

1. はじめに 乾燥砂中に水平に剛板を埋め込み、荷重リングを介して剛板をゆっくりと押し上げてゆくと押し上げ荷重と剛板変位の間にやがて不連続な動きが生じることが観察される。このことは第12回土質学会に於いても報告したが⁽²⁾、今回は「跳び」（砂の不連続的な動き）の発生と剛板上部の砂の動き、および繰り返し荷重をかけた場合の押し上げ実験結果について現象的説明を中心に報告する。

2. 実験の概要 実験装置等については文献(2)に詳述してあるので、ここでは簡単に触れておく程度にする。荷重リングとジャッキを介してスチール製砂箱の底板に交えられたロッドの上端に幅6cmの剛板を固定し、所定の高さまで砂を詰め込む。また砂中には砂の動きを調べるための薄いアクリル板も同時に埋め込まれている。今回の実験は砂の乾燥密度が 1.69 g/cm^3 の場合についてのみ行ない、砂高は30cm、および60cmとした。またアクリル板は砂高30cmに対しては深さ10cm、20cmの2ヶ所に設置し、砂高60cmに対しては30cm、50cmの位置に設置した。アクリル板の上・下面には適当な箇所にストレインゲージが貼付されている。荷重リングはMax 300 kg 用を使用し、リング1mmの圧縮量が54kgの荷重に対応するバネ定数を荷している。

3. 実験結果と考察

1) 「跳び」について、深さ30cm、60cmの各場合の剛板変位と押し上げ荷重の間に見られた跳びのみを拾い上げたものを図-1に示す。(この実験はアクリル板を埋め込んだ実験とは独立に行なった。) 図中の各線分が急激な跳びの過程を現わす。砂高60cmの時には一回目の跳びが剛板変位が1mmに達した頃に起り、その時の荷重は最大押し上げ荷重のほぼ75%であった。また連続する二つの跳びの間(周期)は全体的に見て、変位の増加と共に小さくなり、てくるようであり、荷重が最大荷重の90%を超える頃からの変位の増加は殆んど跳びにふっている。他方砂高30cmの場合一回目の跳びは変位が0.7mmに達した頃に起り、荷重は最大荷重のほぼ80%である。また周期も変位の増加と共に短くなり、てくる。砂高の違いによる跳びの変位の変化幅(振幅)には明瞭な違いは認められない。「跳び」の現象は剛板変位の増加(または押し上げ荷重の増加)による砂のプログレシブな破壊過程を現わすものでなければならぬということは容易に想像される。

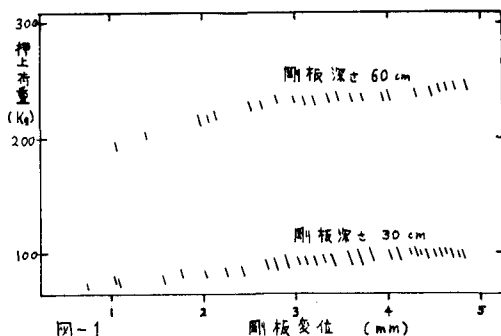


図-1

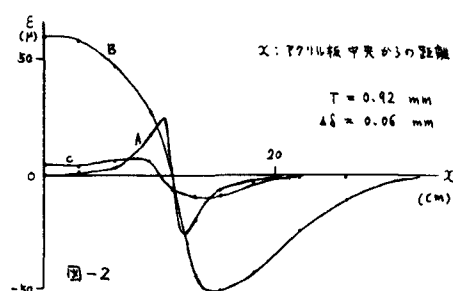


図-2

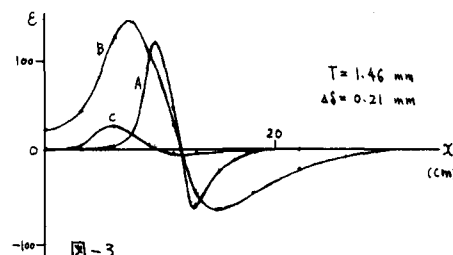
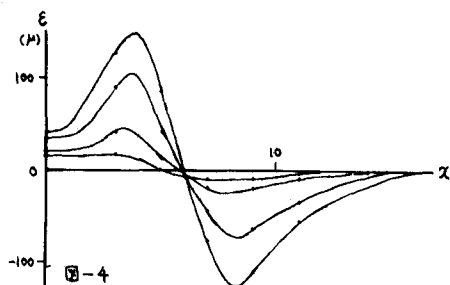


