

講

演

砂の内的崩壊運動に関する實驗的研究

(昭和六年十月三十一日應用力學聯合大會に於て)

會員 工學博士 鷹 部 屋 福 平

Photo-investigations on the Internal Granular
Movements of Sand

By Fukuhei Takaboya, Dr. Eng., Member.

内 容 梗 概

本文は砂の内的崩壊運動に関する著者の研究の一部で、主として乾燥砂の崩壊が如何に内的に發達成長するかを寫眞に依り研究、説明したものである。本實驗に使用した砂は充分乾燥せしめ、0.86 mm dia. のもの及びそれ以下の砂を混用した。累積の方法は多くの場合粗に層狀に盛つたが、時として密に累積した場合もある。又他種粉體との比較上から豆類及び粘土に就てもやつてみた。

實驗の種類は大別して次の如くである。

(a) 水平面内に於ける部分的沈下による砂層運動の發達狀況(第一圖乃至第三圖参照)。

此の種の運動が同時に2個縦列して行はれた場合の影響。

(b) 垂直面内の部分的移動に因る砂の崩壊。

此の種の崩壊が2個横列に行はれた場合の影響。

(c) 側壁が廻轉した場合の砂の崩壊(第四圖、第五圖参照)。

(d) 側壁が水平に直動した場合の砂の崩壊(第六圖、第七圖参照)。

此の種の砂層現象に於ける荷重の影響。

其の他本文は、着色砂層の移動による荷重の傳達並に分布状態及び杭狀物體の挿入に因る砂層の移動に関する實驗報告を略説したものである。

一 圖



第二 圖



第三 圖



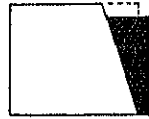
第四 圖



第五 圖



第六 圖



第七 圖



構造物に関する力學上の研究は、主として其の材料に就ての強弱試験と模型試験並に力學上の數學的研究である。

就中、地上に現はれたる部分の構造物それ自體に關係したる力學的並に實驗的研究は、諸種の構造物に對し既に微に入り細を極め、殆んど遺憾なき迄に進歩發達して居る。

然るに、構造物の總ての基礎を造りつゝある地盤に関する研究は、未だ不明なるところ多く、他種構造物に関する研究に比して未開拓なりと云ふも過言に非ざる状態にある。

而して地盤に関する研究の中にて、最も古くより着手せられたるものは、土壓理論と之れに就ての簡單なる實驗的研究である。

土質の複雑性に基因して土壓理論と實際的結果との間には、他種の研究に比して大なる懸隔あるものゝ如く想像せられる。

本文は主として、現在の土壓理論に對する著者の不滿と疑惑とに出發して、乾燥砂の内的崩壊運動に関する二三の實驗結果を示すもので、更に普通の土壓とは異なるところの土砂の内的崩壊に基因する特殊の動的土壓、即ち構造物の缺陷に傾向集中して發動する特種土壓の研究に資せんとの微意を有するものである。

此の種の研究が、規模大なる實驗に非ざれば、其の應用價值の小なることも熟知のことであるが、それは第二の報告に俟つこととした。

即ち、本文に於ける砂の内的崩壊運動に関する實驗は主として下の四種の場合に就てある(寫眞第一參照)。

(a) 乾燥砂容器の底部に於ける部分的沈下に因り砂の内的崩壊運動は如何に生ずるか。

此の問題は、沈下が一箇所を生ずる場合と、接近して2箇所を生ずる場合とを實驗した(裝置 A,B,C)。

(b) 乾燥砂容器の側壁上に設けた^{スリット}空隙から崩壊運動が導かれる場合に、内部の砂の崩壊運動は如何に生ずるか。

此の問題は、同じく空隙が一つの場合と、二つの場合とに就て實驗した(裝置 B)。

(c) 乾燥砂容器の側壁に回轉運動を與へた時に、砂の内的崩壊運動は如何に發達して行くか。

此の運動は回轉角度が0度より90度まで變化する間に7.5~15度毎に寫眞を撮した(裝置 D)。

(d) 乾燥砂容器の側壁に對し、水平滑動を與へる場合、砂の内的崩壊運動は如何なる變化を以て進行するか。

此の運動は、水平滑動の2cm毎に寫眞を撮し、累積した砂が完全に其の自然勾配にまで安定するに至つて實驗を中止した(裝置 D)。

之れ等總ての運動狀況は、一側硝子張の本箱を用ひて外部から之れを觀測し得る様になし、連続的に寫眞を撮して研究した。

主として乾燥した粉體の崩壊性に就ての實驗的研究とでも稱すべきもので、北海道帝國大學工學部紀要第二冊第六號に拙文所載のもので、本文には其の後の研究と同紀要に掲載しなかつた寫眞圖を撰び許す限り重複を避けた。*

1. 實驗と結果

本實驗に使用した砂は、主として川砂であるが、海砂を使用した場合もある。併し崩壊作用の研究に對しては、夫れ等の相違が大なる影響をもつ様には思はれなかつた。砂は充分に乾燥せしめ、篩を通して 0.86 mm dia. 以上の大きなものと夾雜物とを除去した。而して之れより以下の小粒と、粉末とを試験材料に併用した。又砂と他の粉體との間に著しい崩壊性上の差異を認め得ないかとの疑ひから二三の穀類に就て實驗した。又水分を砂に加へて同じ實驗を反覆した。

燥いた粘土を粉末にしてもやつて見た。併し吾々の實驗目的は主として乾燥砂が、如何なる崩壊経路をとつて發達して行くかを觀測することにあつた。此の爲には砂を着色せしむる必要と、容器の一侧を少くも硝子張りにして置く必要があつた。

・勿論着色した砂は乾燥して常態に歸復せしめた後、側面の硝子に接する小部分のみに層狀をなして置いた。

・又實驗容器は寫眞第一に示す装置 A, B, C, D の 4 種を使用した。

2. 底部の部分的沈下に因る砂塊運動

乾燥砂容器の底部に於ける部分的沈下に對し、砂は如何なる内的崩壊をなすか、之れが實驗には装置 A, B, C の 3 種が用ひられた(寫眞第一参照)。

砂は容器中に常に水平に、且つ黑白相互、粗性層狀に填充せられ、底部に設けた空隙から流出せしむることとした。特に觀測に便ならしむる爲、流出した砂は外部に累積せしめ、衝撃作用が生じない様に注意した。

寫眞第二乃至第七に示すものは、空隙開口 0.0 cm の場合に於ける砂塊運動を示すもので、流出した砂の量と、傳達範圍との關係を之れにより知る事が出来る。此の實驗により、特に

* 此の種實驗に就ての文献

Forchheimer: Ueber Sanddruck u. Bewegungerscheinungen im innern trockenen Sandes Z. d. Oester. Ing. Verein 1882.

