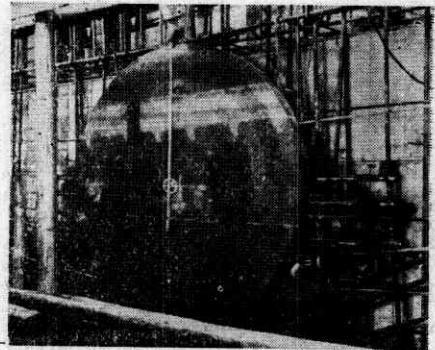


## 建設工事現場に適した 歪測定装置の試作

岡本舜三・末七郎



日比谷交叉點角にいま日活國際會館が竹中工務店の手で建築中である。この建物は兩邊が 100 m および 60 m のほぼ直角 3 角形状の敷地をもち地上 9 階地下 4 階の鐵骨コンクリートラーメン構造である。この附近の地質は地下約 20 m ではじめて丈夫な基盤がありそれより上層は青色の軟粘土であるから建物の基礎はこの基盤に達しさせねばならない。このような深い基礎を周囲の建物や街路に支障を與えることなく安全に施工するためにその築造には特許竹中式潜函工法が採用された。それは地下に埋まるべき 4 層の部分の外壁および主要骨組をまづ地上に作り、内部の土を掘鑿搬出することによつて自重を利用して建物を沈下させるものである。このとき粘土層は水を透さないから掘鑿は順調に進むことが豫想されるが、掘鑿に潜函が不同に沈下し、傾斜又は過大な外力による部材の折損を生ずるおそれがある。これらの點を考慮し建築架構の上に更に鋼トラスが工事中だけ假に取付けられた。トラスの型式はブラット型で建物の外壁間に 20 個並列して架せられている。

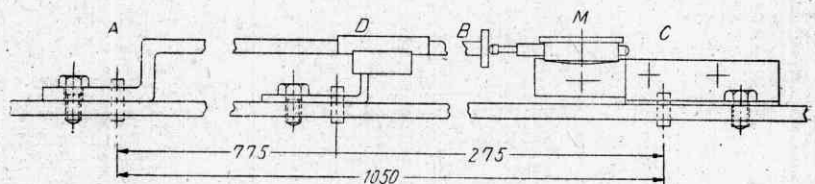
掘鑿工事中には不測の應力により部材が折損しないように常に部材に働いている應力を知つて臨機に掘鑿順序を決定しなければならぬが如何にして部材應力を隨時知ることができるであろうか。この點が委託された問題の要點であつた。部材應力を知る普通の方法は歪の測定である。幸にして鋼のヤング係数は例外なく一定であるから、われわれは假設トラス部材および鐵骨の歪を測れば、部材應力を充分な精度で知ることができる筈である。したがつて問題は歪計の製作に歸することになるがこの場合歪計の備うべき要件は

- (1) 測られる應力は最大  $2000 \text{ kg/cm}^2$  まで達し精度は  $20 \text{ kg/cm}^2$  程度であること。
- (2) 秋から翌年春にかけての約半年間安定性を維持すること。
- (3) 土建工事現場の實情からみて相當の堅牢さと單

純さをもつこと。

- (4) 溫度變化の影響が少いこと。
  - (5) 設置個所が多いから、單價が安いこと。
  - (6) 司令室にいて、多數の歪計のよみを隨時知りうること。
- 等である。

精密測定用歪計には優秀な製品が數多發賣されているがそのうち光學的計器は場所から適當でなく電氣的計器は長期間の安定を缺くので結局機械的歪計が適當である。しかしこれらの計器は主として實驗室向に作られているので振動、濕氣、錆、價格等の點で適當なものが少く、比較検討の結果平凡ではあるがダイヤルゲージが比較的堅牢で且長期の繼續的觀測に適當であると判断した。市販の  $1/1000 \text{ mm}$  歪計は高價なものと信頼性に乏しいので  $1/100 \text{ mm}$  歪計を用いるとして、これで鋼の  $20 \text{ kg/cm}^2$  の應力を測るには 1 m のゲージ長を必要とする



