



室蘭工業大学

学術資源アーカイブ

Muroran Institute of Technology Academic Resources Archive



パイプトラスの強さに関する実験

メタデータ	言語: jpn 出版者: 室蘭工業大学 公開日: 2014-05-29 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 内藤, 正鄰 メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/10258/3185

パイプトラスの強さに関する実験

内 藤 正 鄰

An Experimental Study of the Strength of the Pipe Truss

Masachika Naito

Abstract

For the purpose of researching into the strength of the pipe truss, the present writer carried out various model experiments. Two models (Warren Type Truss, span length $l=160\text{cm}$, height $h=35\text{cm}$) were made use of. Members of one model were steel plates with rectangular section, while those of the other were steel pipes.

The truss was supported at its ends and carried concentrated loads at the center of the span. The stress of the members were measured with electric resistance strain gauges. By obtaining experimental results and calculations of primary and secondary stresses, the strength of members, deflections and buckling loads of truss were made a comparison between those models.

1. 緒 言

最近の構造物には各種の型鋼，高張力鋼の採用とともに鋼管を利用したものがかなりみられるようになってきた。鉄塔，クレーン等にも使用され，特に建築ではスパン30m以上のもの，20階以上の高層建築などにも利用された例がある。これは製鋼技術，溶接技術の進歩により各種鋼管が大量安価に得られ，鋼材の結合が容易になったこと，従来の型鋼，鋼板にくらべかなりの重量軽減が可能であることなどの理由による。

そこで筆者は形状も簡単であり製作も容易な Warren 型トラス構造を採用し，大体同形，同重量の鋼板トラスと鋼管（パイプ）トラスの模型を作製し，荷重により生ずる部材の応力，変形等を測定し，理論的計算と相まって両者の強さを比較検討した。

2. 実験方法

トラスの種類は部材を矩形断面の鋼板のものと，鋼管のもの二種類とし，どちらもスパン160cm，高さ約35cmの同形にした。以下これらを板トラス，パイプトラスと呼ぶ。トラス部材の結合は溶接構造で，二枚のトラスの間隔は10cmとしその間は各節点においてボルトにより結合した。詳細は図～1図～3に示す。

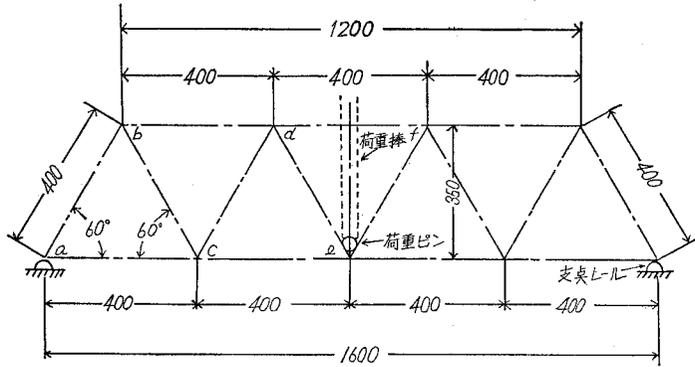


図-1 トラス全体寸法 (板, パイプ共通)

