



プラット・トラス橋(模型)の応力度・タワミ・座屈などに関する実験について

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: 中村, 作太郎, 番匠, 勲, 須田, 勲, 志村, 政雄 メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/10258/3184

プラット・トラス橋（模型）の応力度・たわみ・座屈 などに関する実験について

中村作太郎・番匠 勲・須田 勲・志村政雄

On the Experiment Connected with the Stress Intensity, the Deflection,
the Buckling etc. of the Pratt Truss Bridge (Models)

Sakutaro Nakamura, Isao Bansho, Isao Suda and Masao Shimura

Abstract

Entrusting the Hakodate Dock Company with steel plates, the present writers made two models the deck Pratt truss bridge (span length, about $l=80\text{cm}$, the panel point welded and pinned) and loaded concentrically on the centre of the upper chord of each model by use of an Amsler type compression tester and also by use of a strain meter and dialgauges measured the stress intensity of every member and the deflection of the centre of the lower chord within the limits of buckling or elastic failure of the models.

Thus they explained the influences of the deformation of the Pratt truss and the rigidity of its panel points, comparing with the theoretical values.

Then, they observed and cleared up the phenomenon of elastic failure or buckling by creasing gradually a concentrated load into a breaking one, and they pointed out from the results of the comparative study of the theoretical and experimental values that the assumption of the old calculating theory is not suitable in a certain case and investigated closely about the right assumption in the calculating theory of the truss bridge, in the same way as the report already published on the experiment of the Warren truss bridge models.

Still more with epoxy resin they made a small model (span $l=15\text{cm}$) having similar figure in comparison with the height and panel length of the above-mentioned Pratt truss bridge model, and experimented on this model by means of Photo-Elasticity Apparatus to get the stress intensity of every member and the deflection of the centre of span.

With scrupulous care they made a comparative study of the experimental and theoretical values on the influence of the secondary stress intensity and such like.

1. 緒 言

図-1のような上路式のプラット・トラス橋の模型2種類、(溶接結合1種類、ピン結合1種類、支間 $l=79.3\text{cm}$ 、高さ $h=18.0\text{cm}$) について、上弦の中央点に集中荷重(線荷重)を載

荷し、荷重の増加にともなう下弦中央点のタワミならびに各部材の応力の変化状態を測定し、理論計算値と比較吟味した。

またトラスが座屈あるいは弾性破損するまでの経過とその極限状態付近の現象を明白ならしめ、変形を考慮せるトラスの計算理論¹⁾を主張するとともに、ピン結合と溶接結合の模型それぞれの極限荷重とその変形状態を比較し、従来の計算理論における仮定が事実と矛盾することを指摘し、溶接結合が力学的に優れていることについて強調した。

更に上記のブラット・トラス橋の模型の支間・格間・構高の寸法に相似なる図-2のような小形模型(支間 $l=15\text{cm}$ 、高さ $h=3.4\text{cm}$)をエポキシ樹脂で製作し、各部材の応力度と支間中央点(下弦材)のタワミを求めるため、光弾性実験を行い、二次応力の影響その他について理論計算値と比較吟味した。

2. 模 型

A. 箱形弦材および矩形腹材を有する上路式ブラット・トラスの鋼材模型

図-1の通り、2種類の模型すなわち、溶接結合(上下弦材共、箱形断面 $0.6\text{cm}\times 4.2\text{cm}$ 2枚、 $0.6\text{cm}\times 2.2\text{cm}$ 2枚使用し、垂直材、斜材共、矩形断面 $0.6\text{cm}\times 2.2\text{cm}$ 1枚使用)とピン結合(上下弦材共、箱形断面 $0.6\text{cm}\times 4.2\text{cm}$ 2枚、 $0.6\text{cm}\times 2.2\text{cm}$ 2枚使用、垂直材、斜材共矩形断面 $0.6\text{cm}\times 2.2\text{cm}$ 1枚使用し、ボルトの径8mmを用いた。)のものを構造用平鋼を用い、函館ドック室蘭製作所に依頼して作製した。

B. 矩形部材を有する上路式ブラット・トラスのエポキシ樹脂模型

模型の寸法は、図-2の通り鋼材模型の支間、格間、構高などに比べ相似形(約1/5.3)をなし、厚さ1cmのエポキシ樹脂板を切抜いて作製した。すなわち所要の形を板面上にけがきし、2~3mmの仕上代を残して糸鋸で切抜いたが、加工歪の入らないように絶えず刃先を砥きながら入念に作製した。またやすりで仕上げる場合も内部歪の入らないように入念にゆっくりと研磨した。

3. 実 験 装 置

A. 鋼ブラット・トラスの模型

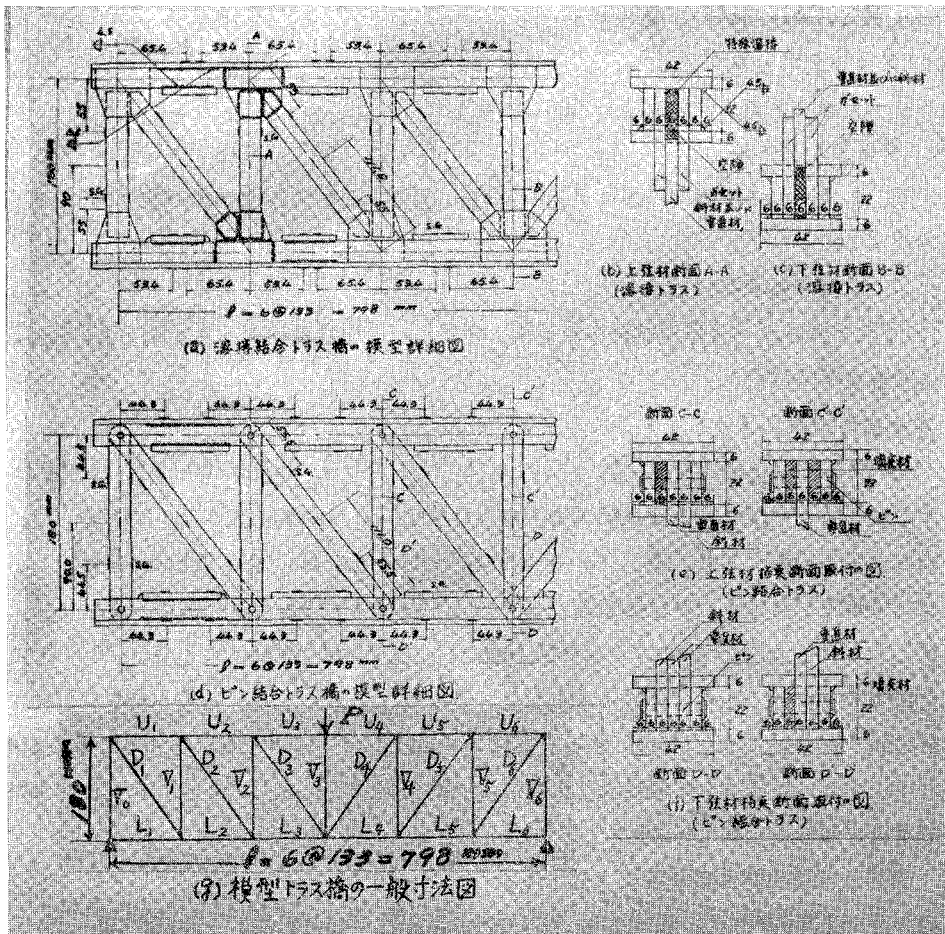
i. Strain Gage

K-22-1, Gage Length 10.5mm, Gage Resistance $120.4\pm 0.3\ \Omega$, Gage Factor $2.00\pm 1\%$

