

### 鋼道路橋疲労調査のための対話型プログラムの開発

HASEGAWA, Yohsuke / MORI, Takeshi / 森, 猛 / 長谷川, 洋介

---

(出版者 / Publisher)

法政大学工学部

(雑誌名 / Journal or Publication Title)

Bulletin of the Faculty of Engineering, Hosei University / 法政大学工学部  
研究集報

(巻 / Volume)

29

(開始ページ / Start Page)

187

(終了ページ / End Page)

200

(発行年 / Year)

1993-03

(URL)

<https://doi.org/10.15002/00003851>

# 鋼道路橋疲労照査のための対話型プログラムの開発

長谷川 洋介\*・森 猛\*

## An Interactive Program for Fatigue Check of Steel Highway Bridges

Yohsuke HASEGAWA and Takeshi MORI

### Abstract

Many fatigue damages have been appeared in steel highway bridges, which mean the necessity of rational method and convenient tool for fatigue check. This report introduce an interactive program, which we have developed, for checking the safty of steel highway bridges against fatigue, and estimating fatigue life and remaining life easily. This program consist of three subprograms. The first is that analyze the stress variations caused by passing of various vehicles, the second is that determine fatigue allowable stress based on the Recommensation for Fatigue Design Method of Japanese Society of Steel Construction, and the last is that check the safty by comparison of the stress variations to the allowable stress .

### 1. はじめに

従来我が国では鋼橋の疲労に対する安全性の照査は鉄道橋のみに限って行なわれ、道路橋については鋼床版を除いて対象外とされてきた。しかし、近年の交通量の増加、車両の大型化や重量化等の結果、鋼道路橋においても疲労が原因と考えられる損傷事例が数多く報告されはじめている。<sup>1-3)</sup> このため、鋼道路橋の疲労に対する安全性の照査および疲労寿命・余寿命の予測を簡便な方法でしかも精度よく行なう手法およびそのためのツールの整備・確立が望まれている。

疲労照査あるいは疲労寿命の予測は、通常以下の手順で行なわれる。まず、疲労照査用の荷重（以後、疲労荷重と呼ぶ）を設定し、それが橋上を通過する際の応力変動を計算し、その応力変動に対してレイソフロー法などの応力計数法を適用することにより応力範囲の大きさとその数を

求める(応力範囲頻度分布)。この応力範囲頻度分布を疲労試験結果などに基づいて設定する疲労設計曲線と比較することにより疲労に対する安全性の照査や寿命・余寿命の予測が行なわれる。

道路橋には、乗用車、トラック、バス、トレーラートラックなど、様々な大きさおよび重さの車両が走行する。疲労破壊は主として定常的な車両の走行により生じる応力範囲とその繰返し数に支配される。したがって、疲労荷重を様々な大きさおよび重さの車両の組合せとして設定し、できるだけ実際に近い応力変動条件下で疲労照査を行なうことが望ましい。そのためには、荷重列としての車両走行のシミュレーションが有効である。<sup>4)</sup>しかし、このような実交通を設計時に高い精度で予測することは困難であることおよび設計の簡便さなどから、既に疲労規定が設けられている諸外国の設計基準類においても実交通を代表する1つの車両荷重が疲労照査用荷重として用いられることが多い。ただし、交通流の特性を調べることの可能な既設橋梁の疲労照査に対しては車両走行のシミュレーションは有効と考えられ、また種々の条件下で一般の橋梁技術者が簡便にシミュレーションを行なえるようなプログラムを開発すれば、疲労照査の繁雑さもある程度解消できるものと思われる。

そこで著者らは疲労に関してさほど深い知識を持たない一般の技術者が車両の走行により鋼橋梁部材に生じる応力変動の解析を行い、またJSSC疲労設計指針(案)<sup>5)</sup>を利用して鋼道路橋の疲労に対する安全性の照査および疲労寿命・余寿命の予測を簡単に行なうための対話型プログラムをパーソナルコンピュータをベースとして開発した。ここでは、その概要を報告する。

## 2. 本プログラムで用いている疲労照査の方法

疲労照査および寿命・余寿命の予測は、最新の照査法を提供している日本鋼構造協会疲労設計指針(案)(1989.)<sup>5)</sup>(以後、指針(案)と呼ぶ)に基づいた。なお、指針(案)は特定の構造物を対象とした指針ではないため、道路橋に対して用いるべき明確な疲労荷重は与えていない。そのため、指針(案)では監督機関や設計者が疲労荷重を設定することとしている。疲労照査の方法は以下の通りである。なお、指針(案)では継手を直応力を受けるものとせん断応力を受けるものとに分けて疲労照査の方法を示しているが、ここでは簡単のため直応力を受ける継手の疲労照査法を示す。

疲労荷重が橋上を通過することにより設計寿命内に着目部に生じる応力変動を求める。この応力変動に対してレイソフロー法を適用し、応力範囲の頻度分布を求める。この応力範囲頻度分布に線形被害則を適用することにより求める(1)式から等価応力範囲 $\Delta\sigma_e$ を求める。

$$\Delta\sigma_e = \sqrt[3]{\sum \Delta\sigma_i^3 \cdot n_i / \sum n_i} \quad (1)$$

ここで、 $\Delta\sigma_i$ は応力範囲頻度分布を構成する各々の応力範囲であり、 $n_i$ は $\Delta\sigma_i$ の頻度である。ただし、後述するように変動振幅応力に対する応力範囲の打切り限界以下の応力範囲については $n_i = 0$ とする。

