

ゲル状材料供試体による動的弾性実験法について*

東京大学生産技術研究所 正員 岡本舜三

森地重暉

1. はしこぎ

構造物の耐震性の問題が重要度を増すに従い、動的応力測定方法の確立が切望されてきた。

この目的のために、ゲル状材料を用いた光弾性実験法により、定常振動状態における構造物の二次元および三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、とくに構造物の自由、ならびに強制振動の研究に對して有効である。

2. 実験方法

実験はゲル状材料で作った模型を振動台上につせ、通常の心とく偏光をとり、撮影を行なう。ゲル状材料を用いると動的現象が速いため撮影には高速度撮影機とことに必要としない。こゝでは、光源の減衰の信号と電磁式の振振に入れ、相互と同期させることにより、静止写真ととも方法を採用した。(図-1)

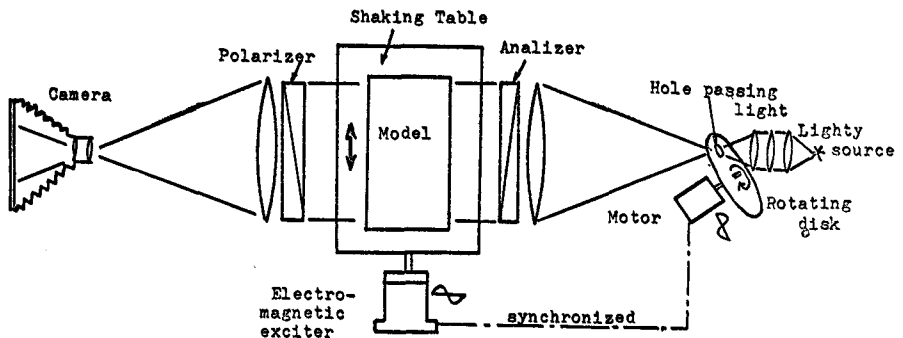


FIG. I.

* 生産研究 Vol. 20, No. 9, 並に、才10回 地震工学研究発表会に一部分報告してある。

2次元の解析の場合、光弾性材料として *Gelatin gel* を用いた。*Gelatin gel* は光弾性感度が高く、かつ、低弾性率とあるので、質量、慣性の影響が容易に加味できる模型の共振周期波数と低下せうするなどの特長がある。写真-2の一例は重力タム振動中における等色線写真である。

3次元の解析の場合、光弾性感度の高い透明ゲルの中に高感度のゲル状材料をサンドウイッチ状にとう入、固着して、その部分の3次元応力を求める方法を採用した。

外側の透明ゲルとして *Acrylamide* 系のゲルを用い、とう入材料には *Gelatin gel* を用いた。

Acrylamide 系のゲルとしては重合剤に *Acrylamide* にある種の加橋剤を加えたもの（商品名：日東 88）。開始剤に *Ammonium persulfate*、作用促進剤に β -dimethylamino-propionitrile 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： 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になる。ゲル硬軟は A、B 液の比によっ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、光弾性材料として不適当なもので、*Sodium acrylate* と A、B 液の混合液にゲル化前に適当量加えるとまったく濁らない、美しい透明無色のゲルが数分にして出来上る。

写真-3の一例は、半無限体上にある円柱のロッキングによる、こぼる半無限体内の3次元等色線写真の一例である。

3. 応力の算定について

Gelatin gel を光弾性材料として用いると、供試体の自重による応力が検出され、更に振動と与えられ、自重による応力と振動による応力とを重ねて検出される。

従って、振動のみによる応力を検出するには、ポテンシャルエネルギーの最大になる瞬間における応力分布とそれと逆位相にある瞬間における応力分布との差の半分量を求めるか、或いは、ポテンシャルエネルギーの最大になる瞬間における応力分布と運動エネルギーの最大になる瞬間における応力分布との差を求める必要がある。

次に応力の単独値を求める方法について述べる。

(a) 2次元の場合

自由境界応力は等色線より直ちに求める。

内部応力を求めるに当たっては、周知のとおり、等色線、等傾曲線、更に動的解析があることと考慮すると、各方向の速度を求める必要がある。いま、等傾曲線について述べると、筆者が試みた限りにおいては、応力分配が少なく、かつ応力の絶対値も大きくない供試体において等傾曲線は不明瞭で、使用に供することは困難と思う。