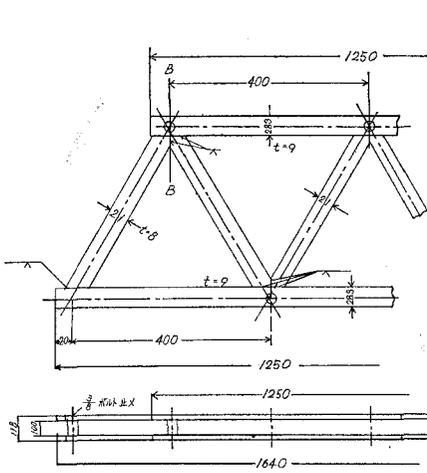


図-2 新トラス詳細

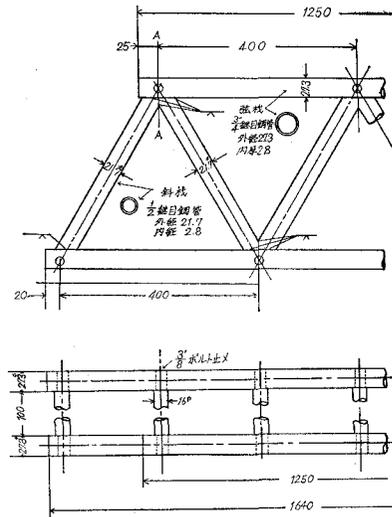


図-3 パイプトラス詳細

使用した材料は、板には21×8 (mm) (斜材) および29×9 (mm) (上, 下弦材) の市販の平鋼を、パイプには1/2吋 (斜材) および3/4吋 (上, 下弦材) の継目鋼管で、素材の機械的性質を表一に示す。試験片は平鋼, 鋼管より各太さにつきそれぞれ二本づつとって試験を行ないその平均値を示してある。

表-1 実験材料の機械的性質

		降伏点 kg/mm ²	引張強さ kg/mm ²	伸び %	絞り %	ヤング係数 ×10 ⁶ kg/cm ²	ポアソン 比
板	斜材	24.5	35.0	30	65	2.2	0.38
	弦材	32.5	46.5	24	58	2.4	0.31
パイプ	斜材	42.5	46.5	9	54	2.4	0.31
	弦材	37.0	38.5	18	65	2.3	0.31

表-2 二次応力理論計算値

種別	部材名	二次応力		種別	部材名	二次応力		
		板トラス	パイプトラス			板トラス	パイプトラス	
斜材	a-b	+ 87.3	+ 65.8	上	a-c	- 42.9	- 41.5	
	b-a	+ 80.8	+ 68.9		c-a	- 63.9	- 61.3	
	b-c	+ 84.8	+ 75.6		下	b-d	- 81.1	- 51.6
	c-b	+ 75.9	+ 54.6			d-b	- 155.4	- 144.0
	c-d	+ 60.0	+ 41.1	弦材		c-e	- 2.8	+ 3.2
	d-c	+ 13.7	- 10.8			e-c	- 34.8	- 35.0
	d-e	+ 47.3	+ 34.5		d-f	+ 125.4	+ 105.0	
	e-d	+ 69.8	+ 57.2		f-d	+ 125.4	+ 105.0	

注 単位は kg/cm² で、数値は荷重 2 ton に対する値を示す。

符号はモーメントの方向を示し、(+) は時計方向、(-) は反時計方向とする。

板とパイプの断面積は等しく取りたかったが材料の関係で出来ず、その断面積は斜材で、板 1.68cm²、パイプ 1.56cm²、弦材では板 2.55cm²、パイプ 2.16cm² であり従ってパイプトラスは板トラスにくらべ重量で約 10% 軽くなっている。

試験方法は島津万能材料試験機 (RH 型容量 50ton) のベッド上に充分剛性のある 2 本の I ビームを置き、その上に支点としてレールを直角にのせ、この上にトラスを置く。荷重方法は左右のトラスの中央下部節点の V 部に荷重用ピンを渡し、この中央を荷重棒を通じ試験機で押して、単純支持の中央集中荷重とする。尚両側のトラスに均等に荷重のかかるよう充分注意した。荷重は初荷重 500kg とし以下順次 500kg づつ増してその都度測定を行ない破壊迄もって行った。

部材応力の測定には電気抵抗線歪計を使用した。使用したゲージは共和製 KP-22 で、板、パイプとも、各トラス片側同じ位置に図-4 に示す如く 48 枚はりつけ、尚板のみは他の側にも 17 枚はって不均等荷重のチェックに利用した。

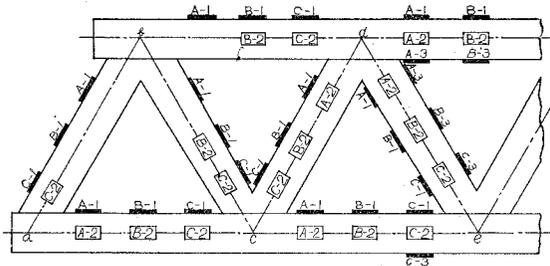


図-4 歪ゲージ位置 (板トラス, パイプトラス共通)