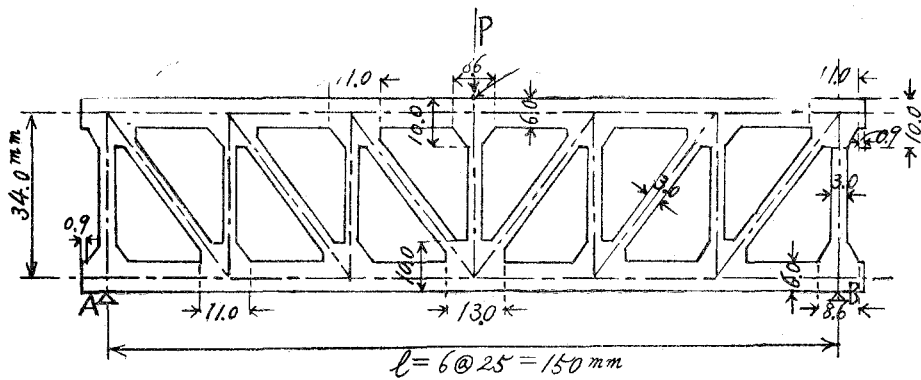
以上の条件を持った Strain Gage を各模型について、66枚、合計 132枚を貼付した。

Strain Gage の貼付位置は、図-1参照の事。

ii. Strain Meter



図一 鋼ブラット・トラス橋の模型寸法図



図二 エポキシ樹脂ブラット・トラスの模型寸法図

SM-4 J 抵抗線歪測定器を使用する。

iii. スイッチボックス

24点スイッチボックス3個を使用し、66点測定した。

iv. ダイアルゲージ

支間の中央点および両支点のタワミを同時に測定するため1/100mm精度のダイアルゲージ3個を使用した。

v. アムスラー式圧縮試験機

150 tのアムスラー式圧縮試験機を使用し座屈または弾性破損するまで測定し、極限状態付近の現象を観測した。

B. エポキシ樹脂ブラット・トラスの模型

i. 理研製標準型光弾性実験装置

光源は超高压水銀灯または長岡式常圧水銀灯を用いるが水銀スペクトルには紅，黄，緑，青等に5，6本輝線があり，単色フィルタFで $\lambda = 5461 \overset{\circ}{\text{Å}}$ の緑色光を取り出し単色光として使う。また等傾線を求めるため白色光源として200W程度の小型映写機の電球を用意した。コンデンサ・レンズの直径は10cm，焦点距離15cmで，偏光板の口径5cmである。1/4波長板は光源の波長に合わせて作り，普通 $\lambda = 5461 \overset{\circ}{\text{Å}}$ ，2枚のフィールド・レンズ（視野レンズ）の焦点距離約50~60cm，直径15cmである。写真レンズは，キャビネまたは手札判で焦点距離210mmでF=4.5，口径はある程度大きい方がよい結果が得られる。フィールド・レンズの中間に負荷装置が取り付けられている。

ii. 理研三次元光弾性実験装置（徐冷装置付）

三次元光弾性として応力凍結法の実験に用いられるものであるが，徐冷装置がついているので，初応力除去にこの炉を使用した。炉外容積1050×830×550mm，炉内容積500×500×450mm，温度範囲30°C—150°C（一点コントロール），徐冷装置90°C—130°C，使用電力AC，100V，1.6kW，徐冷温度は3.5（°C/時）の2段になっている。

iii. エポキシ樹脂またはフェノライトなどの加工工具一式

卓上ボール盤，定盤，万力，コーチスクリュー，ノギス，マイクロメーター，スケール，毛画針，ハンマー，ポンチ，金切鋸刃，糸鋸弦，糸鋸刃，口金用アルミ板，口金用ゴム板，ドリル，平ヤスリ，丸ヤスリ，組ヤスリ，その他工具一式。

これらの加工工具は，模型の製作に使用した。

iv. 島津読取顕微鏡A型

主台，測定台，遊動台，支柱，鏡筒支持金具，顕微鏡，丸型水準器，ハンドルなどよりなり，主台ならびに支柱の目盛は0.5mmで副尺によって1/100mmまで拡大鏡によって読みとる

事が出来る。模型のタワミ測定に使用した。

4. 試験方法

A. 鋼ブラット・トラスの模型実験

i. 実験準備

- a) 2個の模型共、ストレンゲージのはる箇所をサンドペーパーで十分に磨く。

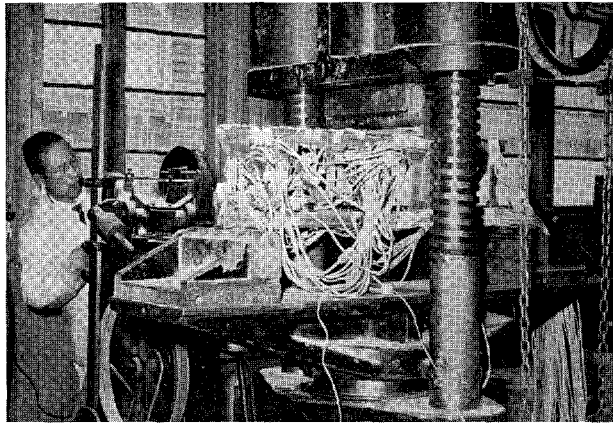


写真-1 模型トラスの実験写真

- b) 2個の模型各々に66枚ずつストレンゲージをはる。
 c) ゲージにターミナルおよびリード線を接続し、このリード線を24点スイッチボックスに接続する。ダミーゲージには実験を行わない模型のゲージを使用する。
 d) 初平衡調整を行い、全部の調整が終わったら測定準備完了である。

ii. 測定方法

- a) 150 tの最大力量を有するアムスラー式圧縮試験機によって上弦材の支間中央点に集中荷重（線荷重）をかける。

- b) 初荷重を500kgとし、順次荷重を増して行き、500kg毎に、ストレンメーターによって各部材のストレンゲージ個所の歪を測定し、あとで応力度に換算した。

また、両支点および支間中央点の下弦材には1個ずつ計3個のダイヤルゲージを置き、各荷重につき、タワミを測定し、両支点と中央点のタワミの差より、支間中央点における真のタワミ値を算出した。

- c) 荷重は、二つの模型共それぞれ、弾性破損または座屈するまでかけ、極限荷重付近の変形現象を入念に観測記録した。

B. エポキシ樹脂ブラット・トラスの模型

i. 実験準備

a) 充分注意して仕上げても 模型には多少の初応力が入るので焼鈍により応力を抜く必要がある。この場合三次元光弾性実験装置の恒温槽を使用し、試料を槽内の平らな支台上に載せ温度を常温から 125°C まで徐々に上げ、そのままの温度で 1 時間放置後 1 時間に 3°C 位の割合で徐冷し約 24 時間後に槽外に取出す。恒温槽に入れる前と取出した時には必ず光弾性実験装置にかけ、無載荷状態で等色線縞写真をスクリーン上に写し、初応力の有無を検査し、初応力が抜けたならば模型の準備完了である。

b) 光弾性感度およびフリンジ応力の検定

$h = 15.0\text{mm}$, $d = 10.0\text{mm}$, $l = 100\text{mm}$ の試験片に $P = 50.0\text{kg}$ を載荷した場合の曲げ試験の検定法を行いその結果、フリンジ応力 $S = 1.742\text{kg} \cdot \text{mm}^{-1}$, 光弾性感度 $\alpha = 1/S = 0.5738\text{mm} \cdot \text{kg}^{-1}$ を得た。

c) 弾性係数の検定

検定用の引張試験片により、引張弾性係数 E を求めた。 $E = 692.2\text{kg/mm}^2$

ii. 測定方法

a) 模型を荷重台の上に単純支持し、負荷装置によって、上弦材の支間中央点に 40kg を載荷する。この荷重は勿論、弾性限度以内で Hook の法則の成立する範囲内にある。

b) 等色線縞写真の撮影

光源は水銀灯による緑色光線 ($\lambda = 5461 \text{Å}$) を用い、暗箱カメラにより撮影した。乾板は、パンクロプロセス、しぼりは開放で、露出時間は約 3 秒を記録した。

c) 等傾線をとるには、1/4 波長板を除いて直交の偏光板のみとし、光源には白色灯を用い、エポキシ樹脂の同一模型を荷重台に単純支持し、10kg の軽荷重を中央点に載荷し、光弾性実験装置によってスクリーン上にはったトレーシングペーパーに投影し、そのままトレースする方法をとった。この場合像を拡大するため投影レンズを使えば極めて便利である。主応力線はこの等傾線より簡単に画く事が出来る。

d) タワミの測定

タワミの測定には島津読取顕微鏡 A 型を用い、模型の下弦材下面、支間の中央点のタワミを求めた。荷重は上弦材の上面・支間中央点に載荷し、初荷重 1 kg より 1 kg 毎に増し、最大荷重 20kg まで追加毎に測定した。この読取顕微鏡は光弾性実験装置の最後のフィールドレンズを出た光りが集合する焦点付近に設置し、白色光線による模型の像を捕え、スクリーン方向から逆に顕微鏡をのぞく。勿論、投影レンズとか暗箱カメラなど読取顕微鏡設置に邪魔になるものは取除かなければならない。

