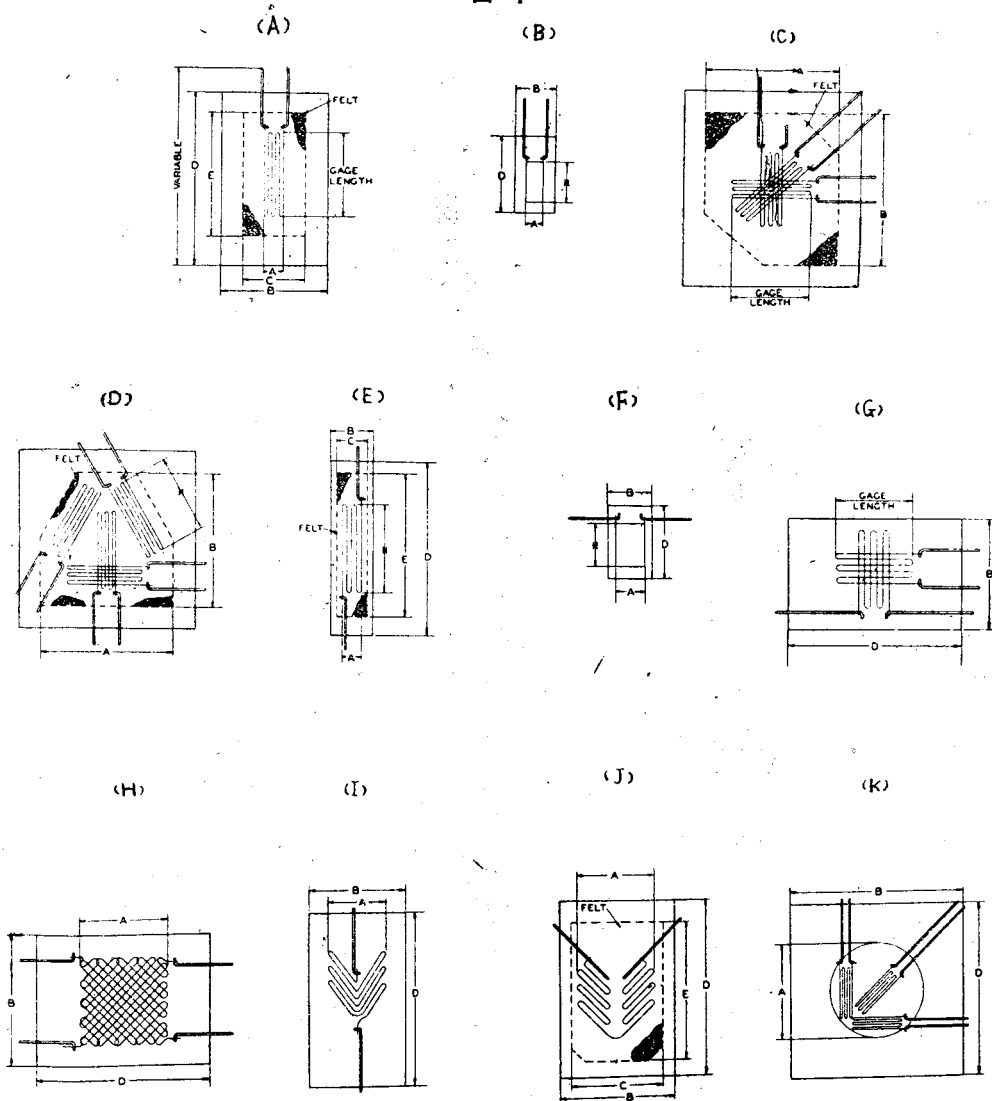


# SR-4 歪計について

電氣的歪計としては、電気抵抗、電気容量、インダクタンスの変化を利用するもの、磁歪効果を用いるもの、光電管によるものなどがある。このうち、電気容量の変化を利用するもの、磁歪効果を用いるものは

既に建設工学に発表されている。(1) 電気抵抗によるものでは、(1) 摺動針金、(2) 電解質溶液、(3) 炭素片、(4) 炭素堆を用いる方法などがある。これらの詳細は西田正孝博士著『応力測定法』に述べられている。(2) 柴

図-1



上記の説明 (G.L. = gage length)

