

電子計算機によるトラス橋の 経済設計について

金沢大学 小堀 為雄
吉田 博

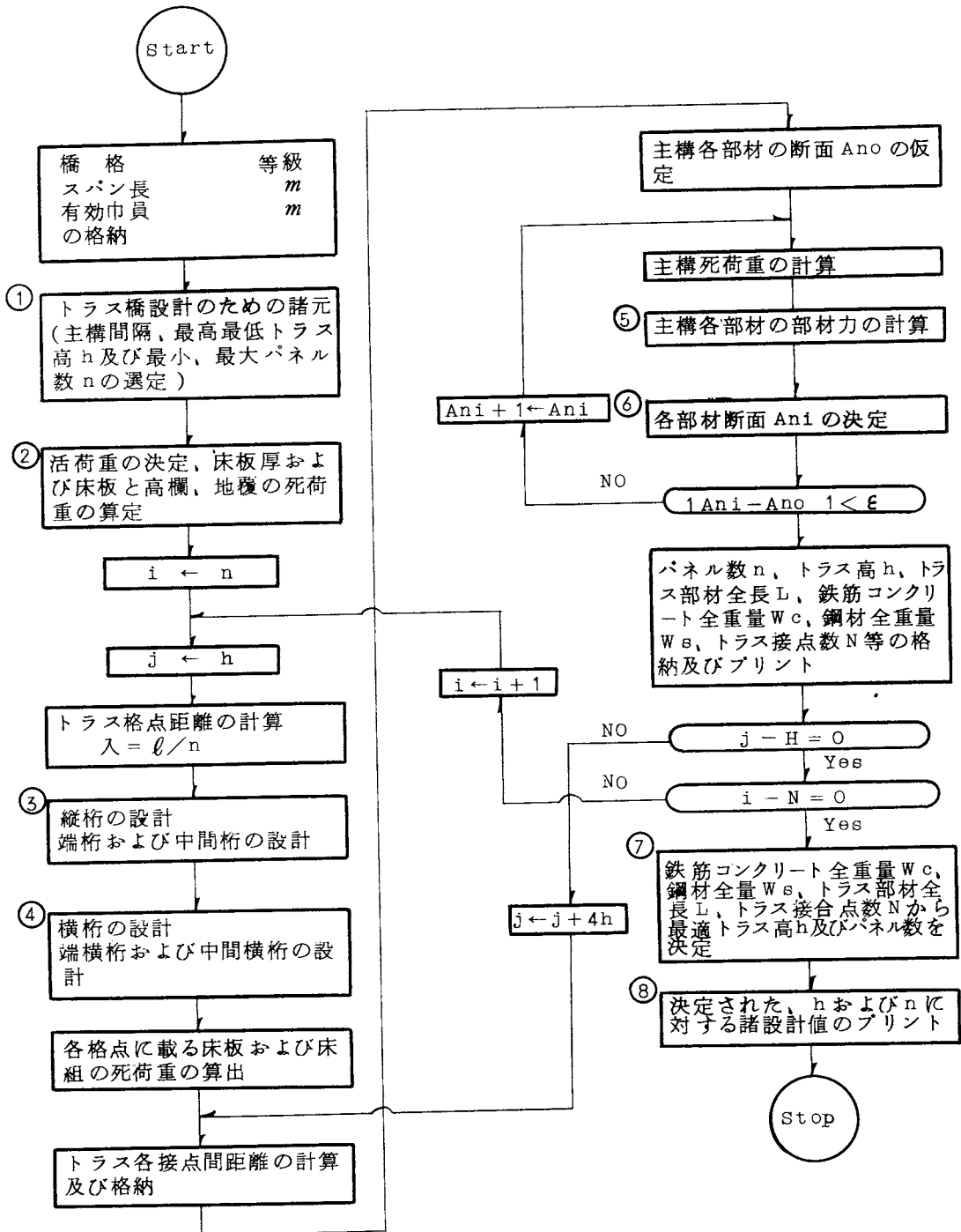
近年国産電子計算機の発展にともない、もはや電子計算機はわれわれの身近かなものとなつて来た。そして橋梁設計の分野にもこれを利用しようとする試みが行なわれている。われわれも昨年より電子計算機による橋梁設計の完全自動化を目標に研究を進めて来た。その一部と問題点をあげて皆様のご批判をいただきたいと思います。

まず、最初の試みとして、単純ワレントラス橋を対象に、Input Data として最少限、橋の等級、スパン長、有効巾員の3つを与えて、電子計算機の中で最小パネル数と最大パネル数、および最高トラス高と最低トラス高を定めて、その間をある間隔に分け、それぞれの組合せによる、床板、床組、主構部材の各断面を鋼道路橋設計示方書に従つて設計し、それぞれの場合の鉄筋コンクリート重量、鋼材の全重量、主構部材の全長、全接点数を求めて、これよりもつとも経済的なトラス高、パネル数を算出しようとするものである。トラス部材各断面の算出には、森脇・成岡氏のフローチャートを利用している。以下にその概要をフローチャート（図-1）に従つて説明する。

