

トラス主構設計へのSpreadsheet の適用

関西大学工学部 正 員 三上市藏
 御片山鉄工所 正 員 赤松洋一
 関西大学工学部 学生員 ○土田貴敬

1. まえがき 土木工学分野においてはコンピュータが多数利用されているが、パソコン上で動く「表計算ソフト」Spreadsheetが非常に有効なツールであることはあまり知られていない。著者らは Spreadsheetの中で世界的に最も広く用いられているLotus1-2-3を利用して、トラス主構を設計するためのシステムを構築し、その有効性を検討した。

2. システムの構築 本システムは垂直材のない直弦単純ワーレントラスを対象としている。設計手順は道路橋示方書¹⁾によっている。システムは2つのモジュールから構成されている。トラスの形状(支間長、トラス高、格間長)と道路橋示方書におけるし荷重(死荷重強度、等分布荷重、線荷重)を数値で与えると各部材の設計軸力を算出する部材力計算モジュール(図-1)と、算出設計軸力を用いて主構の各部材(上弦材、下弦材、斜材)の断面を設計するための断面決定モジュール(図-2)である。本システムはLotus1-2-3のマクロを利用したメニュー選択により、その操作は非常に容易である。例えば、本システムにおいては板厚を入力する際に、数値を自由に仮定する方法と、与えられたメニューの中から適当な値を選択する方法があるが、特に後者においては図-3に示すように板厚値を操作パネルの上部に示されたメニューを選択することで入力することができる。また、設計不良の原因は図-3に示すようにコメント表示される。Lotus1-2-3のワークシートは起動すると同時にRAMに読み込まれ、処理が非常に高速であるが、ワークシートの規模が拡大するにつれて使用するハードの性能が問われる結果となる。本システムを使用する際には、640KB以上のRAMを必要とする。

3. SPREADSHEETの有効性 Spreadsheetの適用において最も重要視されるのが、入力値の変更に際して、それに関連した値が瞬時に再計算される点である。これを再計算機能という。例えば下弦材(L-3)において、SS41材を用いてすべての板厚に9mmを仮定すると図-4に示すように許容応力度を満足しない結果となっ

よろしいですか? (Y/N) >>

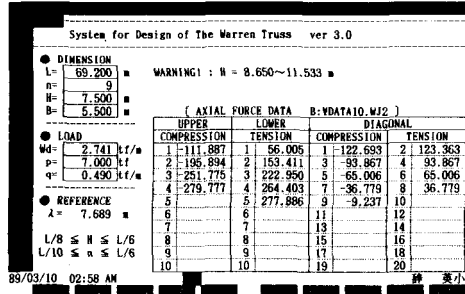


図-1

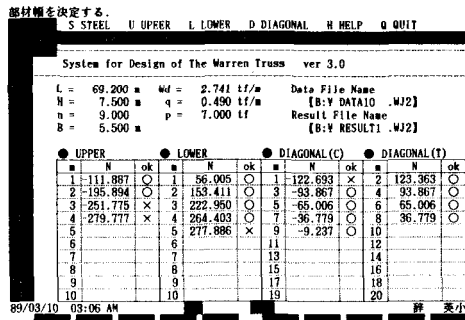


図-2

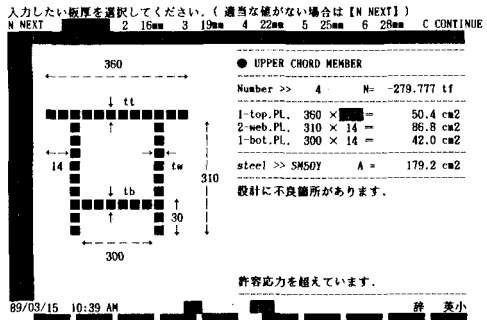


図-3

た。次に操作パネルに示されたメニュー【S STEEL】を選択し、使用鋼材を SM50Y に変更すると、ワークシート全体が瞬時に再計算され、図-5に示すようにすべての条件を満足した結果となった。この再計算に所要する時間はわずか5秒程度である。また、使用鋼材でなく板厚を変更することによっても、条件をすべて満足する断面を対話的に設計することができる。このように再計算機能を利用すれば最適断面に対話型で近づくことは容易である。この機能の効果は入力パラメータの数が多いほど大きいといえる。