3. 実験結果とその考察

A 応力および撓みの計算

一次応力は各節点を滑節とした静定トラスとしてクレモナの図解法により求めた。その結果は荷重と応力の関係線図中に鎖線で示してある。

二次応力は Willot の変位図を作り撓角法により求めた。その結果を表-2に示すが、注にあるごとく (+), (-) の符号は応力の正負でなく節点モーメントの方向を示す。

撓みは上記変位図を利用して求め、図-9, 図-10に示す。

B 部材応力

荷重に対する各部材の応力を図-5～図-8に示す。測定は500Kg毎に行なったが、図が混み入るので点は1 ton 又は2 ton 毎にとつてある。尚計算による二次応力も同様に大きい値の方のみを一次応力線の両側に破線で示してある。

i) 斜材

a) a-b 部材

板トラス 部材中央部即ちB-1ゲージのはってある部分 (以下B-1等と称する) は二次応力の影響は少く軸力のみと考えられるので一次応力の理論値に近い値を示す。C-2は二次応力の影響でC-1より大きな値を示し計算値と大体一致する。またA-2も二次応力が若干きいてきている。

パイプトラス 3500kg 以上の荷重で全部一次応力線の上に出ているのは、部材全体として (-) モーメントを受けているものとみられ、C-1, C-2が他よりも大きな値を示すのは支点による影響と考えられる。

b) b-c 部材

板トラス A-1, B-1は大体一次応力線附近に集り、B-2, C-2は二次応力のみ分けて二次応力線に近似する。

パイプトラス 全部が二つの二次応力線内に分布しておさまっている。

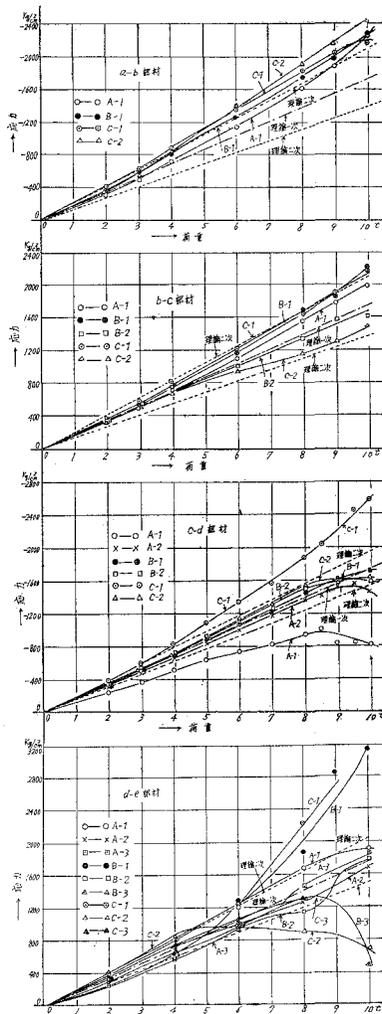
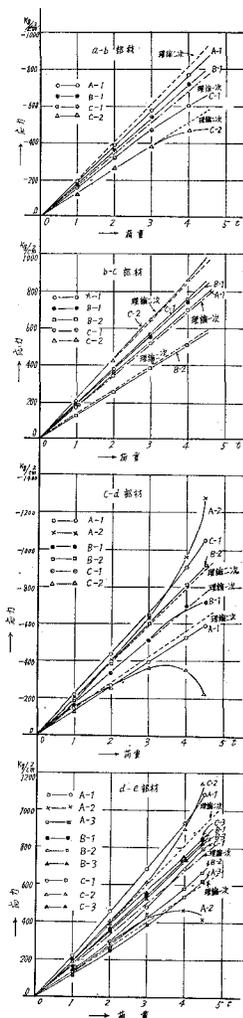


