

1、はしがき

耐震工学上の問題が重要度を増すに従い、重量構造物および構造物下の地盤内の動的応力測定法の確立が切望されてきた。

この目的のために筆者はゲル状材料を用うる光弾性実験方法により、定常振動状態における2次元および3次元的振動応力を測定する方法について研究している。

ゲル状材料はその力学的性質のためにとくに構造物の自由、並びに強制振動の研究に対して有効である。本文では、測定、解析についての概要を記述することにする。

2、実験方法、実験材料について

実験はゲル状材料により製作された模型を振動台上にのせて、これを振動せしめ、通常のごとく偏光をあてて観測、撮影する。ゲル状材料は弾性率が他の光弾性材料に比べ、非常に低いので、動的現象が遅く光弾性写真の撮影には、特に高速度撮影機を必要としない。筆者は光源の点滅の信号を電磁式加振機に入れて、点滅と模型の振動を同期させることにより静止写真をとることにした。（図-1 参照）

2次元の解析の場合、光弾性材料として、gelatin gelを用いた。⁽¹⁾ gelatin gelは光弾性感度が著しく高く、かつ低弾性率をもつので、質量、慣性の影響が容易に加味でき、模型の共振時周波数をてい減させうる等の特長がある。

3次元の解析の場合、光弾性感度のない透明ゲルの中に、そのゲルと同じ軟かさの高感度のゲル状材料をそう入し、固着して、その部分の3次元的応力を測定する方法を採用した。（この手法は硬質光弾性材料については、J.H. Lamb、⁽²⁾ J.W. Dally⁽³⁾らによつて採用されている。）外側の無感度の透明材料としては、acrylamide系のゲルを用い、そう入材料にはgelatin gelを用いた。

Acrylamide系のゲルとしては共重合剤acrylamideにある種の架橋剤を加えたもの（商品名日東SS）、開始剤にammonium persulfate、作用促進剤に β -dimethylaminopropionitrileを用いた。ゲルの作り方は次の配合（重量比）でまずA、B液をつくる。

A液 共重合剤：10、水：40、促進剤：0.4

B液 水：50、開始剤：0.5

A、B液を適当な比で混合するとゲルができる。ゲルの硬軟はA、B液の比によつて、相当に調節できる。

なお、このまゝではゲルは相当に濁り、光弾性材料としては不適当なのでsodium acrylateをA、B液の混合液にゲル化以前に適当量加えると、全く濁りのない美しい無色透明のゲルが数分にして出来上る。この材料の弾性的性質はgelatin gelに似ているが、非常にもろいので、取扱いは慎重を要する。尚写真-1、2に2及び3次元動的等色線写真の一例を示す。

3、応力の算定

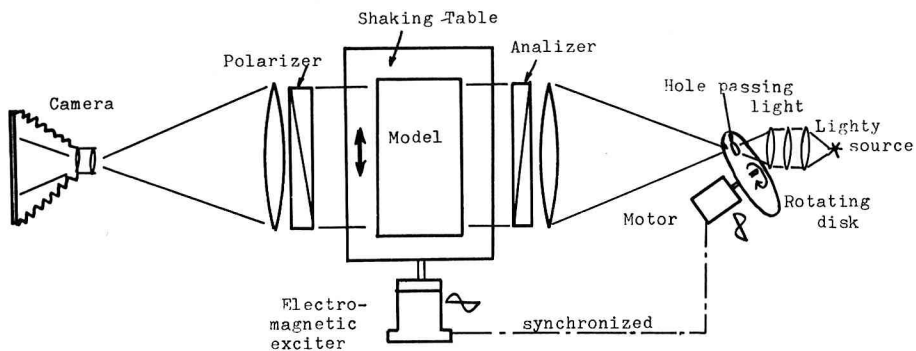
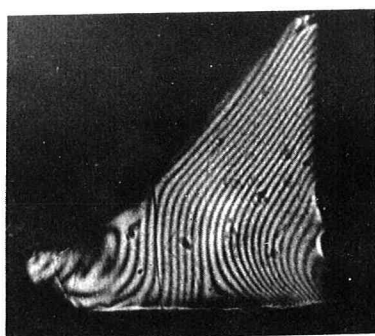
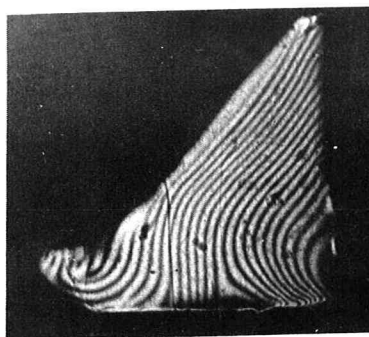


FIG. I.

