DT)	R	<p>プロット出力の最小メッシュ</p> <p>NDP &lt; 0 のとき DT 以上の時間間隔でプロットを行う</p> <p>• 計算点</p> <p>○ プロット点</p> 
	(NDT)	I	<p>プロット出力の最小メッシュを決定する値</p> <p>DT &lt; 0 のとき, 計算メッシュの最小値 Δt<sub>min</sub> の NDT 倍を出力メッシュとする</p> $DT = (\Delta t_{min}) \times NDT$ <p>(IO3 = 1 かつ DT ≤ 0.0 のとき指定)</p>

記号	変数名	型	内 容
B	YLAB(5,3)	A	Y軸ラベル用データ格納域 J = 1, 2, 3 の順に変位・絶対加速度・衝突力データに関して指定する  (以下同)
	YDM(5,3)	A	Y軸単位用データ格納域
C	NPOINT	I	出力範囲内の計算ステップ数 (Max 値)
	TSTR	R	プロット開始時刻 (SEC)
	TEND	R	プロット終了時刻 (SEC)
D	YMIN(3)	R	Yデータの上・下限を指定する際の最小値
	YMAX(3)	R	” 最大値
	YAXS(3)	R	中心線の位置  (3F10.0)  <ul style="list-style-type: none"> <li>• YMIN, YMAX無指定の場合はプロットデータの最大・最小値によってY軸のスケーリングを行う</li> <li>• YAXS &lt; YMIN又は YAXS &gt; YMAXの時はY軸の中心に中心線をひく</li> </ul> <div style="text-align: center;"> <math display="block">\left\{ \begin{array}{l} 1 \text{ 枚目 変 位} \\ 2 \text{ " 加 速 度} \\ 3 \text{ " 衝 突 力} \end{array} \right\}</math> </div>
E	NGF(3)	I	Manual方式の出力の際のプロットデータの個数 I = 1 変位点の作図個数 2 絶対加速度の " 3 衝突力の "

記号	変数名	型	内 容
	NO(3,M)	I	<p>プロットするデータの番号 (3I5)</p> <p>I = 1      <math>1 \leq NO(I, II) \leq NELM</math></p> <p>2                    "</p> <p>3      <math>1 \leq NO(I, II) \leq NGAP</math></p> <p style="text-align: right;"><math>II \leq NGF(I)</math></p> <p style="text-align: right;">(I5)</p> <p>(注) ディメンジョン3のものは各々変位, 絶対加速度, 衝突力 に関するデータに相当する</p>

(3) 入力ファイル

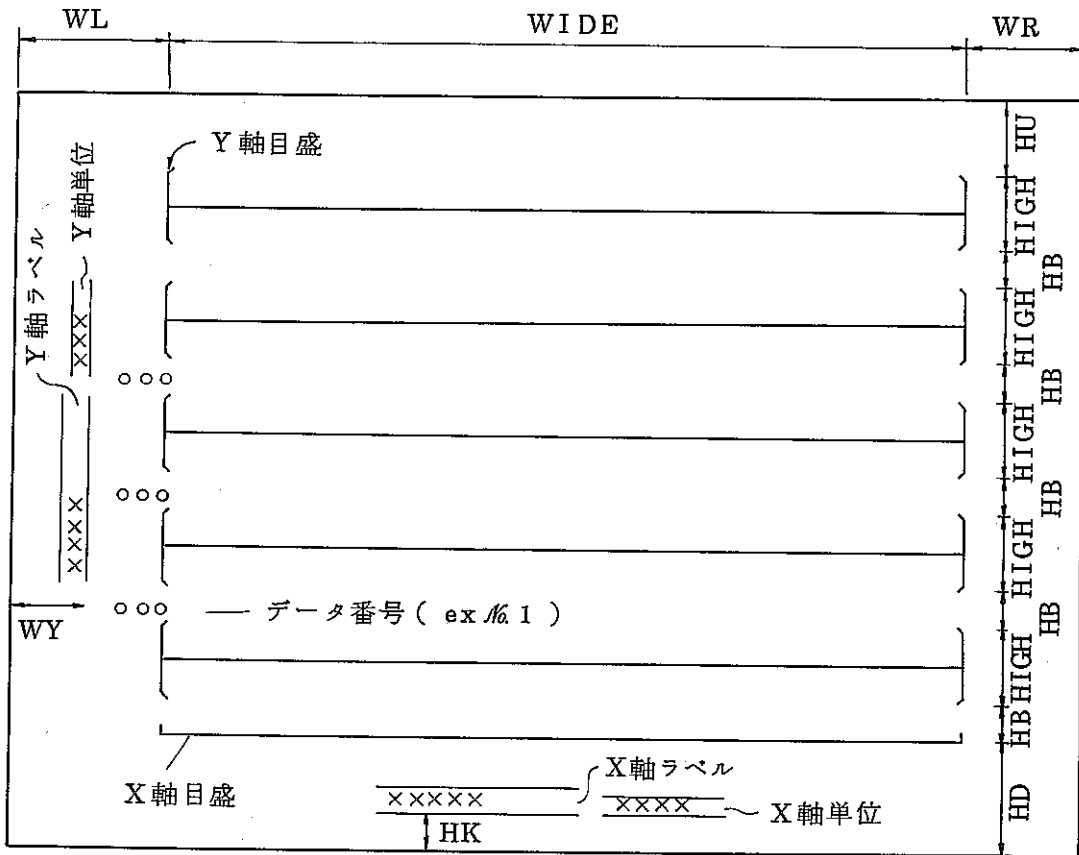
「VIOLLON-II」で作成された出力ファイル(FC#10)を使用する。

ファイルの内容は「原子炉心振動解析コードの開発(II)」付I-33～36ページを参照の事。

### 3 出 力

#### (1) プロット形式

##### ア. タイプ1



$$WIDE = YOKO(I) - WL - WR$$

$$= 32.2 \text{ or } 13.1 \text{ (cm)}$$

(A3版) (A4版)

$$HIGH = YDAT(I)$$

$$= 23.0, 11.0, 7.0, 5.0, 4.0 \text{ (cm)}$$

(NG = 1 ~ 5 の順に)

(cm)

$$HD = 3.1$$

$$HU = 2.0$$

$$HB = 0.9$$

$$HX = 2.0$$

$$WL = 5.0$$

$$WR = 3.0$$

$$WY = 2.5$$

NG : 1枚当りのグラフ数

## 説 明

1. 一頁長大 5 個のグラフを出力する。

NG(I)=n ( $1 \leq n \leq 5$ ) によって指定する。n の値によって Y 軸の長さが変わる。

(HIGH の各値をとる)。各グラフには 1 本ずつの線分を表示する。

2. X 軸および Y 軸のスケーリングは指定により統一される。

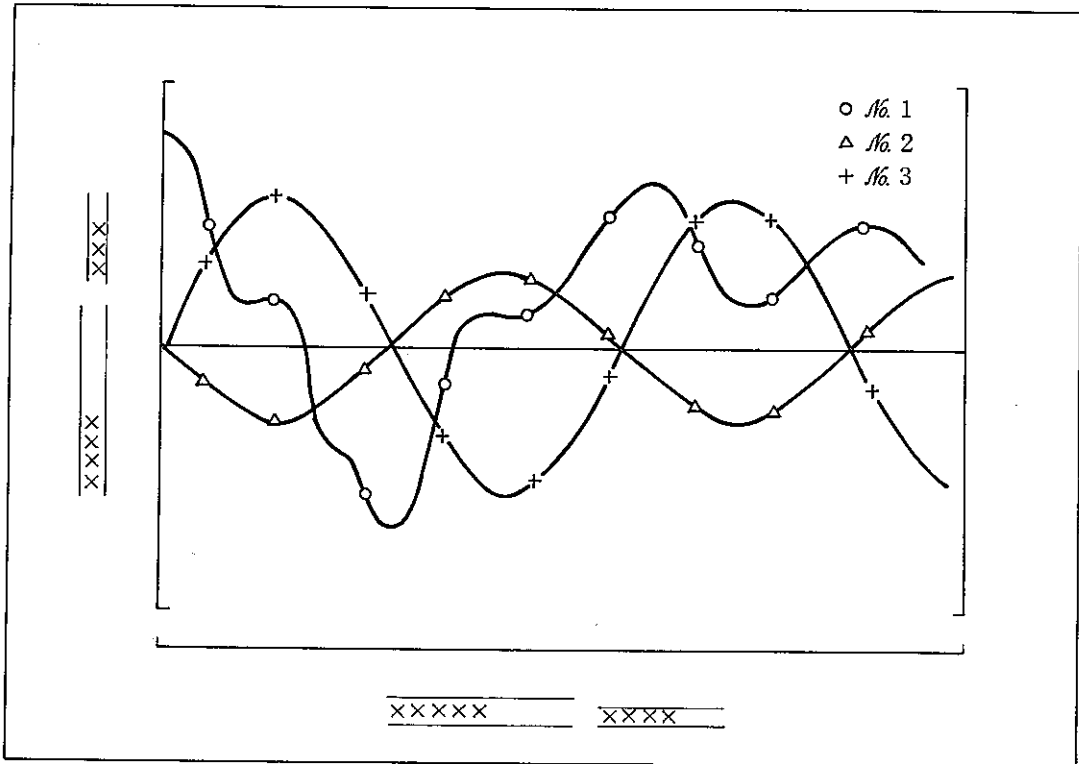
指定の無い場合は、入力データの最大・最小値によってスケーリングを行う。

3. 中心線は任意の場所に描けるが、Y 軸の範囲を越えた場合には、Y 軸の midpoint に描く。

4. A 4 版で描く場合は X 方向の長さが縮小されるだけである。

5. Y 軸の左肩にデータの番号を表示する。

イ. タイプ 2



説 明

1. 1 頁 1 個のグラフの中に，最大 5 個の線分を出力する。  
 (但し同種のデータについて)  $NG(I) = -n (1 \leq n \leq 5)$  によって指定する。
2. X 軸および Y 軸データのスケーリングは指定のない場合には入力データの最大・最小値によってスケーリングを行う。
3. 線分は，途中につけた記号によって類別し，右肩にデータの番号を表示する。
4. 中心線の描き方は，選択によって次の 3 種類が可能である。
  - 中心線は描かない。(  $LCEN(I) = -1$  )
  - 中心線を 1 本描く。(  $LCEN(I) = 0$  )
  - 中心線を n 本描く。(  $LCEN(I) = n \quad 1 \leq n \leq 5$  )

(この場合各データの重心位置 X 座標に描かれるので，変位をプロットするときのみ使用可能である。)



## (2) 出力方法

機能的に分けると次の2種類の方法がある。

### ア. Auto方式

1. 計算結果を総て出力する時に用いる。
2. 用紙 …………… A3版
3. 地震波データをプロットする。
4. X, Y軸のスケーリングは、計算結果の最大・最小値による。
5. 1枚に付5個のグラフを出力する。質点, 絶対加速度, 衝突力の順, かつ番号順にデータをプロットする。
6. 中心線は $y = 0$ の位置に描く。
7. プロット点は入力により個数が決まる。

$$\left\{ \begin{array}{l} n \text{ ステップ毎} \\ 4t \text{ 以上の計算点} \end{array} \right\} \text{出力}$$

8. Y軸ラベルのつけ変えは任意である。
9. プロット形式はタイプ1による。

### イ. Manual方式

1. 任意のデータを出力する際に用いる。
2. 用紙 …………… A3版, A4版が選択できる。
3. 地震波データプロットは選択できる。
4. X, Y軸のスケーリングは、計算結果を使用するか, カード入力で最大・最小値を指定するか, 選択する。  
X軸 …………… テープの最終レコードから読み込む。又はカードCのTSTR, TENDで指定する。  
Y軸 …………… データの最大・最小値を選ぶ。又はカードDのYMIN, YMAXで指定する。このとき, YMIN, YMAXの値を越えるデータはカットしてプロットする。
5. 指定によりタイプ1, タイプ2両方の形式で出力できる。  
出力データの種類・番号は任意に指定できる。
6. プロット点は入力により個数が決まる。(Autoと同じ)
7. Y軸ラベルのつけ変えは任意である。

(3) カード入力およびプロッタ出力例

ア. AUTO方式(図付-1参照)

1	0	0	0	0	0	0	
---	---	---	---	---	---	---	--

計算結果を全て出力する。

(IO2=1のときはNYL, NYDおよびカードBを指定, IO3=1のときは, カードCを指定する)

全ステップ出力するので, プロットデータ格納域のエリアに注意する。NDPの値の指定で調節できる

(データエリア)  $\geq$  NPOINT/NDP(I) (I=1~3)

イ. MANUAL方式(AUTO方式と同じ)

① ケース1

カード1	1	0	0	0	3	0	/	2	1	0	5	5	0	0	0	0	/	
------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	--

2	7	14	0	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
---	---	----	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

3	1	2	3	4	5	6	7	
---	---	---	---	---	---	---	---	--

4	1	3	5	7	9	11	13	2	4	6	8	10	12	14	
---	---	---	---	---	---	----	----	---	---	---	---	----	----	----	--

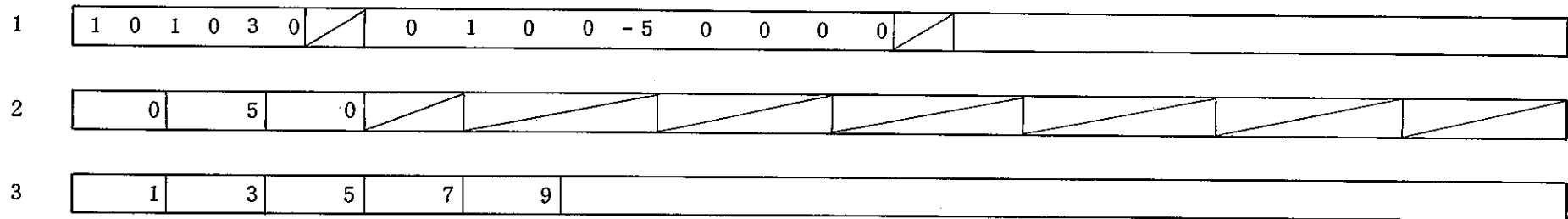
変位点 7, 絶対加速度点 14 個出力する。A3 版用紙大

全計算点出力, Y 軸スケールはデータの最大・最小値による。

変位データは, 2 ステップ毎にプロット, 1 枚に 4 個のグラフ (タイプ 1 の形式)

