

大阪大学工学部 正員 小松定夫  
大阪大学工学部 正員 西村宣男

1. まえがき 筆者らはトラスを連続体に置換し薄肉弾性はり理論を適用した立体解析法を発表した<sup>1)</sup>。解法の精度はトラスの立体的力学特性を調べる目的で模型実験を行った。模型は2種類で、1つは吊橋補剛トラスとして計画されたもの(Aシリーズ)、いま1つはアプローチ部のダブルデッキ単純トラスの1試案の縮尺模型である。(Bシリーズ)

2. 実験概要と結果 供試体の骨組構成を図1～図3に、部材諸元を表1に示す。Aシリーズでは対傾構部材を逐次取り外して、図1に示すように端対傾構と中間対傾構の7種類の組合せを作り、スパン中央に集中ねじり荷重を作用させた同じ荷重状態のもとでの変位および部材ひずみの測定を行った。Bシリーズは荷重状態をAシリーズと同じスパン中央集中ねじり荷重(曲げねじり)、スパン中央鉛直集中荷重、スパン中央偏心荷重およびトラスの3隅を支持し、残る1隅に鉛直集中荷重(単純ねじり)の4種類とした。使用材料はSS41相当鋼で、材料試験の結果弾性係数は $2.10 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$ であった。

トラスの立体的力学特性は主に4つの無次元パラメーター $\mu l$ ,  $rl$ ,  $p$ ,  $c$ に支配されることが連続体に置換した際の微分方程式の解より明らかになっている。 $\mu l$ はねじり剛性 $GJ$ 、曲げねじり剛性 $\alpha$ とスパン $l$ に依存し、 $\mu l = \sqrt{GJ/\alpha} \cdot l$ ;  $rl$ は対傾構のせん断剛性 $\gamma$ ,  $GJ$ ,  $l$ に依存し  $rl = \sqrt{8/2 \cdot GJ} \cdot l$ ;  $p$ は両構面の幅厚比 $b/t$ と、 $c$ は端対傾構のせん断剛性 $\gamma$ ,  $\alpha$ , 構面長さ $l$ に依存し  $c = \gamma \cdot l / \alpha$ 。模型の無次元パラメーターは表2のように与えられる。A1～A4は典型的な上路トラスに相当するパラメーターの組合せ、A-5は下路トラスの特性を備えている。A-6, 7は $rl$ 値が実在橋に比べてや、小さい。ダブルデッキトラスBは上路、下路の中間的なパラメーターである。

実験値の一部を理論値と対比して図4～7に示す。図4ではAシリーズの各種力学量の対傾構剛性 $\gamma$ に対する変化状態を表わした。また図5にはスパン中央および端対傾構の変形状態を示した。A1～A4ではねじれ角が卓越しているが、A5～A7ではずれ角が大きくなっている。ねじれ角が卓越している場合にはトラスのねじり剛性が有効に働いているが、ずれ角が大きくなるにつれ、見掛け上のねじり剛性が低下し

主構の曲げ剛性のみでねじり荷重に抵抗している。図6にBシリーズの曲げねじりおよび単純ねじり実験における主構鉛直変位、図7に曲げねじり実験における対傾構の断面

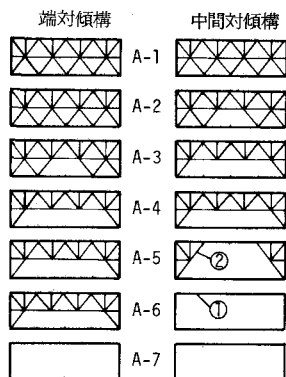
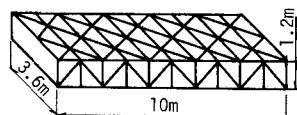


図1 Aシリーズの骨組構成

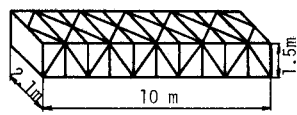


図2 Bシリーズの骨組構成

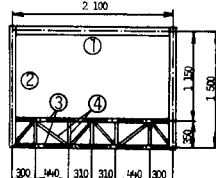


図3 Bシリーズの対傾構

表2 模型トラスの無次元パラメーター

| Model | $\mu l$ | $rl$  | $p$   | $c$   |
|-------|---------|-------|-------|-------|
| A-1   | 4.461   | 5.775 | 0.777 | 0.500 |
| A-2   | 4.461   | 5.453 | 0.777 | 0.622 |
| A-3   | 4.461   | 3.792 | 0.777 | 1.568 |
| A-4   | 4.461   | 3.792 | 0.777 | 0.500 |
| A-5   | 4.461   | 0.438 | 0.777 | 74.40 |
| A-6   | 4.461   | 0.148 | 0.777 | 652.0 |
| A-7   | 4.461   | 0.148 | 0.777 | 0.500 |
| B     | 4.510   | 2.420 | 0.658 | 1.644 |

表1 部材諸元

| 部 材    | Aシリーズ                | Bシリーズ                |
|--------|----------------------|----------------------|
| げん材断面積 | 4.01cm <sup>2</sup>  | 10.21cm <sup>2</sup> |
| 主構斜材   | 1.44cm <sup>2</sup>  | 7.33cm <sup>2</sup>  |
| 横構斜材   | 1.32cm <sup>2</sup>  | 2.00cm <sup>2</sup>  |
| 対傾構 I  | 1.32cm <sup>2</sup>  | 6.02cm <sup>2</sup>  |
| 2 A    | 1.01cm <sup>2</sup>  | 9.44cm <sup>2</sup>  |
| I      | 0.355cm <sup>2</sup> | 94.60cm <sup>2</sup> |
| 3 A    |                      | 3.00cm <sup>2</sup>  |
| I      |                      | 11.76cm <sup>2</sup> |
| 4 A    |                      | 2.02cm <sup>2</sup>  |
| I      |                      | 3.15cm <sup>2</sup>  |