T. Terada and N. Miyabe: Experimental Investigations on the Mechanism of Formation of Step-Faults in a Pile of Sand, Bull. Earthq. Res. Inst., 4 (1928)

Experimental Investigations of the Deformation of Sand Mass by Lateral Pressure, Bull. Earthq. Res. Inst., 6 (1929)

F. Takabeya: Experimental Investigation on the Internal Granular Movements of Sand, Memo. Eng. Hokkaido Imp. Univ., Vol. 2, No. 6 (1931)

注意を要することは、粗性填充の乾燥砂の場合に於ても空隙を底とした角壙内の砂塊のみが、此の運動に關係するといふことである。従來の土壓論に於て、重要な役割をつとめた砂の休止角といふものが、此の場合、内的崩壊運動に對して其の姿を現はさないことは注目に値する。

砂塊運動が次第に進んで空氣と接する最上層の砂が崩れ始める時、其の瞬間に初めて砂の休止角が認められて來る。併し、それは相當時間が経過してから後のことである。

寫眞第八乃至第十三に示すものは、空隙開口 9.0 cm に對するもので同じ現象を説明するものに過ぎない。

此の種砂塊運動の砂層内部に於ける影響の如何を検する目的で、二つの空隙を相接近して造り、前同様の操作を施してみた。

此の實驗の結果、第一者の初期運動範圍が第二者のそれと衝突しない程度に於ては何等の影響を見ないが、兩者が相重る時、其の接觸點に複雑なる運動、但し規則的なる崩壊運動が誘發せられるのを見た。寫眞第十四乃至第十七に示すものは其の一例である。寫眞第十八乃至第二十三に示すものは同様な實驗を、装置 C に就て比較的大規模に行つたもので、空隙開口は 4.0 cm である。

此の實驗は、砂塊重量の影響が小規模のものよりも大となり、砂層に一樣な性質を與へることが困難であつた結果美しい縞が得られなかつた。

3. 側壁の部分的移動に因る砂塊運動

乾燥砂容器の側壁に造つた空隙から砂を流出せしむる場合に、砂は如何なる内的崩壊をなすか、即ち側壁の部分的移動に因る砂塊運動を實驗する目的で、装置 B を之れに使用した。粗性層の填充方法も流出操作も全く前同様に行つた。此の實驗は既説の如く空隙が一つの場合と二つの場合とに就て試みられた。寫眞第二十四と第二十五とは空隙開口 4.0 cm の場合の砂塊過程の一部を示すもので、空隙 2 個の場合に就てある。

此の實驗は側壁に生じた缺陷に對して内部の砂塊が如何なる崩壊傾向をもつか、又靜的に考へた場合以外に動的土壓の方向をも概算せしむるに暗示を與へるものである。

4. 側壁の回轉並に水平滑動に因る破壊運動

乾燥砂容器の側壁が、其の底と接する部分を回轉軸として回轉する場合に、砂は如何なる内的崩壊をなすか、之れが實驗には装置 D を用ひた。

砂は容器中に、常に水平に、黑白相互粗性層狀に填充せられ、ハンドルの回轉により、第一側壁に水平滑動を與へ、此の移動により第二側壁に回轉運動を與へることにした。

寫眞第二十六に示すものは、回轉角度 30 度に於けるもので、寫眞に示す角度 α は崩壊面の位置を與へるものである。

乾燥砂容器の側壁が水平滑動をなす場合の砂塊運動は、同じ装置 D に依つて違せらる。此の場合砂の填充方法は全然前と同じである。寫眞第二十七に示すものは、水平滑動 6.0 cm を與へた場合で、寫眞に示す角度 β は此の場合に於ける砂の崩壊面を與へるものである。

寫眞第二十八は填充した砂層の奥行が此の崩壊面に大なる影響をもつものではないかとの疑ひからなされた實驗である。砂の崩壊現象は依然として夫れが砂の性質であつて、周圍の環境に支配せられること少きを推定せしめる。

又上記の側壁回轉に因る崩壊面の呈する角度 α と、側壁の水平滑動に因り生ずる崩壊面の角度 β とは殆んど其の大きき相等しいものである。

以上の實驗は、移動側壁が鉤仕上げの平滑板上を滑動する場合に就て行はれたのであるが、若し移動側壁が同じ乾燥砂の上を滑動する場合には、此の崩壊面は如何に發達するか。寫眞第二十九に示すものは、即ち此の種の實驗を説明するもので、寫眞右上に現れた崩壊面が即ちそれである。左下に現れたものは前記平滑板上を滑動する際に生ずるもので、兩者對照して殆ど差異を認め得ない。

著者は最近、乾燥累積砂の呈する砂壓(所謂土壓)の測定に際して、擁壁水平動の影響が極めて大なるものなることを認め、兩者の關係を研究して見たのであるが、之れに對して上記砂塊運動の發生瞬間に興味ある役割をもつことを知つた。之れは後日“土壓に及ぼす擁壁水平動の影響と擁壁仕上面の種々相に基因する土壓變化の實驗的研究”と題して別に報告の豫定である。寫眞三十に示すものは、土壓測定装置に於て崩壊面の出現と水平移動計指示装置を示すものである。