所定の寿命に対する疲労強度を求めるために、図1に示すようにA～Hまでの8等級の疲労設

計  $\Delta \sigma - N$  線が用意されており、疲労試験結果などの詳細な解析によりそれぞれの継手がどの等級に属するかが示されている。図 1 中には、一定振幅応力に対する応力範囲の打ち切り限界および変動振幅応力に対する応力範囲の打ち切り限界も示されているが、これらはそれぞれ変動振幅応力のすべての応力範囲成分がこの値以下であれば疲労照査を行なう必要のない応力範囲の限界値、この値以下であれば疲労損傷に寄与しないと考えてよい（この値以下の  $\Delta \sigma_i$  の繰返し数  $n_i$  を 0 としてよい）応力範囲の限界値である。対象とする継手の等級に対応する疲労設計  $\Delta \sigma - N$  線を用いて応力繰返し数  $\Sigma n_i$  に対応する許容応力範囲  $\Delta \sigma_R$  を求める。

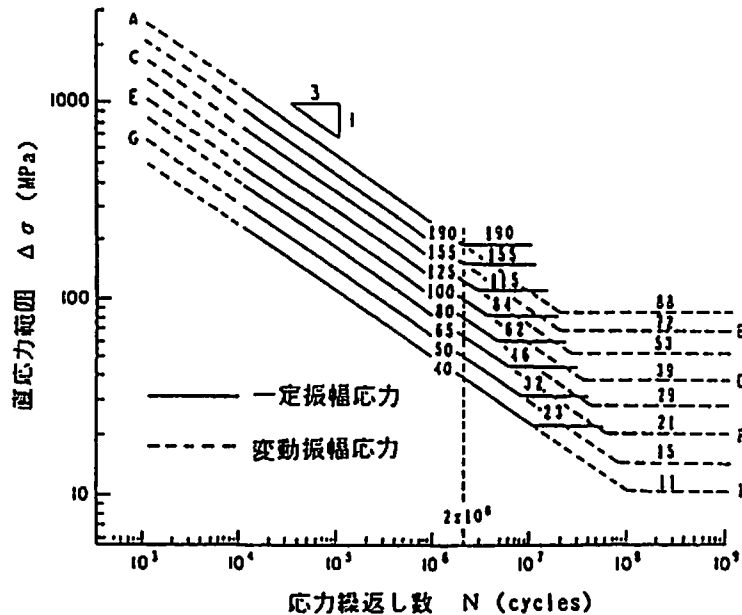


図-1 疲労設計曲線（JSSC 指針（案））

疲労照査では、(2)式が成立すれば疲労に対して安全と判断する。

$$\alpha (r_b \cdot r_w \cdot r_i) \Delta \sigma_o \leq \Delta \sigma_R \quad (2)$$

ここで、 $\alpha$  は設計計画応力補正係数であり、実際に構造物に生じる応力の値と設計計算により求められる応力の値が異なることを考慮した補正係数である。 $r_b$ 、 $r_w$ 、 $r_i$  は、それぞれ対象とする部材の冗長度、構造物の重要度、検査の周期や精度を考慮した部分安全係数である。

疲労寿命・余寿命も、応力範囲の頻度分布および疲労設計  $\Delta \sigma - N$  線を基に、線形被害則を利用することにより求められる。

### 3. 疲労照査プログラム

#### 3. 1 プログラムの概要

本プログラムは図 2 に示すように①変動応力の解析、②疲労照査、③変動応力の解析及び疲労照査から構成されている。①変動応力の解析部分では、疲労荷重として荷重列のシミュレーションもしくは標準車両を選択する。また、走行車線を選択し（単車線、複数車線・同一方向あるいは複数車線・対面方向）、車両データの入力、影響面データの入力、走行する車両の選択のデー

タ等を入力して、その車両が橋上を通過する時の応力変動を影響面を利用して解析する。さらに求めた変動振幅応力にレインフロー法を適用することにより、変動振幅応力下の余寿命予測に必要な応力範囲の頻度分布を求める。②疲労照査では、指針（案）にしたがい、対象とする継手を選択する。①で求められた応力範囲頻度分布と指針（案）に示されている寿命評価方法（線形被害則）を利用して、対象とした継手部の疲労照査、寿命・余寿命の計算を行なう。③では①及び②の処理を連続して行なう。