図-3

次に跳びにふってアクリル板に生じた顕著な歪の変化を図-2・3に示す。図-2は砂高30cmで深さ10cmの位置のアクリル板の3回目の跳びにふって生じた曲げ歪の変化であり、図-3は砂高60cmで深さ30cmの位置のアクリル板の5回目の跳びにふって生じた曲げ歪の変化である。各図中の曲線A、B、Cは、剛板変位がδのときの曲げ歪分布を E_δ としたとき、 $A = E_{T+\delta} - E_T$, $B = E_T$, $C = E_T - E_{T-\delta}$ を現わす。ここにTは跳びが起る直前

の剛板変位、 δ は跳びによる剛板変位を表す。曲線AとCは跳びが発生する前後の等しい剛板変位量に対する曲げ歪の変化量であるが、明らかにAの方に著るしい変化が示されている。アクリル板を弾性梁と考えれば曲げ歪の二階微分値はアクリル板の上・下面に働く土圧の差を与える。このことから曲線Aの正負の最大値の間にある変曲点の位置では土圧の差は0に等しく、その位置を境にアクリル板に働く土圧の方向は逆転しているはずである。よってAに示された跳びによる曲げ歪の急変は、跳びによる砂中の不連続面の通過と考えることができる。またこの後の剛板変位の増加に対する曲げ歪の分布性状においても両ピーク値の絶対値が著るしく上昇していたことから、砂が主に不連続面を境に動いた様子がうかがわれる。また曲線AとBを見ると曲げ歪のオー・D点の位置はほとんど重な、ている。(この点が曲線の変曲点と重な、ているか否かは判らないが非常に接近していることは確かであろう。)すなわち跳びが発生する直前の状態におけるタワミ角最大の位置の近く近傍を不連続面が通過したことを示している。このことは常識的な結果であるかも知れないが筆者には何となく興味が感ぜられる。



次にアクリル板が剛板より10cmの位置に埋め込まれた場合の剛板変位に対する曲げ歪の変化について述べる。図-4に剛板深さ30cmの場合の曲げ歪分布を示す。図中各曲線は上から順に剛板変位が0.1, 0.2, 0.4, 0.6mmの各場合に対する曲げ歪曲線である。これらの曲線はいずれも跳びが発生する前の剛板変位に対するものであるが、変位が0.2mmの頃にはすでに尖鋭的な部分が発生しており、変位の増加と共に成長している。このことは剛板に近い部分での不連続面は跳びによって生じるものではなく、剛板が変位を生じる初期の頃から形成されることを示している。そしてこの不連続面の形成と土を境に動く砂の相対変位などは当然、不可逆な過程と見做すことができる。従ってこの実験から土砂を弾性体と見做し得る場合のヤング率は常識的に考えられている値よりはるかに大きな値を有するようと思われる。他方歪の弾性限界は極めて小さい値であることが推定される。また筆者は跳びの現象がすべて不連続面——すなわちスベリ面——の伝播であるとは思っていないし、異なり、バネ定数を持つ荷重リングを用いれば跳びの周期や振幅も変わ、てくるのではないかと思、っている。これらの事柄についてさらに実験を重ねて調べるつもりである。

2)繰返し載荷実験について 繰返し荷重をかけた場合の実験結果について述べる。紙面の都合上、図は割愛させて頂き、ここだけ実験結果から観てとれた直接的な事柄を以下に列記する程度に止めておく。

- ①荷重を除去しおしえれば変化は下らない。
- ②剛板変位がかなり小さい時点0.1mm程度で荷重を0に戻しても残留変位はかなり大きい。このことは前記の時のヤング率が極めて大きいということを間接的に示している。
- ③荷重を0から再び増加させていくと荷重を除去しおした変位に達する頃まで変位と荷重は直線的な関係を示すが、その勾配は繰返し度に若干減少するようである。
- ④荷重を除去しおした時の荷重と再びその時の変位に達した時点での荷重の比はほぼ一定値を有するようである。
- ⑤同じ荷重に対する剛板上に設置した小型土圧計の値は各位置において繰返し度に上昇してくる。また往路においても同様であり、荷重を0に戻した場合には次第にその値は鉛直土圧に近付いてくる。
- ⑥同じ剛板変位に対する曲げ歪分布はかなり異なり、ている。 などである。尚、実験および解析に当り、御指導、御協力を賜わ。た東京都立大学土質研究室、湯浅助教、小林助手に対し感謝の意を表します。

参考文献 (1)湯浅・中村：ゆるい砂の変形における不連続面動きについて、S・39 土木学会年講 Ⅱ13

(2)水本：押し上げ抵抗に関する乾燥砂を用いた基礎的実験 第12回土木学会年講 P633~666