加速度データは, 毎ステッププロット, 1 枚に 5 個のグラフ (タイプ 1 の形式)

② ケース 2 (図付 - 2 参照)



絶対加速度点 5 個を 1 枚のグラフに重ね合わせる。A3 版用紙大

全計算点出力, Y 軸スケールは, データの最大・最小値による。

データは毎ステップ出力。(タイプ 2 の形式)

③ ケース3 ( 図付 - 3 参照 )

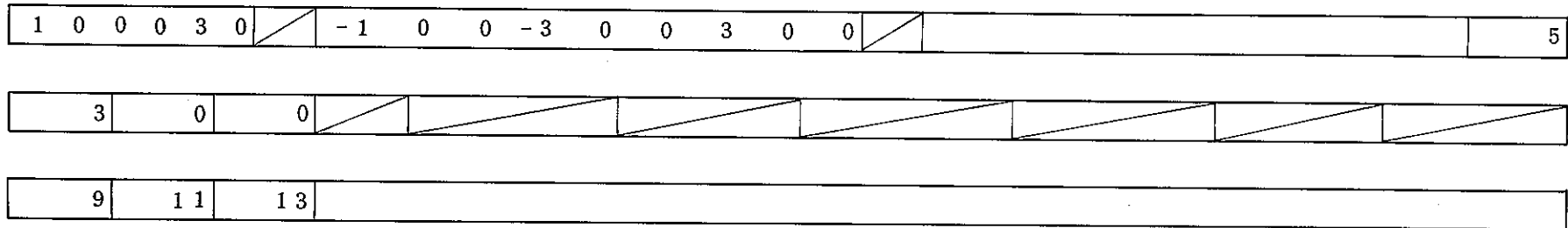
1	1	1	1	1	3	0	/	0	-1	0	0	-5	0	0	-1	0	/	28	10	1.0	E-4							
2																												
3	LUCY IN THE SKY WITH DIAMOND																											
4																												
5																												
6	JHON LENON																											
7	400				0.10				0.15				/				/				/				/			
8	/																											
9	0.0				3.0				E+4				/				/				/				/			
10	/																											
11	0		5		0		/		/		/		/		/		/		/		/							
12	1		3		5		7		9																			

ケース2の一部をとり出して拡大する。(  $0.1 \leq \text{time} \leq 0.15$   $0.0 \leq y \leq 3.0 \times 10^4$  の範囲 )

A3版 1 グラフ中に5本の線分を重ね合わせる。中心紙は引かない

$\Delta t = 1.0 \times 10^{-4}$  おきにデータをプロットする。Y軸タイトルのつけ加えを行う

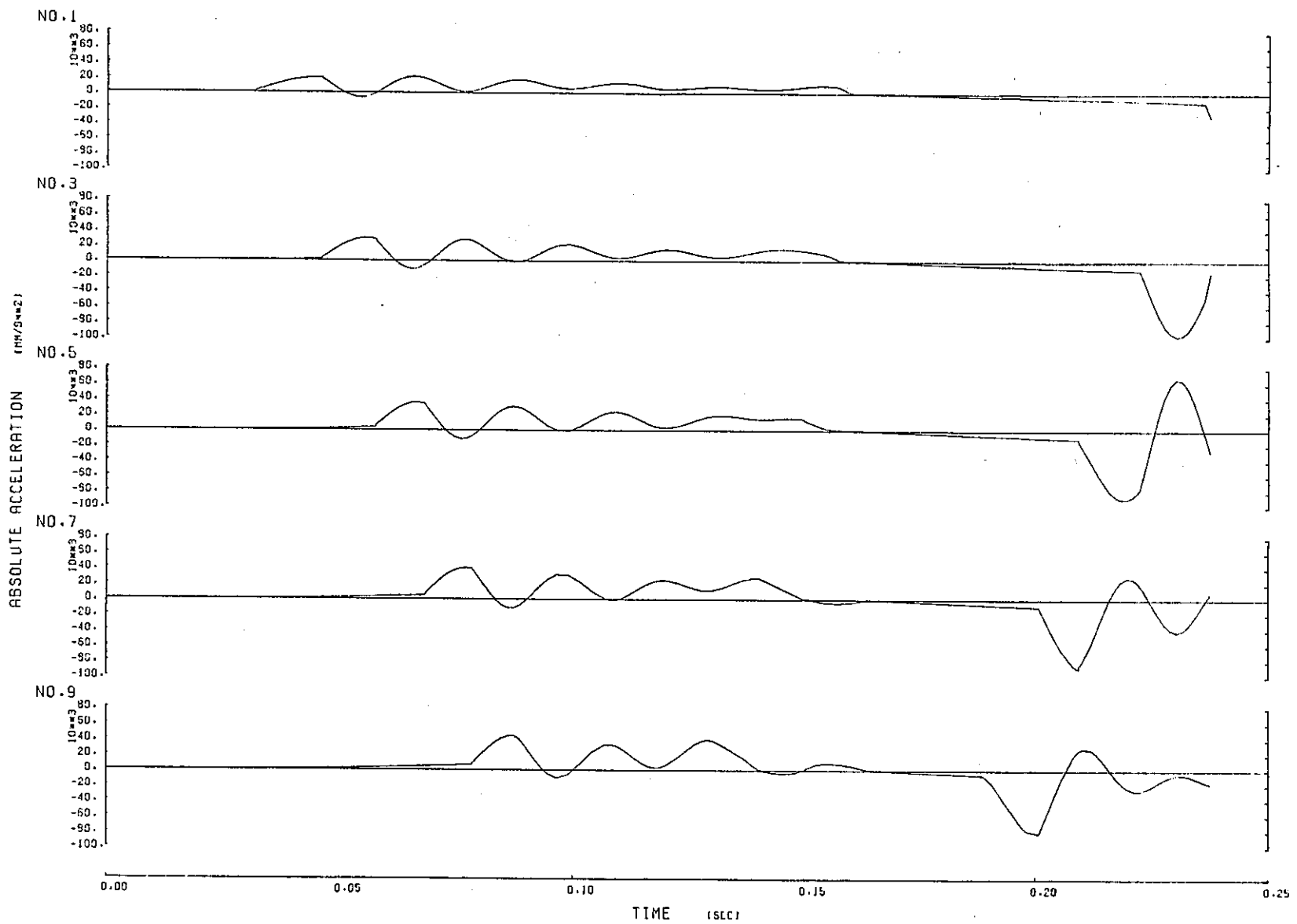
④ ケース4 ( 図付-4 参照 )



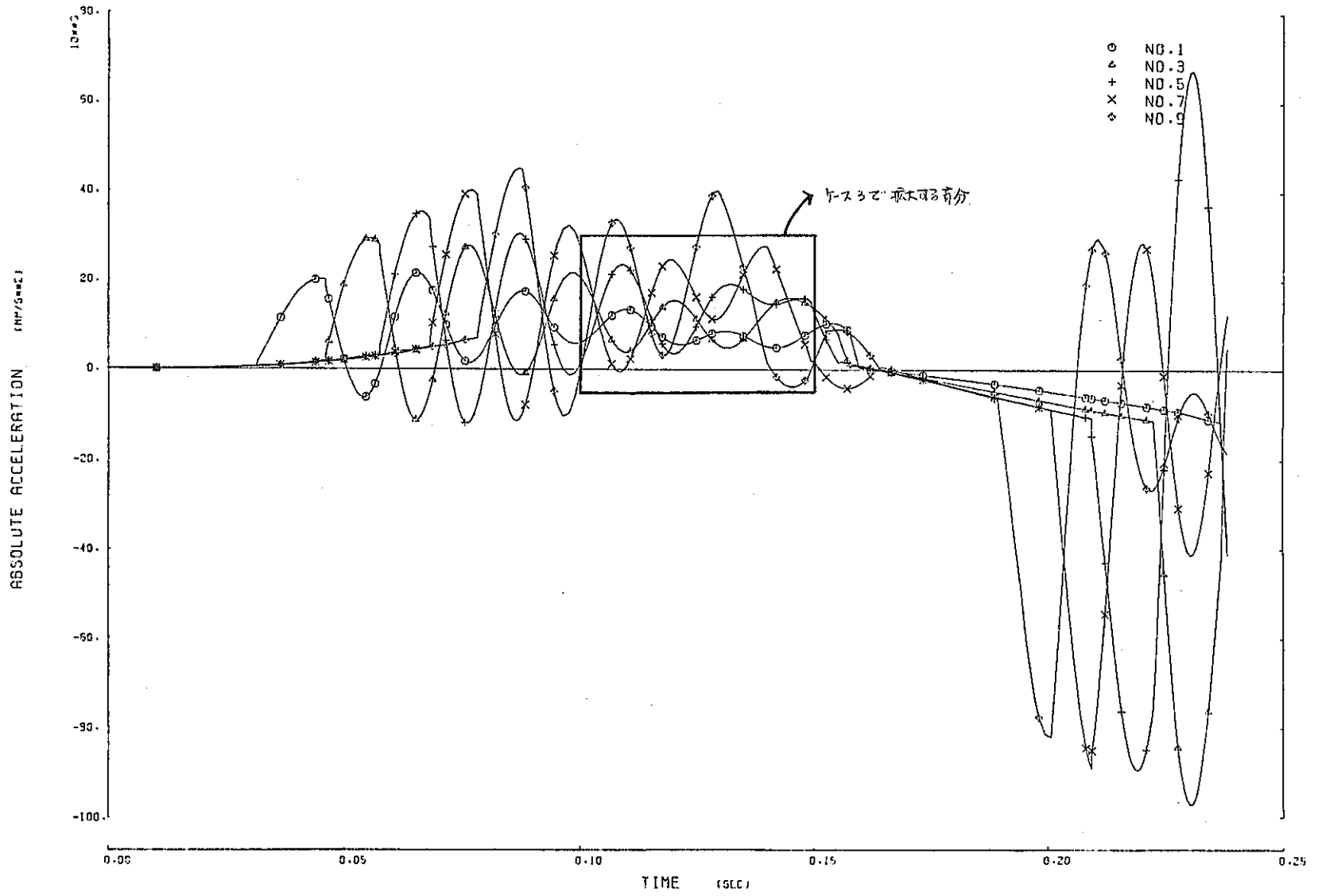
変位データを1 グラフに3本プロットする。重心位置分ずらして描く。中心線を各々の重心位置に引く。

X軸データはテープの最終レコードから読み込ませる。 $\Delta t = (\Delta t \text{ min} ) * \text{NDT}$  以上のタイムメッシュにてプロット出力を行う (  $\Delta t \text{ min}$  : 計算メッシュの最小値 )

A3版

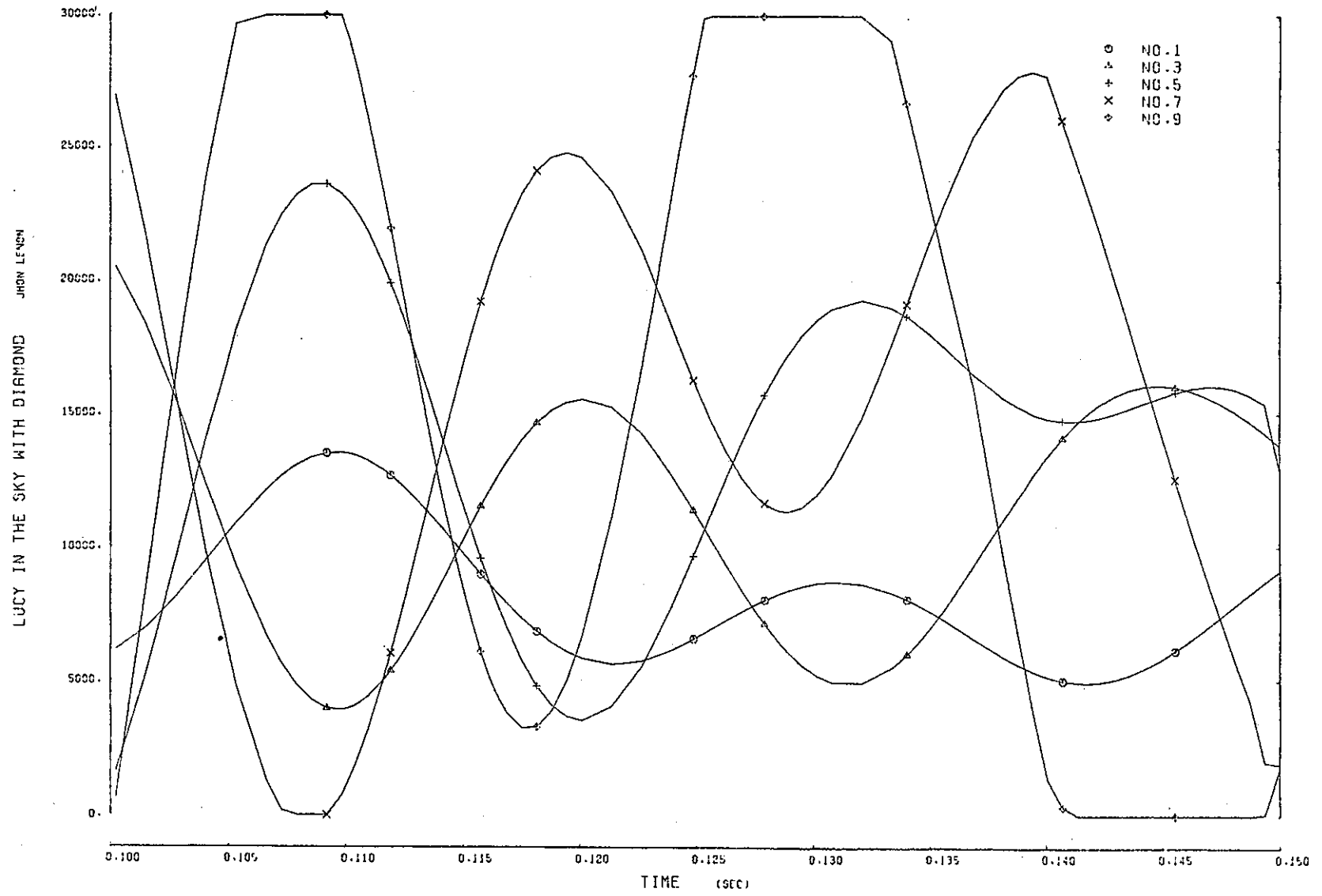


図付-1. 計算結果を個々にプロットする。(全計算点)