1 Input Data

橋の等級、スパン長、有効巾員の3つのDataのみを与える。

図 - 1 ブロックチャート



2 設計計算の方針

設計は鋼道路橋設計示方書に従って行ない、床板は鉄筋コンクリート床板を用い、横桁および縦桁が適当に組まれる場合は、その厚さは殆んど同一である点から今回は床板設計は計算機の中で行なわず、全て厚さ 16 cm とし、アスファルト舗装厚は 5 cm を仮定している。トラス高 h 、およびパネル数 n を変化させて各組合せについて計算を行なう。主構の設計は、最初ある断面（最小断面と思われる断面）を仮定し、この仮定断面から死荷重を算出して、死、活荷重による応力計算を行って第 1 次近似断面を計算し、この断面と先きに仮定した断面と比較し、その差が誤差との範囲内に入るよう、繰返し計算を行う。つぎに一般には最小重量の設計が最も経済的な設計とされているが、しかしトラス高が高くなりパネル数が多くなると部材長が長くなり、溶接長が伸びさらにパネル数が多くなると接点での工作費、架設費がかさむなどの点から今回はその点などを考慮して、主として鉄筋コンクリート部重量 W_c 、鋼材全重量 W_s 、トラス接点の数 N 、およびトラス部材の全長 L を各パネル数とトラス高の組合せについて求めて、これらより最小価格になるよう最適組合せを決定することにした。なお設計されるトラス橋は溶接橋とし、トラス接合点のみ現場リベット結合する。

3 フロー・チャートについて

電子計算機のためのブロックチャートを図 - 1 に示す。以下各ブロックについて簡単に説明する。なお、プログラムは NARC 語（日本電気製）による自動プログラム方式を採用した。

① 主構間隔は次の式から算出している。

有効巾員 (6.0 m) + 端柱巾 + $2 \times$ 地覆巾

トラス高 h は、 $h_{\min} = l/8$ 、 $h_{\max} = l/5$ (l はスパン長 (m)) の範囲を 50 cm 間隔で計算する。

パネル数 n は最小 $n = l/10\text{ m}$ 、最大 $N = n + 5$ として、パネル数を 1 つずつ増加して計算を行う。プログラムは先ず、パネル数を定め、このパネル数について、それぞれのトラス高を変化させて、計算を行ない、ついでパネル数を増加せしめて、また各トラス高について計算する。

② 設計示方書にもとづいて、各等級の活荷重を計算する。

③ 縦桁の設計

縦桁の数については、有効巾員によつて異なるのであるが、今回は有効巾員 6.0 m とし、3本を用い、端桁と中間桁について応力計算を行つて、断面を算出している。断面形状は上下フランジ対称な I 型とする。

④ 横桁の設計

縦桁と同様、端桁と中間桁についてそれぞれ断面を決定している。なお、死荷重については、床板、高欄および地盤、縦桁さらに縦取付け材の重量を考慮している。

⑤ 主構各部材力の計算

本計算では上弦材および下弦材の部材力算定には断面法を用いて算出している。

斜材については、最大部材力を生ぜしめる活荷重位置を算出する必要から、影響線を用いる方法をとつた。

⑥ 主構各部材断面の決定

上弦材および下弦材は箱型断面を、斜材は I 型断面を用いることにして断面寸法を決定している。

⑦ 最適トラス高 h 、パネル数 n の選定

各トラス高とパネル数の各計算値からあるスパン長に対する最適トラス高とパネル数を選定するのであるが、その要素としては、鉄筋コンクリート重量 W_c 、鋼材重量 W_s 、部材全長 L 、トラス接合点数 N を選んだ、その単位当り経費をそれぞれ C_c 、 C_s 、 C_ℓ 、 C_n としその場合の全経費 C は、

$$C = C_c W_c + C_s W_s + C_\ell L + C_n N,$$

としてあらわされる。この C を最小とする。トラス高 h 、パネル数 n を決定する。しかし、各単位費については種々の経済的条件が入ってくるので、その絶対値を求めることは困難である。

⑧ 結果のプリント

結果の表示について一つの試みを行つた。その一例をスパン 6.0 m 、トラス高 7.5 m 、パネル間隔 7.5 m のワレントラス橋の場合を図-2に示す。

DESIGN OF TRUSS-HIGHWAY-BRIDGE

COMPUTOR OF KANAZAWA UNIV.
(NEAC 2230)