5. 実験解析と理論計算について

A. 鋼プラット・トラスの模型

i. 実験解析

各模型共500kgまたは1,000kg追加荷重毎の各部材における歪を Strain Meter により記録し、これらより部材縁応力度を計算によって求めた。また荷重変化毎にダイヤルゲージによって求めた下弦材支間中央点のタワミを荷重一タワミ曲線で図示し、理論計算値と比較出来るようにした。

ii. 理論計算

a) ピン結合トラス

ピン結合トラスでは、単に一次応力の計算のみで済み、タワミの計算にもこの一次応力のみを使って算出した。また参考のため、実験による各部材の最大応力ならびに平均応力を理論の一次応力の代りに使ってそれぞれタワミを算出し比較出来るようにした。

b) 溶接結合トラス

溶接結合トラスでは、一次応力の計算のほか従来の理論による二次応力の計算も行い、その合成部材応力を求めた。タワミの計算では一次応力・二次応力を共に考慮に入れた理論公式⁴⁾を用い、この場合は節点の剛性に関する係数が大きな影響を与える事を指摘した。

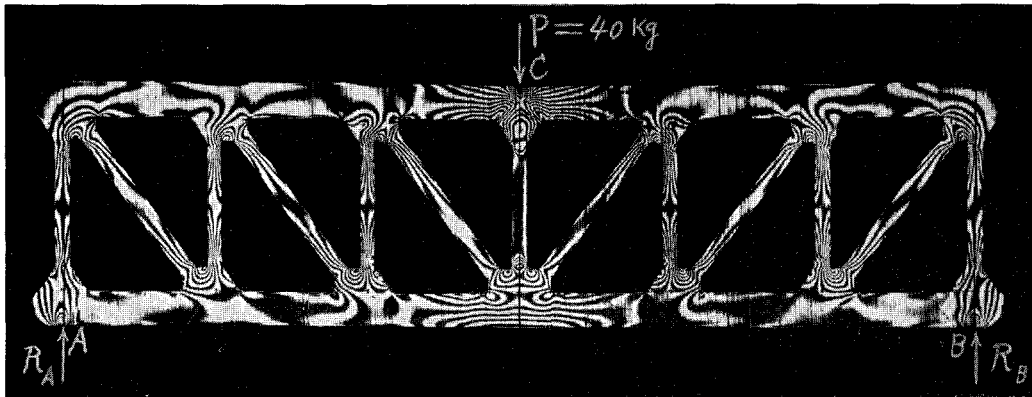


写真-2 等色線縞写真 (P = 40kg の場合)

B. エポキシ樹脂プラット・トラスの模型

i. 実験解析

等色線縞写真と等傾線を用い、剪断応力差積分法^{5), 6)}によって各部材の断面応力度分布を求めたが、等傾線の精度が思わしくないのでフリンジ応力のみをとって理論計算値との比較を試みた。また、タワミの測定結果は、荷重一タワミ曲線にて図示し理論計算値と比較出来るようにした。

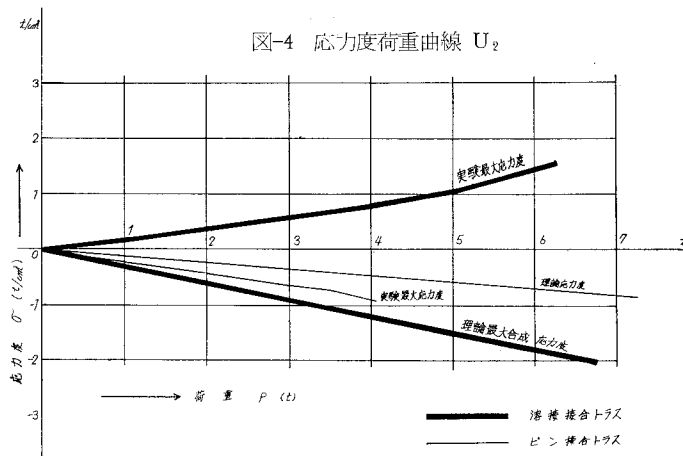
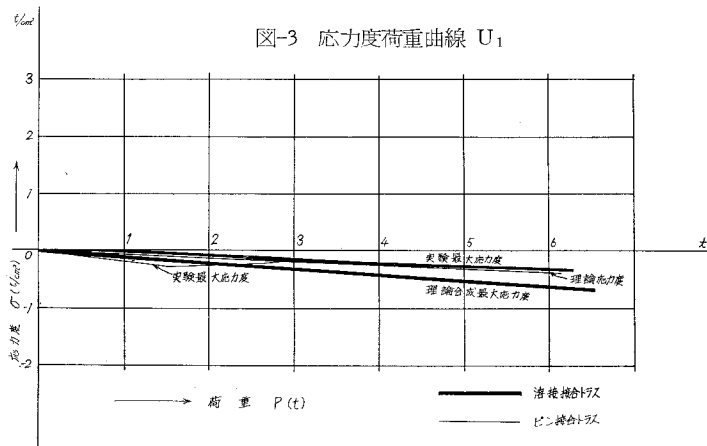
ii. 理論計算

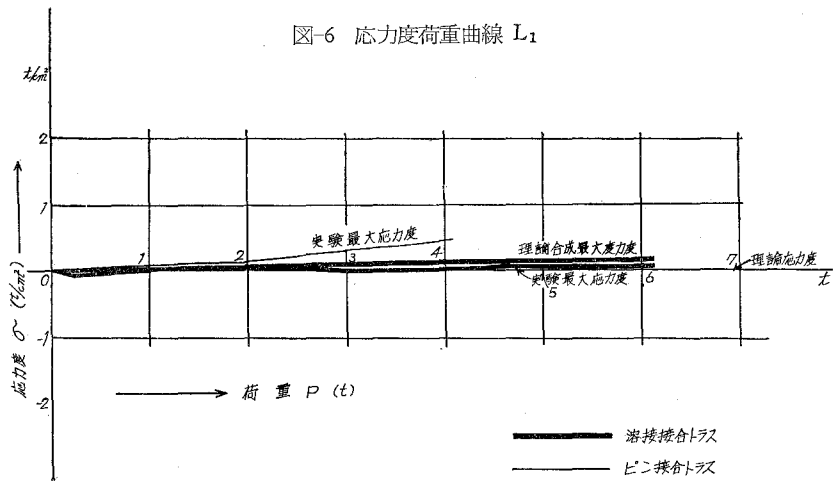
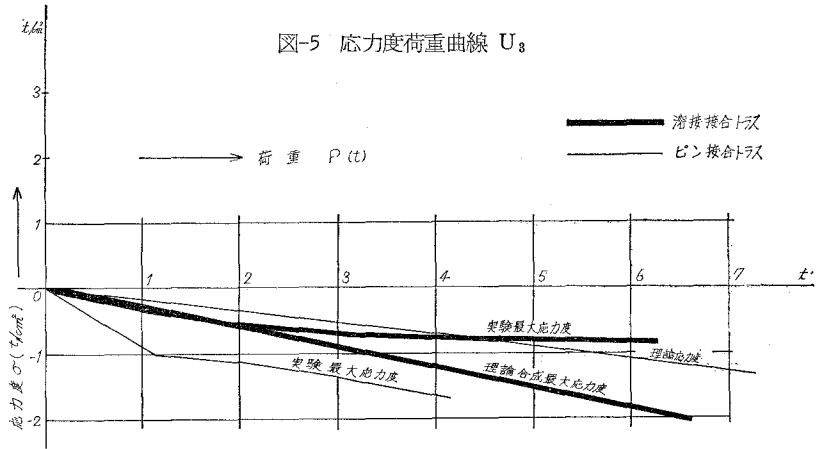
各部材につき一次応力を計算するほか従来の理論により二次応力の計算^{2), 3)}も行い、断面の合成応力度を求めた。また下弦材の支間中央点におけるタワミを一次応力のみによって求めたほか、節点剛性と二次応力の影響をも考慮した理論⁴⁾によっても計算した。タワミの理論計算においては、公式中に含まれるEの値が問題となる事は当然であるがこれについては比較考察のところ⁴⁾で論及した。