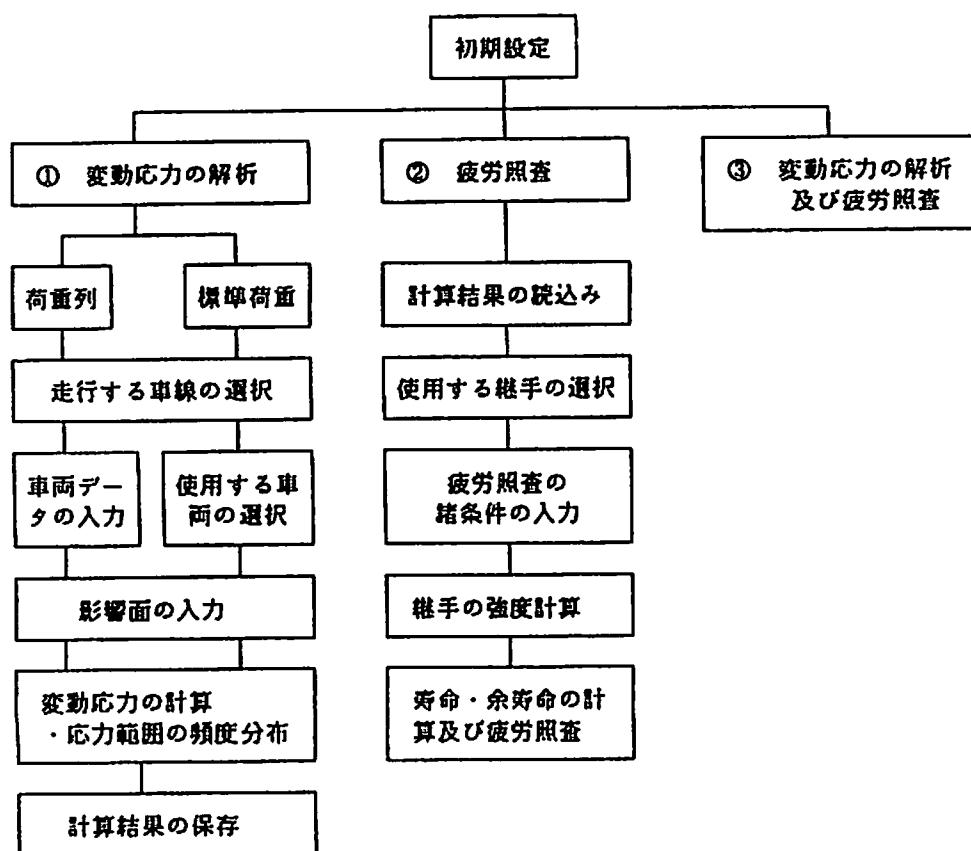


図-2 プログラムの流れ図

### 3.2 疲労荷重

疲労荷重は標準荷重もしくはシミュレーションによる荷重列のどちらかより選択する。標準荷重としては、国外の基準や国内の最近の研究に基づき、道路橋示法書<sup>6)</sup>のT-20<sup>7)</sup>とTT-43、英国のBS5400に示される Standard Fatigue Vehicle<sup>8)</sup>、米国のAASHTOに規定されているHS-20<sup>9)</sup>および3軸大型トラック（総重量20tf）<sup>10)</sup>を用意した。必要に応じてこの中から任意に疲労荷重を選択できる。また、新たな荷重も対話形式で容易に作成することができる。

荷重列のシミュレーションの手法は三木らの方法<sup>4)</sup>と基本的には同じであり、図3に示す手順でおこなった。すなわち、車両を図4に示すように8つの形式に分類し、それらの構成比に従い、車両の走行順序・間隔・車線幅方向に対する走行位置、車両の重量を確率変量としたモンテカルロ法により荷重列を設定した。

車両の走行間隔は、車頭時間間隔  $f(t)$  が(3)式で示される自由度3のアーラン分布に従う<sup>11)</sup>ものとして決定した。

$$f(t) = \lambda \cdot \exp[-\lambda t] \cdot (\lambda t)^{n-1} / (n-1)! \quad (n=3) \quad (3)$$

$$\lambda = n / E(t) \quad E(t) : \text{平均車頭時間間隔 (秒)}$$

$$E(t) = 3600 / Q \quad Q : \text{時間交通量 (台/時間)}$$

車線幅方向に対する車両の走行位置は、車線中央を中央値とする標準偏差13.5cmの正規分布に従うとした<sup>12)</sup>。8種類に分類したそれぞれの車両の重量は、正規分布あるいは対数正規分布に従うとし、その分布のパラメータとなる平均値・分散値・最大値・最小値を与えることにより重量分布が設定される。しかし、これらの値をすべて入力することは使用者にとってかなり煩雑な作業となると思われる。そこで本プログラムではあらかじめ実測値に基づいたデータ<sup>4, 12)</sup>を入力し、そのデータを必要に応じて自由に変更するという方法を取っている。