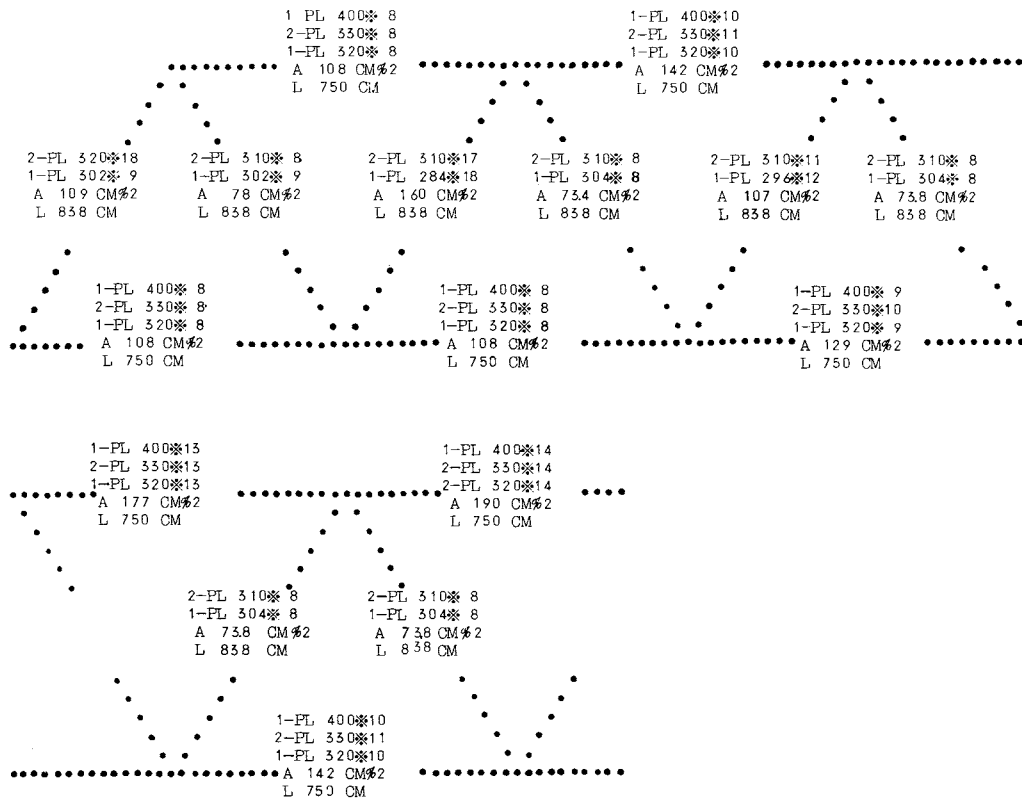
SPAN 60.0M
TRUSS HEIGHT 7.5M

EFFECTIVE WIDTH 6.0M
PANEL LENGTH 7.5M

CLASS OF BRIDGE 1
MAIN TRUSS DISTANCE 7.0M

DESIGNED MEMBER AREA

(UNIT MM)



STRINGER

S1
2-PL 210x13
1-PL 500x8
A 94.6 CM²
L 750 CM

S2
2-PL 210x12
1-PL 500x8
A 90.4 CM²
L 750 CM

S1
2-PL 210x13
1-PL 500x8
A 94.6 CM²
L 750 CM

FLOOR BEAM

F1
2-PL 240x14
1-PL 700x8
A 123 CM²
L 700 CM

2-PL 240x12
1-PL 700x8
A 106 CM²
L 700 CM

.....

この図で見られるよう、われわれはその結果の表示を出来るだけ、見やすく、電子計算機に作表させた。

4 む す び

電子計算機による橋梁設計の自動化を目標に、最小限の Input Data を選んで、より多くの設計計算を行ない、これより最適トラス高、最適パネル数を各種スパン長について算出して、トラス橋設計の一助としたい。最後にこのプログラムを組むにあたって問題となつた点を列挙する。

- ① 本計算では各部材に最大応力が生ずる活荷重を載荷して、各部材とも許容応力一ぱいになるよう繰返し計算を行なつて部材断面を決定している。
- ② しかし、部材に最大応力が生ずる活荷重の載荷状態は各部材によつて異なる。特に斜材については等分布荷重の載荷も部分荷重となる。この点から電子計算機で橋梁を設計する際は、等価等分荷重に置かないで実際の自動車交通流などから一種のモデル荷重列を作成し、この荷重による設計を行ない、また移動荷重列として取り扱うのが合理的と考えられる。
- ③ 圧縮材の断面決定が、座屈の影響等から複雑となる。そこで圧縮材に用いる箱型断面に中間隔壁などを入れて桁の細長比を大きくし、計算の簡単化を計るべきである。
- ④ 接合点の接合法などに規格化が行なえないものか。
- ⑤ 製作図面も計算機に適した表示法が考えられないものか。

参 考 文 献

森脇博生・成岡昌夫「電子計算機による3スパン連続平行弦ワレントラスの自動設計に関する研究」 土木学会誌 Vol. 48-No. 10 昭38. 10
P 40~43