

## モワレ法による平面構造物の解析

広島大学工学部 学生員。山根 哲 雄

広島大学工学部 正 員 大 村 裕

### I まえがき

モワレ法による構造物の応力解析は、多くの人のよって、それぞれの目的に応じ、種々方法でおこなわれている。昨年度の発表においては、面内荷重を受ける構造物模型の解析を目的として写真印利用のコンタクトスクリーンを、模型物に装着させて得られたモワレフリンジと利用したが、今回は格子析の平面構造物が横荷重を受けるような場合の解析を目的として、模型表面を反射面とし、シリンドラ状のスクリーンに反射させ、変形前後の反射角の相違によって生じる二種類のクリットと二重露出により、同一フィルム上に撮りモワレフリンジを作り、解析するものである。得られたタワミ線から、曲げモーメント、せん断力はグラフ上で作図によって求められる。

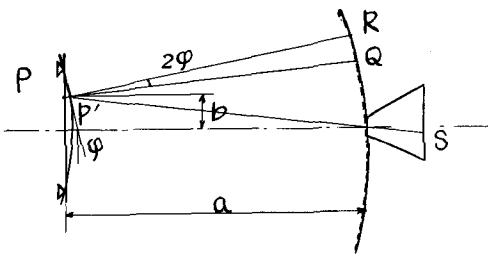


図-1

図-1において、無荷重の状態ですクリーン上の点Qと、点Pが反射カメラスルム上のSに写る。次に荷重後PがP'に移ってタワミが小さいために、P'は同じようにSに写ると考えても正確であり、荷重によって生じたタワミ角φのために、スクリーン上のRが同じS上に写る。

タワミ角とQRの間には次のような関係

$$QR = 2\phi a (1 + b^2/a^2)^{1/2}$$

が生じ、bがaに比べて小さければ、 $QR \approx 2a\phi$

故にQRを知ればタワミの一次微係数であるφを知ることができ。

一方、格子析のような平面構造物においては、次の様な関係がある。

|        |                                                                                                                  |                                                                                                                            |
|--------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 析がx軸方向 | $\begin{cases} \psi_x = \partial w / \partial x \\ T_x = G I_{0x} \cdot \partial^2 w / \partial x^2 \end{cases}$ | $\begin{cases} M_x = E I_x \cdot \partial^2 w / \partial x^2 \\ Q_x = E I_x \cdot \partial^3 w / \partial x^3 \end{cases}$ |
| 析がy軸方向 | $\begin{cases} \psi_y = \partial w / \partial y \\ T_y = G I_{0y} \cdot \partial^2 w / \partial y^2 \end{cases}$ | $\begin{cases} M_y = E I_y \cdot \partial^2 w / \partial y^2 \\ Q_y = E I_y \cdot \partial^3 w / \partial y^3 \end{cases}$ |

EI ; 曲げ剛性      GI ; せん断剛性

QRはモワレフリンジから知ることができるので、格子析等の断面力をもとめることができる。

### II 実験装置

1. 実験材料及び反射面の作成 本実験においては、模型物に良好な反射面を作ることが非常に重要である。従来は、黒色アラスチックや真鍮等を模型に使用していたが、反射が良好ではない。本実験では、光学において、最近よく利用されている真空蒸着法によって非常に良い結果をえられた。

これは真空容器内に、模型物とアルミニウム粉末を入れてアルミニウムを溶解させると、その蒸気は模型物に薄い皮膜とはって附着し反射面となるものである。この方法によると、電気的非伝導体にもメッキできるから応用面は広い。装置内の温度は、高湯の程良好な反射面を得ることから、本実験で使用する模型は、比較的熱に強く、加工の容易なアクリライト板を使用した。板の厚さは10mmのものを使用した。

2. スクリーン *Ligtenberg* の文献によると、シリンダーの半径  $r = 3.5a$  にすると  $P$  の位置が光軸から  $0.4a$  以内であれば、この誤差は 0.3% より小さい。今スクリーンのグリッド間隔がわかっているとモワレフリンジの性質から、隣接し  $k$  フリンジ間でのタワミ角の変化は、グリッド間隔の変化となり  $\Delta\varphi = d/za$  であらえられる。

そこで本実験では、 $r = 3.5a$  の半径をもつシリンダーの一部を作り、これにグリッドラインをもうける。グリッドは正確な間隔でかなり広い範囲に平行線を引かなければならぬから、以前利用していた 100本/inch

のコンタクトスクリーンを航空写真用の引伸し機で拡大して、1m 平方のものを作った。この方法によると、任意の線間隔を得ることができ、精度もよい。この結果、本実験に使用した  $d, a$  の値はそれぞれ  $d = 1.658\text{mm}$ ,  $2\text{mm}$   $a = 60\text{cm}$  である。

3. 載荷 横方向から載荷するため、てこを利用して載荷した。載荷後、5分間を経過して撮影をおこなった。

4. 撮影装置 カメラは  $f = 15\text{cm}$   $F 1:6.3$  のジャバラ式カメラを使用し、フィルムには乾板式の硬調のものを使用した。写真1は実験装置をいめあ。