第 1 圖 歪計側面圖 (單位 mm)

が、幸にして構造物が巨大であるからこれを取付けるに困難はなかつた。第 1 圖はでき上つた歪計である (なお口繪 3 頁第 9 圖参照)。主要部は距離棒 AB, ダイヤルゲージ M, 計器取付金具 C よりなる、部材に距離棒と計器取付金具をとりつけ、間にダイヤルゲージをおき A, C 二點間の伸縮を讀みとるもので原理はきわめて簡單である。このとき拂われた 2, 3 の細い注意は次のようである。

- (1) D 部にバネをつけて部材との密着をはかり、距離棒が常に部材に平行なるようにした。
- (2) D 部に遊尺をつけて計器を取替える必要ができた場合に備えた。

(3) 距離棒の先端には真鍮片をつけて錆を防いだ。

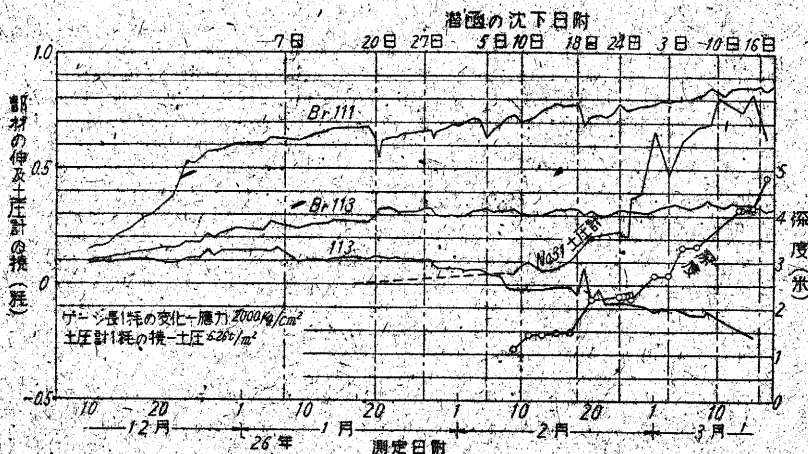
現場に取付けた後防護のため計器を木の箱でおおった。このために箱の内部と部材表面とで温度が異なり、温度差による伸縮がゲージに現われてくることをおそれたが、実際にはそれは被害を生ずるほど大きなものにはならなかった。これは現場が薄暗い地下であり部材が直射日光を受けることがないからであろうと思われる。

計器を直接トラス部材に取付けるときは問題はおきないが、コンクリートで包まれた鉄骨にとりつけるときは、鉄骨からコンクリート表面まで鋼製の腕を出してその先端に歪計を取りつけなければならない。このとき内部の鉄骨の歪がそのまま表面にまで移しうるかどうか懸念されたので、数種の供試體によつて試験を行つたがその結論は次のようであつた。

(1) 部材の鉄骨をコンクリートで包まない場合には腕をふして歪を測る方法はよくない。これは部材のまがりの影響をうけるからである。

(2) 鉄骨がコンクリートで包まれ部材が充分な剛性をもつ場合には鉄骨に腕をふして歪計を取付けることができる。ただしこの場合には腕とコンクリートとの絶縁は完全であることを要し且腕の長さは興り限り短い方がよい。

以上の結果からみて、コンクリートで包んだ部材の外側に歪計を取付けることは現場ではまだ行ふべきでないと判断し、計器取付個所だけはコンクリートを打たず直接鉄骨の上に計器を取りつけた。