次に此の崩壊面に對して上載荷重の影響は如何といふ疑問から寫眞三十一及び第三十二に示す如く、一つは崩壊面外に荷重を置き、他は崩壊面内に荷重を載せて平滑板上を水平に側壁の滑動を試みた。荷重は 8.0 kg 及び 10.0 kg の 2 個で、此の鐵錘を平板 43.3 cm × 23.5 cm × 1.5 cm、重量 0.6 kg の上に載せた。其の結果、寫眞に見る様に崩壊面は依然として殆んど自己固有の崩壊角度を持續して壞れて行くのを認めた。

又寫眞第三十三に示すものは地下に埋設せられた架構が誇張した變形に對して上部の乾燥砂を如何に崩壊せしむるかを實驗したものである。

更に抵抗土壓の場合に相當する砂塊現象も興味あるもので寫眞第三十四は其の一例を示すものである。此の種の實驗は寺田、宮部兩氏に依つても行はれ、古くは Foreheimer 氏に依つてなされ、Terzaghi 氏 *Erdbaumechanik*, S. 332 に記載せられるところである。

6. 雜

上記の實驗に於ては、總て粒一定の乾燥砂を用ひ、其の填充状態は粗に之れを累積したものである。

今若し填充状態を一層密ならしむる時は、砂塊運動は如何に變化するか。或は又乾燥砂を水により飽和状態に導く時は如何。寫眞第三十五は水により飽和せられたる砂層が其の底部に設けられた空隙から崩壊を始むる場合を示すもので、此の場合に於ては、寫眞に見る如く崩壊作用は時々斷絶し、其の作用を進行せしむる爲には屢々底部空隙より刺戟を與へる必要が生じる。該寫眞は空隙開口 10.0 cm のもので砂塊運動の途中に空隙が其の内部に生ずるを示して居る。

又寫眞第三十六は乾燥砂の填充状態を比較的密ならしめ、底部の開口 7.0 cm より崩壊作用を導くものであるが、此の場合には砂塊運動は其の速度に著しい差異を突發し、非連続的に行はれる。且つ又其の發達の狀況も寫眞に見る如く填充状態の粗なるものと著しい相違を認める。之れ等乾燥砂に就て行はれた實驗は二三の穀類に就ても行はれた。寫眞第三十七乃至第三十九は大豆及び小豆を相互層狀に累積して底部開口 4.0 cm より崩壊せしめたものである*。

寫眞第四十に示すものは同一材料に對し側壁の水平移動により生ずる崩壊面を撮したものである。上記二つの場合に於て注意せしめられることは、粒が大となる程崩壊運動の影響が細砂の場合に比較して遙かに遠くまで及ぶことである。

崩壊作用とは別であるが、同じ着色砂の層と硝子張り容器の實驗装置によつて、垂直分布荷重が地盤に如何に分布傳達せられるかの概念を掴むことが出来る。寫眞第四十一は之れを示すもので、黑白兩層の彎曲状態の變化並に其の大きさによつて荷重分布の概況を知ることが出来る。此の目的に對しては該寫眞の如く、硝子面に方眼區劃線を引いて置くことが便である。

又寫眞第四十二に示すものは枕狀物體を單に砂層中に突入せるもので、其の影響の範圍を知ることが出来る。

最後に、寫眞第四十三は、乾燥砂を詰めつゝ枕狀物體により搗固めを行つた場合で、填充砂塊が圓形に現れて來るのは興味深いことである。該寫眞の右に示すものは、枕狀物體を鐵鎚で打ち込んだ時、内部砂の移動が如何に生ずるかを示したものである。

6. 結 語

之れを要するに、乾燥砂の崩壊運動は容器底部の部分的沈下、換言すれば水平空隙の開口に對しては、其の直上の砂塊より運動を誘發し、側面の砂塊は此の運動に殆んど參加しないものと考へられる。直接空氣に觸れて居る最上層の砂が其の砂塊運動に加はるに及んで、砂の自然休止角が觀測せられ、砂塊の範圍が空隙の直上より稍々外方に迄影響して來る。此の

* 類似の研究に谷口吉郎氏：“サイロ内に於ける物資の流動に就て”（昭和六年四月二十四日建築學會大會發表）がある。

場合に於ける砂壞の傳達現象は砂固有の興味あるもので更に進んだ研究に値する。

容器側壁が一様に水平滑動をなす場合の崩壊面と同じ側壁が回轉運動をなす場合の崩壊面とは、何れも Coulomb 氏土壓理論に於ける崩壊面とは似而非なるものである。後者は假想的崩壊面を意味し、各種砂の自然休止角の測定を俟つて算出せらるゝ値であり、前者は實在する崩壊面の二種類であつて、各種の砂に就て實測する時休止角以上に土壓理論に對し重要な役割をもつ可く想像せられるものである。

容器側壁の一部に生じた開口に對して、乾燥砂のとるべき砂壞運動は、寫眞第二十四に見る如く壁面に沿つて垂直方向に發生し、水平方向から起らないことである。即ち粗に累積した砂に對しては、垂直開口の場合に於ても、殆んど水平開口の場合に於ける如く砂壞現象は垂直方向に發生發達して行くものと考へられる。勿論側壁に沿つて滑落するものではあるが。

又空隙開口が2個又は夫れ以上存在する場合に於ても、相互が相衝突する迄は、各自固有の運動を繼續して獨立に其の個性を發達せしめる。

若し又乾燥砂が密に填充されたり、水を以て飽和状態に置かれる時は、其の崩壊現象は上述のものとは異つて來るが、底部開口に對して、其の直上部分に崩壊作用が限定される點は兩者類似してゐる。

側壁の水平移動に因る崩壊面の角度は、其の砂固有の性質に因り發達して行くもので、容器奥行の大小、乃至は影響大なる可く考へられる其の上載荷重の影響が案外少い。

粉體の粒が大となる場合には其の影響は比較的速くまで關係して來る。

其の他未知の多くの性質に就ても、著者は今後の研究に多大の興味を持続するものである。

擱筆するに當り、著者は茲に愉快なる言明の義務を思ふ。夫れは、上記の如き砂壞現象の實驗的研究が殆んど遂行せられたるの秋、有益なる前記 Forchheimer 氏の論文を手にしたことである。此の文獻は、正に今日より 50 年前のものに屬する關係上、我が國に在りては見るに甚だ困難なるもので、著者の渴望するところであつたが、九州帝大、安藏善之輔氏の厚意により同氏寫本の貸與を受け、其の詳細を識ることを得た。該論文には乾燥砂の崩壊運動に関する實驗と土壓論を説明し、著者の研究結果と對比して有益且つ興味あるものであつた。著者は茲に同氏に對し深甚の謝意を表するものである。