板厚を示された値から選択する。
Y VALUE S STEEL C CHECK P PRINT Q QUIT

● LOWER CHORD MEMBER

Number >>	N=	222.960 tf	VALUE FOR DESIGN
1-top.PL. 300 × 9 =		27.0 cm ²	Aw/A = 45.9%
2-web.PL. 280 × 9 =		50.4 cm ²	e = -0.8 cm
1-bot.PL. 360 × 9 =		32.4 cm ²	ly = 15471 cm ⁴
			Iz = 17555 cm ⁴
steel >> S541	A =	109.8 cm ²	ry = 11.9 cm
			rx = 12.6 cm
			Ly = 7.689 m
			Lz = 7.689 m
			Ly/ry = 64.6 cm ⁴
			Lz/rz = 61.0 cm
			σ _{ta} = 1400 kgf/cm ²
			σ _l = 2031 kgf/cm ²
			ratio = 145.1%

設計に不良箇所があります。

許容応力を越えています。

89/03/10 05:00 AM 屏 奥小

図-4

板厚を示された値から選択する。
Y VALUE S STEEL C CHECK P PRINT Q QUIT

● LOWER CHORD MEMBER

Number >>	N=	222.960 tf	VALUE FOR DESIGN
1-top.PL. 300 × 9 =		27.0 cm ²	Aw/A = 45.9%
2-web.PL. 280 × 9 =		50.4 cm ²	e = -0.8 cm
1-bot.PL. 360 × 9 =		32.4 cm ²	ly = 15471 cm ⁴
			Iz = 17555 cm ⁴
steel >> SM50Y	A =	109.8 cm ²	ry = 11.9 cm
			rx = 12.6 cm
			Ly = 7.689 m
			Lz = 7.689 m
			Ly/ry = 64.6 cm ⁴
			Lz/rz = 61.0 cm
			σ _{ta} = 2100 kgf/cm ²
			σ _l = 2031 kgf/cm ²
			ratio = 96.7%

設計は完了しました。

89/03/10 05:07 AM 屏 奥小

図-5

4. システムの実行 和歌山県日

高郡の小畑谷橋の実施設計²⁾について、本システムを実行し、結果を比較した。本橋の側面図と部材の定義を図-6に示す。表-1に設計結果を示す。設計軸力に関して、システムによる結果がやや大きめに計算されているが、これはシステムにおいては等格間長 (69200=9@7689) のトラスを仮定しているのに対し、実橋では図-6に示すように端部の格間長がやや短い (69200=7@7700+2@7650) ためである。

表-1

実施設計

Member	N	Steel	t ₁	t ₂	t ₃	A	L _y	L _z	I _y	I _z	L/r _y	L/r _z	σ _{ta}	σ _c
U-1	-108.990	S541	9	9	9	115.2	7.675	3.837	17014	18844	62.9	30.0	1040	945
U-2	-190.450	SM50Y	11	11	11	140.8	7.700	3.850	20966	23243	63.1	30.1	1364	1353
U-3	-244.490	SM50Y	14	14	14	179.2	7.700	3.850	27093	29988	62.6	29.8	1371	1364
U-4	-271.180	SM50Y	16	16	16	204.8	7.700	3.850	31278	34585	62.1	29.6	1379	1324

本システム

Member	N	Steel	t ₁	t ₂	t ₃	A	L _y	L _z	I _y	I _z	L/r _y	L/r _z	σ _{ta}	σ _c
U-1	-111.887	S541	9	9	9	115.2	7.689	3.845	17014	18844	63.0	30.0	1039	971
U-2	-195.894	SM50Y	11	11	12	143.8	7.689	3.845	21667	23468	62.5	30.0	1373	1362
U-3	-251.775	SM50Y	14	14	16	185.2	7.689	3.845	28494	30438	62.0	30.0	1380	1359
U-4	-279.777	SM50Y	16	16	16	204.8	7.689	3.845	31278	34585	62.0	29.6	1380	1366

ただし、L/r_y、L/r_z はそれぞれY軸、Z軸回りの断面2次半径に関する細長比である。

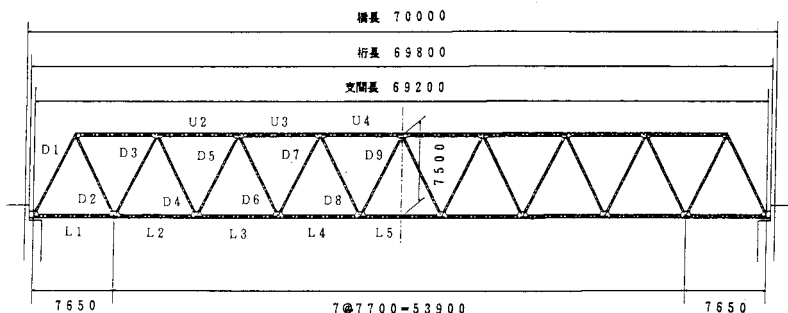


図-6

- 1) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説 I 共通編 II 鋼橋編 丸善，1980。
- 2) 柳山鉄工所：小畑谷橋設計計算書