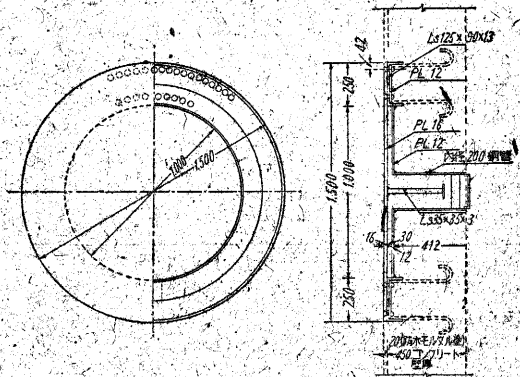


第2圖 沈下工程、部材應力、側壁土圧曲線

このようにして沈下工事開始直前までに豫定部材 35 個所に計器の取付を終つた。第2圖はこれらの計器の活動状況を示すグラフの一例である。Br. 111 および Br. 113 は斜材に 113 は下弦材に取付けられた計器のよみである。Br. 111 が 12 月中旬より急に歪が増しているのはこの頃鉄骨のコンクリートを施したからである。又歪計が多少とも波をうつのは掘鑿の進行を示すもので、

掘鑿が建物基礎の中央部のみであるときは部材には餘り力がかゝらず、掘鑿が支持版の近くにまでおよんでくると漸次斜材に力がかゝり、歪計のよみは増加し、潜函が沈下すると急激に減少するのである。計畫では歪計のよみが 1 mm になると危険荷重とされているので、よみがこの値に近づくときは掘鑿工程を適宜に調節せねばならないのである。

地下敷層をもつ建築では成功後に地下部外壁に加わるべき土圧を知ることは設計上重要なことである。これに関しては現在一應の設計公式はあるがなお多くの疑問を含んでいるし又附近にビルのある場合の土圧について



第3圖 土壓設計圖

は信頼するような公式もない状態にあるので、この機会を逸せず外壁におよぼす土圧の實測を試みることとなり土圧計の計畫を委託された。これに對しては外壁表面に

直徑 1 m 厚さ 16 mm の圓形鋼板を取りつけ、中央點の機を壁の内側よりダイヤルゲージで測定することにした(カット及び第3圖)。鋼板の周圍はボルトで充分固く壁に固定したが、取り付けを了えてから試験荷重を加えた結果は周邊固定版の理論値とよく一致することが知られた。測定すべき土圧は嚴密には無變位土壓でなければならないが、無變位土壓測定装置にはまだ充分なものがないので、多少の問題はあるがこのような變壓としたのである。變位量は 1

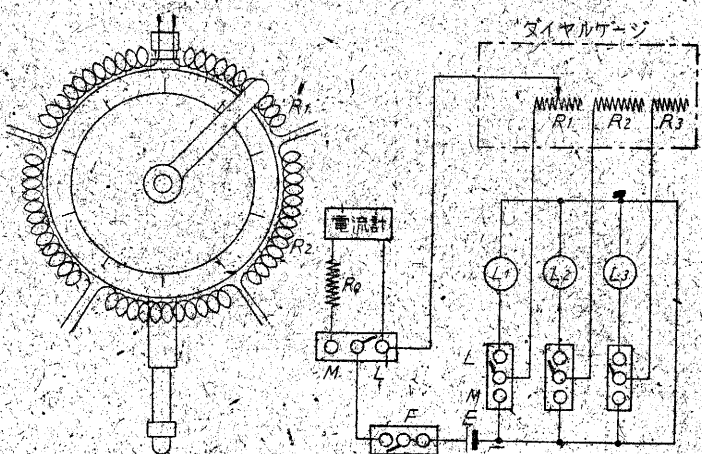
mm 以下と推定され、直徑 1 m に對しこの程度の變位ならば得られた値には物理的意味があるであろうとは土質工學の權威者諸氏の意見であつた。このような土壓計を兩長邊の外壁に高さを變えて 2 個づつ合計 4 個とりつけた。第2圖には潜函の沈下工程と土壓計のよみとを對照して示してあるが、沈下工程曲線から明らかなように沈下は連續しておきるのではなく斷續的である。これは

