

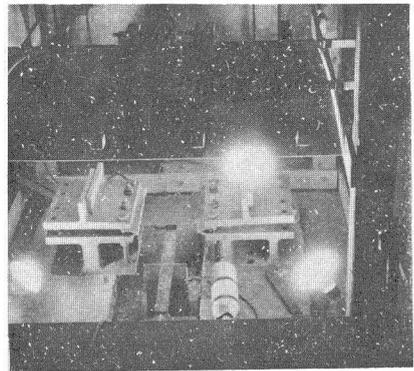
I-65 モワレ法による斜板の実験

神戸大学 正員 大村 裕
日本道路公団 正員 〇野田三千男

1. 緒言 最近ニ次元のヒズミ解析にモワレ・フリンジ(Moiré Fringes)の応用が研究されている。これは、間隔のほぼ等しい二つの線群が交ったとき、光学的現象によって生ずる明暗の縞模様を利用するものである。この方法は、F.K. Ligtенberg, W.A. Bradley, B.B. Raju, S. Mouse, A.J. Purelli, C.A. Sciammarella によって研究されているが、わが国ではあまり応用されていないようである。ここでは主として斜板を対象として、モワレ法によるヒズミ解析の基礎的な研究をおこなった。これらの結果および実験技術上の問題点、精度などについて述べる。

2. 実験装置と模型板 実験装置の概要は、写真-1 に示すようである。この実験は基礎的な資料を得る目的でおこなわれたもので、装置もできるだけかんたんなものとした。カメラは Zeiss Ikon Maximar で、レンズ性能 Tessar 1:4.5, F=5.3" である。使用フィルムは Fuji Neopan SS 8x10^{cm} である。スクリーンの材料はベニヤ板を用いて、半径 $r=3.5a$ の直円筒形としている。この値は Ligtенberg の図表を利用したもので、誤差を最小とするものである。またこの実験では、スクリーン S と模型板との距離を $a=100\text{cm}$ としている。グリッドの線間隔 $d=4\text{mm}$ とし、したがって $\epsilon=d/2a=4/200=0.02$ である。模型板の材料は金属材料とプラスチック材料の二種類を考慮した。これらの得失については、すでに知られているように、一般に金属材料では一様な厚さの板が得られ、また弾性的性質が明確な利点があるが反面、反射力が小さく、鮮明な像を得にくい。プラスチック材料では温度の影響が大きく、弾性的性質が明確でない欠点があるが、小さい荷重で大きい変位を得ることができるので、適切な表面処理によって良い反射面をつくることによつて、鮮明なフリンジを得やすい。この実験では真ちゅう板とアクリライトの表面を塩化第一錫によつて処理したものをを用いた。これらの模型板は、いずれも相対する二辺を単純支持、他の二辺を自由とし、相となる二辺を等しくした正方形板および斜板で、斜板における角度は $30^\circ, 40^\circ, 45^\circ, 60^\circ$ の4種類とした。荷重は模型板下面よりテコ式レバーによつて載荷し、載荷面は金属板の上にスポンジを用い、その大きさは $34\text{mm} \times 34\text{mm}$ としている。支承部は板の境界条件を満足させるように種々の試みがなされた。単純支持辺においては、最終的には上下の厚鋼板の間に2本の丸鋼をはさみ、そのうちの1本の丸鋼はこれを二つに縦割りして、この間に模型板の端をはさむようにしている。照明には

写真-1 実験装置



500Wの電球4灯を用い、周囲は反射をふせぐため暗くした。

3. 実験の方法と結果 カメラは鮮明な像を得るために口径を最小(1/32)とし、焦点距離は模型板とスクリーンとの距離 α の2倍とする。露出時間は1/2秒とした。グリッドの方向を板の主軸と直角方向におき、載荷前後の反射像を同一フィルム上にうつすことにより主軸方向のタフミ角が得られる。斜板においては主軸と斜交にとるか、直交にとるかの問題があるが、フリンジ自体については前者が妥当と考えられるが、主モーメントの算出については後者が便利であろう。かくして得られた $\frac{\partial w}{\partial x}$, $\frac{\partial w}{\partial y}$ より $\frac{\partial^2 w}{\partial x^2}$, $\frac{\partial^2 w}{\partial y^2}$, $\frac{\partial^2 w}{\partial x \partial y}$ をもとめ、これより M_x , M_y , M_{xy} を得、さらにこれより主モーメントの方向と大きさを知る。写真-2に真ちゅう斜板模型のモワレフリンジの一例を示す。すでに述べたように、真ちゅう材料を使用した場合、反射力の真よりフリンジの鮮明度は幾分かけるうらみがある。しかしながら、タフミによる縞模様は明らかに観取できる。

アルミ板によるH. Hombergの実験結果および階差法による数値計算結果との比較についての詳細は講演において述べる予定であるが、矩形板の場合における結果では、充分注意して実験すれば、載荷点附近では10%以内の誤差におさまるものと考えられる。載荷点より遠い部分ではフリンジも明確でなく、誤差の割合も大きくなる。斜板の階差法などによる数値計算ではN.J. Nielsenの例にみるようにポアソン比を無視することが多いのであるが、本実験では、とくに真ちゅう板模型の場合では ν の影響がかなり大きい。二辺支持板においては、 x, y 両方向における $\frac{\partial^2 w}{\partial x^2}$, $\frac{\partial^2 w}{\partial y^2}$ などの大きさにかなりの差があるから、支持辺に平行方向の曲げモーメントは ν による影響が大きくなることになる。しかしながら実際構造物としてのコンクリートスラブにおいては、この影響は幾分緩和されるであろう。この実験の結果より考えると、モーメントの算出に必要なタフミの2次微分係数を正確にもとめるには、板のタフミを大きくして、反射力の強い反射面を用いることが必要である。このためには、板厚を大きくしても、小さい荷重で大きいタフミの得られるプラスチック材料が有利であり、したがってその良好な反射面を得るための研究が課題となる。またこの方法では、わずかの実験上の不手際、たとえば二重露出前後のカメラおよび模型板の移動、支承条件などの不備が敏感にフリンジにあらわれることとなるので、実験にあたっては細心の注意が必要である。さらに完全な設備によって研究をすすめたいと考えている。

写真-2 モワレフリンジの一例