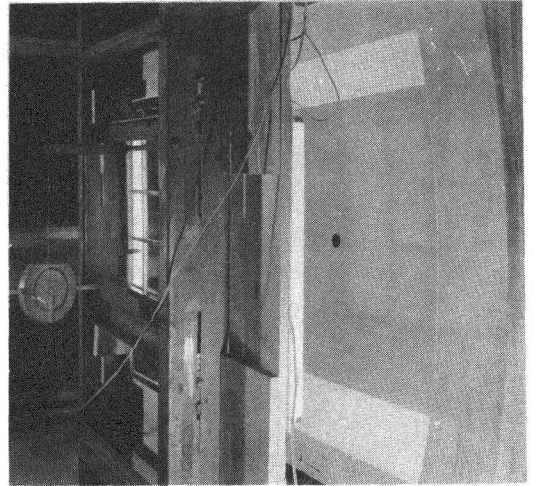


写真1 実験装置

### Ⅲ 実験の解析

写真2に示す構造物模型の  $AB$  方向部材の曲げモーメント、ねじりモーメント、せん断力の決定。

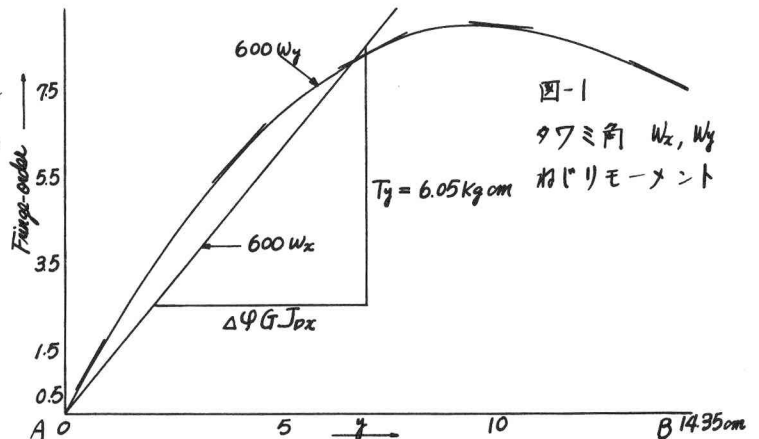
材料 アクリライト

$$I_x = I_y = 0.1083\text{ cm}^4$$

$$I_{px} = I_{py} = 0.2302\text{ cm}^4$$

$a$  点に集中荷重

$$P = 1.286\text{ Kg}$$



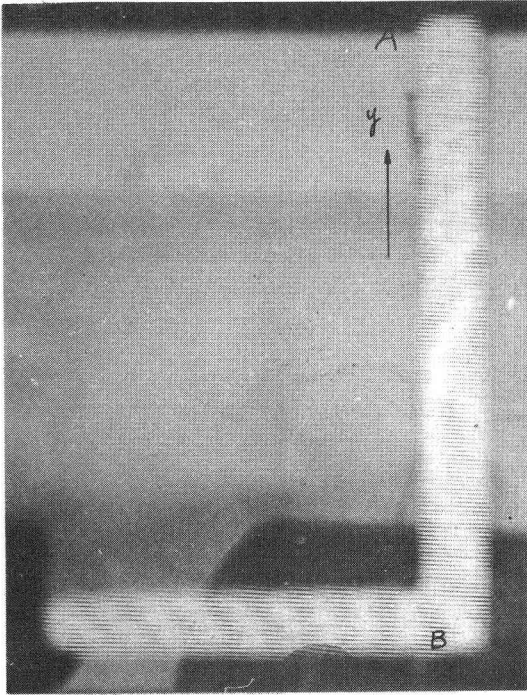
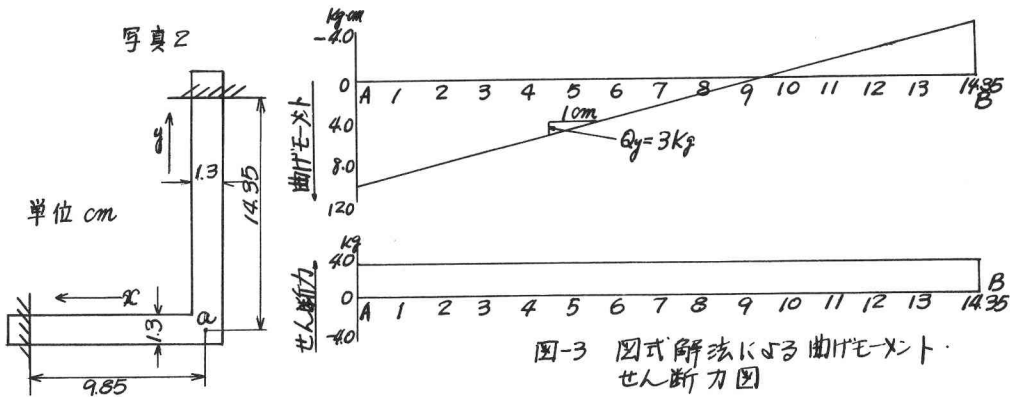
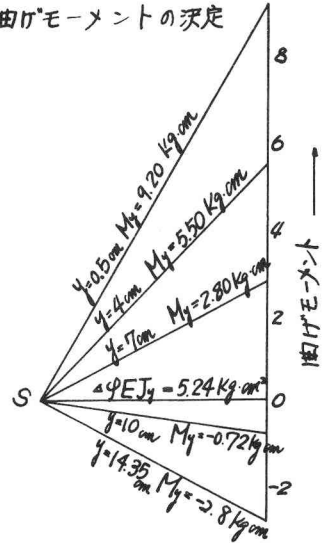


図-2 曲げモーメントの測定



#### N.おとがき

今までの研究によつて、この実験で重要である反射面の作成と、正確な間隔を日々、レグリッドラインを得ることが出来るので、この方法による模型構造物の応力解析に十分な精度を期待することが出来る。我々の実験の目的は、不静定構造物である桁す折、斜板等の平面構造物の応力解析である。今後、これらのデータを集めていきたい。