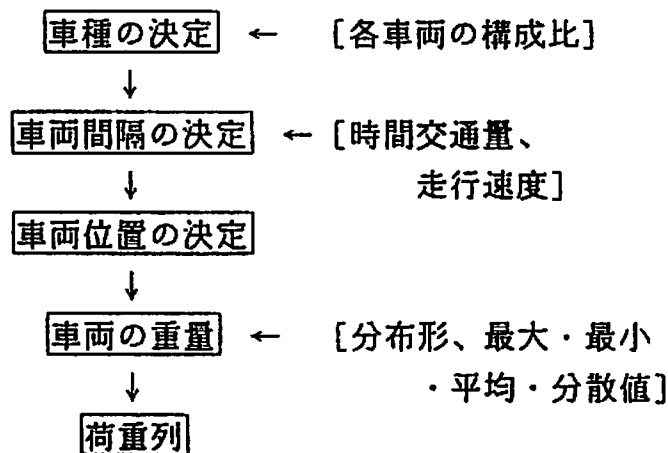


図-3 荷重列シミュレーションの流れ図

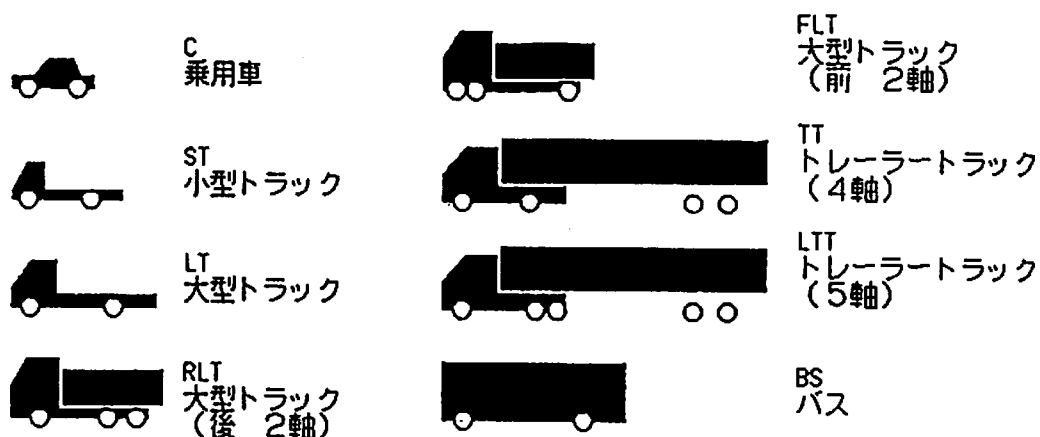


図-4 荷重列のシミュレーションで用いる車両の形式

### 3.3 影響面の作成

シミュレーションで求められた荷重列、もしくは標準荷重が橋上を通過する際の応力の変動を求めるため、応力の影響面を作成する。影響面は、車線方向に60等分（61行、0～60行）、車線幅方向に20等分（21列、0～20列）しており、それぞれの位置（61×21箇所）で縦距を入力することにより作成する。影響面の縦距は、応力が曲げモーメントや軸力等の断面力と弾性範囲内では比例関係にあるので設計に通常用いられる断面力の影響面から求めることができ、また既設橋梁においては応力測定結果を利用することも考えられる。その大きさは1tfの単一荷重を載荷した時のものとし、単位はMPaとした。縦距の値の入力は、まず0列目に対して行なう。すなわち、0列目で車線方向に60等分したそれぞれの位置に対応する値を入力する。数値を入力しないでリターンキーを押せばその区間は直線近似される。これにより入力の作業を簡略化している。0列目の入力が終われば、入力値が正しいかどうかをグラフィック画面上で確認する。確認が終われば自動的につぎの列、すなわち1列目の縦距の値を入力する。この作業を20列目まで繰り返す。ただし、前列での値を変更する必要がある場合には、リターンキーを押すだけで前列と同じ値が入力される。この作業が終了すると影響面の画面が表示され、視覚的に影響面を確認することができる。

任意の位置での縦距の値は、以下のように求めた。縦距値を入力した21×61の点を節点として三角形に要素分割する。荷重点がどの三角形要素に含まれるかを判断し、その三角形を構成する3つの接点での縦距値を基に線形補間する。

### 3.4 変動応力の解析

3.2で設定した疲労荷重が橋上を通過する際の応力変動は、3.3で設定する応力の影響面を利用して解析する。その際、車両の走行状態を画面上に表示するとともに、それに伴う応力変動もリアルタイムに表示する。応力変動波形から応力範囲頻度分布への変換はレインフロー法を用いた。この方法は、応力変動の極値数列を短縮し、計算機の記憶容量と計算時間を節約させる効果をもっている。

応力範囲頻度分布を求める際、応力範囲の刻み幅を設定する必要がある。指針（案）によれば、刻み幅は最大応力範囲の1/20以上とすることが望ましいとされている。本プログラムでは、設定した疲労荷重のうち最大の重量の車両により生じる応力範囲を先に算出し、その値を同時載荷の影響を考慮して3倍し、さらにそれを1/100した値を刻み幅とした。

計算された応力範囲頻度分布はヒストグラムとして画面上に表示され、その画面をハードコピーする事もできる。また、解析条件および応力範囲頻度分布はファイルに保存され、疲労照査を行なう際に使用される。

### 3.5 継手の強度等級

指針（案）では、継手を（a）非溶接継手、（b）横突合せ溶接継手、（c）縦方向溶接継手、（d）

十字溶接継手、(e)ガセット溶接継手、(f)その他の溶接継手と大まかに分類し、その中で細分された各継手の強度等級が示されている。対象とする継手はこれらの中から選択することになる。本プログラムでは、まずメニュー形式で大まかな分類(a)～(f)の中から対象とする継手が含まれる分類を選択する。すると選択された分類に属するすべての継手がグラフィック画面に表示される。この中から対象とする継手を選択する。そして、その継手の強度等級を表示するとともに、疲労照査に必要な疲労設計 $\Delta\sigma$ -N関係、応力範囲の打ち切り限界などが準備される。また、板厚による $\Delta\sigma$ -N関係の補正が必要な継手については、板厚を入力するように指示され、それを入力することにより補正が行われる。

### 3.6 疲労照査

3.4で求めた応力範囲頻度分布を基に、3.5で求めた応力範囲の打ち切り限界を考慮しながら等価応力範囲が計算される。その後、画面表示に従い設計寿命、設計計算応力補正係数および部分安全係数を入力する。設計寿命と応力変動解析で対象とした期間との比を3.4で求めた応力の繰返し数に乘じることにより、設計寿命中の応力の総繰返し数を算定する。ただし、変動振幅応力に対する応力範囲の打ち切り限界以下の応力範囲成分の繰返し数は、繰返し数に含めない。次に、応力の総繰返し数に相当する許容応力範囲を3.5で求めた設計 $\Delta\sigma$ -N関係を基に計算する。そして、等価応力範囲 $\Delta\sigma_e$ と許容応力範囲 $\Delta\sigma_R$ を(2)式に代入し、疲労照査を行なう。

疲労寿命は、次式より計算することができる。

$$(\Delta\sigma_R / \gamma_b \cdot \gamma_w \cdot \gamma_i \cdot \alpha \cdot \Delta\sigma_e)^3 \cdot L \quad (L: \text{設計寿命}) \quad (4)$$

最後に、(1)継手名、(2)強度等級、(3)等価応力範囲、(4)応力総繰返し数、(5)設計計算応力補正係数、(6)部分安全係数、(7)設計応力範囲、(8)許容応力範囲、(9)設計寿命(年)、(10)照査結果、(11)疲労寿命の予測値が出力表示される。