又本實驗に關しては、北海道帝大工學部助手 松坂秀雄君、小野壽恵吉君の勞に俟つこと多きを茲に深謝するものである。

本講演後次の質疑應答ありたり。

○建築學會々員 田邊君(問)大變面白い實驗でありました。目的は違ふが、工業大學の建

築の谷口氏がサイロ内で起る粉體の流動に就て砂、散彈、金平糖等を色分けなどしてやつた、同じ様な論文を建築學會で今春の大會でやつた、此の結論と同じ結論を得た。

○應部屋君（答）有難うございました。

○機械學會々員 中原君（問）刺戟を與へるとすると slip すると言われるのですか。

○應部屋君（答）slit の幅が狭くて刺戟を與へぬと止つて夫れで下り着いてからかき出してやつた。

○中原君（問）粘土の圓柱の compression test をやつたが、流動を與へると角度が違ひ、 45° に近くなる。若し總べて角が違ふと直上の砂よりも少し餘計のものがたると思ふ。

○應部屋君（答）然し乾燥した砂以外のものは餘り觸れてゐないから分りませんが、豆の場合に直上よりも少し側の影響もある。砂に於ては初期に於て影響なし。equilibrium が崩れた時を考へ、其の様に言つてよいと思ふ。粘土などに就てもよいと思ふ。

○造船學會々員 妹澤君（問）刺戟を與へると崩れた話だが、あなたと同じ實驗は地震研究所でも寺田先生がやつた。jump して割れ目が出る。

○土木學會々員 山口君（問）私も其のことに就て研究してゐるが、大變興味があります。寫真を見ると step が数が少い。之れは寺田先生も言はれてゐるが。土壓論の Rankine の theory でいふと、縦横に網の目の様に slip band が出来る筈であるが夫れはあてはまらぬ様に思はれる。

○應部屋君（答）之れは step が二段になつてゐる。

○山口君（問）崩れてゐる domain が縦横無盡に割目が入らぬか。

○應部屋君（答）設備の不完全からでありませうが、前の圖があるが綺麗に出てゐる。此の間は one mass の solid body の様になつてゐるが、實驗が smooth に行けば slip band が小さく切れるかも知れぬ。

○山口君（問）Rankine が合はないと言ふが、そんな故に深い理由があるかもしれぬ、あなたの實驗で見ると、クーロンの wedge theory がよい様に思はれる。

○應部屋君（答）私もクーロンがよいと思つた。

○建築學會々員 井阪君（問）wall を動かして砂の動く角が分る。本年四月地質學會で森下學士が其の地質の方面の考へから同様な實驗をした、森下さんは、粘土に水を加へ、下に elastic の gum の板を置きゴムを引くと或角度をなして、同様な結論を報告した。地殻構造上から言へば、地盤に或 tension が働く時に地構 grab が下り段々に下る所が出來、斷層も同様な時に生ずる事を地質に於て話があつた。設備の不完全から出来るのではなく、smooth に動かしても斷階が出来るといふ。

○應部屋君（答）下の盤がゴム板等の boundary condition でやつて見ると面白いと思ふ。

○土木學會々員 安藏君 (問) 此の實驗で plane of rupture を否定し得た。理論的に認め
た。plane of rupture は equilibrium を保つ時の critical point に於ける plane of
rupture なり。實驗は之つたあとの plane なり。理論的の plane of rupture は實驗
では見るのはむづかしいと思ふ。實驗では上と下との砂の粒に自由さを與へれば plane
of rupture が判ると思ふ。理論上の rupture は plane でなく surface なり。

○鷹部屋君 (答) 砂でもですか。

○安藏君 (問) 實驗では困難であります。之れを實驗的に見るのは 1882 年に約 50 年前
に下に同じ様な孔をあけ戸を押した場合、水平に引いた場合、一戸に hinge を付け
て hinge を中心に廻した時などを實驗して寫眞をとると、plane of rupture が違ふ。之
れは上の砂粒と下の砂粒とに一樣な動く自由さを與へることが出来ぬのであつて、之
れが爲に Rankine's theory の良否は其の實驗からでは無理だらうと思ふ。

○鷹部屋君 (答) 私は計算には假定が澤山あるから、實驗と計算とを比較して合せるのは無
意味となるから止めた。計算は structure が安全で起りもしないものを作り、又は fric-
tion の coefficient の方向を測るので、色々のことをしなければ出来ない。色々な土、砂
に就て plane of rupture を澤山やり、表を作つた方が計算による angle of friction
に頼るよりも早道に出来ると思ふ。いくらか其の方が信頼し得るものが出来はしないか
と考ふ。

○建築學會々員 加藤君 (問) 側壁を水平に動かした時の第二の step は寫眞に徐々に動か
した爲に出来たのか、夫れを止めた爲に出来たのか、其の點の觀察如何。

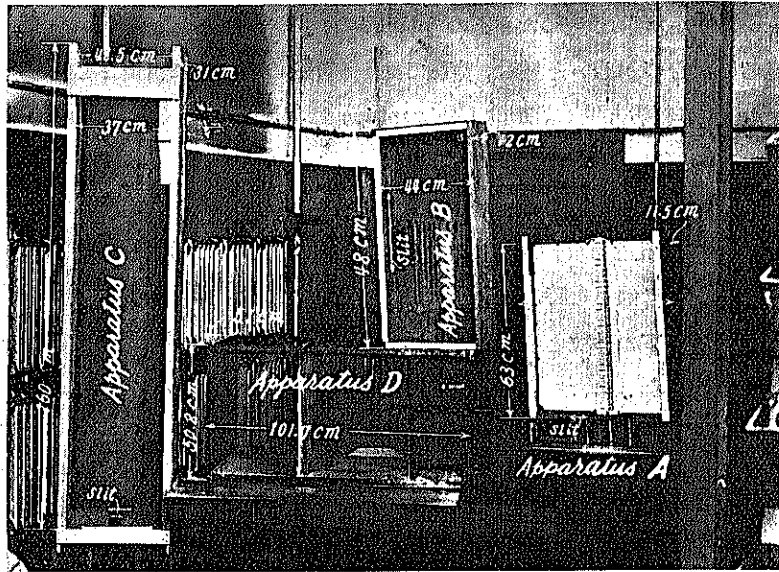
○鷹部屋君 (答) 手で handle を廻して動かす間に起り、止めた爲とは思はないが動かす
間に手に感じないが、shock があつて出来たのかも知れない。

