

名古屋大学工学部土木工学科 正員 伊藤義人
 総合技術コンサルタントK.K. 正員 西森孝三
 名古屋大学工学部土木工学科 正員 福本晴士

1. まえがき

本研究は、主構面としての平面トラスが横構で連結して立体トラスを構成している構造のトラス全体の横倒れ座屈耐荷力と横構の剛度、強度との関連性を理論的、実験的に検討したものである。対象としたトラスは、ここでは片持のトラスであり、張出し方式によるトラス架設時の安定問題をとり上げた。

2. 理論解析

一般的には、立体トラスを、そのまま立体的にあつかう方法として、各構面を単一トラスとみたまて、せん断変形の等しい板に置換し、全体として、閉断面ばりと考えて解析する方法がとられる。この方法は、実際の設計の座屈照査に対して、かなり有効であるが、かならずしも、トラス構造の特性を十分にいかしているとはいえない。そこで、今回の解析にあたっては、有限変形理論による接線剛性法を採用する。接線剛性法は、外力が $[F]$ から $[F_B]$ に増加した場合、 $[F_B]$ に対応する変位は、 $[U_B]$ であるが、構造物の挙動は、外力に対して非線形であるので、直接 $[U_B]$ を求めることができない。そこで、剛性行列を順次修正しながら、外力 $[F_B]$ に対応する変位 $[U_B]$ を求める計算法である。

さらに、材料非線形性については、軸方向力の大きさのみの関数としてあらわされた接線係数を用いることによって考慮する。ただし、接線係数は、部材長にわたって一定であると仮定する。

$$\sigma_c \leq \sigma_p \quad E_t/E = 1$$

$$\sigma_c > \sigma_p \quad E_t/E = (\sigma_y - \sigma_c)\sigma_c / (\sigma_y - \sigma_p)\sigma_p$$

ただし、 E_t : 接線弾性係数 σ_y : 降伏応力

σ_p : 比例限度力(ここでは、部材の初期応力分布を考慮に入れて、 $\sigma_y = 0.5\sigma_y$ とした)

また、せん断弾性係数の減少の割合は、上記のヤング率の減少の割合と等しいと仮定する。

$$G_t/G = E_t/E$$

3. 実験内容

試験体は、片持支持のスパン504 cm、トラス高72 cm、パネル数7のワレントラスで、両主構間隔36 cmであり、横構の部材径のみをかえた2体である。(E1, E2) すなわち、構高Hと両主構間隔Bの比B/Hは1/2である。トラスは、すべて丸鋼棒を溶接組立てして、製作した。組立てについては、鋼棒の径をさりがき4 mm厚のガセットにさしこみ、溶接した。

部材に用いた鋼材の径は、上弦材で $\phi 48 \sim \phi 38$ 、下弦材で $\phi 48 \sim \phi 42$ である。鉛直材と斜材は、それぞれ $\phi 13$ 、 $\phi 32$ である。上下横構は、ワレン形式であり、斜材とストラットはそれぞれ、試験体E1においては $\phi 19$ 、 $\phi 13$ 、試験体E2においては、 $\phi 16$ 、 $\phi 9$ である。

Fig. 1に、Set upを示す。載荷は、自由端下側に、引張型ジャッキにより集中荷重を行なった。この引張型ジャッキは、逆W字型になっているgravity-load simulatorに取りつけられているので、試験体の変形に追従し、荷重が、つねに鉛直下方に引張載荷するようになっている。

測定は、変位を自由端付近で、ひずみを固定端付近で行なった。

4. 考察

試験体E1と同じ形状寸法をもったトラスに、水平変位の初期変形をあてて、解析した結果をFig. 2に示す。

自由端の水平変位 δ_{in} は、スパンの $1/1000, 1/100, 1/10$ をそれぞれ与えた。中間節点の初期変位は、放物線近似をして与えた。図の縦軸は、荷重 P であり、横軸は、トラス自由端の水平変位である。自由端の水平初期変形が、スパンの $1/1000$ 程度であれば、耐荷力の低下は、小さいことがわかる。しかし、スパンの $1/100$ 程度となると明らかな耐荷力の低下が認められる。

初期変形に、スパンの $1/1000$ の水平変位 δ_{in} を与えて、両主構間隔 B だけを変化させて解析した結果を、Fig. 3 に示す。縦軸は、耐荷力 P_{cr} を示し、横軸は、スパンもしくは、構高 H を、変化させた両構間隔 B でわった値を示している。 H/B が 6 以上になると、急激に耐荷力が低下することがわかる。

次に、横構の剛度に注目して、試験体 E1 の両主構間隔 B を構高 H の $1/6$ とし、横構の剛度を変化させて解析した結果を、Fig. 4 に示す。剛度は、試験体 E1 の横構の部材径に係数 α をかけて変化させた。ただし、初期変形 δ_{in} は、スパンの $1/1000$ としている。縦軸は、荷重 P を、横軸は、自由端の水平変位をとっている。この図より、横構の剛度が、トラスの耐荷力に与える影響がわかる。