従ってどのような場合、主応力方向の決定を行なうには、光弾性的手法では限度があるように思われる。他の方法により、その目的と違ふべく、現在、研究中である。写真-2の一例は供試体表面に正円と描き、その変形具合を、主応力方向を求める方法で、現時点においては検討中のものである。

3。

次に各点の加速度を求めねばならないが、筆者らは、定常振動状態にある供試体については各点変位を求めればよいことに注目して写真-1に示すごとく、変位曲線を導くことにした。

しかし、他の方法、例えば *moire* 測定法等とて、各点変位が正確に得ることが可能ならは、それから更に歪を求め得ることも期待してこの方面についても検討をしていく。

(b) 3次元解析の場合

Acrylamide 系のゲルは、等色線は検出されないが、等傾曲線は検出されよう。したがって、解析面上の等傾曲線を導くこととすべき。せん断応力の測定は、この限りにおいては出来ない。よってここの一試みとして、斜入射法によりせん断応力を定めたかと思うが、どう場合、互いの連立二次方程式を解くことになり、せん断応力の附号の決定が不可能なうが他の方法を考察する必要がある。現在、研究中である。

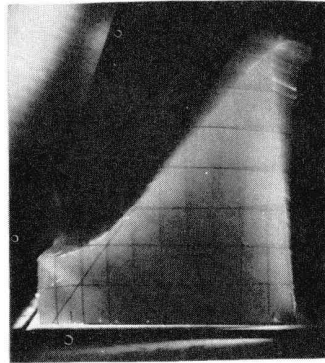
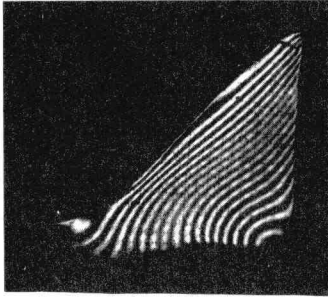


Photo-I
Example of measuring
of Acceleration

4. 結論

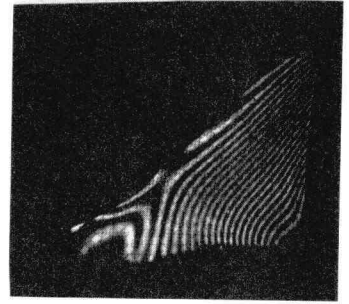
以上において、ゲル状材料を使用した動的弾性実験方法の概略、および問題点と述べたが、最大せん断応力の分布は、写真-1、2の等色線写真の結果から十分な精度で得られようと思うが、更に応力の単独値を求めよにあつては、現在つとて研究の段階である。

なお、この方法の応用として、杭、群杭、およびケーソン等地下基礎工の問題、地下埋設構造物の問題、岩盤力学上の問題などと考えられよう。

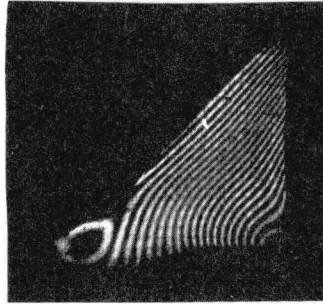


2-I-a

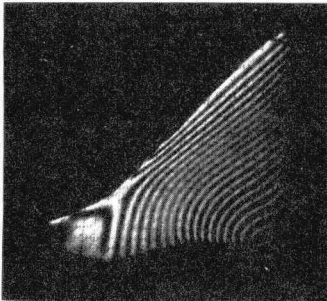
The first order
natural vibration
(3.0 c.p.s.)



2-I-c

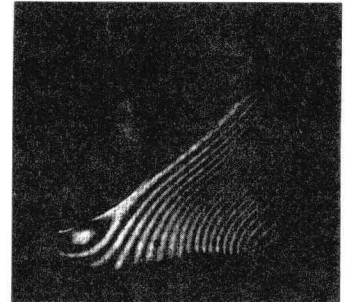


2-b
Stationary



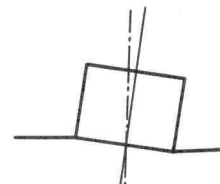
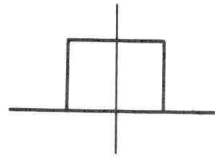
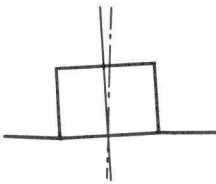
2-2-a

The second order
natural vibration
(6.0 c.p.s.)



2-2-c

Photo-2: Isochromatics in
a gravity dam during vibration



3-a



3-b



3-c

Photo-3: Isochromatics in
a semi-infinite body resulting
from rocking of a rigid circular
base