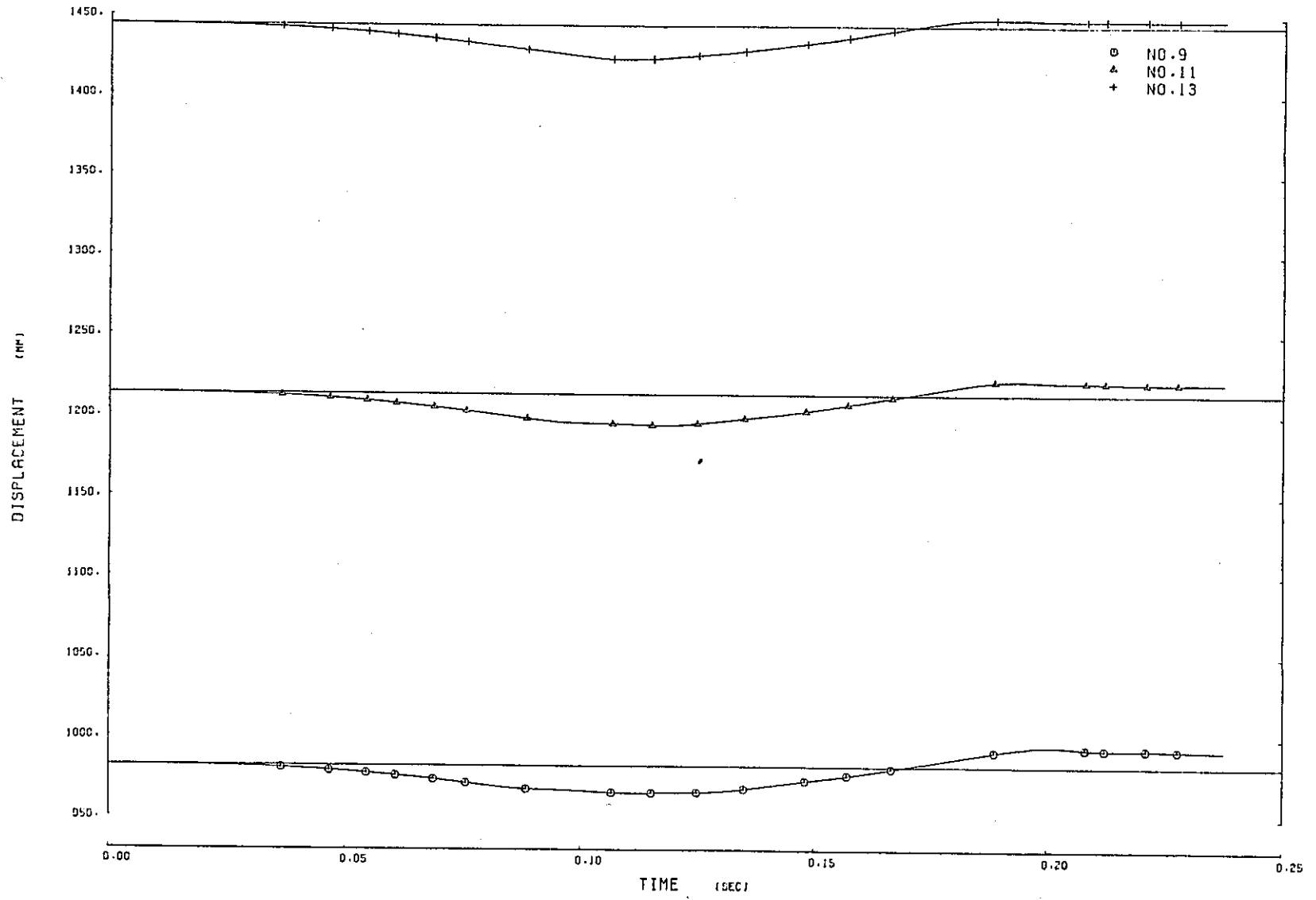


図付-2. 計算結果をまとめてプロットする。(全計算点)



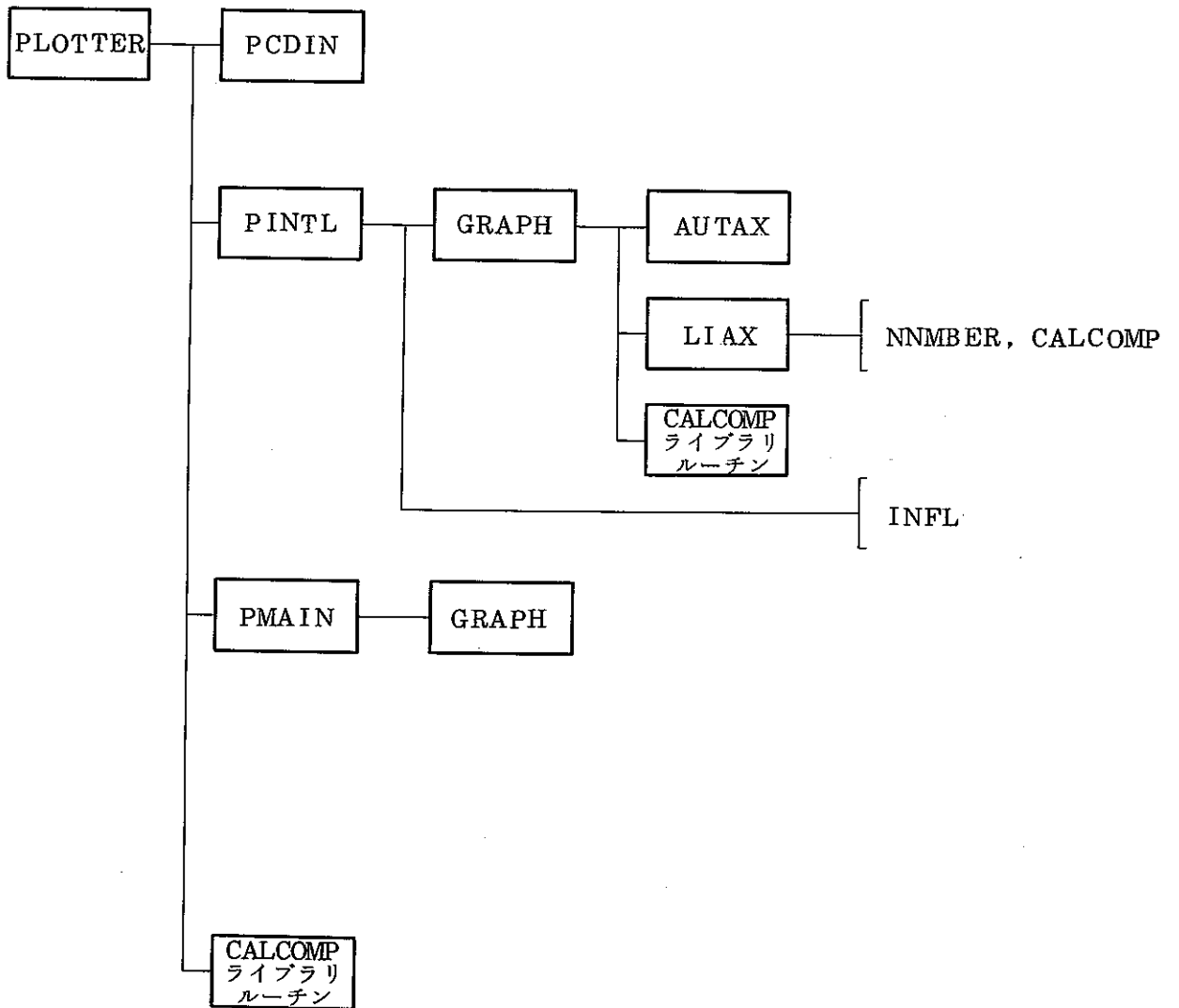


図付-3. 拡大プロット例。(図付-2.参照)



図付-4.  $\Delta t$  毎に計算結果をプロットする。

#### 4. プログラム・ツリー構造図



## 5. サブルーチンの機能説明

### 機能の概略

#### ア. プロッタ・メイン部に関して

PCDIN	カードよりデータ入力を行う
PINTL	テープより初期値を入力し、地震波プロット、必要な初期データをセットする。
PMAIN	計算結果をプロットするための制御を行う

#### イ. プロットルーチンについて

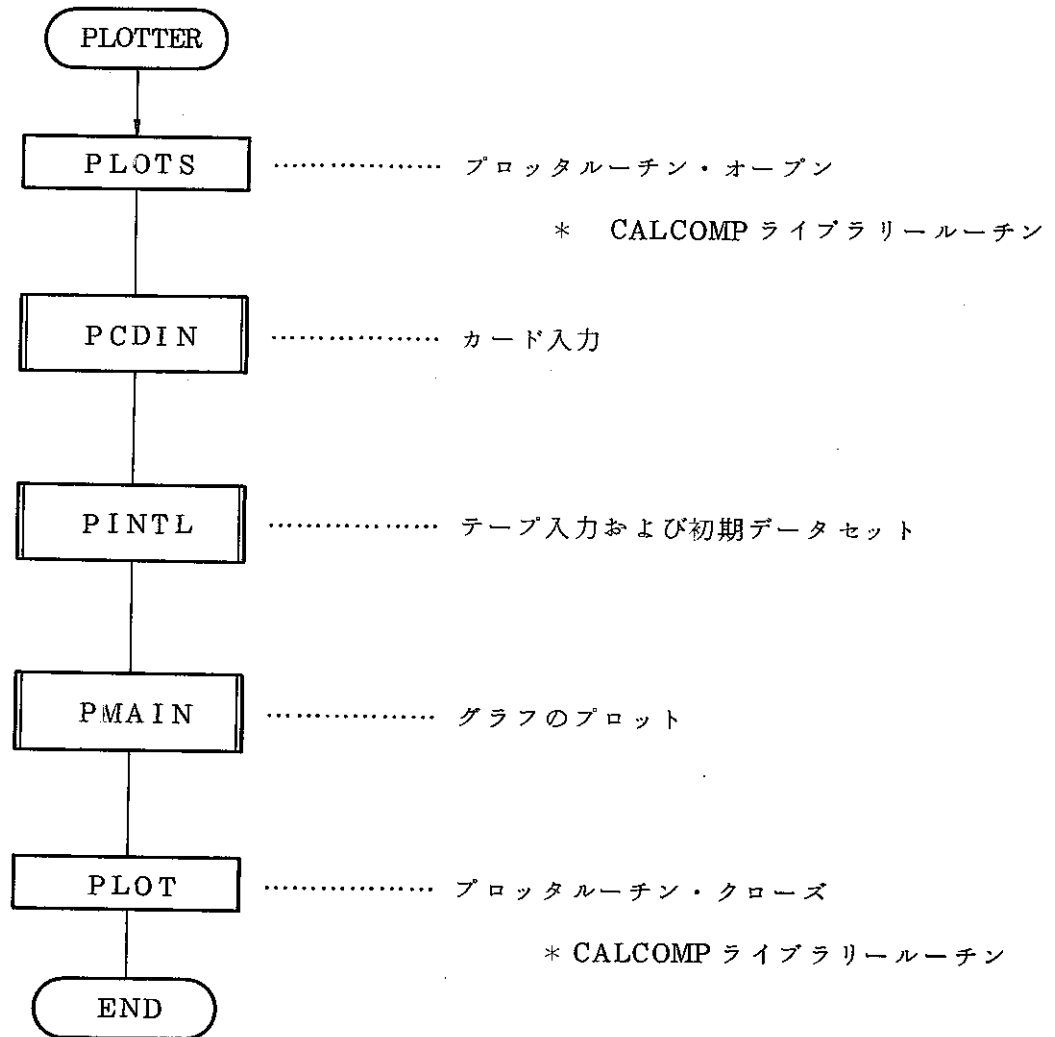
GRAPH	結果をプロットする
AUTAX	座標軸のスケーリングを行う
LIAX	座標軸をプロットする
NUMBER	LIAXの数値部分をプロットする