## 4. プログラムの使用例

ここでは、以下の条件で行なった疲労照査プログラムの実行例をグラフィック画面を使いながら示す。

橋 梁：2本主桁の単純プレートガータ橋（支間60m）

対象部位：上り車線側の主桁支間中央に位置する面外ガセット（付加物の取付けピースを想定して、取り付け長さを100mm以下、溶接のまま・非仕上げとする）

車 線 幅：上り車線、下り車線とも3.5m、計7m

荷重分配率：上り車線通行1に対して下り車線走行0.5

時間交通量：上り車線700台、下り車線400台

走行速度：上り車線60km/h、下り車線65km/h



プログラムを実行すると、メニュー形式の画面1が表示される。カーソルを「変動応力の解析及び疲労照査」に合わせ、リターンキーを押すことにより「変動応力の解析及び疲労照査」が選択される。すると、疲労荷重の選択画面（画面2）が表示される。「荷重列のシミュレーション」を選択する。次に車線数と車両の進行方向の選択画面（画面3）が表示される。「複数車線・対面方向」を選択する。次に車種構成比に関する画面（画面4）が表示される。ここで示されている値は都市間高速道路での実測値<sup>13)</sup>に基づいた値であるが、「これでよろしいですか Yes No」の「No」を選択すれば、自由に構成比を変更することができる。この設定が終ると、各種車両の軸配置・重量に関する情報入力が必要される。画面5は小型トラックの例を示している。既に述べたように、ここでも入力作業を省力化するため、代表的な値が既に入力されているが、必要に応じて画面6に示すように変更したい項目の番号を入力すれば容易にデータを変更することができる。次に、交通条件に関するデータの入力が必要される（画面7）。以上で疲労荷重に関する入力が終了する。

----- 何を行いますか？ -----

変動応力の解析

疲労照査

**変動応力の解析及び疲労照査**

終了

画面－1

----- 何を行いますか？ -----

**荷重列のシミュレーション**

標準荷重

画面－2

----- 何を行いますか？ -----

単車線

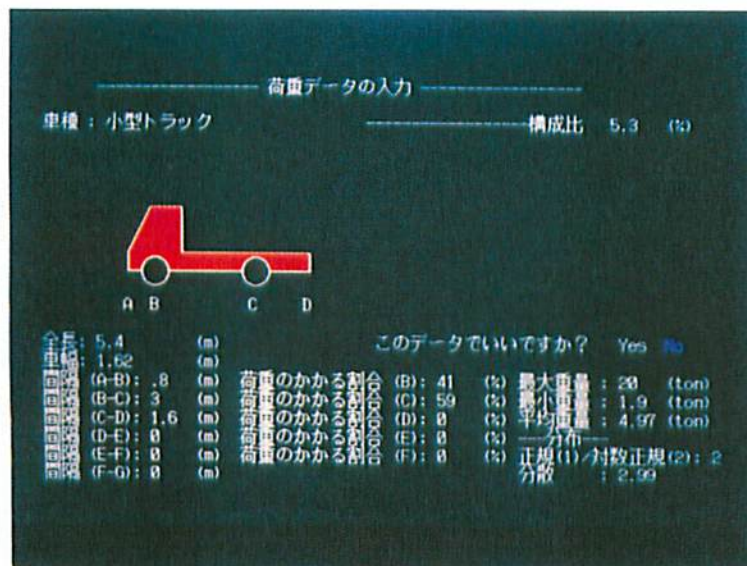
複数車線 同一方向

**対面方向**

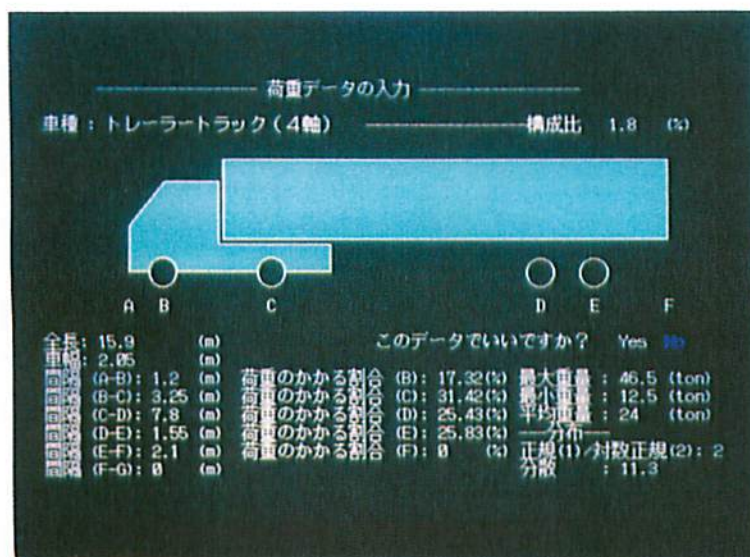
画面－3



画面 - 4



画面 - 5



画面 - 6

時間交通量を入力してください(上り車線)	{台}	700
時間交通量を入力してください(下り車線)	{台}	400
走行速度を入力してください(上り車線)	{Km/H}	60
走行速度を入力してください(下り車線)	{Km/H}	65
影響面の長さを入力してください	{m}	60
影響面の幅を入力して下さい	{m}	7
何時間分のシミュレーションをしますか	(時間)	12