図-5 斜材，荷重と応力の関係（板トラス） 図-6 斜材，荷重と応力の関係（パイプトラス）

c) c-d 部 材

板トラス 他の斜材にくらべ応力が大きくなるので，A-1，A-2，C-1，C-2では二次応力が相当強くあらわれている。

パイプトラス 板にくらべ安定性はやや良いが，A-1，C-1では相当強く材端もモーメントの影響があらわれている。即ちモーメントの方向から考えてA-1では正值がC-1では負値が，二次応力の分だけ軸力が加算され大きく出ている。A-2，C-2は中立軸に近いめその影響が比較的少い。

d) d-e 部 材

板トラス 部材応力は荷重点に近いめかなり大きく，二次応力計算値より大きく出ている

部分がある。B郡は部材中央部にあるため一次応力線附近にあるが、材端モーメントの方向により、A-1, A-3はA-2を、C-1, C-3はC-2を境に上下に分かれていることも理論的にも妥当な結果が出ているものと認められる。

パイプトラス 荷重5 ton 附近迄は板トラスと同様の傾向であるが、それを過ぎると応力の巾が広がっており、特にC-1, C-2がひどいがこれは丁度荷重点のピンに接する部分なのでパイプの局部的変形があらわれたものである。

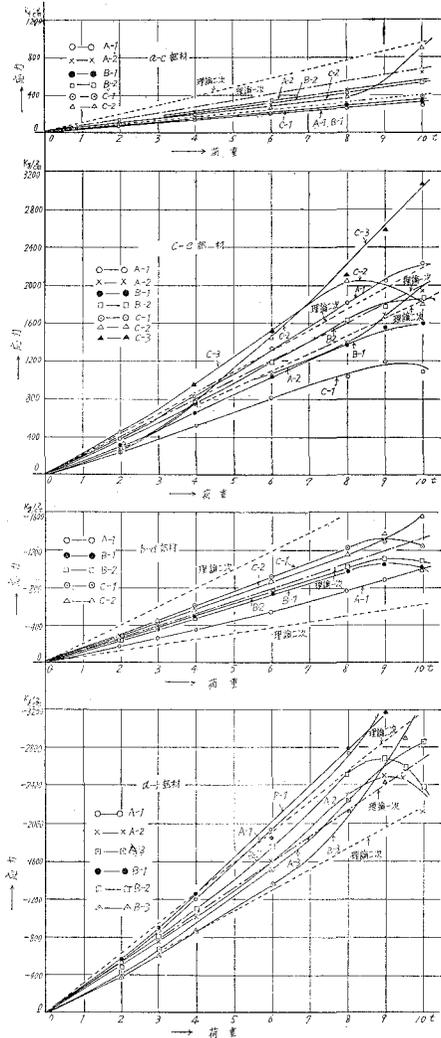
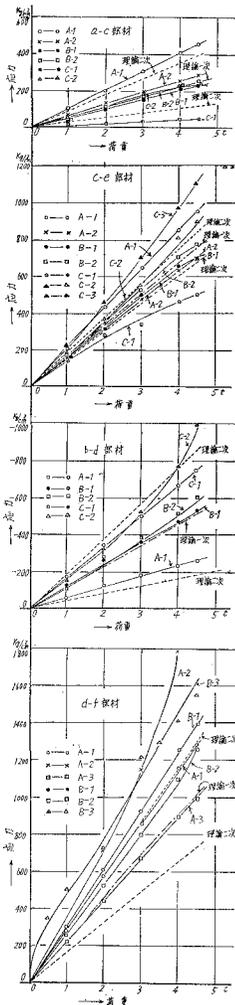


