

後退箱型翼の応力分布に関する実験

砂 川 恵

Experiments on the Stress Distributions in a Swept-back Box-beam under Torsional and Bending Loads

By

Megumi SUNAKAWA

Abstract: The purpose of this experiment was to check the reliability of the theory [1] which was proposed by Professor Ikeda and the present author. The experiment was carried out under torsional and bending moment due to the tip concentrated load, and the satisfactory agreement between the measured values and the theoretical ones was obtained.

概 要

本実験は、筆者等が前に提案した後退翼の応力分布計算法を実験的に検証するために行なわれたものである。実験は、翼端に集中的に加えられた荷重による振りおよび曲げについて行ない、実験値と理論計算値との良好な一致がみられた。

1. は し が き

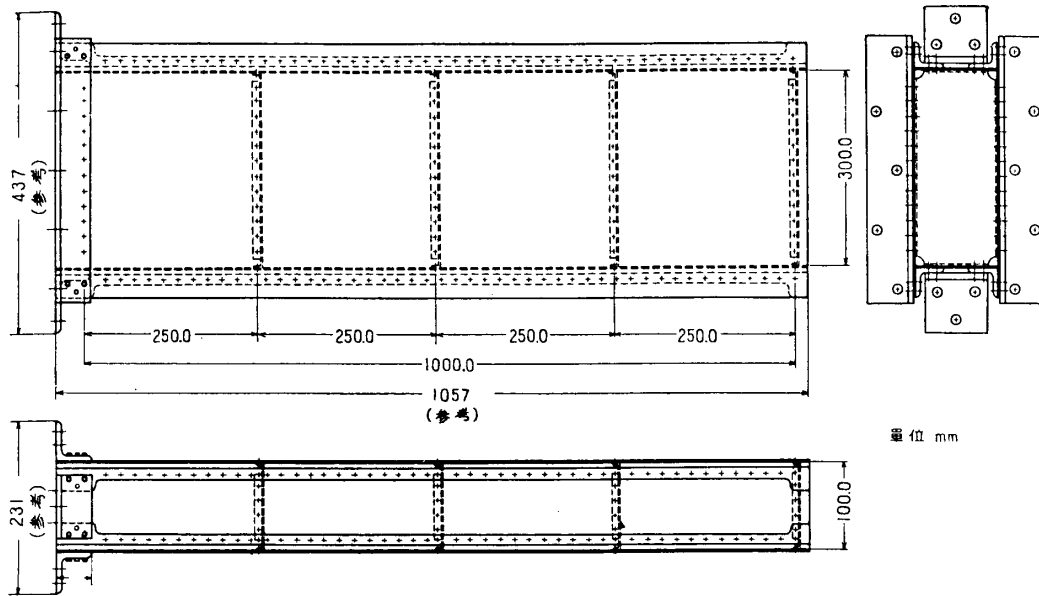
筆者等は[1]前に、後退翼の応力分布計算法について提案したが、今般それについての実験を試みたので、その結果を報告する。

実験は、後退角 0° および 45° の二種類の箱型断面翼模型について行ない、翼端桁部に加えられた集中荷重による振り（荷重）および曲げ（荷重）の場合について、フランジの軸力および桁ウェブの剪断流を測定した。模型付根の取付方法、負荷の方法および模型製作上の公差等にいくらかの問題が残されているが、測定結果は理論計算による値と良好な一致をみた。