- A: 一般の目的に使用される代表的な歪計、使用箇所は曲面でもよく制限がない。G.L. は 3/8 秒より 1 秒までである。
- B: A と同様であるが、非常に小型で A では貼りつけられないような個所に適する。G.L. は 1/16 秒より 1/2 秒までである。
- C: 45 度ロウゼット歪計 A に示すようなケージの 3 つから成立っている。G.L. は 13/16 秒である。
- D: 60 度ロウゼット歪計
- E: A と同様であるがリード線が違っている。G.L. 3/4 秒 ~ 15/8 秒
- F: B と同様であるがリード線の點が違っている。
- G: 2 成分ロウゼット歪計。G.L. 1/4 秒 又は 1/2 秒

- H: ファイラメントが互に 45 度になつている 2 成分歪計
  - J: Stress gage といつて、その軸方向の應力を讀むのであるが、これが横方向の應力に影響されないのが特徴である。
  - K: リード線を除いては J と全く同様である。
  - L: C と同様の 45 度ロウゼット歪計であるが、3 つのファイラメントの位置が異つている。
- なお grid の種類によつて次のように分けることが出来る。
- flat grid type gage すべての線が全く同一平面内にあるもの。
  - wrap-around type gage 線が薄い紙の芯の周りに螺旋状に巻きつけられ、これを 2 つの紙の間にサンドウイッチにしたもの。かくして中のエレメントを保護し絶縁している。

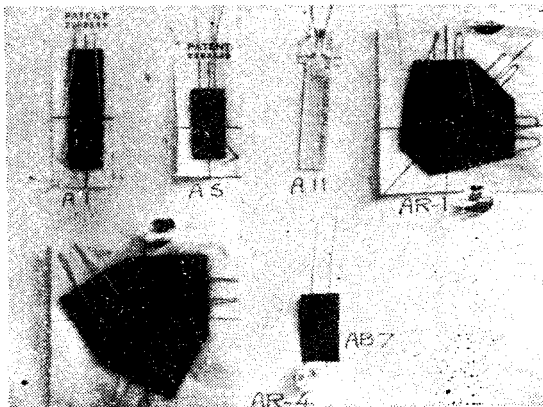
田式歪計は(1)に属するものであり、永島菊三郎氏は炭素片歪計による応力測定を試みておられるが、これは(3)に属する。なお新郷博士訳“橋梁測定法”<sup>(3)</sup>に出てくる炭素変位計は(4)にあたるものである。これらの歪計の発達の歴史からみると、4, 1, 2, 3, の順序である。

極く最近アメリカの Baldwin Locomotive Works によつて SR-4 Strain Gage が研究され発売されている。著者は同社の R. Labiosa 氏の好意によつてこの歪計のカタログと見本を送つていただき、実際に供試体にとりつけて実験してみたので、本誌上を借りて紹介し、同氏の好意にむくいたいと思う。

1. 使用目的および範囲、静的歪；徐々に変化する歪；衝撃歪；毎秒 50 000 サイクルに及ぶ周波数をもつ動的歪の測定等に広範囲に使用されるのであつて、飛行中の航空機の試験；プロペラの静的及び動的試験；ビルヂング、橋梁、トラックボデー、パンチプレス (punch press) および種々の機械、←→ダム、その他色々の構造物の応力解析に使用出来る。被試験体も金属、プラスチック、ゴム、木材、コンクリート、土壌などこれまた制限なしである。なお-100°F(-73°C)の低温から 300°F(150°C)あるいはそれ以上の高温でも歪計の機能はなんなら害されない。

2. 構造 歪計は(図 1. 2 参照)ある長さの非常に細い針金が台紙に種々の型で附着しているだけであるが、この針金が最も重要な問題である。すなわち電気抵抗の変化を利用するのであるから、歪に対する抵抗の変化率 ( $\Delta R/R \div \Delta l/l$ )—これを gage factor と呼ぶ—の出来るだけ大きいことが望ましい。しかし温度変化に対する感度がもう一つの重要な要素である。すなわち gage factor が非常に大きくても、少しの温度変化によつて針金の抵抗が変るようでは実用にならない。従つて幾多の試験の結果、特に精選された Ni-

図-2



Cu 合金とエリンパーを用いることになつたわけである。後者は前者の 1.5 倍程度の gage factor をもっているが、温度変化に対して敏感である。従つて使用方面、目的によつていづれを使用するか定まるまつてくる。