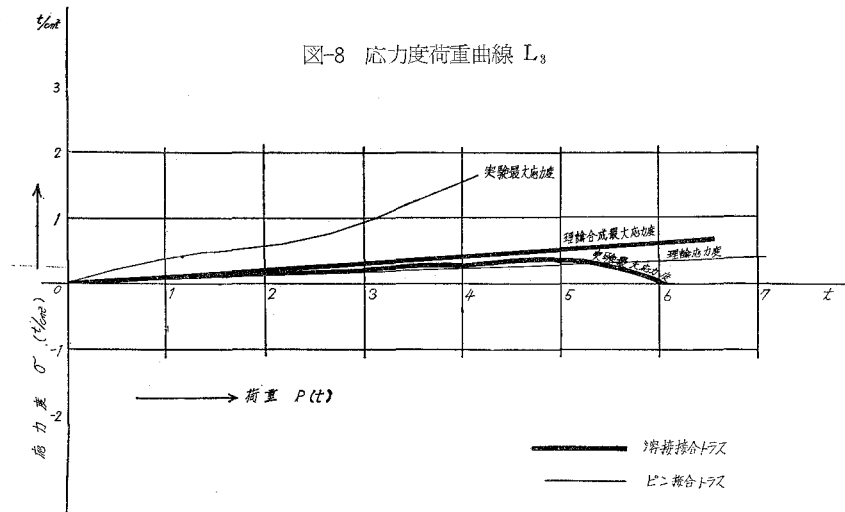
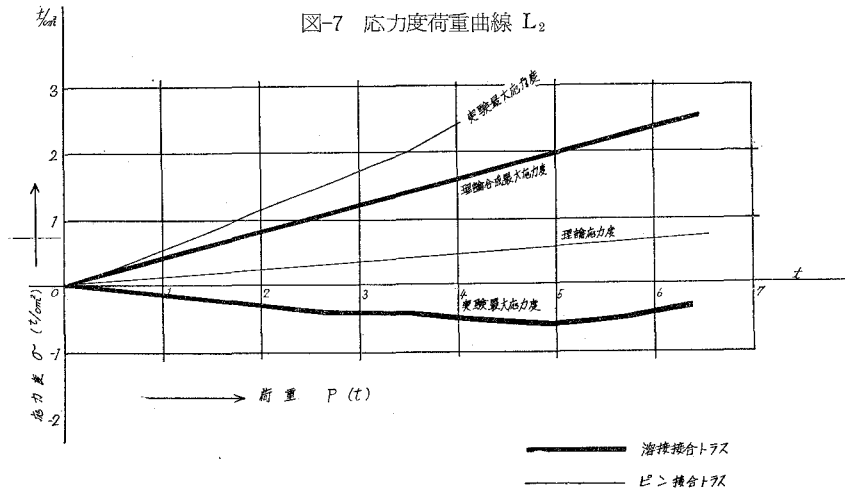
6. 実験結果と理論計算値との比較

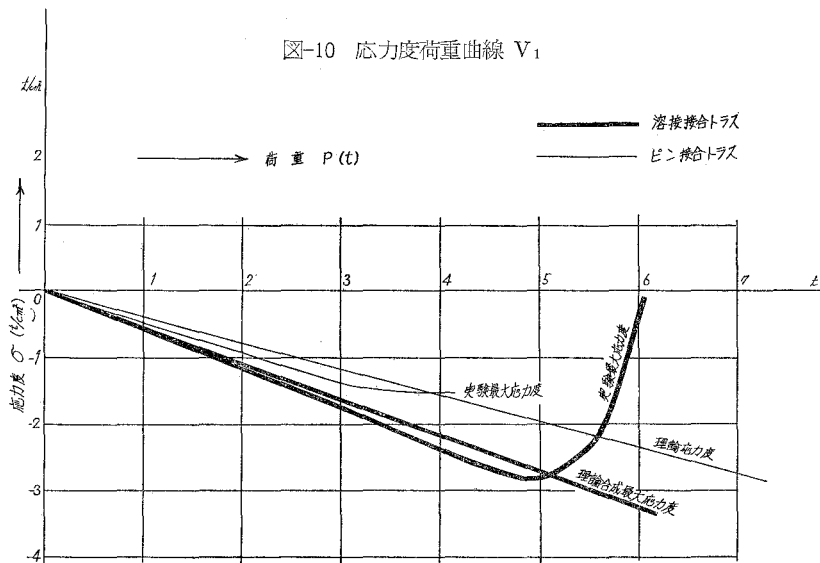
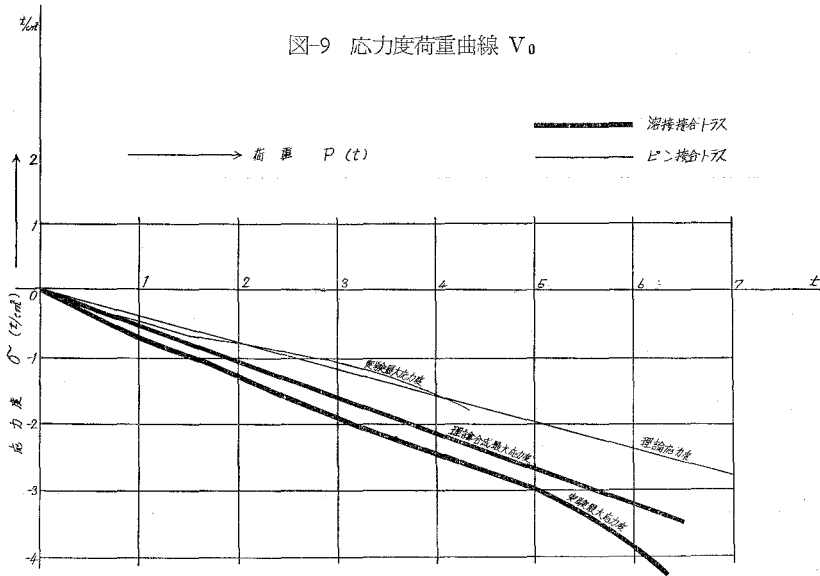
A. 鋼ブラット・トラスの模型