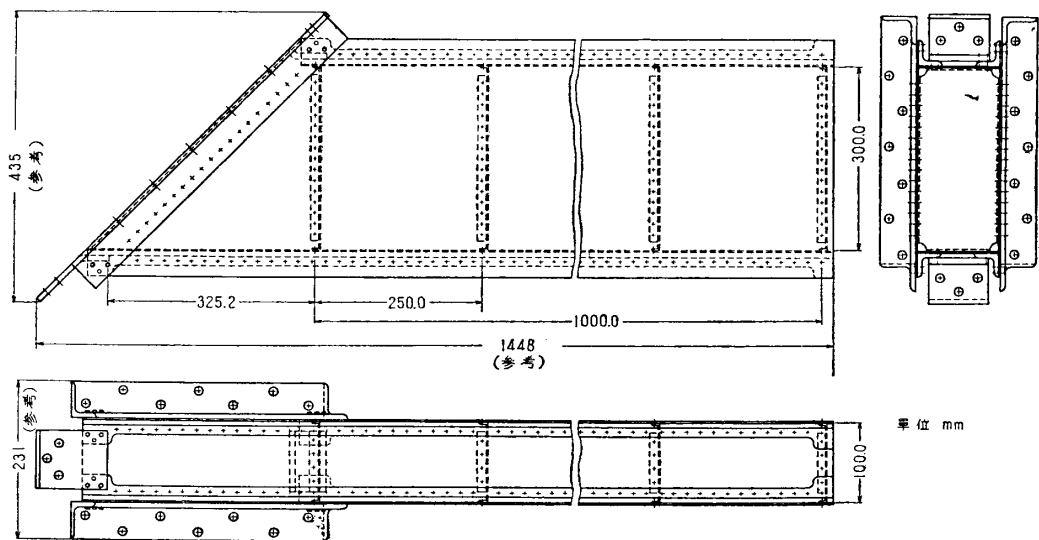
2. 実験の概要

i) 模 型

模型は第1図に示すようなもので、縁材は軟鋼のアンクル、ウェブはジュラルミン板を使用した。縁材とウェブとの結合は、大部分 3ϕ の鉋で行ない、取付部のボルト、ネジおよびピン等は嵌合を厳重にして、誤差の介入を除くように努力した。



(a) $A=0^\circ$



(b) $A=45^\circ$

第1図 模型の概要

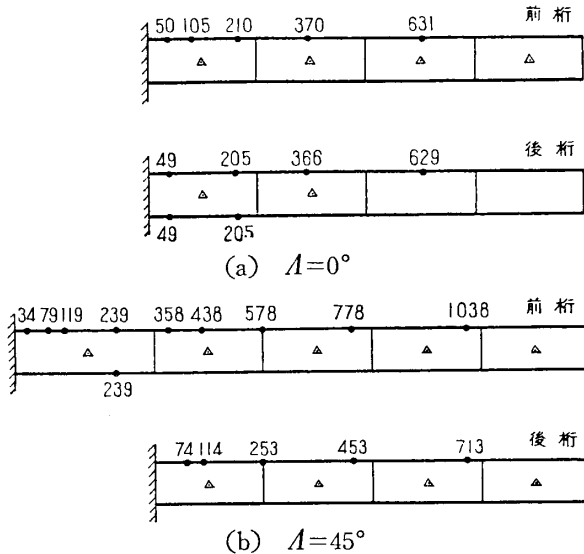
ii) ゲージの貼布位置

応力の測定は抵抗線式ひずみ計を用いて行ない、軸力は格子型ゲージ、剪断流はロゼット型ゲージで求めた。第2図にゲージの貼布位置を示す。

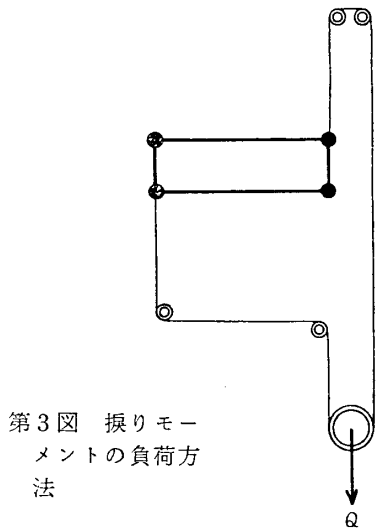
なお、ゲージの絶縁不良により零点が移動しないように、十分に乾燥した後防湿処理を施した。

iii) 模型の取付

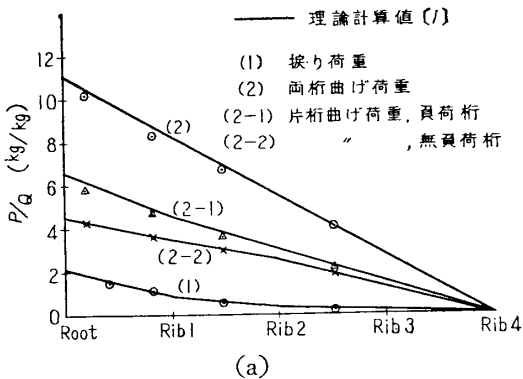
模型を支持台に取付ける方法の良否が直接実験の精度に影響するので、特に注意して取付けた。すなわち、三軸方向について拘束、つまり上下および横の二方向のみならず、軸方