この細い針金すなわちフィラメントをはりつける台紙にも種々あつて、最も普通のもは rag bond paper である。なお使用の容易であること、取り付けの際乾燥時間の短いことも一つの要素であつて、このために special thin paper が用いられている。さらに第 3 のタイプとしてベークライトで飽和せしめた紙が用いられている。このタイプではフィラメントがこの紙の 2 つの層の間に圧力をかけて焼きつけられ、フィラメントが bakelite wafer の中に固く埋められるようになつている。このタイプでは 300°F(150°C) 又はそれ以上の高温でも機能に変化なく、500°F(260°C) またはそれ以上の高温になると、使用が限定されてくる。

3. 使用法 この歪計を供試体に取りつけるには接着剤を用いる。rag bond paper または special thin paper の歪計では 180°F(100°C) まではニトロセルローズセメントではりつける。300°F に及ぶような静的歪や 400°F に達する変化の速い歪の測定にはベークライトタイプの歪計をフェノールレジソセメントで取りつける。

実際にとりつけるには次のようにする。

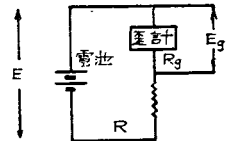
1. 接着すべき面の準備 表面は平にしておかないが、あまり滑かなのも、また特に磨き上げたのも好ましくない、さびはすべて表面からおとしておく。もし表面が凹んでいたり平坦でない場合には、予め磨いておくことが必要である。

2. 表面のクリーニング 歪計をとる表面は念入りにクリーニングしておくことが必要である。アセトンやカーボンテトラクロライドのような溶剤で擦るのである。もしワックスや石油製品の残滓のようなものがあれば、先づトルオールできれいにし、しめるのちに述べた溶剤でこする。

3. 接着 適当な量の接着剤をつかつて、出来るだけその中にエアポケットの出来ないようにすることが肝要である。常に重ミヤスプリング クランプをつかつて余分の接着剤をしぼり出すようにする。

4. 測定法 図-3 のような simple dynamic circuit または 図-4 の wheastone bridge circuit によつて行ふ。こゝに図-4 について説明し

図-3



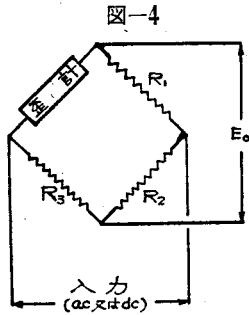


図-4

よう。図の歪計は上に述べたようにして試験片にとりつけた歪計であるとする。この抵抗は予めわかっているので、 $R_1$ を適当に選びバランスさせると  $E_0 = 0$  である。ところで供試体が荷重を受けると歪むわけであるが、

供試体にとりつけた歪計が供試体と同様に歪み、従って  $R_g$  が変化する。故に最初 0 であった  $E_0$  は  $dE_0$  だけ増加し、これをガルバノメーターで計るわけである。この場合の歪は次式によって求められる。

$$dE_0 = \frac{R_g R_1}{R_g + R_1} \cdot I \cdot K \cdot ds$$

ここに

$dF_0$  : 歪の変化に基づく Bridge 出力の変化

$R_g$  : 歪計の抵抗

$R_1$  : Bridge の一辺の抵抗

$I$  : 歪計を流れる電流 ( $dR_g$  が極くわずかであるから一定と見做し得る)

$K$  : gage factor

$ds$  : 歪計に作用する歪の変化 (これは供試体の歪と一致する)

上式で  $I = E / (R_g + R_1)$  であり、 $K$  は各歪計によって夫々与えられている常数であるから、 $ds$  が直ちに求められる。

5. 実験例<sup>(4)</sup> SR-4 歪計 A.1 型を用い、これを鋼材の試験片に polyvinylbutyral (polyvinylalcohol + butylaldehyde) を醋酸エチルに溶解したものを以つてはりつけた。A.1 型に対して与えられているデータは Nominal resistance 120 $\Omega$  gage factor  $K = \frac{\Delta R}{R} \frac{dl}{l} = 2.0$  である。供試体は平均幅 5.070 cm, 平均厚 0.94 cm を有する第 1 号試験片であり、この略中央にとりつけた。試験機は Buckton 30 t 試験機である。最初 12 t 迄上げてみたが実験誤りのため読めず、次に基本荷重にもどすことなく 1 t づつあげて 13 t 迄かけた。故に処女試験片ではないので計算値と実験値とが一致するわけのものではない(図-5, 6)。