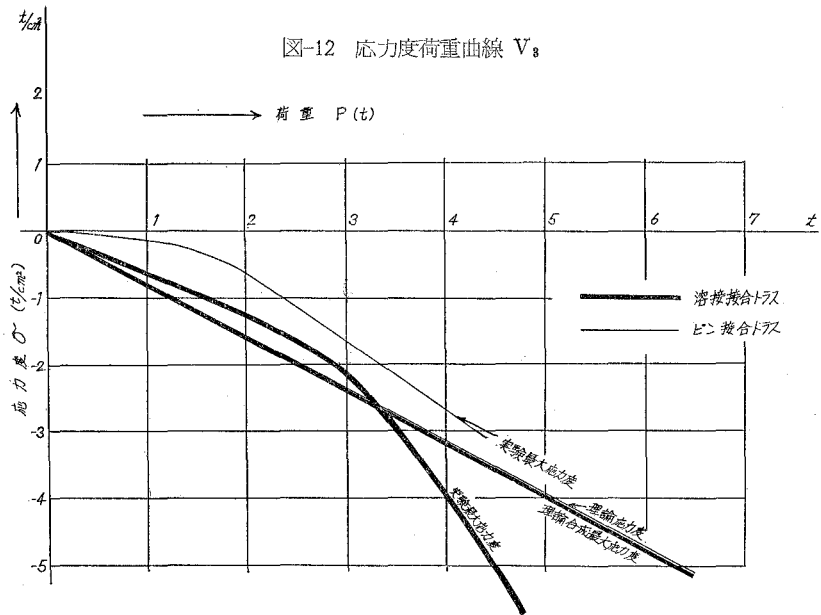
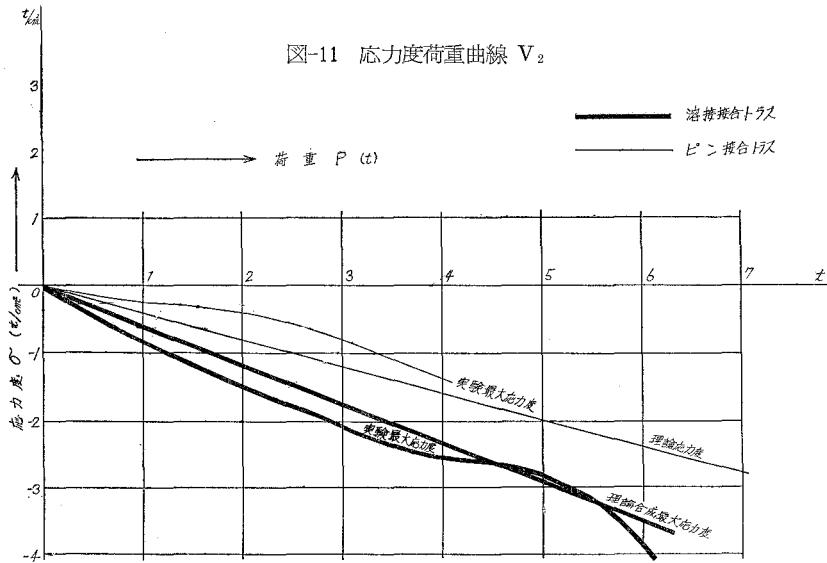
i. 各部材応力度の荷重による変化（荷重—応力度曲線）の比較

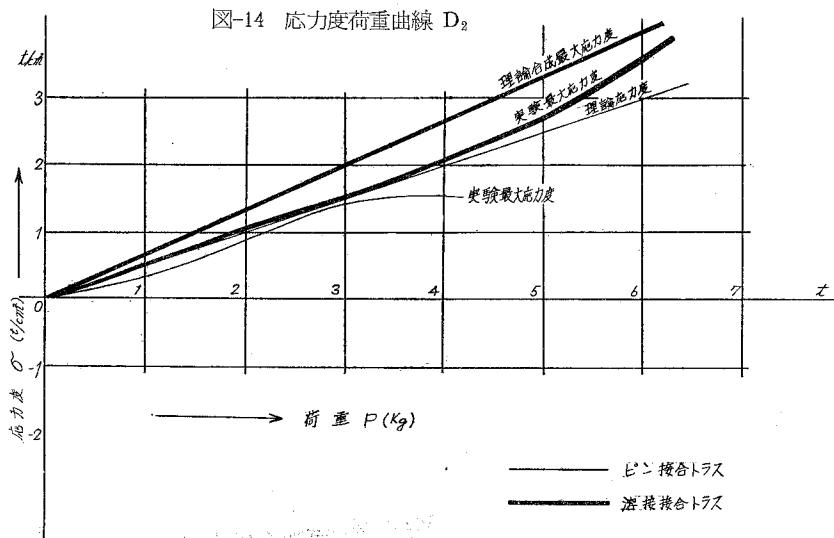
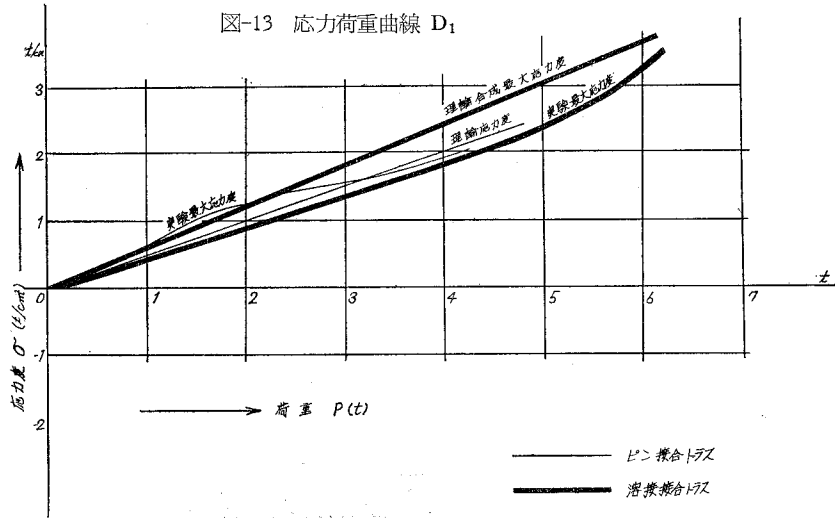