図-7 弦材，荷重と応力の関係（板トラス）

図-8 弦材，荷重と応力の関係（パイプトラス）

ii) 上弦材，下弦材

a) a-c 部 材

板トラス 部材中央部のB-1, B-2および部材中心線上のA-2, C-2はほぼ一次応

力線近くに集り、A-1, C-1は材端に近くまた中立軸をはなれるので節点モーメントの影響が相当強く現われている。

パイプトラス a-b部材と同様に全体が(-)モーメントをうけ、そのため全体的に一次応力より小さな値を示す。

b) c-e 部材

板トラス この部材も応力が比較的大きいので材端A, Cでは節点モーメントの影響が大きく作用し二次応力計算値をかなり上廻る。

パイプトラス 板トラスと同様で特にC-1, C-2は荷重点に近いのでその影響も現われている。

c) b-d 部材

板トラス 部材中央部B-1, B-2は節点モーメントの影響はうけず一次応力のみを示し、A-1およびC-1, C-2は節点モーメントにより二次応力計算値線に近い値を示す。

パイプトラス 板トラスと同様な傾向なるも板にくらべ横剛性が大きいので節点モーメントの影響は少い。

d) d-f 部材

板トラス 最も応力の大きい部材なので各種の影響がかなり強くあらわれ、また全体的に(-)モーメントを受けたため圧縮応力が重なりそのため一次応力線の上に出た。

パイプトラス 板トラスよりも節点モーメントの影響は少いが、二次応力計算値線を越える部分があり、また6ton附近から局部変形があらわれている。

以上総括すると部材応力は二次応力を考慮に入れると大体計算値に近い値を示し、板トラスにくらべパイプトラスの方が比較的安定性があることが分る。また板は横剛性が小さいので特に圧縮部材ではこの影響がみられる。

B 撓み

図-9, 図-10に荷重とトラス中央下部の撓みとの関係を示す。計算値にくらべ測定値の撓みが若干大きい、これは二枚のトラスをボルト結合したためと考えられる。

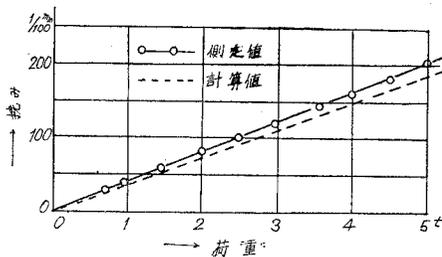


図-9 板トラス撓み線図

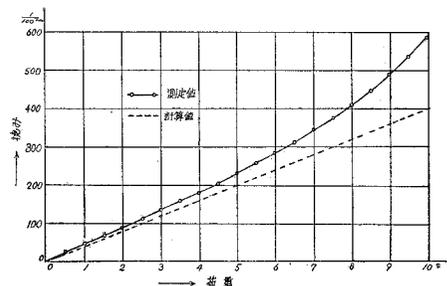


図-10 パイプトラス撓み線図

C 破壊荷重

破壊荷重は板トラスで 5360kg パイプトラスで 10900kg であった。板にくらべパイプの方が横剛性が大きいので座屈に対してはパイプトラスの方が強いことは当然考えられることであるが予想外に強固であった。重量では約 1 割軽いが強さは約 2 倍である。

応力の大きい部材では素材の降伏応力の限度迄っており、これは構造としての座屈でなく部材の単純な軸圧縮で破壊したものとみなしてよい。従って構造としては非常に強固なものと言ふことが出来る。

4. 結 言

以上を総合すると、同形で重量もほぼ等しい、板トラスとパイプトラスの模型実験を行なった結果、1) 各部材の強さは大体計算値に近い値を示すが、パイプトラスの方が節点モーメントの影響少く、安定性が良い。2) 撓みは板トラスもパイプトラスも大差なく、いずれも計算値よりは若干大きい(約10%)。3) トラスの破壊強度はパイプトラスの方が板トラスの約2倍の強さを示す。

最後に本研究実施に当り種々協力された、小針憲司、田崎直一、谷口雅康の三君、ならびに三橋秀信氏外教室職員各位に深甚の謝意を表す

(昭和38年4月25日受理)

文 献

- 1) 川田章夫：日本機械学会誌，65，334（1962）
- 2) 中村作太郎：番匠勲・志村政雄：室工大研報，4，127（1962）
- 3) 鷹部屋福平：構造力学4，3，133（東京，1961）