粘土層中に新しい滑り面ができることに潜函全體が同時にさがるからであつてそのために潜函の傾斜が變るので土壓計のよみがいちじるしく動いていることは面白いことである。大きな沈下のおきる時期を豫知することは現場では非常に大切なことで、これによりあらかじめ必要な處置をとり、沈下後の工事施工を順調にし沈下にもなう危険をも豫防することができるのであるが、土壓計がこの目的に對して役立つということは全く豫期しない利得であつた。それは沈下の數時間前から土壓計のよみがいちじるしくさがつてくることであつて、このような顯著な傾向から沈下の時刻をかなり正確に豫知することができるようになったのである。

計器を使用してみて知られた改良を要すべき主な點はダイヤルゲージが錆びること、多數の計器を檢針に巡回することがかなりわずらわしいことである。元來ダイヤルゲージは實驗室での使用を目的に作られているので、蒸氣が多い工事現場での使用には錆びることは心配されたのであつたが急を要するために、そのまゝ市販品を使つたのはやむを得なかつた。錆びる場所は主に突出部のさし込み部であるからこの點を錆びない金屬に改めるだけでもかなり計器の壽命はのびるものと思われる。今は錆びたものは新品と取替えて測定を續けている。

この工事には間に合はなかつたけれども筆者等は土木建築現場に適した堅牢で安價な歪計を試作した。原理は鉛平な曲り梁を軸壓力を加えて撓ませる時は軸方向の變位に比して梁の撓みは1桁大きいという性質を利用したもので齒車などのような精密部分がないので裝置がさわめて簡單で堅牢なのが特徴である。試作した計器では1/60 mmの變位を測ることができた。この歪計はまだ試作の域を出ないが橋梁や隧道用支保工に試験的に取付てみることを目下計畫している。

次に遠隔測定については今回の工事の場合だけでなくその必要にせまられる場合ははなはだ多い。このような目的には電氣歪計がたゞちに念頭に浮ぶが弱電を使うものは長期間にわたる繼續測定には適しない。そこでわれわれの考案したのは機械的歪計の針の位置を司令部に電氣的に通報する方法である。第4圖は試作品の設計圖で



第4圖 遠隔測定用歪計設計圖

計器の針の位置は電氣抵抗の變化となつて司令部のメーターの上にあられるようになってゐる。電氣的には極めて簡單なものであるで濕氣多き土工現場でも使用し得るものと思つてゐる。しかしこの計器になお工夫を要すべき點が、かなりあるのと、沈下工事着手までに多數の新計器を作ることができかねたので今回は實用には供し得なかつたが沈下をはじめてみると、やはり檢針には相當の不便を感じられたので、このような遠隔測定法の完成の必要を痛感している次第である。

以上われわれが委託をうけて研究した歪測定法と土壓計について述べたがそれが現場で有効に働き得たことは、われわれにとつて喜ばしいことである。工事擔當者はこの他にそれぞれの専門家に委嘱して地質調査、各深度における地盤支持力調査、滑り面生成機構の調査、建物の微小傾斜および振動の測定、沈下量の精密測定等を行い、あらゆる資料を潜函中央に備付けられた司令部に集め適時適切な判斷を下して工事を進めている。このような未曾有の大潜函が順調に沈んでゆくのは正確な科學的測定にもとづく正しい判斷の下に工事が行われているからに他ならないのであつて、新しい時代の建設工事のあり方として注目に値すると思ふのである。

終りに本研究に種々の便宜と資料を與えられた同工事現場の大内所長ならびに大井技師に感謝の意を表する次第である。

## 次 號 録 告 (7月號)

### “工業試験法”特選號

特 集 溶鋼と溶滓の迅速判定……………松下 幸 雄  
コンクリートの試験……………丸 安 隆 和  
土の試験法……………星 塾 和  
耐震度試験……………小 野 薫  
X線透過検査……………一 色 貞 文

共振型材料疲勞試験機……………澤 井 善 三 郎  
受信真空管の壽命……………安 達 芳 夫  
海外ニュース 米國の産業標準化……………中 本 守  
その他 論說、速報、技術史ノート、隨筆、等