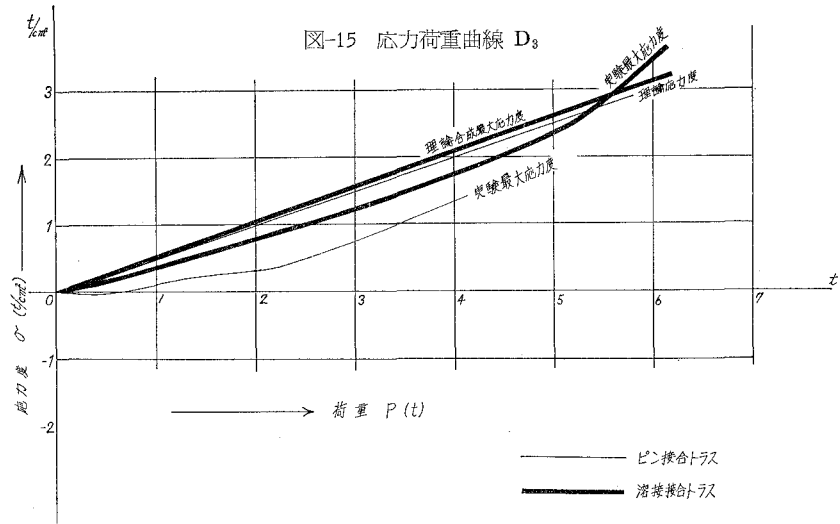




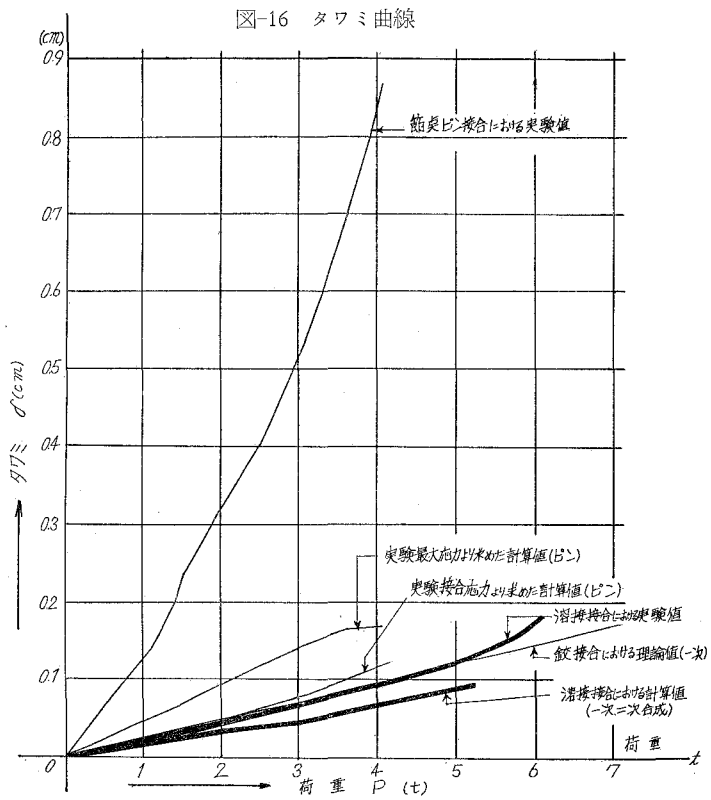








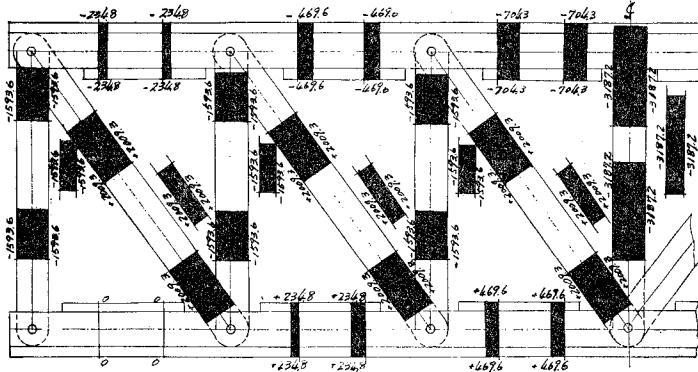
ii. 支間中央点（下弦材）のタワミ変化（荷重—タワミ曲線）の比較



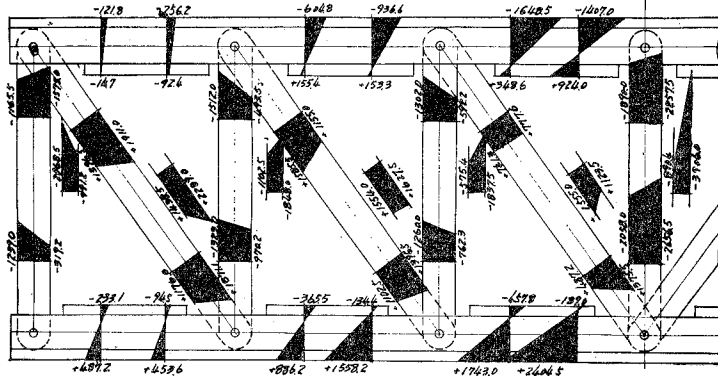
iii. 部材の断面応力度の比較（ $P=4,000\text{kg}$ の場合）

$P=4,000\text{kg}$ の場合における二つの模型についての実験と理論の応力度を比較する。

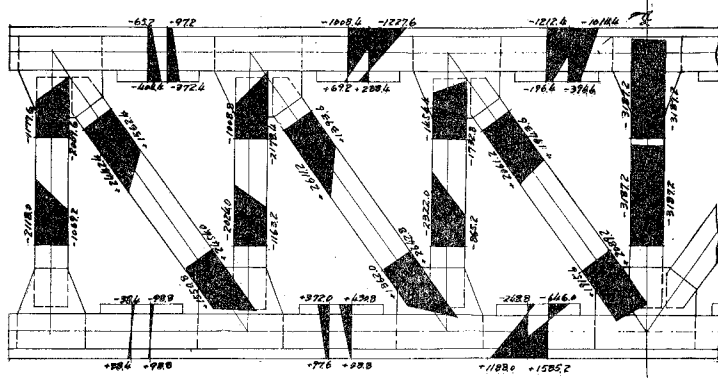
(a) ピン結合トラスの理論値



(b) ピン結合トラスの実験値



(c) 溶接結合トラスの理論値



(d) 溶接結合トラスの実験値

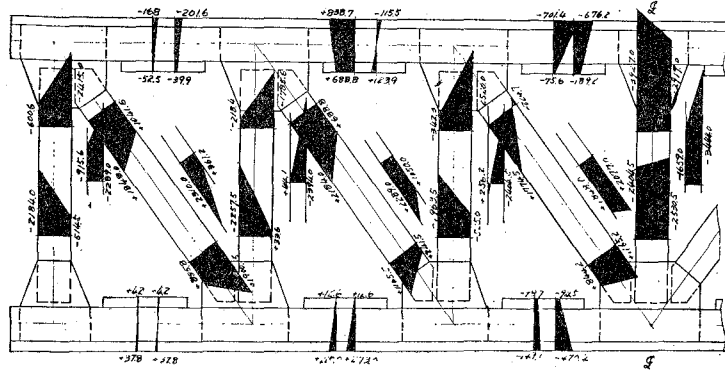


図-17 P = 4,000kg の場合の断面応力度比較図
(応力度 σ の単位: kg/cm²)

B. エポキシ樹脂プラット・トラスの模型

i. 各部材応力度の比較 (P = 40kg の場合)