#### ウ. その他

INFL	初期値のテープへの書き込みおよび読み出しを行う
BLOCK DATA	デバッグ・プリントの出力に必要なデータを与える

## 6. フローチャート

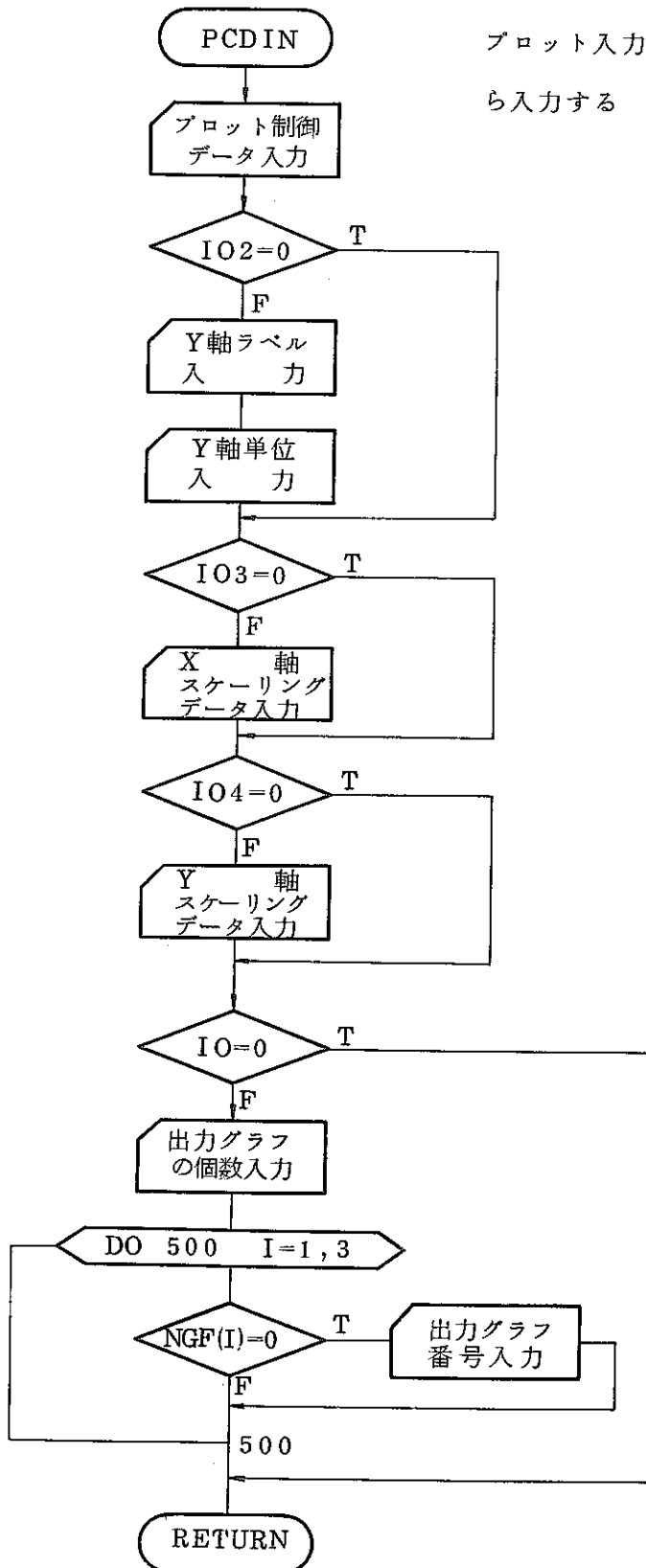
### 1. 概略フローチャート



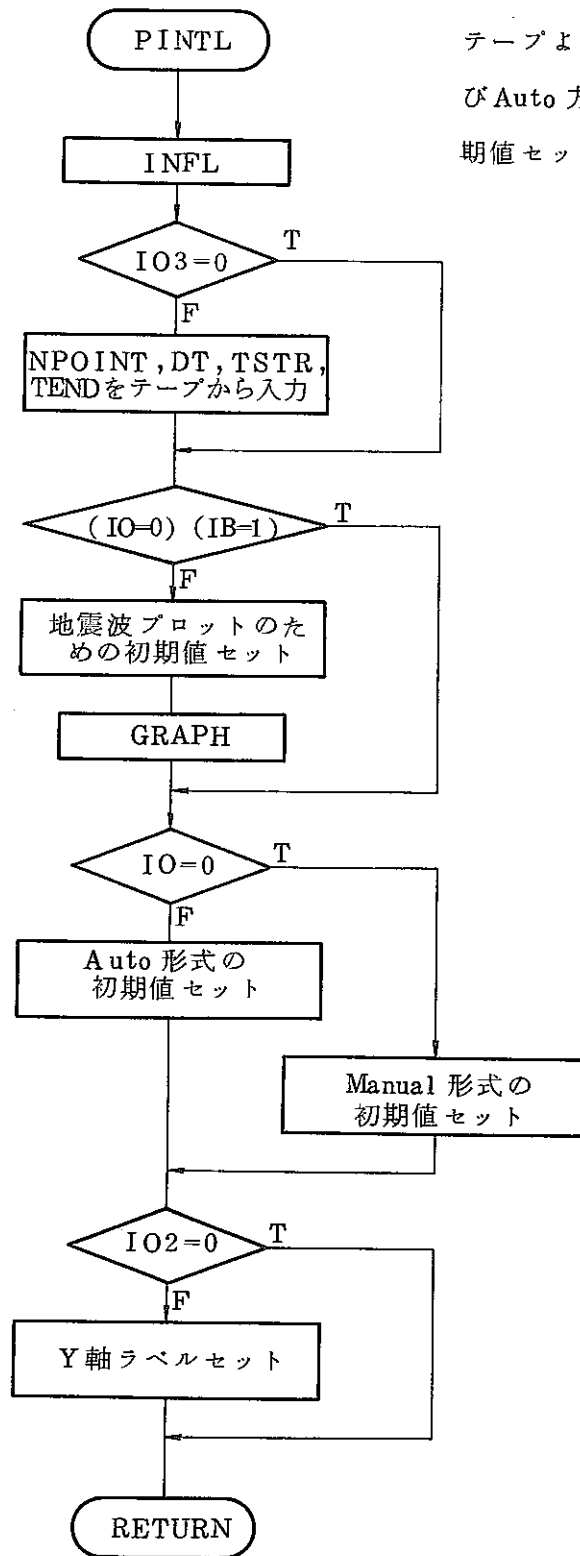
2. サブ・プログラムのフローチャート

ア. サブルーチン PCDIN

プロット入力のために必要なデータをカードから入力する

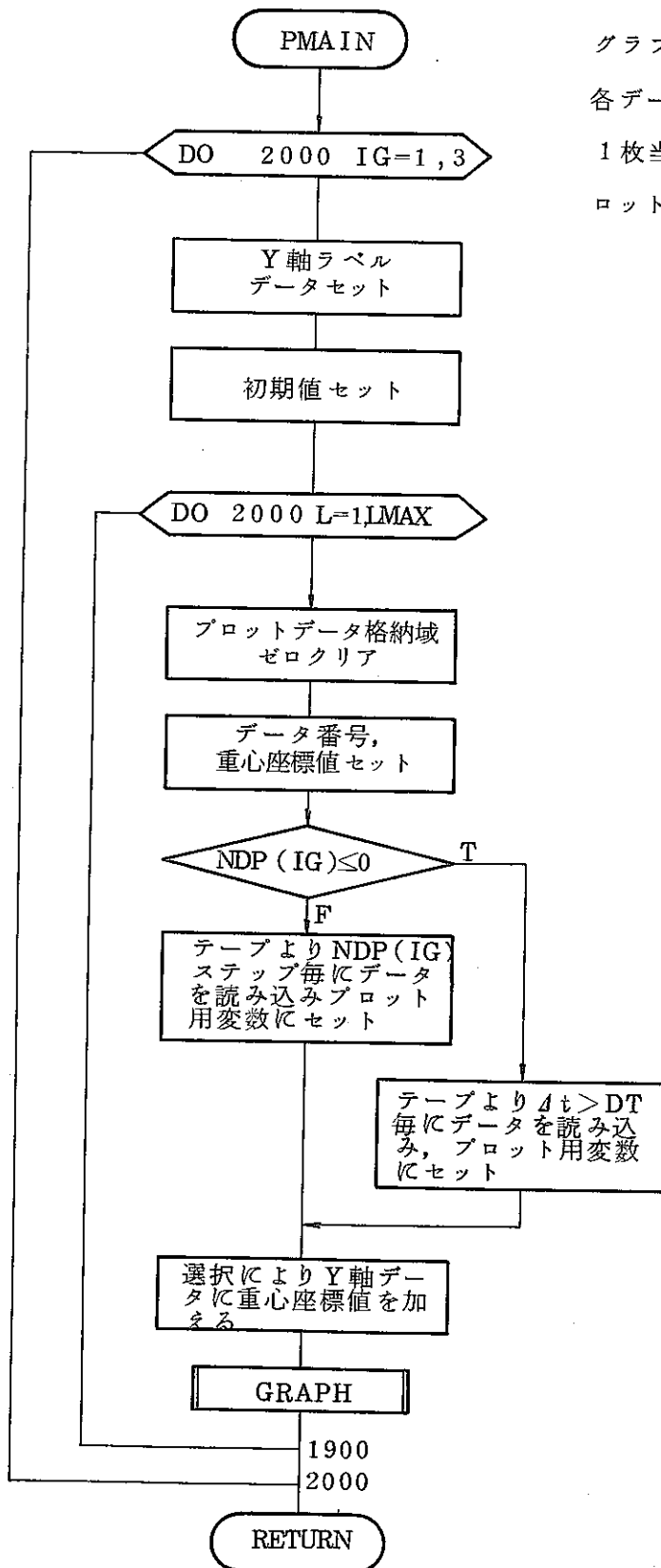


イ. サブルーチン PINTL



テープよりデータを入力し地震波プロットおよびAuto方式, Manual方式の各場合に必要な初期値セットを行う

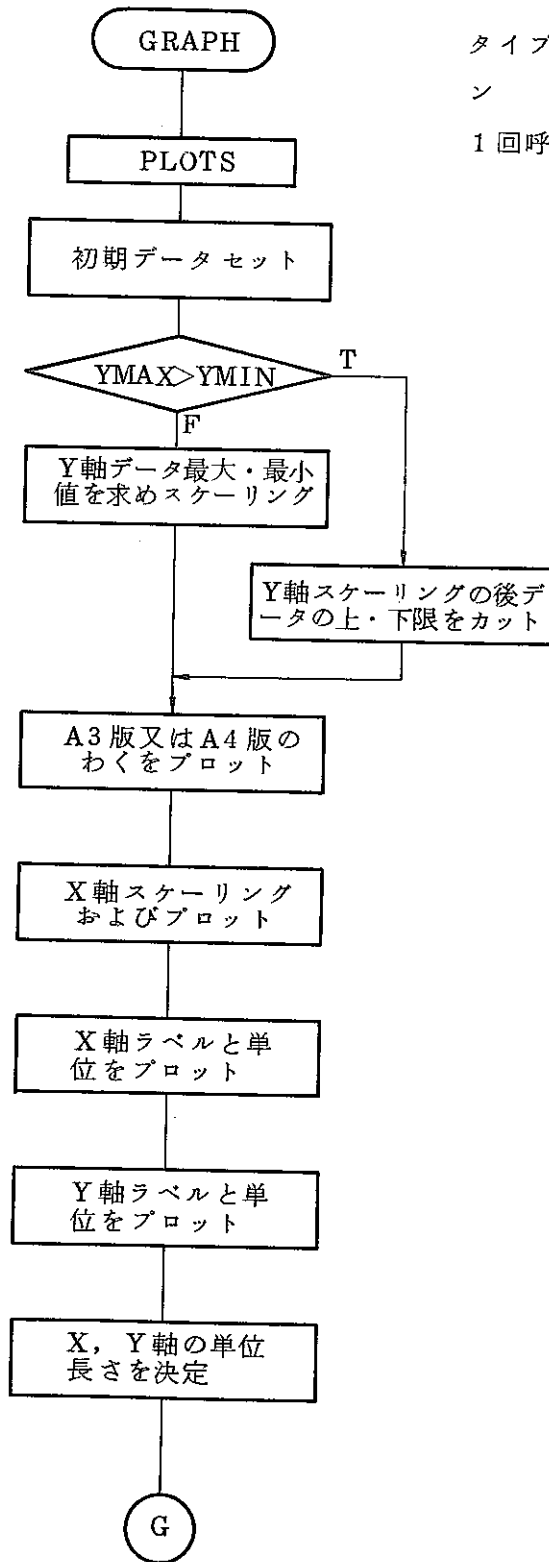
ウ. サブルーチン PMAIN



グラフのプロットのための制御を行う  
各データ（変位・絶対加速度・衝突力）に関し  
1枚当たり最大5点づつの情報を読み込んで、プ  
ロットする。

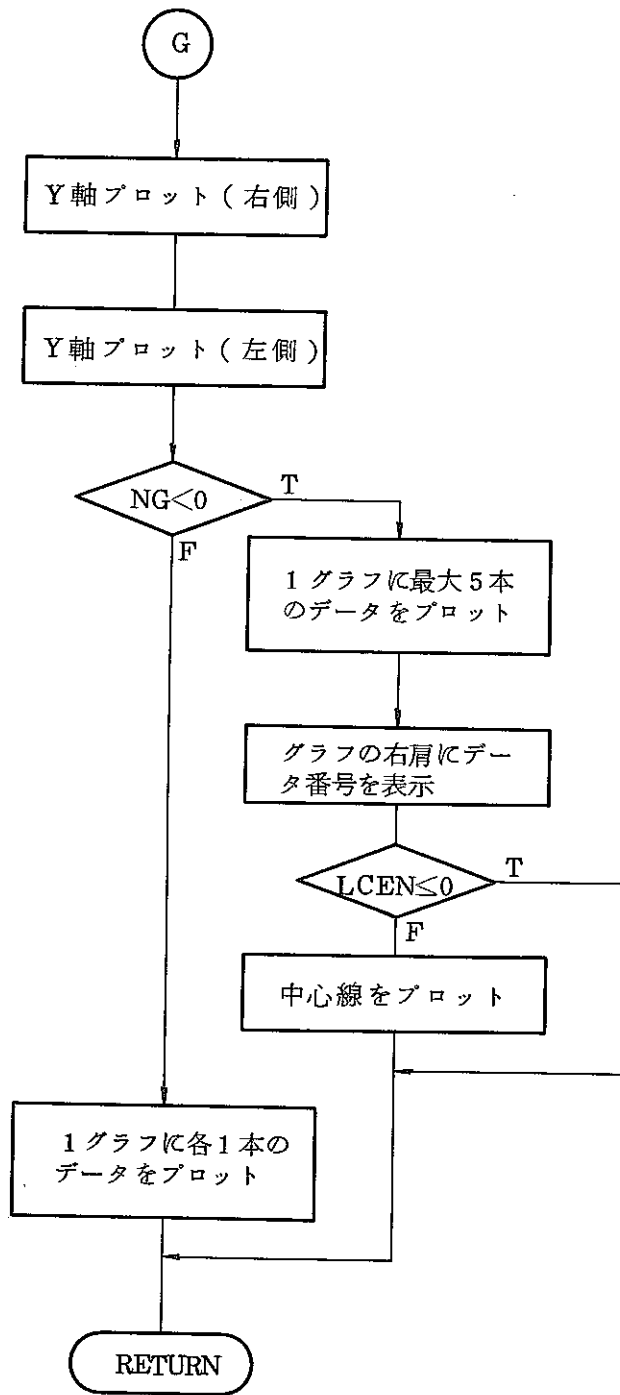


エ. サブルーチン GRAPH



タイプ1, タイプ2のグラフを描く汎用ルーチン

1回呼ぶ毎に1枚のグラフを描く



7. プロッタ・ルーチン リスト

```

1      C VIOILLON          ***** VIOILLON II - PLOTTER *****
C
      1      PROGRAM PLVIOI (INPUT,OUTPUT,TAPE5=INPUT,TAPE6=OUTPUT,
          TAPE10,PLOT=0,TAPE20=PLOT)
5      C      PARAMETER      N=20, M=100, N1=20, N2=20, IS= 5, MB= 2, NP=1000,
C      1      NN=40, NO=40, NT=1000
C
C      COMMON/ LL / LC,LP, FN(10), FE(10), FI(10)
C      DIMENSION
10     C      2      LCEN(3), NDP(3), NG(3), NGE(3), NGRF(3), NO(3,M),
C      3      NOTBL(5), NYD(3), NYL(3),
C      4      XDATA(NT), YDATA(NT,5),
C      5      YAXS(3), YAXSG(5), YG(5), YMAX(3), YMIN(3)
C      DIMENSION
15     C      1      ACCE(NP), DMP(2,N), SPG(2,N),
C      2      DMP2(N1,N2,2), SPG2(N1,N2,2), GAP(N1,N2,2),
C      X(N), Y(N), NUMB(N1), P(N), A(N,MB)
C      DIMENSION
C      DISI(N), ABAC(N), COLL(M)
C      DIMENSION
C      XLAB(5), YLAB(5,3), YLABEL(5)
20     C      DIMENSION
C      XDM(5), YDM(5,3), YTHI(5)
C
C      COMMON/ LL / LC,LP, FN(10), FE(10), FI(10)
C      DIMENSION
25     C      1      LCEN(3), NDP(3), NG(3), NGE(3), NGRF(3), NO(3,500),
C      2      NOTBL(5), NYD(3), NYL(3),
C      3      XDATA(10000), YDATA(10000,5),
C      4      YAXS(3), YAXSG(5), YG(5), YMAX(3), YMIN(3)
C      DIMENSION
30     C      1      ACCE(5000), DMP(2,60), SPG(2,60),
C      2      DMP2(60,20,2), SPG2(60,20,2), GAP(60,20,2),
C      X(60), Y(60), NUMB(20), P(60), A(60,2)
C      DIMENSION
C      DISI(60), ABAC(60), COLL(500)
C      DIMENSION
C      XLAB(5), YLAB(5,3), YLABEL(5)
C      DIMENSION
C      XDM(5), YDM(5,3), YTHI(5)
35     C      DIMENSION
C      1      WX0(150), WY0(150), EMAS(60), VMAS(60,60),
C      DMP1(60), SPG1(60), SLH(60), VELI(60)
C
C ***** SIZE FOR ADJUSTABLE DIMENSION
N      = 60
M      = 500
N1     = 60
N2     = 20
IS     = 10
MB     = 2
NP     = 3000
NT     = 10000
NO     = 150
45     C *****
IC     = 5
IP     = 6
MT     = 10
50     C      NQ = 10000
C      IDBG= 0
C      CALL PLOTS( 0., 0., 20 )
C ***** CARD DATA
55     C      CALL PCDIM
C      1      (OUT, IO, IOZ, IOS, IA, IB, NDP, NG, LCEN,
C      2      YLAB, YDM, NYL, NYD, NPOINT, DT, NOT, TSTR, TEND,
C      3      NGE, NO, YMAX, YMIN, YAXS, IC)

```

```

IFC IDBG.EQ.1 ) CALL WCDIN
60 1  (OUT, IO, IO2, IO3, IA, IB, NDP, NG, LCEN,
2  YLAB, YDM, NYL, NYD, NPOINT, DT, NDT, TSTR, TEND,
3  NGF, NO, YMAX, YMIN, YAXS, IC)
C***** INITIALIZATION
CALL PINTL
65 1  (DIM, N, N1, N2, NO,
2  IN, IO, IO2, IO3, IA, IB, NO, NDP, NG, LCEN,
3  YLAB, YDM, NYL, NYD, NPOINT, DT, NDT, TSTR, TEND,
4  NGF, NO, YMAX, YMIN, YAXS, MT,
5  OUT, ACCE, DMP, SPG, DMP2, SPG2, GAP, X, Y, NUMB, P, A,
6  NFM, NGAP,
70 3  XDATA, YDATA,
4  WXO, WYO, EMAS, VMAS, DMP1, SPG1, SLH,
5  XLAB, XDM, NX, NXT, NGRF)
IFC IDBG.EQ.1 ) CALL WINTL
75 1  (DIM, N, N1, N2, NO,
2  IN, IO, IO2, IO3, IA, IB, NO, NDP, NG, LCEN,
3  YLAB, YDM, NYL, NYD, NPOINT, DT, NDT, TSTR, TEND,
4  NGF, NO, YMAX, YMIN, YAXS, MT,
5  OUT, ACCE, DMP, SPG, DMP2, SPG2, GAP, X, Y, NUMB, P, A,
6  NFM, NGAP,
80 4  XDATA, YDATA,
4  WXO, WYO, EMAS, VMAS, DMP1, SPG1, SLH,
5  XLAB, XDM, NX, NXT, NGRF)
C***** PLOT
CALL PROCTM(TIME)
85 CALL PMAIN
1  (IN, NO, NG, IA, NDP, LCEN, MT,
2  NPOINT, DT, NFM, NGAP, TSTR, TEND,
3  XLAB, NX, XDM, NXT, YLAB, NYL, YDM, NYD,
4  YMAX, YMIN, YAXS, XU, YO, X, YG, NGF, NGRF, NO,
90 5  OUT, DIST, ABAC, COLL,
6  VELI,
7  XDATA, YDATA,
8  IR )
CALL PROCTM(TIME)
95 999 CONTINUE
CALL PLOT(0., 0., 999)
STOP
END

```

```

1      CPCDIN          ***** PCDIN *****
C
      SUBROUTINE PCDIN
1      (OUT, IO, IO2, IO3, IA, IR,          NDP, NG, LCEN,
5      YLAB, YDM, NYL, NYD, NPOINT, DT,   NDT, TSTR, TEND,
3      NGF, NO, YMAX, YMIN, YAXS, IC)
COMMON / LL / LC, LP, FN(10), FE(10), FI(10)
DIMENSION NDP(3), NG(3), LCEN(3),
1      MYL(3), NYD(3), NGF(3), NO(3,1),
10     2      YMAX(3), YMIN(3), YAXS(3)
DIMENSION YLAB(5,3), YDM(5,3)
      READ(IC,5010) IO,IO2,IO3,IO4,IA,IR,