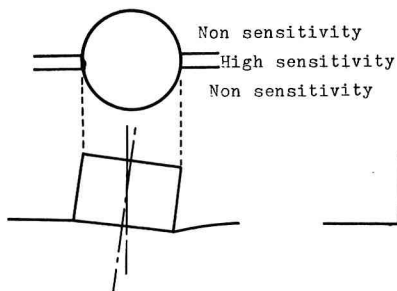


(a)

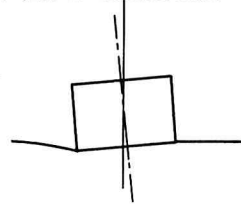
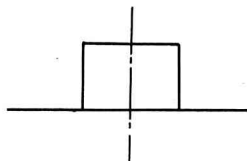


(b)

Photo. I. Isochromatics in the model of gravity dam during vibration (Two-dimensional)



Isochromatics in a semi-infinite body resulting from rocking of a body with circular base on it (Three-dimensional)



(a)



(b)



(c)

Photo. 2.

本文において用いられる光弾性材料 gelatin gel は光弾性感度が著しく高いために、自重による応力も検出される。⁽¹⁾ よつて定常振動の場合、ポテンシャルエネルギーが最も高い瞬間においては、自重による応力と振動したことにより生じる応力が重なり合っていることになる。よつて振動により生ずる応力のみを検出するには、自重による応力を除去する必要がでてくる。そのために、一方のポテンシャルエネルギーの最も高い瞬間における応力分布と逆位相にある瞬間の応力分布との差をとり、その半分量の応力の分布を求めれば、振動時における応力分布が得られることになる。

2次元の解析の場合、自由境界応力は等色線（この線上の最大せん断応力は一定）により直ちに検出できる。更に内部応力の解析をも目的とする場合を考えてみる。内部応力を解析する方法として最大応力差積分法があるが、それを行うためには等色線の他に更に等傾曲線（この線上では主応力方向が一定）、及び各点の加速度を求める必要がある。等色線及び等傾曲線は通常の光弾性実験と同様な手法で求められるが、各点における加速度測定は定常振動であることを考慮して模型の変位曲線から求めることにする。

3次元の解析の場合を記述する。acrylamid 系のゲルは等色線は検出されないが残念なことに等傾曲線が検出されてしまう。従つて解析面上の等傾曲線を得ることが出来ず、せん断応力の測定ができない。そこで斜入射法によりせん断応力の測定を行い、最終的には2次元の解析と同様、せん断応力差積分法により、各応力の単独値を求めることにする。

3、結び

以上のごとく光弾性実験法による定常振動状態における2次元、及び3次元応力解析についてのあらましをのべたが、実験方法、実験材料、解析方法の性格上、精度ある実験解析を行うには多くの改良、工夫を必要とする。この方法の応用例としては杭、群杭、およびケーソンなど構造物の基礎工の問題、地下埋設構造の問題、岩盤力学上の問題などが考えられ、本実験方法は有力な動的応力解析の一方法であると思われる。

文 献

- 1) Yamamoto, M and Morichi, S, "Two-dimensional photoelastic experiment made by gelatine gel" Trans of J. S. C. E., No. 144, Aug, 1967.
- 2) Lambe, J. H. and Bayomi, S. E. A., "A room temperature photoelastic technique for three-dimensional problems" Proc. Inst. Mech. Engrs. B, Vol. 12, 1952~1953.
- 3) Dally, J. W. and Rilly, W. F., "Initial studies in three-dimensional dynamic photoelasticity" presented at the 5 th National U. S. Congress of Applied Mechanics.
- 4) 光弾性実験法：日刊工業新聞社