- 格子型ゲージ (数字は付根基準点からの距離を示す, 単位 mm)
 - ▲ ロゼット型ゲージ
- 第2図 ゲージの貼布位置



第3図 振りモーメントの負荷方法



(a)

第4図 フランジ軸力および桁ウェブ剪断流, $A=0^\circ$

向の変位も拘束するように留意した。

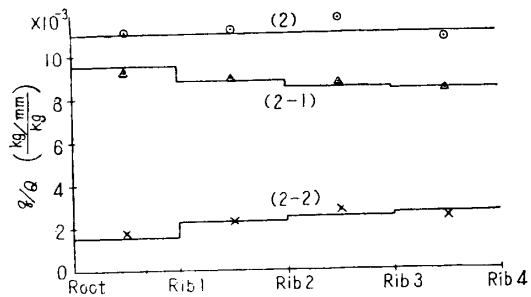
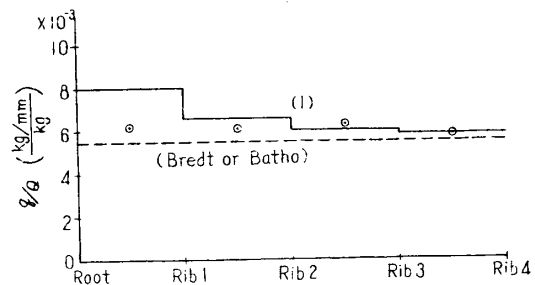
第1図に示すように、桁縁材を厚さ5mmの軟鋼アングルにボルト各4本およびロックピン各2本を用いて接続し、これらのアングルを10φボルトで厚さ10mmの軟鋼板に固定し、これを鉄塔に固着した。

iv) 負荷

荷重は重錘を用いて翼端桁部に静的に加えた。振り荷重の場合は、前後桁が等しく荷重を分担するように、鋼索と滑車で荷重を加えた(第3図)。荷重の大きさおよび実験回数は次のとおりである。

振り荷重の場合: 20kg おきに 120kg まで往復。正逆向きを変えて、 $A=0^\circ$ の場合6回、 $A=45^\circ$ の場合4回。

曲げ荷重の場合: 各桁それぞれ 20kg おきに 100kg まで往復。両桁荷重、前桁荷重および後桁荷重の各場合について各2回。



(b)