○加藤君 (問) 活動寫眞にとれば一層よいと思ふ。

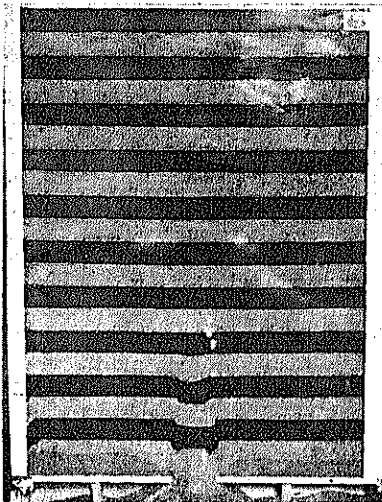
○鷹部屋君 (答) そう思ふが其の設備がなく出来なかつた。

(以 上)

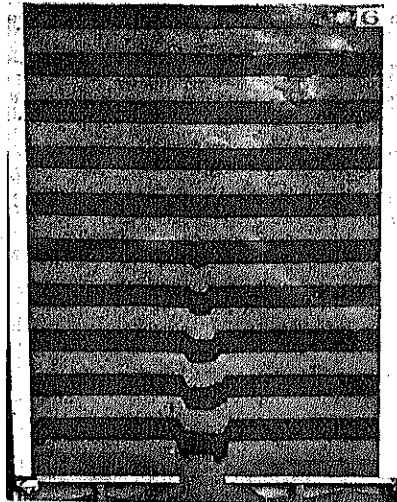
寫真第一



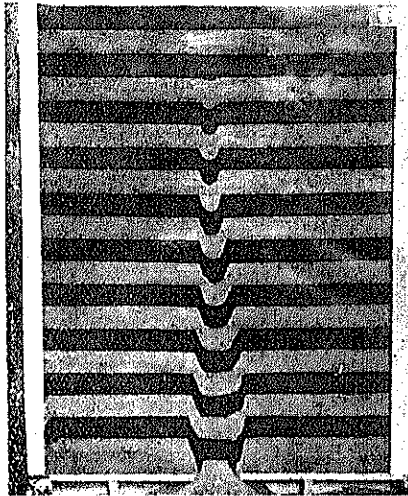
寫真第二



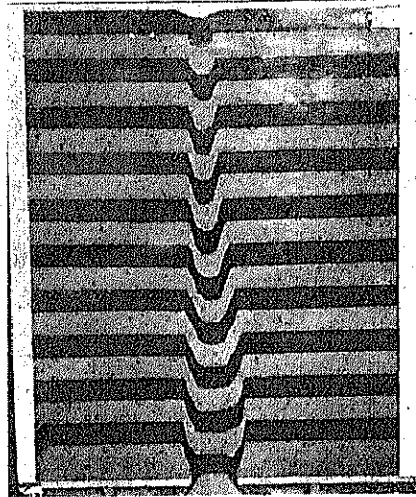
寫真第三



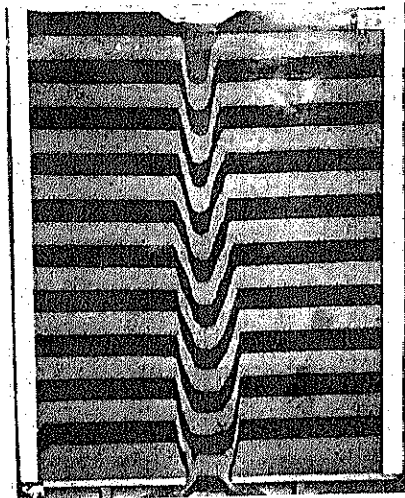
寫真第四



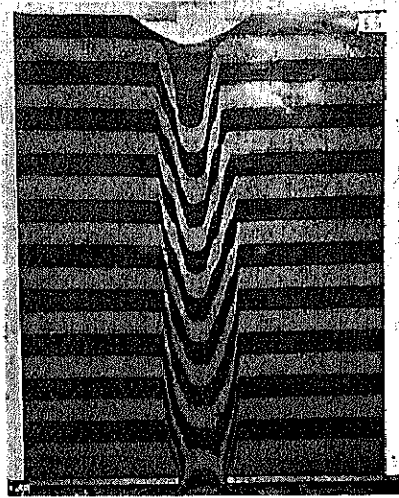
寫真第五



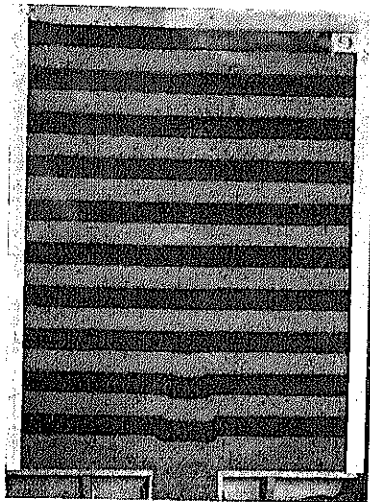
寫真第六



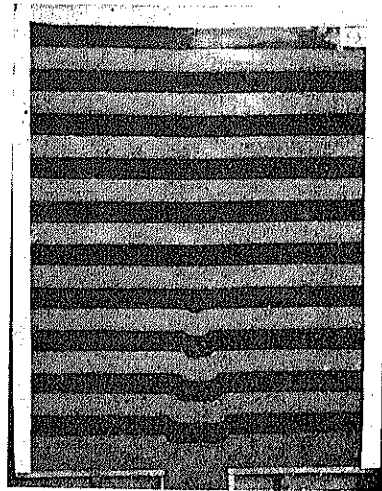
寫真第七



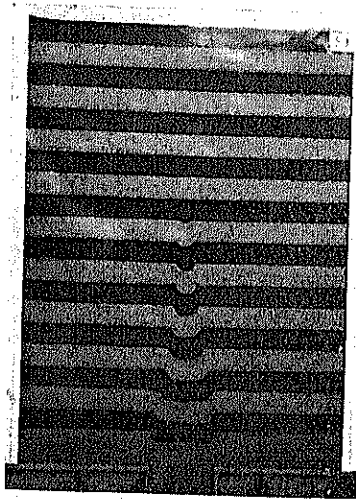
寫真第八