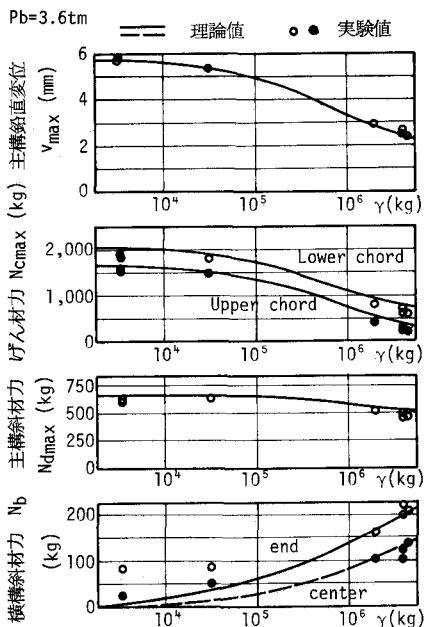


図4 各種力学量と対傾構剛性の関係 Aシリーズ

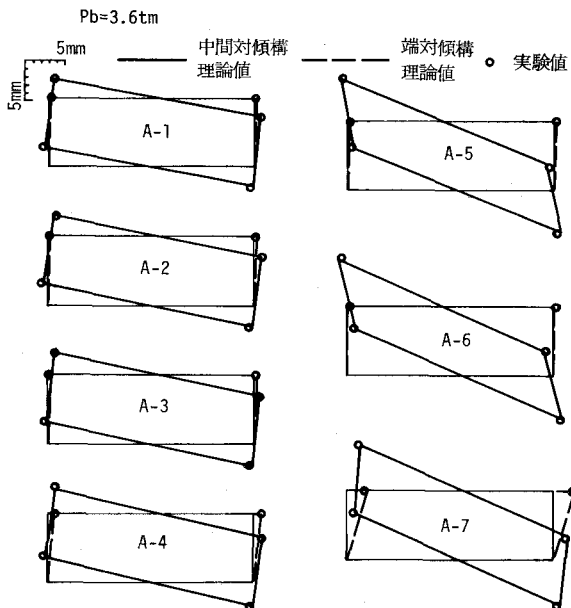


図5 横断面形状の変形状態 Aシリーズ

力を示す。

### 3. 結論

薄肉はり理論による計算値と実験値は変形および応力とも良好に一致している。

筆者らの示した薄肉弾性はり理論によるトラスの立体解析法の妥当性が確認されたものと思われる。なお、弾性方程式を計算する際、および解を求める際に以下の事項に留意していることを強調しておく。

1) 通常のトラス

橋はねじり荷重によ、断面変形がかなり含まれる。表3に示すように最も対傾構剛性が大きいA1でもねじれ角に比して20%のずれ角が生じている。2) 端断面においても端対傾構の変形によ、ねじれ角とずれ角および横変位が生ずる。固定支点ではバイモーメントと横方向回転モーメントが生成する。これらの境界条件を忠実に評価する。3) 部材力を求める際にトラスの骨組構成に注意して、トラス特有の応力の流れを考慮する。

4. あとがき 本実験は本州四国連絡橋公団からの受託研究(吊橋のねじり剛性に関する研究)の一部として行われた。公団関係各位に感謝を表します。

参考文献 1) 小松生七, 西村宜男: トラスの立体的力学特性を考慮した強度設計について, 第20回橋梁・構造工学研究発表会, 1973.

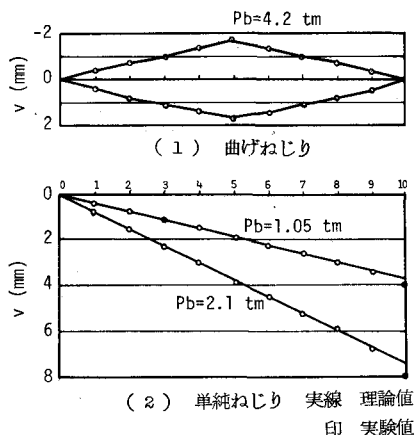


図6 主橋鉛直変位 (Bシリーズ)

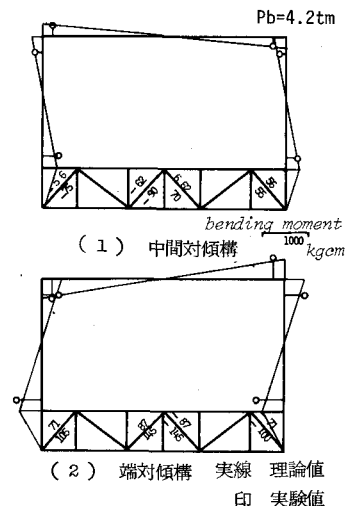


図7 対傾構の断面力 (B曲げねじり)

表3 ずれ角/ねじれ角, ずれモーメント/ねじれモーメント (理論値)

| Model | $(\theta/\psi)_{\max}$ | $(T\theta/T)_{\max}$ |
|-------|------------------------|----------------------|
| A-1   | 0.195                  | 0.505                |
| A-2   | 0.207                  | 0.489                |
| A-3   | 0.325                  | 0.430                |
| A-4   | 0.301                  | 0.591                |
| A-5   | 3.005                  | 0.895                |
| A-6   | 3.990                  | 0.986                |
| A-7   | 0.681                  | 0.998                |
| B     | 0.483                  | 0.621                |