3. 測定結果および理論値との比較

i) 測定結果

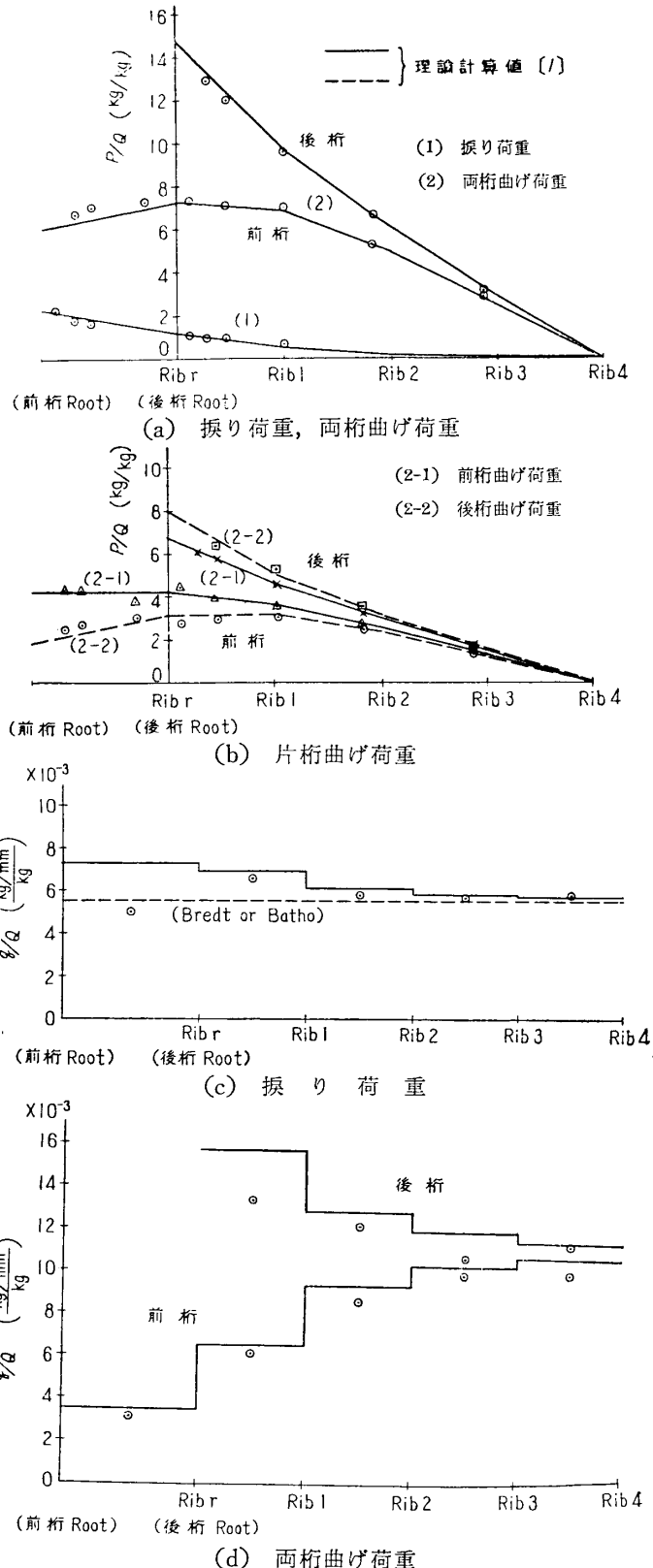
2. iv) に述べた方法で荷重を加え、抵抗線式ひずみ計によりひずみを測定して応力を求めた。いずれの場合も荷重 20kg ごとに測定したが、各回数について測定値はそれぞれ良く一致した。その結果を第4図および第5図に示す。P、Q および q は、それぞれフランジの軸力、加えた荷重および桁ウェブの剪断流である。なお、測定値は正負の符号を有するが、すべて絶対値で記してある。

ii) 理論計算

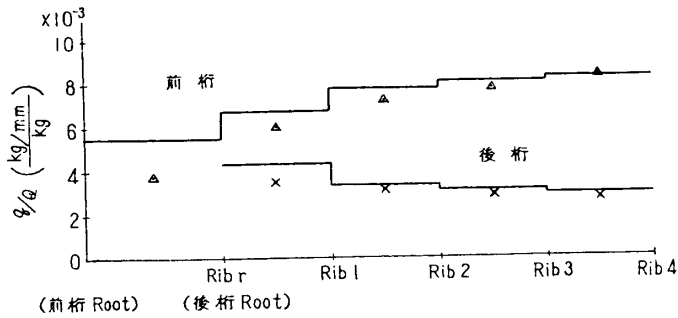
計算はこの模型を理想化した第6図のような断面をもつ構造について行なった。この変換にはいまだ決定的な方法は確立されていないが、筆者等は次の方法をとった。

- (1) 集中縁材間の距離は原構造の縁材の重心間の距離とする。
- (2) ウェブの板厚はそのままとする。
- (3) 集中縁材の断面積は、原構造縁材の断面積にウェブの断面積の 1/6 を加える。(これは Kuhn [2] によっても提案されている。)