1      NDP,NG,LCEN,NYL,NYD,DT,NDT
      IF( IO2.NE.1 ) GO TO 200
15     READ(IC,5020) ((YLAB(I,J),I=1,5),J=1,3)
      READ(IC,5020) ((YDM(I,J),I=1,5),J=1,3)
      GO TO 300
200    CONTINUE
      IF( IO2.NE.2 ) GO TO 300
20     READ(IC,5120) ((YLAB(I,J),I=1,5),J=1,3)
      READ(IC,5120) ((YDM(I,J),I=1,5),J=1,3)
300    CONTINUE
      IF( IO3.EQ.0 ) GO TO 400
25     READ(IC,5030) NPOINT,TSTR,TEND
400    CONTINUE
      IF( IO4.EQ.0 ) GO TO 480
      DO 450 I=1,3
      READ(IC,5040) YMIN(I),YMAX(I),YAXS(I)
30     CONTINUE
480    CONTINUE
      IF( IO.EQ.0 ) GO TO 1000
      READ(IC,5050) (NGF(I),I=1,3)
      DO 500 I=1,3
      NNG = NGF(I)
35     IF( NNG.NE.0 ) READ(IC,5050) (NO(I,J),J=1,NNG)
500    CONTINUE
1000   CONTINUE
      RETURN
40     5010 FORMAT( 6I2, 3X, 9I3, 3X, 6I3, 2X, F10.0, I5 )
      5020 FORMAT( 5A6 )
      5120 FORMAT( 5A10 )
      5030 FORMAT( I10, 2F10.0 )
      5040 FORMAT( 3F10.0 )
      5050 FORMAT( 16I5 )
45     C
      ENTRY WCDIN
      WRITE(LP, FN) "*****", "PCDIN ", "*****"
      WRITE(LP, FN) "IO ", "IO2 ", "IO3 ", "IA ", "IB ", "NPOINT", "IC "
50     WRITE(LP, FI) IO / IO2 / IO3 / IA / IB / NPOINT, IC
      WRITE(LP, FN) "NDP "
      WRITE(LP, FI) NDP
      WRITE(LP, FN) "NG "
      WRITE(LP, FI) NG
      WRITE(LP, FN) "LCEN"
55     WRITE(LP, FI) LCEN
      WRITE(LP, FN) "YLAB"
      WRITE(LP, FN) YLAB

```

	WRITE(LP, FN) "YDM "
60	WRITE(LP, FN) YDM WRITE(LP, FN) "NYL " WRITE(LP, FI) NYL WRITE(LP, FN) "NYD "
65	WRITE(LP, FI) NYD WRITE(LP, FN) "DT " "TSTR" "TEND" WRITE(LP, FE) DT / TSTR / TEND WRITE(LP, FN) "NGF " WRITE(LP, FI) NGF WRITE(LP, FN) "ND "
70	DO 8010 I=1, 3 NGFI= NGF(I) WRITE(LP, FI) (NO(I, J), J=1, NGFI)
	8010 CONTINUE
75	WRITE(LP, FN) "YMAX" WRITE(LP, FE) YMAX WRITE(LP, FN) "YMIN" WRITE(LP, FE) YMIN WRITE(LP, FN) "YAXS" WRITE(LP, FE) YAXS
80	RETURN END

```

1      CINFL          ***** INFL *****
C
      SUBROUTINE INFL
5      1      (DIM, N, N1, N2, NO,
          2      IN, IOPT, TL, NH2, NA2, MBAN, NBAN, NELM, NGAP,
          3      TDEL, DELT, BETA, EPS, NITR, ISTEP, ACCE, DMP, SPG, DMP2, SPG2,
          4      GAP, X, Y, PDSP, PACC, PCOL, NUMB, P, A,
          5      XO, YO, EMAS, VMAS, DMP1, SPG1, SLH,
          6      IFIL, MT)
10     DIMENSION IOPT(20), TL(20),
          1      ACCE(1), DMP(2,1), SPG(2,1),
          2      DMP2(N1,N2,1), SPG2(N1,N2,1), GAP(N1,N2,1),
          3      X(1), Y(1), NUMB(1), P(1), A(N,1)
          4      DIMENSION XO(1), YO(1), EMAS(1), VMAS(N,1),
          5      DMP1(1), SPG1(1), SLH(1)
15     IF( IFIL.NE.0 )
          1      IF( IFIL.NE.0 ) GO TO 2000
          2      REWIND MT
          3      WRITE(MT) (IOPT(I), I=1,20), (TL(I), I=1,20),
          4      NH2, NA2, MBAN, NBAN, NELM, NGAP,
          5      TDEL, DELT, BETA, EPS, NITR, ISTEP,
          6      (ACCE(I), I=1, ISTEP),
          7      (DMP(I,J), DMP(2,J), J=1, NELM),
          8      (SPG(1,J), SPG(2,J), J=1, NELM),
          9      ((DMP2(I,J,K), I=1, NH2), J=1, NA2), K=1, NBAN),
          1     ((SPG2(I,J,K), I=1, NH2), J=1, NA2), K=1, NBAN),
          2     ((GAP(I,J,K), I=1, NH2), J=1, NA2), K=1, NBAN),
          3     (X(I), Y(I), I=1, NELM), PDSP, PACC, PCOL,
          4     (NUMB(I), I=1, N2), (P(I), I=1, NELM),
          5     ((A(I,J), I=1, NELM), J=1, MBAN),
          6     (XO(I), YO(I), I=1, NO), (EMAS(I), I=1, NELM),
          7     ((VMAS(I,J), I=1, NELM), J=1, NBAN),
          8     (DMP1(I), SPG1(I), SLH(I), I=1, NELM)
          9     2000 CONTINUE
          1     IF( IFIL.NE.1 ) GO TO 3000
          2     REWIND MT
          3     READ(MT) (IOPT(I), I=1,20), (TL(I), I=1,20),
          4     NH2, NA2, MBAN, NBAN, NELM, NGAP,
          5     TDEL, DELT, BETA, EPS, NITR, ISTEP,
          6     (ACCE(I), I=1, ISTEP),
          7     (DMP(1,J), DMP(2,J), J=1, NELM),
          8     (SPG(1,J), SPG(2,J), J=1, NELM),
          9     ((DMP2(I,J,K), I=1, NH2), J=1, NA2), K=1, NBAN),
          1     ((SPG2(I,J,K), I=1, NH2), J=1, NA2), K=1, NBAN),
          2     ((GAP(I,J,K), I=1, NH2), J=1, NA2), K=1, NBAN),
          3     (X(I), Y(I), I=1, NELM), PDSP, PACC, PCOL,
          4     (NUMB(I), I=1, N2), (P(I), I=1, NELM),
          5     ((A(I,J), I=1, NELM), J=1, MBAN),
          6     (XO(I), YO(I), I=1, NO), (EMAS(I), I=1, NELM),
          7     ((VMAS(I,J), I=1, NELM), J=1, NBAN),
          8     (DMP1(I), SPG1(I), SLH(I), I=1, NELM)
          9     3000 CONTINUE
          1     RETURN
          2     END