実験結果を図-7 に示す。これによると大略弾性限界と思われる附近迄は  $\sigma - dE_0 (ds)$  線は直線を示し、これをこえると曲線を示しているのは、普通の機械的歪計による場合と同様である。ただし計算値と実験値とは、よく異なっているのであるが、最初のこととてうましくはゆかなかつた。しかし一応定性的には誤がない

ものと認めて差支えない。

図-5

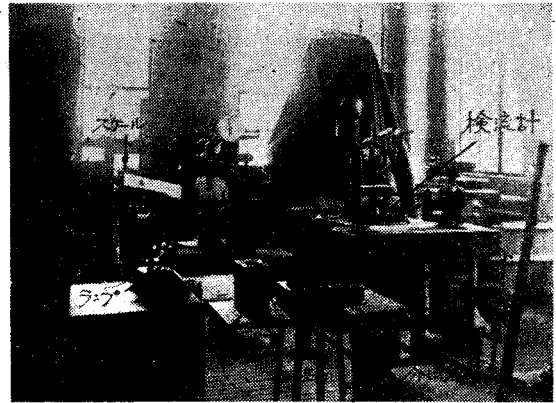


図-6

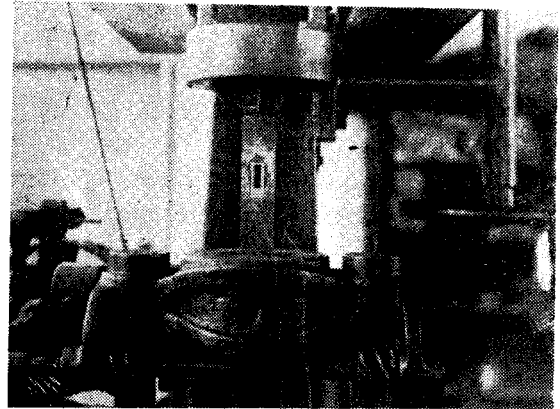
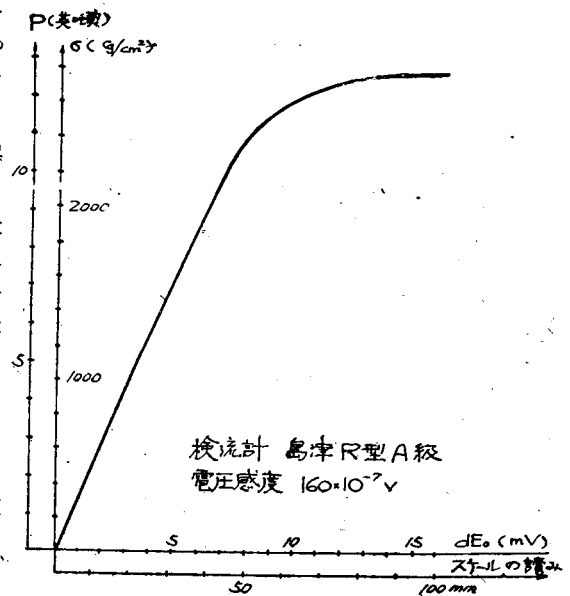


図-7



6. 結言 以上 SR-4 歪計について概略の説明をし、併せて簡単な実験を紹介したわけである。実験からも充分信用出来ると思われる。製品は抵抗 gage factor について充分検査の上、市場に出ているので、較正は必要でない。

本歪計の特長とするのは取り付けの容易であることおよび電氣的歪計であるから遠距離操作のきく点である。特に前者は本歪計の特長であつて、応力を生ずる如何なる部分にもとりつけられるわけで、ゴム、コンクリート橋脚など、従来機械的歪計で測定し得なかつた部分でも容易に出来るわけである。かゝる歪計を使用すれば応力測定は大進歩を来たすものと思われる。著者は SR-4 歪計を参考にしてかゝる歪計の製品化実用化に努力したいと考えている。