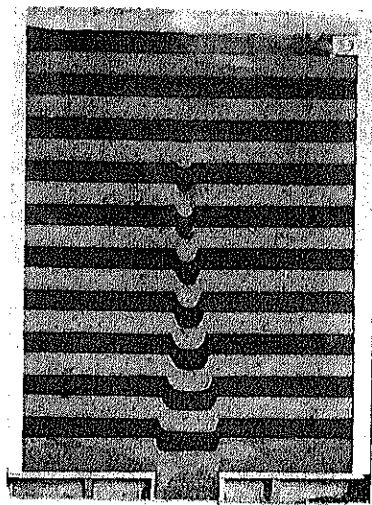
寫真第九



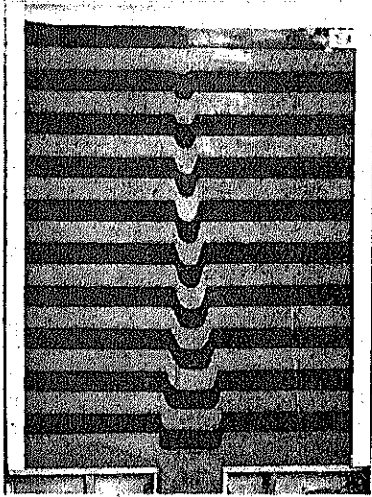
寫真第十



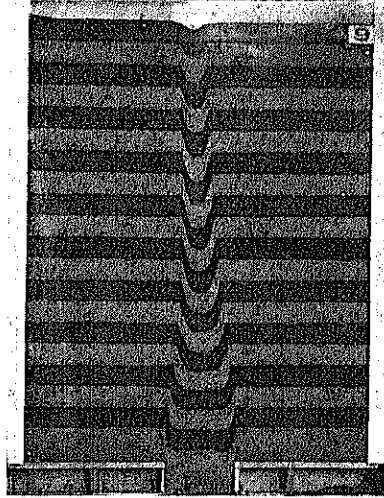
寫真第十一



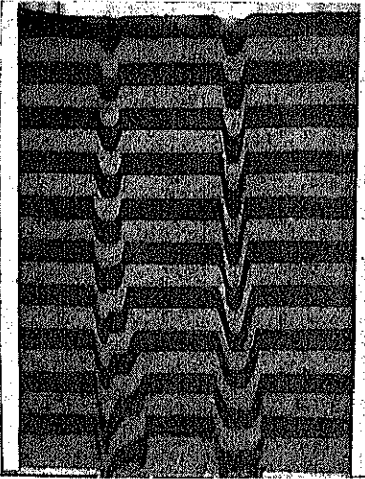
寫眞第十二



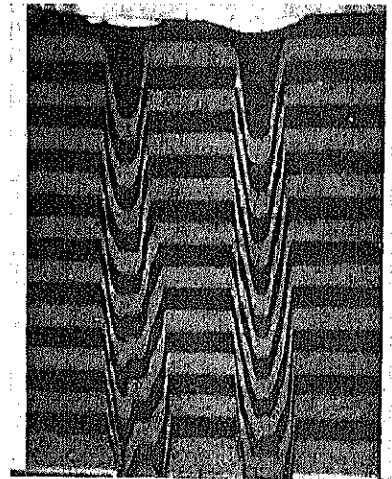
寫眞第十三



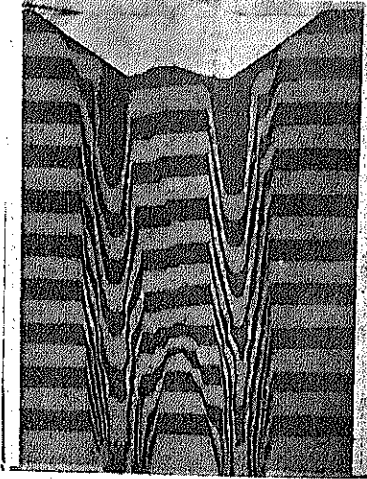
寫眞第十四



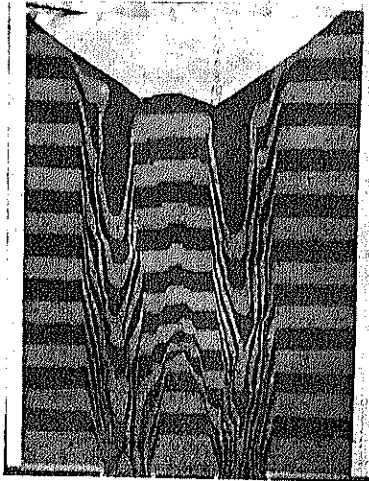
寫眞第十五



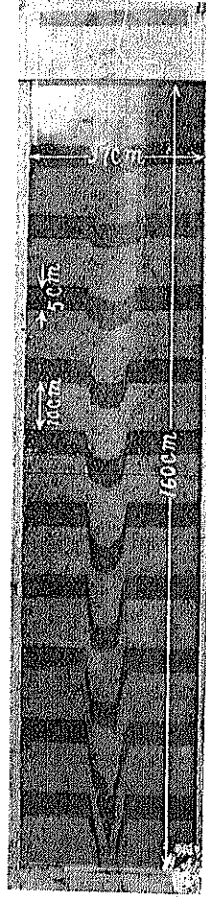
寫真第十六



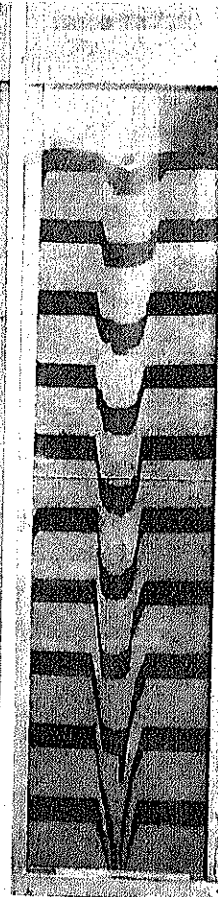
寫真第十七



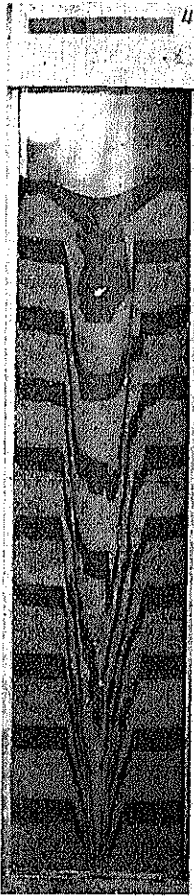
寫真第十八