```

```

1      CPINTL          ***** PINTL *****
      C
      SUBROUTINE PINTL
5      1      CDIM, N, N1, N2, NO
      2      IN, IO, IO2, IO3, IA, IB, NO, NDP, NG, LCEN,
      3      YLAB, YDM, NYL, NYD, NPOINT, DT, NDT, TSTR, TEND,
      4      NGF, NO, YMAX, YMIN, YAXS, MT,
10     2      OUT, ACCE, DMP, SPG, DMP2, SPG2, GAP, X, Y, NUMB, P, A,
      3      NFL, NGAP,
      4      XDATA, YDATA,
      5      WXO, WYO, EMAS, VMAS, DMP1, SPG1, SLH,
      6      XLAB, XDM, NX, NXT, NGRF)
      COMMON/ LL / LC, LP, FN(10), FE(10), FI(10)
15     DIMENSION NDP(3), NG(3), ICEN(3),
      1      NYL(3), NYD(3), NGF(3), ND(3,1), NGRF(3),
      2      YMAX(3), YMIN(3), YAXS(3)
      DIMENSION XLABEL(5), YLABEL(5), XLAR(5), YLAB(5,3),
20     1      XTNI(5), YTNI(5), XDM(5), YDM(5,3),
      2      YLDATA(5,3), YTDATA(5,3)
      DIMENSION XDATA(1), YDATA(NO,1), NNYL(3), NNYD(3)
      DIMENSION IOPT(20), TL(20),
25     1      ACCE(1), DMP(2,1), SPG(2,1),
      2      DMP2(N1,N2,1), SPG2(N1,N2,1), GAP(N1,N2,1),
      3      X(1), Y(1), NUMB(1), P(1), A(N,1)
      DIMENSION WXO(1), WYO(1), EMAS(1), VMAS(N,1),
30     1      DMP1(1), SPG1(1), SLH(1)
      DIMENSION NOTBI(5)
      DATA (XLABEL(I), I=1,5) /"TIME" /
      DATA (XTNI(I), I=1,5) /"(SEC)" /
      DATA (YLABEL(I), I=1,5) /"SEISMIC WAVE" /
      DATA (YTNI(I), I=1,5) /"(MM/S**2)" /
      DATA (YLDATA(I,1), I=1,5) /"DISPLACEMENT" /
      DATA (YLDATA(I,2), I=1,5) /"ABSOLUTE ACCELERATION" /
      DATA (YLDATA(I,3), I=1,5) /"COLLISION FORCE" /
35     DATA (YTDATA(I,1), I=1,5) /"(MM)" /
      DATA (YTDATA(I,2), I=1,5) /"(MM/S**2)" /
      DATA (YTDATA(I,3), I=1,5) /"(KG)" /
      DATA MX, MXT, MY, MYT / 4, 5, 12, 9 /
      DATA BLK /" /" /
40     DATA NNYL, NNYD / 12, 21, 15, 4, 9, 4 /
      IFIL = 1
      CALL INFL
      1      CDIM, N, N1, N2, NO,
45     2      IN, IOPT, TL, NH2, NA2, MBAN, FBAN, NELM, NGAP,
      3      TDEL, DELT, BETA, EPS, NITR, ISIP, ACCE, DMP, SPG, DMP2, SPG2,
      4      GAP, X, Y, PDSP, PACC, PCOL, NUMB, P, A,
      5      WXO, WYO, EMAS, VMAS, DMP1, SPG1, SLH,
      6      IFIL, MT)
50     IF( IO3, NE, 0 ) GO TO 300
      NPT = 0
      READ(MT) TSTR
      NPT = NPT+1
      100 CONTINUE
      READ(MT) NUM
55     IF( EOF(MT), NE, 0.0 ) GO TO 200
      NPT = NPT+1
      GO TO 100

```



```

200 CONTINUE
60 BACKSPACE MT
BACKSPACE MT
READ(MT) TEND
NPOINT = NPT
REWIND MT
READ(MT) DUM
65 WRITE(LP, FN) "NPOINT", "NPT "
WRITE(LP, FI) NPOINT, NPT
WRITE(LP, FN) "TSTR", "TEND"
WRITE(LP, FE) TSTR, TEND
300 CONTINUE
70 IF( IO.NE.0 .AND. IB.NE.1 ) GO TO 1000
MP = ISTP
MG = +1
JA = +3
XCEN = 0
75 YYMAX = -1.0
YYMIN = +1.0
YYAXS = 0.0
NOTBL(1) = 0.0
80 XO = 0.0
YO = 0.0
ANO = BLK
DO 500 I=1,MP
XDATA(I) = TIME
YDATA(I,1) = ACCE(I)
TIME = TIME + DELT
85 500 CONTINUE
KGPH = 0
CALL GRAPH(XDATA, YDATA, NQ, MP, MG, XG, JA, YYMAX, YYMIN, YYAXS,
90 XLABEL, YLABEL, MX, MY, XT, I, YTI, MXT, MYT,
ANO, NOTBL, XU, YO, KCEN, KGPH)
1000 CONTINUE
IF( IO.NE.0 ) GO TO 1500
IA = +3
DO 1100 I=1,3
95 NG(I) = +5
LCEN(I) = 0
YMAX(I) = -1.0
YMIN(I) = +1.0
YAXS(I) = 0.0
100 IF( NDP(I).EQ.0 ) NDP(I) = 1
C NDP(I) = (NPOINT-1)/NQ + 1
1100 CONTINUE
NGF(1) = NELM
NGF(2) = NELM
105 NGF(3) = NGAP
NGRF(1) = (NELM-1)/5 + 1
NGRF(2) = (NELM-1)/5 + 1
NGRF(3) = (NGAP-1)/5 + 1
DO 1200 J=1, NELM
110 NO(1, J) = J
NO(2, J) = J
1200 CONTINUE
DO 1300 J=1, NGAP
NO(3, J) = J

```

115	1300	CONTINUE	
		GO TO 2000	
	1500	CONTINUE	
		DO 1600 I=1,5	
		NGI = NG(I)	
120		IF( NGI.EQ.0 )	GO TO 1600
		IABSNQ = IABS(NGI)	
		NGRF(I) = ( NGF(I)-1 ) / IABSNQ + 1	
		IF( NDP(I).EQ.0 )	NDP(I) = 1
	1600	CONTINUE	
125	2000	CONTINUE	
		IF( IO2.NE.0 )	GO TO 2500
		DO 2200 J=1,5	
		DO 2100 I=1,5	
		YLAB(I,J) = YLDATA(I,J)	
130		YDM(I,J) = YTDATA(I,J)	
	2100	CONTINUE	
		NYL(J) = NYL(J)	
		NYD(J) = NYD(J)	
	2200	CONTINUE	
135	2500	CONTINUE	
		DO 2600 I=1,5	
		XLAB(I) = XLABEL(I)	
		XDM(I) = XDMI(I)	
	2600	CONTINUE	
140		MX = MX	
		NXT = NXT	
		RETURN	
		C	
		ENTRY WINTL	
145		WRITE(LP, FN) "*****", "PJNTL ", "*****"	
		WRITE(LP, FN) "N ", "N1 ", "N2 ", "N0 "	
		WRITE(LP, FI) N , N1 , N2 , N0	
		WRITE(LP, FN) "IO ", "IO2 ", "IO3 ", "IA ", "IB "	
		WRITE(LP, FI) IO , IO2 , IO3 , IA , IB	
150		WRITE(LP, FN) "IOPT"	
		WRITE(LP, FI) IOPT	
		WRITE(LP, FN) "TL "	
		WRITE(LP, FN) TL	
155	1	WRITE(LP, FN) "NHZ ", "NAZ ", "MBAN", "NRAN", "NELM", "NGAP", "NITR",	
		"ISTP"	
		WRITE(LP, FI) NHZ, NAZ, MBAN, NRAN, NELM, NGAP, NITR, ISTP	
		WRITE(LP, FN) "IDEL", "DELT", "BETA", "EPS "	
		WRITE(LP, FE) IDEL , DELT , BETA , EPS	
160		WRITE(LP, FN) "IFIL", "MT "	
		WRITE(LP, FI) IFIL , MT	
		WRITE(LP, FN) "NQ ", "MP ", "MG ", "JA "	
		WRITE(LP, FI) NQ , MP , MG , JA	
		WRITE(LP, FN) "XDATA"	
		WRITE(LP, FE) (XDATA(I), I=1,MP)	
165		WRITE(LP, FN) "YDATA"	
		WRITE(LP, FE) (YDATA(I,1), I=1,MP)	
		WRITE(LP, FN) "YYMA", "YYMI", "YYAX"	
		WRITE(LP, FE) YYMAX, YYMIN, YYAXS	
		WRITE(LP, FN) "MX ", "MY ", "MXT ", "MYT ", "KCEN"	
170		WRITE(LP, FI) MX , MY , MXT , MYT , KCEN	
		WRITE(LP, FN) "XLABEL"	

```

WRITE(LP,FN) XLABEL
WRITE(LP,FN) "YLABEL"
WRITE(LP,FN) YLABEL
175 WRITE(LP,FN) "XTNI"
WRITE(LP,FN) XTNI
WRITE(LP,FN) "YTNI"
WRITE(LP,FN) YTNI
WRITE(LP,FN) "NOTBL"
180 WRITE(LP,FI) (NOTBL(I),I=1,3)
WRITE(LP,FN) "XO ","YO "
WRITE(LP,FE) XO , YO
WRITE(LP,FN) "X "
WRITE(LP,FE) (X(I),I=1,NELM)
185 WRITE(LP,FN) "Y "
WRITE(LP,FE) (Y(I),I=1,NELM)
WRITE(LP,FN) "NUMB"
WRITE(LP,FI) (NUMB(I),I=1,N0)
WRITE(LP,FN) "P"
190 WRITE(LP,FE) (P(I),I=1,NELM)
WRITE(LP,FN) "A "
DO 8070 J=1,NELM
WRITE(LP,FE) (A(I,J),J=1,NBAN)
CONTINUE
195 8070 WRITE(LP,FN) "XLAB"
WRITE(LP,FN) XLAB
WRITE(LP,FN) "XDM "
WRITE(LP,FE) XDM
200 WRITE(LP,FN) "NX ","NXT "
WRITE(LP,FI) NX , NXT
WRITE(LP,FN) "XO ","YO "
WRITE(LP,FE) XO , YO
WRITE(LP,FN) "NGRF"
WRITE(LP,FI) NGRF
205 WRITE(LP,FN) "GAP "
DO 8060 K=1,NBAN
DO 8050 J=1,NAZ
WRITE(LP,FE) (GAP(I,J,K),I=1,NH2)
CONTINUE
210 8050 CONTINUE
8060 WRITE(LP,FN) "ACCE"
WRITE(LP,FE) (ACCE(I),I=1,ISTP)
WRITE(LP,FN) "SPG "
WRITE(LP,FE) (SPG(1,J),J=1,NELM)
215 WRITE(LP,FE) (SPG(2,J),J=1,NELM)
WRITE(LP,FN) "DMP "
WRITE(LP,FE) (DMP(1,J),J=1,NELM)
WRITE(LP,FE) (DMP(2,J),J=1,NELM)
WRITE(LP,FN) "DMP2"
220 DO 8020 K=1,NBAN
DO 8010 J=1,NAZ
WRITE(LP,FE) (DMP2(I,J,K),I=1,NH2)
CONTINUE
8010 CONTINUE
8020
225 WRITE(LP,FN) "SPG2"
DO 8040 K=1,NBAN
DO 8030 J=1,NAZ
WRITE(LP,FE) (SPG2(I,J,K),I=1,NH2)