画面-7

次に、影響面の入力方法の説明画面(画面8)が表示される。リターンキーをおすと、0列目の影響線の入力画面が表示される。影響線は、車線方向に60等分されており、それぞれの位置に対応する縦距を入力する。値を入れずにリターンキーを押せば、その間は線形補間される。画面9は車線方向中央(位置30に相当)まで入力した時の画面である。ここでは、1ftの単一荷重が車線方向中央に載荷された場合1MPaの応力が生じるとしている。0列目の入力終了すると、入力値の確認画面(画面10)が表示される。確認が終れば、1列目の入力画面が表示される(画面11)。ここには0列目と同じ値が自動的に入力されており、必要に応じて変更する。条件よりここでは9列目まで同じ値となる。10列目以降は、条件より1ftの単一荷重により0.5MPaの応力が生じるため、縦距の変更が必要となる。この場合には、画面12に示すように、カーソルを[No]に合わせ、リターンキーを押せば、画面9と同様な画面が表示され、0列目と同じように縦距の入力を行なう。20列目までの入力終了すると、影響面のグラフが表示される。(画面13)。これにより影響面形状を視覚的に確かめることができる。

----- 影響面の作成をします -----

この画面は影響面の入力方法を説明しています。  
読み終わったらリターンキーを押してください。

\*まず影響面の縦距を入力します。  
その値は1ftの単一荷重によるものとしてください。  
単位はMPaです。

\*影響面は下図の様に60等分されており、対応する位置で縦距を入力します。  
一つの位置で値を入力することにリターンキーを押してください。

\*60の位置での値を入力しリターンキーを押すとスパンという項に移ります。

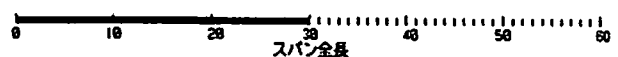


画面-8

----- 影響面データの入力 -----

0:0	11:	21:	31:	41:	51:
1:	12:	22:	32:	42:	52:
2:	13:	23:	33:	43:	53:
3:	14:	24:	34:	44:	54:
4:	15:	25:	35:	45:	55:
5:	16:	26:	36:	46:	56:
6:	17:	27:	37:	47:	57:
7:	18:	28:	38:	48:	58:
8:	19:	29:	39:	49:	59:
9:	20:	30:	40:	50:	60:

数値を入力せずにRETURN KEYを押せば、直線近似されます



画面-9

----- 影響面データの入力 -----

```

0 : 0
1 : .033333 11: .366667 21: .7 31: .966667 41: .633333 51: .3
2 : .066666 12: .4 22: .733333 32: .933333 42: .6 52: .266667
3 : .1 13: .433333 23: .766667 33: .9 43: .566667 53: .233333
4 : .133333 14: .466667 24: .8 34: .866667 44: .533333 54: .2
5 : .166667 15: .5 25: .833333 35: .833333 45: .5 55: .166667
6 : .2 16: .533333 26: .866667 36: .8 46: .466667 56: .133333
7 : .233333 17: .566667 27: .9 37: .766667 47: .433333 57: .1
8 : .266667 18: .6 28: .933333 38: .733333 48: .4 58: .0666666
9 : .3 19: .633333 29: .966667 39: .7 49: .366667 59: .0333333
10: .333333 20: .666667 30: 1 40: .666667 50: .333333 60: 0
    
```

0 列目です。

この値でよろしいですか? Yes No

画面-10

----- 影響面データの入力 -----

```

0 : 0
1 : .033333 11: .366667 21: .7 31: .966667 41: .633333 51: .3
2 : .066666 12: .4 22: .733333 32: .933333 42: .6 52: .266667
3 : .1 13: .433333 23: .766667 33: .9 43: .566667 53: .233333
4 : .133333 14: .466667 24: .8 34: .866667 44: .533333 54: .2
5 : .166667 15: .5 25: .833333 35: .833333 45: .5 55: .166667
6 : .2 16: .533333 26: .866667 36: .8 46: .466667 56: .133333
7 : .233333 17: .566667 27: .9 37: .766667 47: .433333 57: .1
8 : .266667 18: .6 28: .933333 38: .733333 48: .4 58: .0666666
9 : .3 19: .633333 29: .966667 39: .7 49: .366667 59: .0333333
10: .333333 20: .666667 30: 1 40: .666667 50: .333333 60: 0
    
```

1 列目です。

この値でよろしいですか? Yes No

画面-11

----- 影響面データの入力 -----

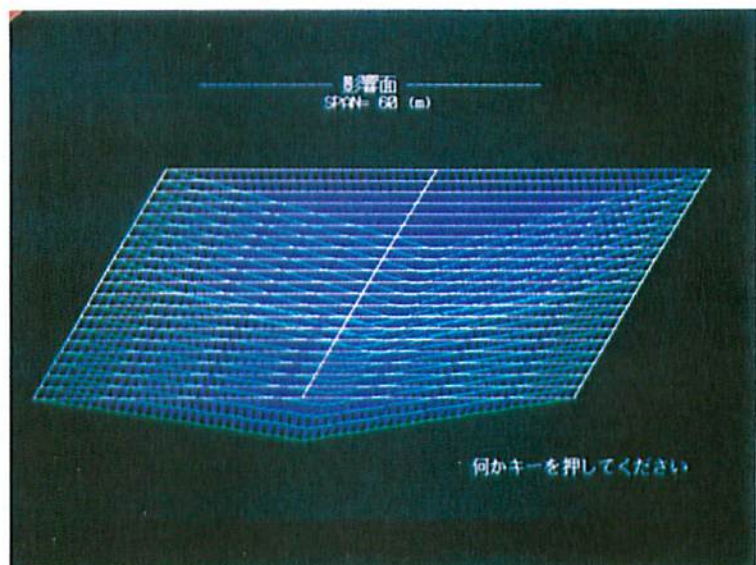
```

0 : 0
1 : .033333 11: .366667 21: .7 31: .966667 41: .633333 51: .3
2 : .066666 12: .4 22: .733333 32: .933333 42: .6 52: .266667
3 : .1 13: .433333 23: .766667 33: .9 43: .566667 53: .233333
4 : .133333 14: .466667 24: .8 34: .866667 44: .533333 54: .2
5 : .166667 15: .5 25: .833333 35: .833333 45: .5 55: .166667
6 : .2 16: .533333 26: .866667 36: .8 46: .466667 56: .133333
7 : .233333 17: .566667 27: .9 37: .766667 47: .433333 57: .1
8 : .266667 18: .6 28: .933333 38: .733333 48: .4 58: .0666666
9 : .3 19: .633333 29: .966667 39: .7 49: .366667 59: .0333333
10: .333333 20: .666667 30: 1 40: .666667 50: .333333 60: 0
    
```