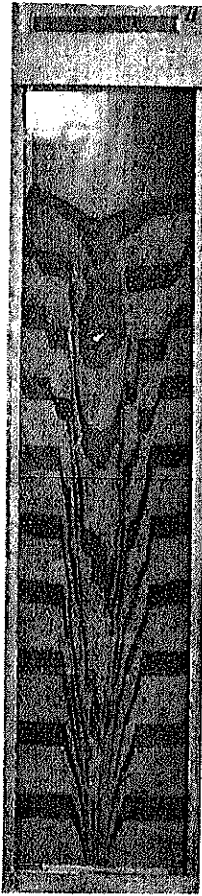
寫真第十九



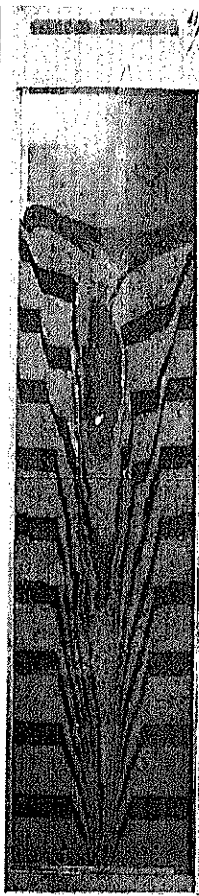
寫真第二十



寫真第二十一



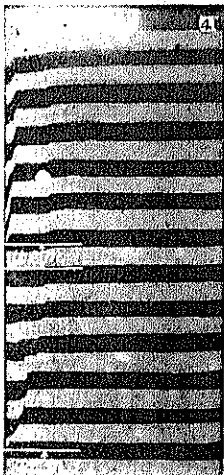
寫真第二十二



寫真第二十三



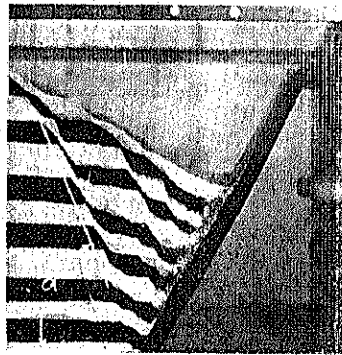
寫真第二十四



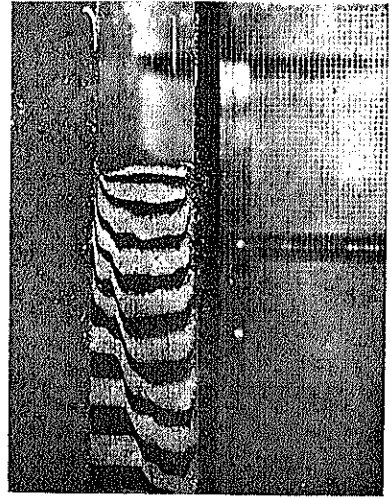
寫真第二十五



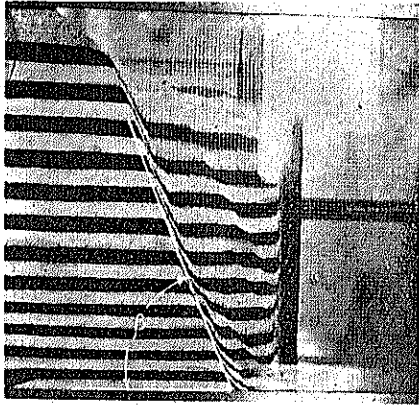
寫真第二十六



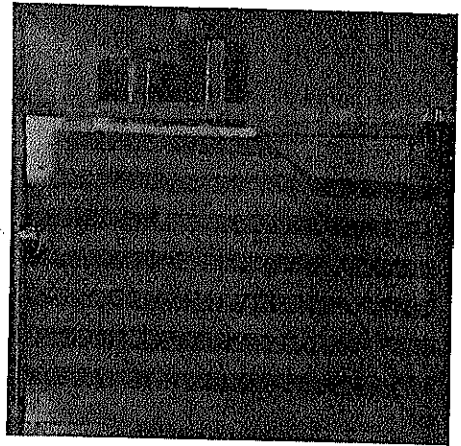
寫真第二十八



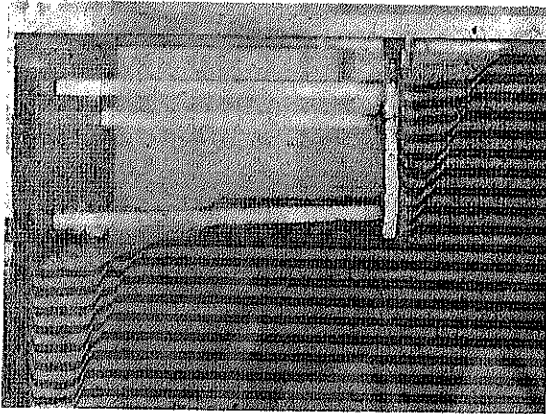
寫真第二十七



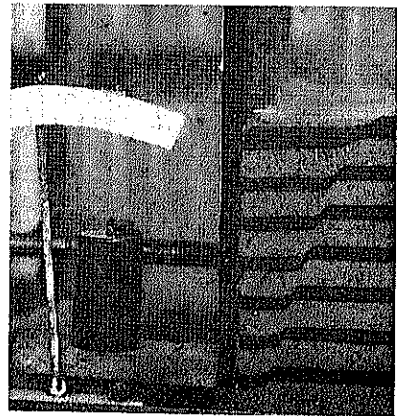
寫真第三十



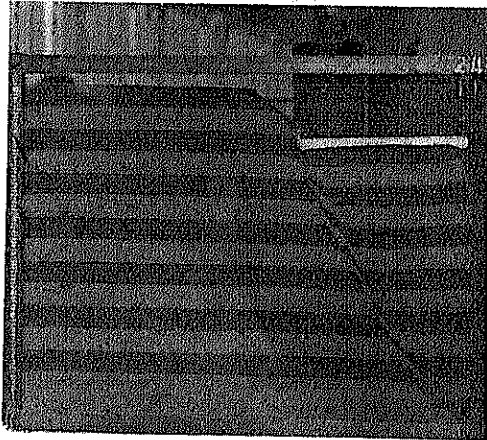