エポキシ樹脂の模型トラスにおける各部材の実験解析応力度を理論合成応力度(二次応力を含む)と比較すれば、図-18を参照し第1表の如くなる。

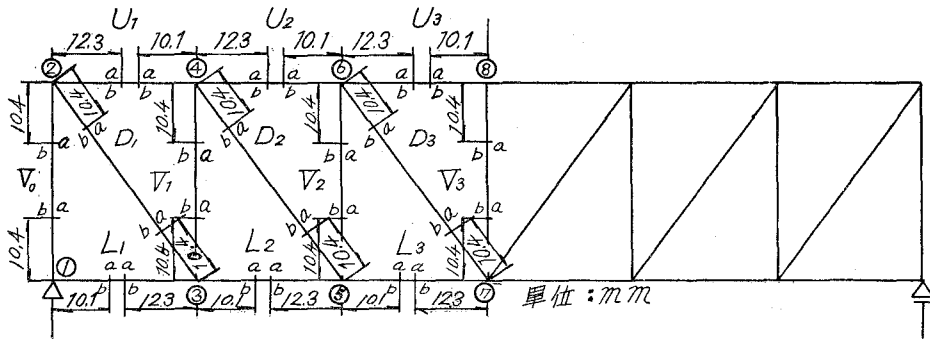


図-18 模型トラスの各部材断面解析箇所

表-1 各部材の実験解析値と理論値（二次合成）との比較

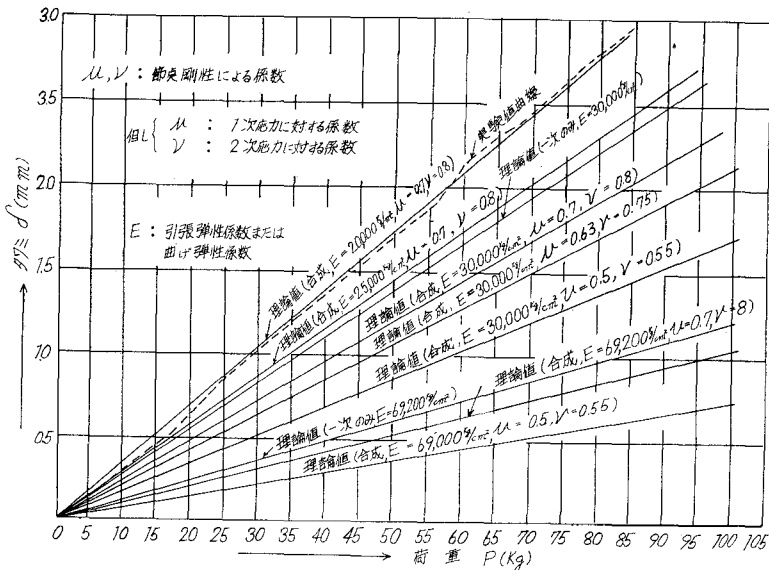
部 材	実 験 値	理 論 値	部 材	実 験 値	理 論 値
1~2 a	- 15.7	- 50.1	5~4 a	+ 121.9	+ 109.9
1~2 b	- 7.0	- 83.3	5~4 b	+ 50.5	+ 56.7
2~1 a	- 95.8	- 76.7	4~6 a	- 47.0	- 71.4
2~1 b	- 7.0	- 56.7	4~6 b	- 74.9	- 26.6
1~3 a	+ 7.0	+ 21.2	6~4 a	- 50.5	- 68.9
1~3 b	+ 22.6	- 21.2	6~4 b	- 71.4	- 29.1
3~1 a	+ 13.9	+ 8.3	5~6 a	- 17.4	- 33.4
3~1 b	+ 19.2	- 8.3	5~6 b	- 141.1	- 100.0
2~3 a	+ 41.8	+ 83.3	6~5 a	- 141.1	- 92.0
2~3 b	+ 106.3	+ 83.3	6~5 b	- 15.7	- 41.4
3~2 a	+ 101.0	+ 79.9	5~7 a	+ 19.1	+ 17.5
3~2 b	+ 34.8	+ 70.0	5~7 b	+ 67.9	+ 80.5
2~4 a	- 19.2	+ 5.4	7~5 a	+ 10.5	- 0.8
2~4 b	- 36.6	- 54.4	7~5 b	+ 83.6	+ 98.8
4~2 a	- 33.1	- 4.6	6~7 a	+ 45.3	+ 68.7
4~2 b	- 20.9	+ 44.4	6~7 b	+ 111.5	+ 97.9
3~4 a	- 10.5	+ 43.4	7~6 a	+ 55.7	+ 80.0
3~4 b	- 153.3	- 90.0	7~6 b	+ 24.4	+ 86.6
4~3 a	- 135.9	- 106.6	6~8 a	- 109.7	- 110.0
4~3 b	- 15.7	- 26.8	6~8 b	- 55.7	- 37.0
3~5 a	+ 33.1	+ 27.2	8~6 a	- 130.7	- 101.3
3~5 b	+ 36.6	+ 21.8	8~6 b	- 36.6	- 25.7
5~3 a	+ 20.9	+ 26.2	7~8 a	- 132.4	- 133.3
5~3 b	+ 34.8	+ 22.8	7~8 b	- 134.0	- 133.3
4~5 a	+ 41.8	+ 55.4	8~7 a	- 132.4	- 133.3
4~5 b	+ 106.3	+ 111.2	8~7 b	- 134.0	- 133.3

(注) 単位: kg/cm², +(-): 引張(圧縮) 応力度

ii. 支間中央点（下弦材）のタワミ変化（荷重—タワミ曲線）の比較

エポキシ樹脂の模型トラスにおける支間中央点（下弦材）のタワミを実験値と理論値について、比較すれば、図-19の通りとなる。

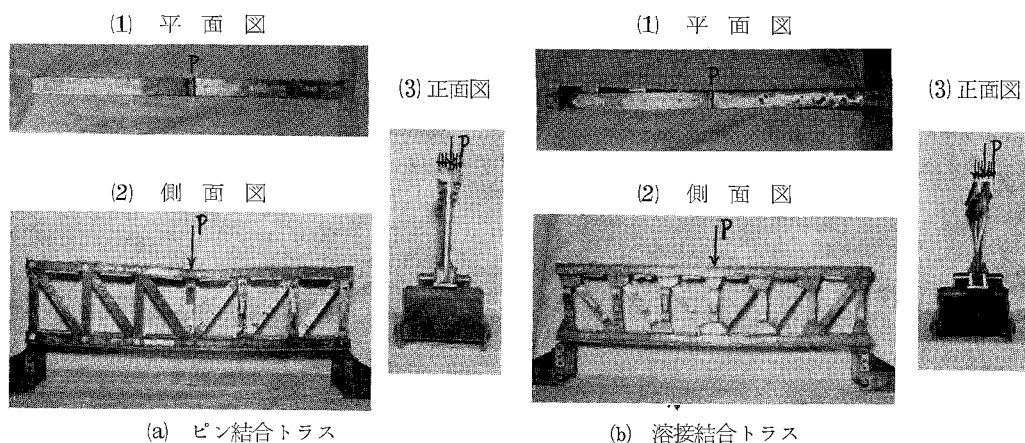
図-19 支間中央点（下弦材）のタワミ変化図



7. 鋼ブラット・トラス模型の座屈現象

A. 模型トラス実験

模型トラスの座屈荷重はピン結合トラスでは4.1t、溶接結合トラスでは6.5tで、座屈時における変形状況は写真—3の通りである。この写真図を見ればわかるようにピン結合トラスの方が側面図における変形は顕著であるが、平面図、正面図の変形は寧ろ溶接結合トラスの方が遙かに大きい事がわかった。



写真—3 模型トラスの座屈時における変形写真

B. 素材実験

模型トラスの座屈実験に伴う部材の座屈または弾性破損を吟味する際必要なため、部材の素材実験を行った。素材実験には最大力量50 tのRH・リール型万能試験機と最大力量の20 tのアムスラー式圧縮試験機を使用した。

i. 引張試験 (Tension Test)

試験片5本の平均寸法6.20mm×26.10mm×160mmで、降伏点応力度平均2,918kg/cm²、破壊応力度平均4,482kg/cm²であり、また引張弾性係数Eの平均値は2.1×10⁶kg/cm²であった。

ii. 圧縮試験 (Compression Test)

試験片5本の平均寸法、径20mm×長さ44.9mmで、平均降伏点応力度—3,728kg/cm²であった。

iii. 曲げ試験 (Bending Test)

参考のため、試験片の平均寸法6.2mm×25.3mm×180mmのものにつき曲げ試験を行なった結果、降伏点曲げ応力度5,691kg/cm²、破壊曲げ応力度6,385kg/cm²であった。

8. 考 察

A. 鋼ブラット・トラス模型について

i. 理論と実験との比較

a) ピン結合トラスの部材応力度とタワミ

ピン結合トラスの部材応力度について吟味して見ると、一部の部材 V_2 , V_3 , D_3 などを除けば実験値の方が理論値よりも大きく出ている。これは模型の節点が完全な鉸でない事、すなわち水平弦材が連続梁のように作用し、節点に二次応力が発生した事と、トラス全体としての変形による節点の廻りの偏心モーメントの影響による部材応力度の増加に起因するものと考察される。

また、支間中央点の実験タワミは理論計算値に比べ著しく大きく出ている。これは、トラス全体としての変形がかなり大きく、変形を0と仮定するトラスのタワミ計算理論の不充分なる事を指摘するものである。

b) 溶接結合トラスの部材応力度とタワミ

溶接結合トラスにおいては、一部の部材を除き殆んど実験値の方が理論計算値よりも小さく出ているが、ピン結合トラスよりは理論と実験による値が接近する傾向にある。これは節点の剛性がかなりあるため、全体としての変形が少く変形を零と仮定するトラスの理論に合致している事と節点剛性の度合による影響と考えられる。