10 列目です。

この値でよろしいですか? Yes ☒ No

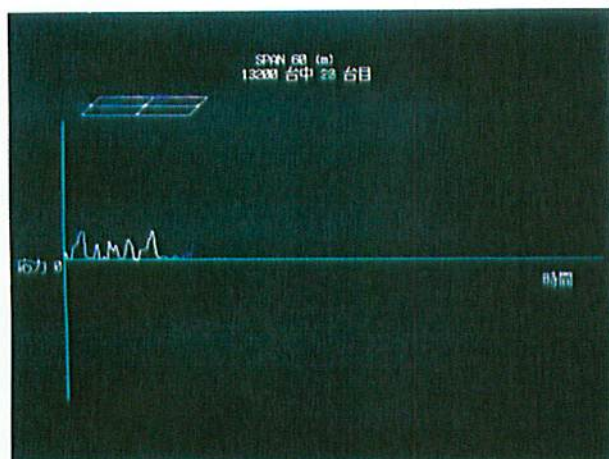
画面-12



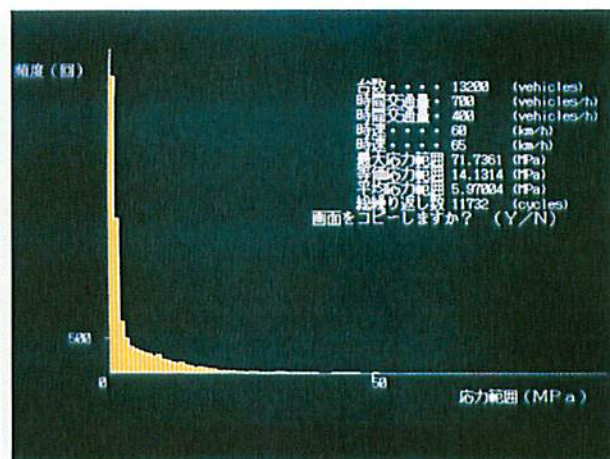
画面-13

次に、応力変動の解析に移り、車両の走行状態およびそれに伴う応力変動がグラフィック画面に表示される（画面14）。ただし、走行状態のグラフィック表示は80台目の車両走行までである。応力変動の解析を所定の台数（時間）まで行なうと、応力範囲頻度分布が表示される（画面15）。必要に応じて、本画面をプリンタに出力するとともに、本データをファイルに保存する。なお、この段階では継手が指定されていないため、画面15に示されている等価応力範囲および応力の総繰返し数は、すべての応力範囲成分を含んだものである。





画面-14



画面-15

続いて継手の選択である。まず、画面16が表示される。この中から、ガセット溶接継手を選択する。すると、ガセット溶接継手に含まれる各継手がグラフィック表示(画面17)されるので、[1. 付加板をすみ肉溶接した継手 ( $t \leq 100\text{mm}$ )]を選択する。この継手の止端が非仕上げと入力すると指針(案)で与えられている強度等級Fが表示される(画面18)。これにより、一定振幅および変動振幅応力に対する応力範囲の打ち切り限界を含めて、疲労設計  $\Delta \sigma - N$  関係が準備される。

最後に、設計寿命、設計計算応力補正係数  $\alpha$ 、部分安全係数  $\gamma_b$ 、 $\gamma_w$ 、 $\gamma_l$  を入力する(画面19)。すると、画面20に示すように照査結果が表示される。ここで示されている等価応力範囲は変動振幅応力に対する応力範囲の打ち切り限界および設計計算応力補正係数を考慮して計算されているために画面15での値とは異なることに注意されたい。

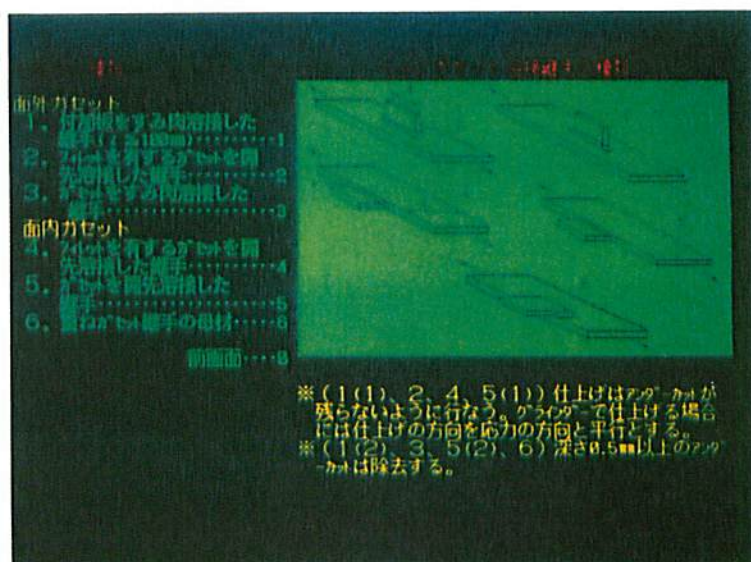
#### <継手の強度等級分類による処理>

- |     |              |        |
|-----|--------------|--------|
| (a) | 非溶接継手        | .....1 |
| (b) | 橋突合せ溶接継手     | .....2 |
| (c) | 縦方向溶接継手      | .....3 |
| (d) | 十字溶接継手       | .....4 |
| (e) | ガセット溶接継手     | .....5 |
| (f) | その他の溶接継手     | .....6 |
| (g) | ケーブルおよび高力ボルト | .....7 |