寫真第二十九



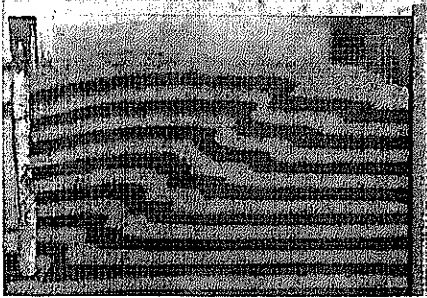
寫真第三十二



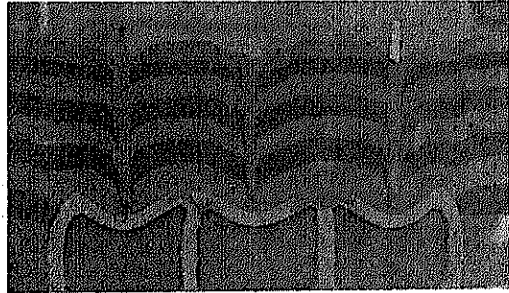
寫真第三十一



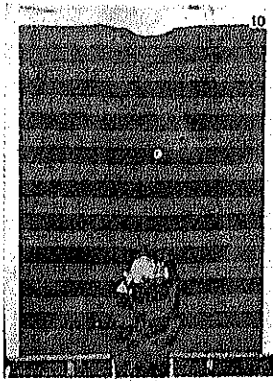
寫眞第三十三



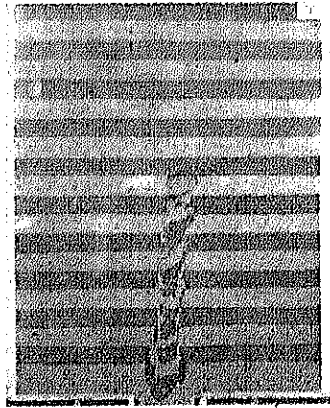
寫眞第三十四



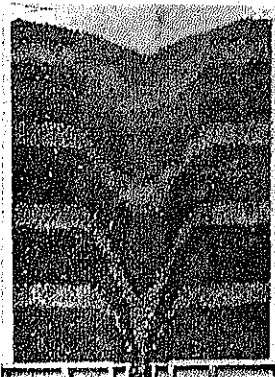
寫眞第三十五



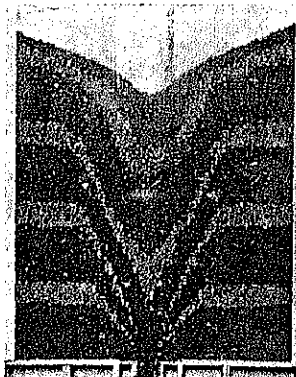
寫眞第三十六



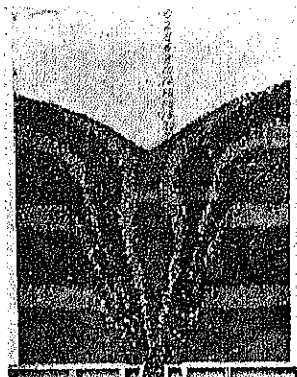
寫眞第三十七



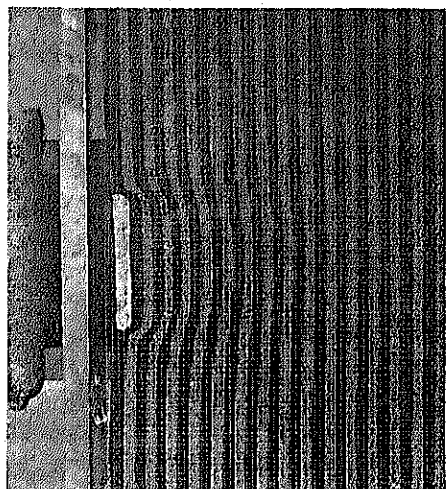
寫眞第三十八



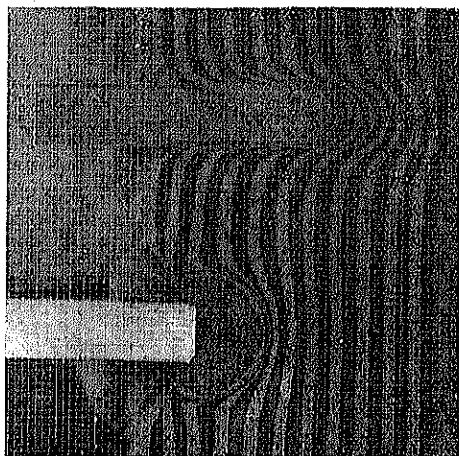
寫眞第三十九



寫真第四十一



寫真第四十三



寫真第四十



寫真第四十二