また、支間中央点のタワミについて考察して見ても実験タワミは理論計算値（一次応力のみによる）に極めて接近しているから、二次応力の影響よりもむしろ変形を0と仮定したトラスの基本理論の条件を満す事の方が重要であると云える。

ii. 模型実験相互の比較

ピン結合トラスと溶接結合トラスにおける実験値相互の比較について考察する。

a) 各部材応力度

垂直材についてはピン結合トラスの方が溶接結合トラスに比べかなり小さな応力度となっている。また斜材については、ピン結合、溶接結合何れの模型共ほぼ等しい応力度を示し上弦材、下弦材では、ピン結合トラスの方が溶接結合トラスに比べ大きな値を示している。これは、既に述べた通り水平弦材に通し材を使っているための二次応力の増加と節点の廻りの偏心モーメントの影響のためであると判断される。

b) 支間中央点（下弦材）のタワミ

ピン結合トラスは荷重の増加と共に著しくタワミ量を増し不安定性を示した。これに対し溶接結合トラスでは、約 $1/5 \sim 1/8$ のタワミ量を示し、溶接結合が如何に節点剛性ならば

に全体の剛性を増加するかを証明する結果となった。溶接結合がピン結合に比べ著しく優れているのは、何よりも先づこのタワミの減少にあると云う事が出来る。

c) 座屈または弾性破損

座屈荷重はピン結合トラスの場合、4.1 t で溶接結合トラスでは、6.5 t であった。これを比較して見ても溶接結合トラスの方が遙かに優れていると云える。それから座屈現象を示した写真より次の事が考察される。ピン結合トラスでは、V₃材以外には平面図、正面図に殆んど変形が見られなかったが側面図にはかなりの変形があらわれている。これに対し、溶接結合トラスでは、側面図には見られないような変形が正面図、平面図にあらわれ、腹材に横振れの現象が生じ、載荷点の垂直材 V₃ が座屈した。ピン結合トラスにおいても矢張り、垂直材 V₃ の座屈によってトラスの破損が起った。以上の結果より見て、溶接結合トラスでは横振れの生じないように充分注意して格点の溶接を行う必要があるように思う。なぜならば、溶接結合トラスには温度応力その他の二次応力が生じ易くしかも、各部材が軸面からそれる傾向が載荷以前からあるように見受けられるからである。

iii. ワーレン・トラス模型との実験的比較

既に研究発表したワーレン・トラス模型（支間，構高，格間共プラット・トラス模型と同じ）^{7), 8)}の実験結果と比較考察して見る。

a) 各部材応力度

ワーレン・トラス，プラット・トラス共にピン結合では一部の部材を除けば理論値に比べかなり大きな値となっている。これに対し，溶接結合では両方の模型とも実験値は理論値よりも小さく出ている傾向にあり，トラスの種類には余り影響されない事がわかった。

b) 支間中央点（下弦材）のタワミ

ピン結合，溶接結合とも，プラット・トラスの方がワーレン・トラスよりも少しく大きなタワミ量を示している。この点，ワーレン・トラスの方がプラット・トラスよりも剛性において優れている事になるが，節点におけるピン結合または溶接結合の上手・下手にも関係がある事なのでそう一概にも云えないかも知れない。

c) 座屈または弾性破損

プラット・トラスの座屈荷重は，ピン結合の場合 4.1 t，溶接結合では 6.5 t であったが，これに対し，ワーレン・トラスでは，ピン結合で 4.0 t，溶接結合では 8.0 t であったから，溶接結合に関する限りワーレン・トラスの方が優れているように思われる。しかしタワミのところでも述べたように，溶接結合の上手・下手が座屈荷重にも影響するものと考えられるのでこの実験だけで簡単に決め付けるわけにも行かないと思う。

B. エポキシ樹脂プラット・トラス模型について

i. 各部材応力度の理論と実験の比較

第1表を見ればわかる通り、各部材における断面縁応力度（二次応力との合成）は、荷重点に近い部材ほど理論値と実験値が相接近して来る傾向にある事がわかった。支点近くの部材においては理論値と実験値が著しく相離れているものがあるのは、支間、格間に比べ断面が非常に大きな部材よりなるトラスであるため二次応力度が非常に大きくなる事と一次応力の計算における仮定が実際と著しくかけ離れている事ならびに等色線縞写真の精度から来る誤差などによるものである事が明かであり、二次応力の計算仮定についても種々考慮すべき問題が存している事を痛感した。とにかく、支間に比べこのように断面積の大きなしかも節点が剛節よりなるトラスにおいては、一次応力に比べ二次応力の方が非常に大きくなる傾向にある事を発見した。その意味から云ってこの模型実験は非常に参考になったと思っている。

ii. 支間中央点（下弦材）の理論と実験によるタワミ値の比較

理論計算タワミの算出には、引張弾性係数 $E = 69,200 \text{ kg/cm}^2$ （実験）を用いた場合と、曲げ弾性係数 $E = 20,000 \sim 30,000 \text{ kg/cm}^2$ （仮定）を用いた場合を掲載した。理論計算において二次応力によるタワミ量は一次応力によるタワミ量の約20～25%にも達し、節点剛性による係数と弾性係数を適当にとれば、合計タワミは実験値に近づく傾向にある。ここで最も問題になるのは、計算に用いる弾性係数 E を幾らにとるべきかという事、云い換えるならば、引張弾性係数でなく曲げ弾性係数を用いるべきであり、しかも、単純ゲタ模型によって実験した曲げ弾性係数 E にトラスによる係数を乗じた値を計算に用いるべきではないかと考察される事である。

9. 結 言

本研究を総合すると、プラット・トラス橋の溶接結合はワーレン・トラス橋同様、タワミを減少させ、トラス全体としての剛度と座屈荷重を増す上において極めて効果的であると云い得る。また座屈は垂直材・斜材に起り勝ちであるからこれらの腹材にも弦材同様に箱形断面またはこれに近い閉合断面を用いた方が効果的であると思う。各部材断面に円形断面を用いるのも今後の研究問題であると思う。部材応力度において、2, 3, 実験値と理論値の数値または記号の喰違うものがあつたが、これはゲージの貼り方、貼った箇所の応力分布、軸面に垂直方向への振り作用などの影響その他によるものと推定される。

トラスの格点溶接の実験については、⁹⁾Karl Bung 氏の研究もあるがその結果は本研究成果とその傾向が一致しているところである。

またエポキシ樹脂のプラット・トラス模型についての光弾性実験からは、各部材応力度におよぼす二次応力度の影響の極めて大なる事ならびに、タワミ量におよぼす節点剛性の度合と二次応力度の影響や曲げ弾性係数 E およびこれに乗すべきトラス係数の影響などが、それぞれ思

いの外大きい事を見出した。

これらの問題は、今後トラスの理論を継続追究する上に大いに役立つものと思う。

本研究は先に文部省科学研究交付金を受けた研究の一部で心から謝意を表するとともに実験に協力頂いた室蘭工業大学土木工学科卒業生、井上隆夫、菜畑史朗、長尾邦充、辻政良の諸君に感謝する次第である。

(昭和38年4月30日受理)

文 献

- 1) 中村作太郎：室蘭工業大学研究報告，4—1，111～125（1962）
- 2) 鷹部屋福平：一般剛節構の実用解法1版，103～121（東京，1937）
- 3) 小田彌之亮：複斜材構の応力第1巻，1版8～54（東京，1941）
- 4) 中村作太郎，番匠 勲：土木学会北海道支部技術資料，No.18，14～25（1962）
- 5) 辻 二郎，河田幸三：光弾性実験法，1版，1～163（東京 1957）
- 6) Max Mark Frocht：Photoelasticity，Vol. 1，1st，252～286（New York，1941）
- 7) 中村作太郎，番匠 勲，志村政雄：室蘭工業大学研究報告，4—1，127～144（1962）
- 8) 中村作太郎，番匠 勲，須田 勲，志村政雄：土木学会北海道支部技術資料，No.19，71～77（1963）
- 9) 青木楠男：銲接鋼橋，1版，118～158（東京，1935）