試験体 E1 の各部材の軸方向力の実験値を荷重 P でわって無次元化した値を、初期変形 δ_{in} にスパンの $1/1000$ を与えて解析した値と比較したものを、Table 1 に示す。表の右欄は、固定端に接続している上弦材の軸方向力 S_1 を 100 としたときの他の部材の軸方向力 S_i を示している。

5. あとがき

片持の立体トラスをとりあげ、トラス全体の横倒れ座屈耐荷力と横構の剛度、強度との関連性を、理論的、実験的に検討した。横構の部材力を中心とした実験結果およびその考察などについては、当日発表の予定である。

なお、数値計算は、名大大型計算機センターの FACOM 230-75 を、使用した。

参考文献

- (1) F. Bleich, "Buckling Strength of Metal Structures", McGraw-Hill 1952
- (2) 西森孝三, 赤松義昭, 伊藤義人, 福本啓士 トラスの横倒れ耐荷力について 土木学会中部支部年次学術講演会概要集 昭和52年1月

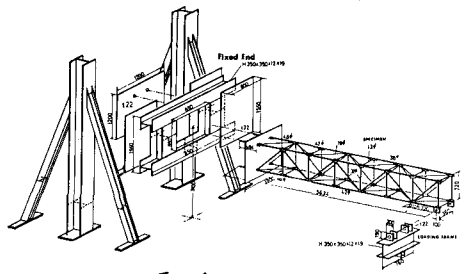


Fig. 1

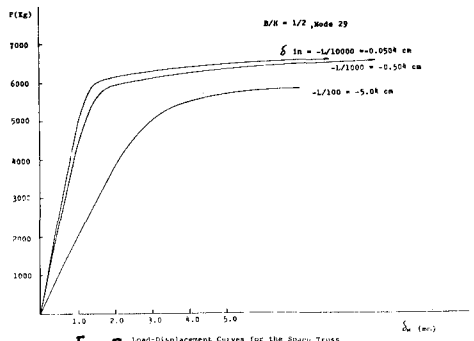


Fig. 2

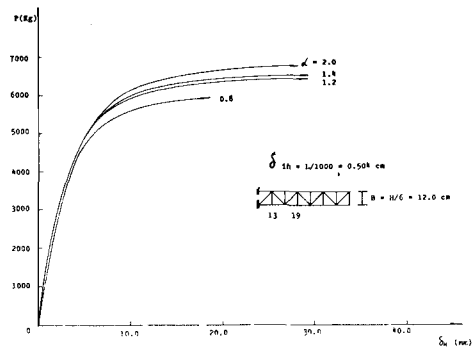


Fig. 4

Table 1

Member	Node	S/P (S: Axial Force)				S/S ₁ × 100	
		TEST P=1t	TEST P=6t	Theoretical Value (P=1t)	P=6t	TEST P=1t	TEST P=6t
Upper Chords	1	3.389	3.114	3.574	3.462	100.00	100.00
	8	3.272	3.158	3.247	3.446	96.55	101.41
Lower Chords	16	-3.156	-2.992	-3.095	-2.987	-93.12	-96.08
	17	-1.952	-1.818	-1.986	-1.994	-57.60	-58.38
	18	-3.151	-2.848	-2.940	-2.960	-92.98	-91.46
Diagonal Members	29	-0.508	-0.519	-0.685	-0.700	-14.97	-16.66
	31	0.668	0.663	0.699	0.714	19.72	21.28
	43	-0.521	-0.556	-0.704	-0.688	-15.38	-17.85
Vertical	47	0.226	0.240	-0.714	-0.701	6.66	7.70
	30	-0.083	-0.054	-0.008	-0.007	-2.45	-1.73
Upper Lateral Bracing	57	0.139	0.135	0.173	0.076	4.10	4.34
	59	-0.060	-0.053	-0.020	0.072	-1.78	-1.71
Upper Strut	61	-0.080	-0.074	0.096	0.049	-2.37	-2.39
	58	-0.035	-0.038	-0.033	-0.032	-1.03	-1.22
Lower Lateral Bracing	60	-0.063	-0.056	-0.017	-0.027	-1.85	-1.80
	62	-0.009	-0.011	-0.022	-0.019	-0.28	-0.36
L. Strut	71	-0.138	-0.121	-0.166	-0.051	-4.07	-3.89
	73	-0.097	-0.065	0.047	-0.052	-2.86	-2.08
L. Chords	75	-0.020	-0.024	-0.089	-0.037	-0.59	-0.77
	76	0.020	0.022	0.019	0.014	0.58	0.70