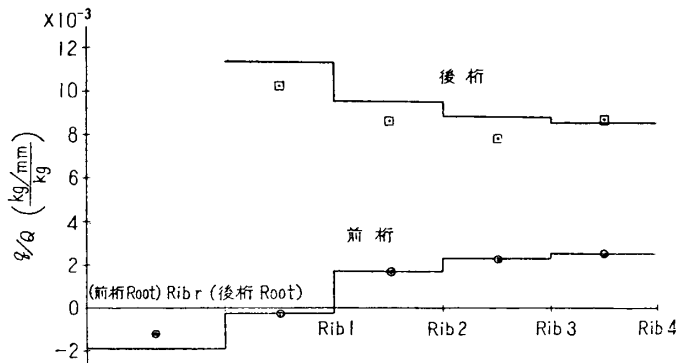
計算法は前に提案した方法[1]、すなわち、最小仕事の原理に基づく不静定構造解析法を用いたが、実用上の見地からは、結果に重要な影響を及ぼさない程度に簡単化



第5図 フランジ軸力および桁ウェブ剪断流, $A=45^\circ$



(e) 前桁曲げ荷重



(f) 後桁曲げ荷重

第5図(つづき) フランジ軸力および桁ウェブ剪断流, $A=45^\circ$

小骨は無限大の剛性を有する。

計算結果を測定結果とともに第4図および第5図に実線および破線で示す。

iii) 第4図および第5図から分るように、測定値は理論値と極めて良く合致している。特にフランジ軸力は良く一致しているが、付根に一番近い区画の桁ウェブ剪断流が相当低下しており、それは特に振り荷重の場合にはなほだしい。付根部について更に詳細の検討の余地があるものと思われる。

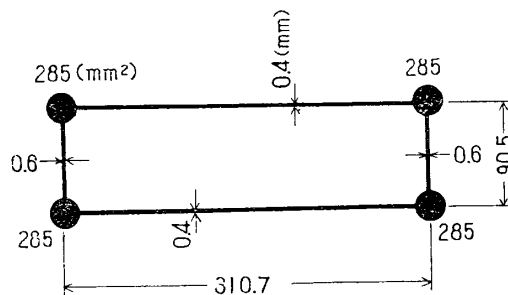
4. あとがき

振り荷重および曲げ荷重が後退翼に加わった場合の実験を行ない、フランジ軸力および桁ウェブ剪断流の測定結果について述べた。実験結果は、付根に一番近い桁ウェブ剪断流を除き、理論計算値と良好に一致し、その妥当性が立証されたものとする。実験はすべて翼端集中荷重によって行なったが、任意の荷重状態の場合でも、該理論を使用して良いであろう。

なお、前にも一寸触れたが、(1) 実際構造から理想化された構造への変換、(2) 翼付根の取付けの条件、(3) 各区画内においてウェブの剪断流が一定であるという仮定、などについて

して計算し、後退角の影響がなるべく容易に分るようにすることが望ましいので、次のような仮定を設けた。

- (1) 翼付根は完全に剛に取付けてある。
- (2) 荷重の前後において翼断面は変わらない。
- (3) ウェブはその面内の剪断力に対してのみ剛性を有し、その面の廻転や曲げに対しては剛性を持たない。
- (4) ウェブは各区画内において剪断流一様である。
- (5) フランジのヤング率 E およびウェブの剪断剛性率 G は常に一定で、応力に無関係である。
- (6) 付根に一番近い小骨以外の



第6図 理想化した翼断面

ては、更に検討の必要があるものと思われる。

本研究において、有益な御助言を賜った池田健教授、懇切な御指導を戴いた植村益次助教授および実験に協力された文部技官冬木稔君に厚く御礼申上げる。また、模型の製作については、富士重工業株式会社の本社航空機部小笠副部長および宇都宮製作所笠井課長の御高配にあづかった。付記して感謝の意を表する。

昭和35年11月2日 航空力学部

文 献

- [1] Ikeda, K. and Sunakawa, M.: The Stress Distribution in a Swept-back Box-beam under Torsional and Bending Loads. Aero. Res. Inst., Univ. of Tokyo, Report No. 347 (Vol. 25, No. 7), 1959.
- [2] Kuhn, P.: Deformation Analysis of Wing Structures. TN 1361, NACA, 1947.
Kuhn, P.: "*Stresses in Aircraft and Shell Structures.*" McGraw-Hill, 1956.