本実験には京大工学部電気工学教室大谷助教授より多大の援助を仰いだ。ここに附記して感謝する次第で

ある。

(1) 大崎順彦, 岩柳順二 磁歪現象を利用する圧縮荷重測定法 建設工学

丹羽義次, 岩城康雄 コンデンサーによる応力測定 建設工学第3巻第1号

(2) 西田正考 応力測定法 38 頁~48 頁に詳細に説明がある。柴田, 永島両氏の歪計についても説明があり、文献があげられている。

(3) 新郷高一 橋梁測定法 土木学会誌第 27 巻第 5 号(昭和 16 年 5 月) なおこの炭素変位計は京大工学部土木工学教室にあるが、取り付け方法のうまくゆかないこと、ヒステリシスを伴うこと温度による影響の大であることのため、説明書にある程便利でない。

(4) この実験は予備実験ぐらいの軽い気持でやつたものであり、表面仕上げも省略した。勿論化学分析試験をやつていない。接着剤は京大化学研究所の製品である。Huggenberger 歪計も取付けてはみたが表面仕上げの不備のため途中で読めなくなつた。

(京都大学 成岡昌夫)

## 第 2 回 工業経営講習会 会員募集

第 2 回工業経営講習会を開催いたしますから、奴つて御参加下さい。

主催 社団法人 日 本 工 学 会  
後援 社団法人 日 本 商 工 会 議 所  
協賛 学 協 会 (土木学会外 37 学協会)

趣旨 日工学会は昨年 3 月第 1 回工業経営講習会を開催して、戦後のわが国における労資関係、賃金問題、生産方式並に工業教育と工業経営との関係につき世界諸権威による講義と質疑応答とを行つて、工業経営者を裨益するところ極めて大なるものがあつたと確信いたしております。今回各方面の要望に応えるため、日本商工会議所の後援と本会会員たる各学協会の協賛とを得て、左記日程により再び講習会を開催することといたしました。尚今回はアメリカを視察して帰えられた方々の調査報告を加えることにしました。

講習科目・講師並に日程

### 第 1 部

第 1 日 11 月 13 日 (月)

13.30—13.35 開会の辞  
13.35—15.00 統計学の工業への応用  
15.10—16.40 鉄鋼の現況及び将来

日本商工会議所 会頭 高 橋 龍 太 郎  
理 学 博 士 西 堀 栄 三 郎  
八幡製鉄株式会社 湯 川 正 夫  
常 務 取 締 役

第 2 日 11 月 14 日 (火)

13.30—15.00 工業の育成と金融  
15.10—16.40 都市ガス製造及び供給

日 本 興 業 銀 行 事 務 理 佐 分 利 一 武  
東 京 ガ ス 株 式 会 社 林 盛 四 郎  
取 締 役 工 務 部 長

第 3 日 11 月 15 日 (水)

13.30—15.00 アメリカにおける工業標準規格  
15.10—16.40 工業製品の検査保証制度

日本規格協会 理事長 中 本 守  
R. J. デルバン W. J. シモンズ  
コーポレーション社長

### 第 2 部

第 1 日 11 月 16 日 (木)

13.30—15.00 水力発電と化学工業  
15.10—16.40 工業用地下水の分布

野口研究所 理事長 工 藤 宏 規  
農 林 省 農 地 局 山 本 莊 毅  
計 画 部 資 源 課 技 官

第 2 日 11 月 17 日 (金)

13.30—15.00 アメリカに於ける資源調査  
15.10—16.40 アメリカの炭鉱と日本の炭鉱

東 京 工 業 大 学 教 授 内 田 俊 一  
工 学 博 士 特 別 勤 務 員 田 口 良 明  
理 事 長

第 3 日 11 月 18 日 (土)

13.30—15.00 人材の能率的登用について  
15.10—16.40 経済安定から復興へ  
16.50—16.55 閉会の辞

人 事 院 人 事 官 上 野 陽 一  
経 済 安 定 政 務 次 官 小 峯 龍 太  
日 本 工 学 会 理 事 長 大 野 巖  
工 学 博 士

会 場 東京都立工業奨励館講堂 (國電濱松町駅下車、海岸に向つて徒歩約 5 分右側)

募集人員 300 名

会 費 第 1 部・第 2 部 各金 500 円 (全期通じて金 1000 円)

申込方法 申込書に御記入の上、会費 (小爲替) 同封にて日本工学会 (東京都千代田区丸の内 1 の 2 日本工業倶楽部内) 又は土木学会にお送り下さい。申込書は土木学会にあります。

申込期限 昭和 25 年 10 月 31 日