```

	8030	CONTINUE
230	8040	CONTINUE
		WRITE(LP, FN) "WX0 "
		WRITE(LP, FE) (WX0(J), J=1, NQ)
		WRITE(LP, FN) "WY0 "
		WRITE(LP, FE) (WY0(J), J=1, NQ)
235		WRITE(LP, FN) "EMAS"
		WRITE(LP, FE) (EMAS(J), J=1, NELM)
		WRITE(LP, FN) "VMAS"
		WRITE(LP, FE) ((VMAS(I, J), I=1, NELM), J=1, NBAN)
		WRITE(LP, FN) "DMP1"
240		WRITE(LP, FE) (DMP1(J), J=1, NELM)
		WRITE(LP, FN) "SPG1"
		WRITE(LP, FE) (SPG1(J), J=1, NELM)
		WRITE(LP, FN) "SLH "
		WRITE(LP, FE) (SLH(J), J=1, NELM)
245		RETURN
		END

```

1      CPMAIN          ***** PMAIN *****
      C
      SUBROUTINE PMAIN
5      1      (IN, NO, NG, IA, NDP, LCEN, XT,
      2      NPOINT, DI, NELM, NGAP, TSTR, TEND,
      3      XLABEL, NX, XTNI, NXT, YLAB, NYL, YDM, NYD,
      4      YMAX, YMIN, YAXS, XO, YO, X, YG, NGF, NGRF, NO,
      5      OUT, DIST, ABAC, COLL,
      6      VFLI,
10     7      XDATA, YDATA,
      8      IB )
      COMMON / LL / LC, LP, FN(10), FE(10), FI(10)
      DIMENSION XLABEL(5), YLABEL(5), YLAB(5,3)
      DIMENSION XTNI(5), YTHI(5), YDM(5,3)
15     DIMENSION XDATA(1), YDATA(NQ,1)
      DIMENSION LCFN(3), NG(3), NDP(3), NYL(3), NYD(3),
      1      NGF(3), NGRF(3), NOTBL(5), NO(3,1),
      2      X(1), YAXS(3), YAXSG(5), YG(5), YMAX(3),
      3      YMIN(3)
20     DIMENSION VELI(1)
      DIMENSION DISI(1), ABAC(1), COLL(1)
      DATA ANO/"NO. "/
      KGPH = 0
      C
25     WRITE(LP, FN) "*****", "PMAIN ", "*****"
      DO 2000 IG=1,3
      IF( NGF(IG).LE.0 ) GO TO 2000
      DO 100 J=1,5
      YLABEL(J) = YLAB(J,IG)
30     100 CONTINUE
      DO 200 J=1,5
      YTHI(J) = YDM(J,IG)
      200 CONTINUE
      NY = NYL(IG)
      NYT = NYD(IG)
35     JJ = 0
      LMAX = NGRF(IG)
      NN = IABS( NG(IG) )
      NR = NG(IG)
      NND = NDP(IG)
40     DO 1900 L=1, LMAX
      YMAXG = YMAX(IG)
      YMING = YMIN(IG)
      YAXSG(1) = YAXS(IG)
      DO 900 I=1, NR
45     XDATA(1) = 0.0
      DO 900 J=1, NN
      YDATA(I, J) = 0.0
      900 CONTINUE
      DO 1000 I=1, NN
50     JJ = JJ+1
      NI = NO(IG, JJ)
      IF( NI.LE.0 ) GO TO 1100
      NOTBL(I) = NI
      YG(I) = X(NI)
55     1000 CONTINUE
      NF = NN
      GO TO 1150

```

```

1100 CONTINUE
60 1150 NF = I-1
CONTINUE
IF( NND.LE.0 ) GO TO 1500
II = 0
DO 1300 I=1,NPOINT
65 READ(MT) TIME, (DISI(J),ABAC(J),J=1,NELM),
(COLL(J),J=1,NGAP), (VELI(J),J=1,NELM)
IF( EOF(MT).NE.0.0 ) GO TO 999
IM = I-1
IF( TIME.LT.TSTR ) GO TO 1300
IF( TIME.GT.TEND ) GO TO 1400
70 IF( MOD(IM,NND).NE.0 ) GO TO 1300
II = II+1
XDATA(II) = TIME
DO 1200 J=1,NN
75 NJ = NOTBL(J)
IF( NJ.LE.0 ) GO TO 1180
IF( IG.EQ.1 ) YDATA(II,J) = DISI(NJ)
IF( IG.EQ.2 ) YDATA(II,J) = ABAC(NJ)
IF( IG.EQ.3 ) YDATA(II,J) = COLL(NJ)
80 1180 CONTINUE
1200 CONTINUE
1300 CONTINUE
1400 CONTINUE
NP = II
GO TO 1800
85 1500 CONTINUE
TIME = TSTR
II = 0
DO 1700 I=1,NPOINT
90 READ(MT) T, (DISI(J),ABAC(J),J=1,NELM),
(COLL(J),J=1,NGAP), (VELI(J),J=1,NELM)
IF( EOF(MT).NE.0.0 ) GO TO 999
IF( T.GT.TEND ) GO TO 1750
IF( T.LT.TIME ) GO TO 1700
95 II = II+1
XDATA(II) = T
DO 1600 J=1,NN
100 NJ = NOTBL(J)
IF( NJ.LE.0 ) GO TO 1600
IF( IG.EQ.1 ) YDATA(II,J) = DISI(NJ)
IF( IG.EQ.2 ) YDATA(II,J) = ABAC(NJ)
IF( IG.EQ.3 ) YDATA(II,J) = COLL(NJ)
1600 CONTINUE
TIME = TIME+DT
105 1700 CONTINUE
1750 CONTINUE
NP = II
1800 CONTINUE
C WRITE(LP, FN) "XDATA ", "YDATA "
C DO 8000 I=1,NP
110 C WRITE(LP, FE) XDATA(I), (YDATA(I,J), J=1, NF)
C8000 CONTINUE
KCEM = LCEM(IG)
IF( KCEM.LE.0 ) GO TO 1880
DO 1830 I=1,NN

```

```

115          YAXSG(I) = YG(I)
          1830 CONTINUE
              DO 1850 I=1, NP
                DO 1850 J=1, NN
                  YDATA(I,J) = YDATA(I,J) + YG(J)
120          1850 CONTINUE
          1880 CONTINUE
C          WRITE(LP, FN) "XDAT", "YDAT"
C          DO 8010 I=1, NP
C          WRITE(LP, FE) "XDATA(I), (YDATA(I,J), J=1, NF)
125          8010 CONTINUE
C          WRITE(LP, FN) "IG ", "L "
C          WRITE(LP, FI) IG , L
C          WRITE(LP, FN) "NQ ", "NP ", "NR ", "NF ", "IA "
C          WRITE(LP, FN) NQ , NP , NR , NF , IA
130          C          WRITE(LP, FN) "YMAX", "YMIN", "YAXS"
C          WRITE(LP, FE) YMAXG, YMING, (YAXSG(I), I=1, 5)
C          WRITE(LP, FN) "XLABEL"
C          WRITE(LP, FN) XLABEL
135          C          WRITE(LP, FN) "YLABEL"
C          WRITE(LP, FN) YLABEL
C          WRITE(LP, FN) "NX ", "NY ", "NXT ", "NYT "
C          WRITE(LP, FI) NX , NY , NXT , NYT
C          WRITE(LP, FN) "XTNI"
C          WRITE(LP, FN) XTNI
140          C          WRITE(LP, FN) "YTNI"
C          WRITE(LP, FN) YTNI
C          WRITE(LP, FN) "NOTBL"
C          WRITE(LP, FI) (NOTBL(I), I=1, 5)
C          WRITE(LP, FN) "XO ", "YO "
145          C          WRITE(LP, FE) XO , YO
          CALL GRAPH(XDATA, YDATA, NQ, NP, NR, NF, IA, YMAXG, YMING, YAXSG,
1          XLABEL, YLABEL, NX, NY, XTNI, YTNI, NXT, NYT, AND, NOTBL, XO, YO,
2          KCEN, KGPH)
          REWIND MT
150          READ(MT) DUM
          GO TO 1900
          999 CONTINUE
              NPOINT = I-1
              NP = II
155          GO TO 1800
          1900 CONTINUE
          2000 CONTINUE
              WRITE(LP, FN) "NPOINT", "NP "
              WRITE(LP, FI) NPOINT , NP
160          WRITE(LP, FN) "ISTR", "TEND"
              WRITE(LP, FE) ISTR , TEND
              RETURN
          7010 FORMAT( 3X, I1 )
          7020 FORMAT( 3X, I2 )
165          7030 FORMAT( 3X, I3 )
          END

```

```

1      CGRAPH          ***** GRAPH *****
C
      SUBROUTINE GRAPH(X,Y,NQ,NP,NG,NF,IA,YMAX,YMIN,YAXS,XLABEL,YLABEL,
5      1      NX,NY,XTNI,YTNI,NXT,NYT,ANO,NOTBL,XO,YO,
      2      LCEN,KGPH)
C
      DIMENSION XLABEL(5), YLABEL(5), XTNI(5), YTNI(5)
      DIMENSION NOTBL(5)
      DIMENSION X(1),Y(NQ,1)
10     DIMENSION TATE(4),YOKO(4),YDAT(5),YAXS(5)
      DIMENSION ICOD(5)
      DIMENSION FN(10),FE(10),FI(10)
      DATA LP / 6 /
      DATA FN(1) /"((5X=9(2X,A6=6X)))/"
15     DATA FE(1) /"((5X=9(1PE12.5=2X)))/"
      DATA FI(1) /"((5X=9(16,8X)))/"
      DATA BLK /" "/
      DATA TATE(3),YOKO(3) / 29.7, 42.2 /
      DATA TATE(4),YOKO(4) / 29.7, 21.1 /
20     DATA WL,WR,HD,HU,WY,HX,HB / 5.0,3.0,3.1,2.0,2.5,2.0,0.9 /
      DATA WSY,HSY,HS / 5.0, 0.5, 1.0 /
      DATA YDAT / 23.0,11.0,7.0,5.0,4.0 /
      DATA ICOD / 1, 2, 3, 4, 5 /
      DATA HUNT,HLAB,HSMB,HCOD / 0.2, 0.3, 0.3, 0.2 /
25     DATA HTNI,HTB / 0.2, 1.0 /
      DATA XS,YS / 3.0, 0.2 /
C
      WRITE(LP,FN) "*****", "GRAPH ", "*****"
      NCOD= (NP-1)/10 + 1
      ND = NF
30     IF( NG.LT.0 ) ND = 1
      NH = NG
      IF( NG.LT.0 ) NN = 1
      YWAK= YOKO(IA)
      YHAK= TATE(IA)
      WIDE= YWAK-WL-WR
      HIGH= YDAT(MN)
C--- Y-AXIS SCALING
      IF( YMAX.GT.YMIN ) GO TO 150
40     YMAX= -1.0E+30
      YMIN= +1.0E+30
      DO 130 J=1,NF
      DO 100 I=1,NP
      IF( Y(I,J).LT.YMAX ) GO TO 80
      YMAX= Y(I,J)
45     80 CONTINUE
      IF( Y(I,J).GT.YMIN ) GO TO 100
      YMIN= Y(I,J)
      100 CONTINUE
      130 CONTINUE
50     YABS= ABS(YMAX-YMIN)
      IF( YABS.LE.1.0E-30 ) GO TO 3000
      CALL AUTAX(YMIN,YMAX,FMIN,FMAX,YU,2)
      GO TO 300
      150 CONTINUE
55     CALL AUTAX(YMIN,YMAX,FMIN,FMAX,YJ,2)
      DO 280 J=1,NF
      DO 250 I=1,NP

```



```

        IF( Y(I,J).LT.FMAX )                GO TO 200
        Y(I,J) = FMAX
60      200  CONTINUE
        IF( Y(I,J).GT.FMIN )                GO TO 250
        Y(I,J) = FMIN
        250 CONTINUE
65      280 CONTINUE
        300 CONTINUE
        CALL PLOT(X0,Y0,-3)
        C--- A3 OR A4 WAKU PLOT
        CALL PLOT(YWAK, 0.0, 2)
        CALL PLOT(YMAX,TWAK, 2)
70      CALL PLOT( 0.0,TWAK, 2)
        CALL PLOT( 0.0, 0.0, 2)
        XMIN= X(1)
        XMAX= X(NP)
        BUF = 0.0
75      C--- X-AXIS SCALING & PLOT
        C (X1,Y1) = (WL,HD)      H = HUNT
        X1 = WL
        Y1 = HD
        H = HUNT
80      CALL AUTAX(XMIN,XMAX,DMIN,DMAX,XU,2)
        CALL LIAX(X1,Y1,WIDE,DMIN,DMAX,XU,0.0,H,1,BUF)
        C--- XLABEL PLOT
        C
        X1 = WL
85      HSU = 0.0
        IF(NXT.GE.1) HSU = HTB+HTNI*NXT
        X1 = X1+(WIDE-HLAB*NX-HSU)/2.0
        Y1 = HX
        H = HLAB
90      CALL SYMBOL(X1,Y1,H,XLABEL,0.,NY)
        IF(NXT.LE.0)                GO TO 50
        X1 = X1+HLAB*NX+HTB
        Y1 = HX
        H = HTNI
95      CALL SYMBOL(X1,Y1,H,XTNI,0.,NXT)
        50 CONTINUE
        C--- YLABEL PLOT
        C
        X1 = WY
100     Y1 = HD
        HSU = 0.0
        IF(NYT.GE.1) HSU = HTB+HTNI*NYT
        Y1 = Y1+((HIGH+HB)*ND-HLAB*NY-HSU)/2.0
        H = HLAB
105     CALL SYMBOL(X1,Y1,H,YLABEL,90.,NY)
        IF(NYT.LE.0)                GO TO 60
        X1 = WY
        Y1 = Y1+HLAB*NY+HTB
        H = HTNI
110     CALL SYMBOL(X1,Y1,H,YTNI,90.,NYT)
        60 CONTINUE
        C--- XDLT & YDLT CAL
        XDLT= WIDE/(DMAX-DMIN)
        YDLT= HIGH/(EMAX-FMIN)