終了.....0

どの継手を処理しますか、番号を入力して下さい。

画面-16



画面-17

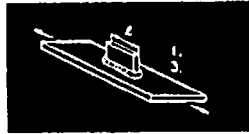
<継手の種類> (e) ガセット溶接継手の種類

{1} 止端仕上げ.....1  
 {2} 非仕上げ.....2

前面面.....0

強度等級はFです。

どれかの KEYを押して下さい。



画面-18

==== 以下の値を入力してください ====

設計寿命(年) ? 50

設計計算応力補正係数  $\alpha$  ? 0.9

部分安全係数 元長係数  $\gamma_b$  ? 1  
 重要係数  $\gamma_w$  ? 1  
 検査係数  $\gamma_i$  ? 1

画面-19

<継手名>  
 ガセット溶接継手  
 面外ガセット  
 付加板をすみ肉溶接した継手( $t \leq 100\text{mm}$ )  
 非仕上げ

強度等級 F

等価応力範囲..... 34.01 MPa  
 繰返し回数.....  $1.785E+07$  cycles

設計計算応力補正係数..... 0.90  
 部分安全係数..... 元長係数 1.00  
 .....重要係数 1.00  
 .....検査係数 1.00

設計応力範囲 ( $\times \gamma_b \gamma_w \gamma_i$ ) : 30.60 MPa  
 許容応力範囲 ( $\times CtCR$ ) : 31.34 MPa

OK

設計寿命 .50.0 年  
 疲労寿命 53.7 年 (参考までに)  
 コピーしますか? Yes No

画面-20

## 5. おわりに

本報告では、一般の技術者が簡単に疲労照査を行なうために開発したパーソナルコンピュータを利用した対話型プログラムの内容を紹介した。このプログラムの特徴としては以下の点が挙げられる。

- (1) パソコンを使用した対話形式であるので、操作性がよく簡便に使用できる。
- (2) 疲労荷重を単一の車両だけでなく、荷重列として与えることもできる。
- (3) 影響面を自由に作成できるのであらゆる構造物・部材・部位での応力の変動を調べることができる。
- (4) 単車線及び2車線道路橋を対象としている。2車線の場合は、車両の進行方向が同一方向、対面方向の双方が対象となる。

- (5) グラフィックの使用により応力変動を視覚的にとらえることができる。
- (6) 疲労照査に使用する継手を視覚的に確認しながら選択できる。
- (7) 最新の疲労設計基準である日本構造協会疲労設計指針（案）の考え方に基づいて疲労照査および疲労寿命・余寿命の予測ができる。

本プログラムの開発は、卒業研究として取組んだ倉田丈史君（平成2年度）および人見賢二君（平成3年度）と共同で行なった。東京工業大学 三木千寿教授には貴重な意見を賜った。また、本開発は文部省科学研究費補助金（一般研究C 課題番号：03650387）の補助を受けて行なった。ここに記して、感謝致します。

### 参考文献

- 1) 西川和広：道路橋における疲労問題と補修・補強、橋梁と基礎、Vol.17, No.8, p19～23, 1983.
- 2) 土木学会鋼構造委員会疲労変状調査小委員会：鋼橋の疲労変状調査、土木学会論文集、No. 368, pp.1～12, 1986.
- 3) 三木千寿、坂野昌弘、館石和雄、福岡良典：鋼橋の疲労損傷事例のデータベースの構築とその分析、土木学会論文集、No.392, pp.403～410, 1988.
- 4) Miki, C., Goto, Y., Yoshida, H. and Mori, T.: Computer Simulation Studies on Fatigue Load and Fatigue Design of Highway Bridges, 土木学会論文集 No.356, pp.37～46, 1985.
- 5) 日本鋼構造協会：疲労設計指針（案）、JSSCレポート, No.14, 1989.
- 6) 日本道路協会：道路橋示法書・同解説、丸善、1990.
- 7) 三木千寿、後藤祐司、村越潤、館石和雄：シミュレーションによる道路橋の疲労設計活荷重の研究、構造工学論文集、Vol.32A, pp.597～608, 1986.
- 8) British Standards Institution : Steel, Concrete and Composite bridges, BS5400, Part10, 1980.
- 9) AASHTO : Standard Specification for Highway bridges, 13th edition, 1983.
- 10) 森猛、橋場靖典、土屋聡：道路橋疲労設計荷重に関する一考察、土木学会第18回関東支部技術研究発表会講演概要集、I-8, 1991.
- 11) 田村洋一、樗木武：自動車・追従車に着目した車頭時間分布モデルに関する研究、土木学会論文報告集、No.336, pp.159～168, 1983.
- 12) 関西道路研究会・道路橋調査研究委員会：疲労小委員会報告書、1989.
- 13) 日本道路公団東京第一管理局・大日本測量：東名高速道路（東京～三ヶ日間）交通荷重測定調査報告書、1983.