```

```

115          IF( YAXS(1).LE.FMIN )          YAXS(1) = 0.5*(FMAX+FMIN)
          IF( YAXS(1).GT.FMAX )          YAXS(1) = 0.5*(FMAX+FMIN)
          HC = (YAXS(1)-FMIN)*YDLT
C--- Y-AXS PLOT (RIGHT)
C          (X1,Y1) = (WL+WIDE*HD)      H = HUNT
120          X1 = WL + WIDE
          Y1 = HD
          H = HUNT
          DO 400 I=1,HD
          Y1 = Y1 + HB
125          CALL LIAX(X1,Y1,HIGH,FMIN,FMAX,Y1,90.,H,0,BUF)
          400 CONTINUE
C--- Y-AXIS PLOT (LEFT)
C
          X2 = X1
          X1 = X1-WIDE
          DO 500 I=1,HD
          IF( NG.LE.0 )          GO TO 450
          II = I
135          PN = NOTRL(II)
          CALL SYMBOL(XS,Y1+YS,HSMB,AND,0.,3)
          IF( AND.NE.RLK )
          450          CALL NUMBER(999.0,999.0,HSMB,PN,0.,-1)
          CONTINUE
          CALL LIAX(X1,Y1,HIGH,FMIN,FMAX,YU,90.,H,1,BUF)
140          Y2 = Y1+HC
          IF( LCEN.NE.0 )          GO TO 480
          CALL PLOT(X1,Y2,3)
          CALL PLOT(X2,Y2,2)
          480 CONTINUE
145          Y1 = Y1-HB
          500 CONTINUE
C--- DATA PLOT
          IF( NG.LT.0 )          GO TO 1000
          X0 = WL
          Y0 = HD+HB
          DO 700 J=1,ND
          II = ND-J+1
          CALL PLOT(X0,Y0,-3)
          XP = ( X(1)-DMIN ) * XDLT
155          YP = ( Y(1,II)-FMIN ) * YDLT
          CALL PLOT(XP,YP,3)
          DO 600 I=2,ND
          XP = ( X(I)-DMIN ) * XDLT
          YP = ( Y(I,II)-FMIN ) * YDLT
160          CALL PLOT(XP,YP,2)
          600 CONTINUE
          X0 = 0.0
          Y0 = HIGH+HB
          700 CONTINUE
          GO TO 2000
165          C
          1000 CONTINUE
C--- DATA PLOT ( MAXIMUM 5-LINES IN A GRAPH )
          X0 = WL
170          Y0 = HD+HB
          CALL PLOT(X0,Y0,-3)

```

```

DO 1100 J=1,NF
  XP = ( X(1)-DMIN ) *XDLY
  YP = ( Y(1,J)-FMIN ) *YDLT
175 CALL PLOT(XP,YP,3)
  DO 1050 I=2,NP
    XP = ( X(I)-DMIN ) *XDLY
    YP = ( Y(I,J)-FMIN ) *YDLT
180 CALL PLOT(XP,YP,2)
    II = (I-1)/NCOD
    IJ = I-II*NCOD-1
    IF(IJ.EQ.0) CALL SYMBOL(XP,YP,HCOD,ICOD(J),0,-2)
1050 CONTINUE
1100 CONTINUE
185 X1 = WIDE-WSY
    Y1 = HIGH-HB
    DO 1150 J=1,NF
      ICODE= ICOD(J)
      PN = NDTPL(J)
190 CALL SYMBOL(X1,Y1,HCOD,ICODE,0,-1)
      CALL SYMBOL(X1+HS,Y1-HCOD,HSMB,ANO,0,3)
      CALL NUMBER(999,0,999,0,HSMB,PY,0,-1)
      Y1 = Y1-HSY
195 C WRITE(LP,FI) "X1 ",Y1 " ",PN " ",HS " ",HCOD,"HSMB"
      C WRITE(LP,FE) X1 , Y1 , PN , HS , HCOD , HSMB
      C WRITE(LP,FI) "ICOD"
      C WRITE(LP,FI) ICODE
200 WRITE(LP,FI) "X1 ",Y1 " ",PN " ",HS " ",HCOD,"HSMB"
      WRITE(LP,FE) X1 , Y1 , PN , HS , HCOD , HSMB
      WRITE(LP,FI) "ICOD"
      WRITE(LP,FI) ICODE
1150 CONTINUE
      IF( LCEN.LE.0 ) GO TO 1500
205 DO 1200 I=1,NF
      X1 = 0.0
      X2 = WIDE
      Y1 = ( YAXS(I)-FMIN ) *YDLT
      C WRITE(LP,FI) "X1 ",X2 " ",Y1 " "
      C WRITE(LP,FE) X1 , X2 , Y1
210 WRITE(LP,FI) "X1 ",X2 " ",Y1 " "
      WRITE(LP,FE) X1 , X2 , Y1
      CALL PLOT(X1,Y1,3)
      CALL PLOT(X2,Y1,2)
1200 CONTINUE
215 1500 CONTINUE
      2000 CONTINUE
      IF( KGPH.NE.0 ) GO TO 2100
      XO = -WL
      YO = TWAK - (HIGH+HB)*(ND-1) - HB - HD
220 KGPH= 1
      GO TO 2200
2100 CONTINUE
      XO = WIDE + WR
      YO = - (HIGH+HB)*(ND-1) - HB - HD - TWAK
225 KGPH= 0
      2200 CONTINUE
      WRITE(LP,FI) "X0 ",YO " ",TWAK,"HIGH"
      WRITE(LP,FE) XO , YO , TWAK , HIGH
230 WRITE(LP,FI) "ND ",KGPH"
      WRITE(LP,FI) ND , KGPH
      3000 RETURN
      END

```

```

1      C**
      C      SUBROUTINE AUTAX(DMIN,DMAX,FAST,RAST,UNITT,L)
      C          L = 1 , X-AXIS
      C          L = 0 , Y-AXIS
5      INTEGER EXP
      DIMENSION FN(10), FE(10), FI(10)
      DATA FN(1) /"((5X*9(2X,A6,6X)))"/
      DATA FE(1) /"((5X*9(1PE12,5*2X)))"/
10     DATA FI(1) /"((5X*9(16,8X)))"/
      DATA LP / 6 /
      S=DMAX-DMIN
      EXP=0
20     SS=S/(10.0**EXP)
      IF(SS.GT.10.0) GO TO 30
15     IF(SS.GT.1.0) GO TO 50
      EXP=EXP-1
      GO TO 20
30     EXP=EXP+1
      GO TO 20
20     50 UNITT=10.0**EXP
      IF(L.EQ.1) GO TO 90
      IF(SS.LE.5.0) UNITT=0.5*10.0**EXP
      IF(SS.LE.2.0) UNITT=0.2*10.0**EXP
25     55 FAST=UNITT
      60 IF(DMIN.LE.FAST) GO TO 70
      FAST=FAST+UNITT
      GO TO 60
      70 FAST=FAST-UNITT
      72 CONTINUE
30     D=(DMIN-FAST)/S+0.001
      IF(D.GE.0.0) GO TO 75
      FAST=FAST-UNITT
      GO TO 72
35     75 CONTINUE
      IF(L.EQ.0) FAST = 0.
      RAST = FAST+UNITT
      80 CONTINUE
      D=(RAST-DMAX)/S+0.001
      IF(D.GE.0.0) GO TO 99
40     RAST=RAST+UNITT
      GO TO 80
      90 CONTINUE
      IF(S/UNITT.GT.6.) UNITT = UNITT*2.
      GO TO 55
45     99 RETURN
      END

```

```

1      C**
      SUBROUTINE LTA(XO,YO,FL,FAST,RAST,UNIT,THE,HIUN,II,BUF)
      C
      IW = II
5      C
      EXP = UNIT*.1
      IPUNIT = 0
      DLT=FL/(RAST-FAST)
      HMEM=HIUN*0.5
10     IF (THE.GE.89.) GO TO 10
      IF (IW.EQ.1) GO TO 20
      GO TO 30
10    CONTINUE
      IF (IW.EQ.1) GO TO 40
15     XD=0.0
      YD=DLTA*UNIT
      XM=-HIUN*0.5
      YM=0.0
      FS=FL+YO
20     GO TO 50
      20 XD=DLTA*UNIT
      YD=0.0
      XM=0.0
      YM=HIUN*0.5
      SYMB=FAST
      FS=FL+XO
25     U=UNIT
      XS=-HIUN*0.5
      YS = -HIUN*2.0
30     IPUNIT = 1
      GO TO 50
      30 XD=-DLTA*UNIT
      YD=0.0
      XM=0.0
35     YM=-HIUN*0.5
      FS=XO-FL
      GO TO 50
      40 XD=0.0
      YD=-DLTA*UNIT
      XM=HIUN*0.5
      YM=0.0
      FS=YO-FL
      XS=-HIUN*3.
      YS=-HIUN*0.5
45     SYMB=RAST
      U=-UNIT
      C
50    CONTINUE
      X=XO
      Y=YO
      XX=XO
      YY=YO
      WSM=FS-FL/1000.0
      WSP=FS+FL/1000.0
55     FSM=WSM
      FSP=WSP
      C

```

```

DO 70 I=1,20
60 51 CONTINUE
    IF(IW.EQ.1) GO TO 500
    IF(IW.EQ.3) GO TO 500
    GO TO 55
500 CONTINUE
    WSYM = SYMR
65 53 CONTINUE
    CALL NMMRER(X+XS,Y+YS,HIUN,WSYM,THE,UNIT,RAST,FAST,IW,BIIE)
55 CONTINUE
    IF(ABS(THE).GE.89.) GO TO 60
70 C
    IF(X.GE.FSM.AND.X.LE.FSP) GO TO 99
    GO TO 65
60 CONTINUE
    IF(ABS(Y).GE.FSM.AND.ABS(Y).LE.FSP) GO TO 99
75 65 CONTINUE
    IF(ABS(WSYM).LT.EXP) YL = Y
    CALL PLOT(Y+XM,Y+YM,3)
    CALL PLOT(X,Y,2)
    CALL PLOT(Y+XD,Y+YD,2)
80 C
66 CONTINUE
    X=X+XD
    Y=Y+YD
    XX=XX+ABS(XD)
    YY=YY+ABS(YD)
85 SYMB=SYMB+1
70 CONTINUE
99 CONTINUE
    CALL PLOT(X+XM,Y+YM,3)
    CALL PLOT(X,Y,2)
90 IF(BUF.LE.0.) GO TO 80
    CALL PLOT(X,YL,5)
    CALL PLOT(BUF+X,YL,2)
80 CONTINUE
C
95 X0=X
    Y0=Y
    RETURN
    END

```

```

1      C**
      SUBROUTINE NUMBER(X,Y,H,SNUM,WTH,II,ALAST,FAST,IW,BUF)
      THE = WTH
      IP=0
5      10 IF(ABS(FAST).LT.10.**IP) GO TO 20
      IP=IP+1
      GO TO 10
      20 IF(U.GT.0.9) GO TO 30
      AMIN=ALOG10(U)
10     MIN=ABS(AMIN)
      GO TO 40
      30 MIN=0
      40 IF(IP.EQ.0.AND.MIN.GE.3) GO TO 50
      IF(IP.GE.4.AND.MIN.EQ.0) GO TO 80
15     SYMB=SNUM
      N=MIN+1
      IF(U.LT.1.0) GO TO 130
      IF(MIN.EQ.0) N=N-1
      GO TO 130
20     C
      50 ICT=-MIN-1
      GO TO 110
      80 ICT=1
      IF(FAST.GT.10E10) ICT = 7
25     90 IFAST = FAST/10.**ICT
      FAST1 = IFAST*10.**ICT
      IF(FAST.GT.FAST1) GO TO 100
      IF(IP-ICT.LE.5) GO TO 110
      ICT=ICT+1
30     GO TO 90
      100 ICT=ICT-1
      110 N=0
      SYMB=SNUM/10.0**ICT
      IF(SNUM.LE.ALAST-U/10.0) GO TO 130
35     IF(ICT.EQ.0) GO TO 130
      C
      CUT=ICT
      C
      IF(ABS(THE).GE.89.) GO TO 120
40     CALL SYMBOL(X=5.0*H,Y=1.5*H,H=4H10**0.0,4)
      CALL NUMBER(X=H ,Y=1.5*H,H=CUT,0,0,-1)
      GO TO 130
      120 CONTINUE
      AW = 1.5
45     IF(SYMB.GT.99.9) AW = 2.5
      IF(SYMB.GT.999.9) AW = 3.5
      CALL SYMBOL(X=AW*H,Y=5.*H,H=4H10**THE,4)
      CALL NUMBER(X=AW*H,Y=H ,H=CUT,THE,-1)
50     130 CONTINUE
      ISYMB = ABS(SYMB+1.0E-3)
      IP = 0
      IF(ISYMB.EQ.0) IP=IP+1
      DO 150 I=1,5
      IF(ISYMB/10.**IP.EQ.0) GO TO 160
55     IP = IP+1
      150 CONTINUE
      160 CONTINUE

      IF(SYMB.LT.0) IP = IP+1
      A = IP-1
60     IF(N.GE.2) A=IP+N-2
      XS = X
      IF(IP.GE.2) XS=XS-H*A
      YS = Y
      THE = 0.
65     IF(N.LT.0) N=0
      CALL NUMBER(XS,YS,H,SYMB,THE,N)
      RETURN
      END

```

```

1      CPROCTM   NO.72 PROCESSOR TIME
      SUBROUTINE PROCTM(A)
      CHARACTER A*12
      DATA TPRES/0.0/, IP/0/
5      C
      TPREV = TPRES
      CALL SECOND(TPRES)
      DTPROC = TPRES-TPREV
      IF (IP.GE.1) GO TO 1
      PRINT 2000
      IP=1
      PRINT 1000,A,TPRES,DTPROC
      RETURN
15     C1000  FORMAT(5X,A12,14HTERMINATED AT ,F8.5,17H (H) INTERVAL = ,F8.5,
      1000  FORMAT(5X,A10,14HTERMINATED AT ,F8.5,17H (H) INTERVAL = ,F8.5,
      1     4H (H))
      2000  FORMAT(1H1//," PROCESSOR TIME IN THE UNIT OF HOURS")
      END

```