

討 議

第 22 卷 第 10 號 昭和 11 年 10 月

乾燥砂並に濕潤砂の土質力学的研究

(第 22 卷 第 6,7 號 所 載)

會 員 今 野 彦 貞

總て理論的に説明の出来ない範圍は實驗の結果に俟つより他はない、又實驗結果より原理を推論するやり方は吾々應用方面の學問の研究方法でもあらう。

土の問題に就ては殊に其の基本的の假定を實驗的に考究しなければ在來發表せられて居る諸家の玉章も單なる數學的の誘導推論の練習問題に近いものとなり工学的價値を充分發揮するわけには行かない。

此の度周到なる注意と高級の精度とを以て行はれたる小野博士並に眞井工學士の天然河川に産する所謂川砂に就ての土質力学的研究が會誌に發表せられたる事は獨り斯學に興味を引いて居る者の渴望して居りたる問題であるのみならず、新力學に對する深遠なる學理の探究として學問的にも大なる意義を有するものであると信ずる。土の問題を研究する階梯として川砂を試料とし其の組成を異にする場合及含水量の影響に就て此の度は發表せられたるも一層御研究を進められ御發表あらん事を切に希望して居る者の一人である。此の度の論文は 1 節 1 句好個の參考資料となり斯學研究の貴重なる文獻であると信ずるも次の諸點に就き御教示に預り度い。

1. 剪斷試驗に於て θ を決定せる剪斷力と水平移動量 (變形) とは如何なる關係にありしや。
 2. θ は砂粒の形狀にも影響するならんと思考するも如何なるものなりや、例へば人工細粒硝子球、標準砂、川砂、海砂等に於て。
 3. 濕潤砂の剪斷試驗を行ふ場合に最初相當大なる加重圧縮をして次に小なる垂直壓力を以て剪斷する時は其の組織を一様になし得る利あれども c, θ を増す結果となり或一定の搗固め法による場合の或 N に對する c, θ とは異り貴説 III 法による效果の顯はれざるは當然の如く思はる。一般的の搗固め效果は貴説の如きにて差支なきや。
 4. 結論の乾燥砂に對して (1) は搗固めをしない状態の乾燥砂の θ は v の如何によつて大なる相違はなしとの事であるが、表-3 を見ると篩分砂の平均空隙比は 53.2% で配合砂の夫は 46.1% である。而て篩分砂の θ の平均は 32.5° で配合砂の夫は 34.6° であるから、矢張り空隙比の多少によつて相當相違するものではなからうか。
- 以上淺學を顧みず失禮ながらお尋ねする、御寛宥の上御教示を賜はらば幸甚である。

著者 會 員 工學博士 小 野 諒 兄
著者 會 員 工學士 眞 井 耕 象

拙論に對し討議を寄せられたのを感謝し、以下質疑の各項に就て回答する。

1. 剪斷力 (F) と水平移動量 (δ) との關係は圖-1 に示すが如くである。試料を搗固めた場合の最大剪斷抵抗力の測定は比較的明瞭であるに對し、輕詰めの場合特に濕潤砂の時の測定は少なからず不明瞭なことが多い。輕詰

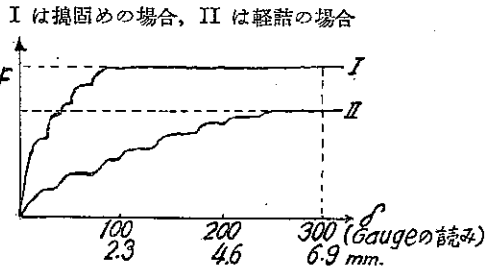
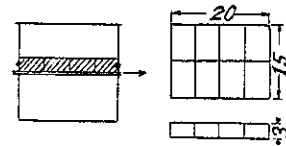
図-1. F- δ 曲線

図-2.



め試料に対する剪断試験は原文 597 頁にも記述した如く、試料が圧縮し易く、後方より局部的に圧縮されつゝ剪断さるゝが如き過程をとり、剪断力が剪断面全体に同時に且つ一様に作用することが困難な状態にあるから、少くともかゝる試料に対して従来の剪断機による試験に依つては試料本来の剪断抵抗力を正確に決定することは不可能である様に思惟される。然し本実験室における多数の実験に徴するに多くの場合水平移動 7 mm (Ames ダイヤルゲージによる読み 300) に達する迄には剪断されるか或は之に達する頃には水平移動量が俄かに増大する状態となるから、便宜上水平移動量 7 mm に相當する剪断力の値を以つて試料の最大剪断抵抗力に採つたのである。

如上の欠点を補ふ目的から原文の同所にある如く、剪断容器上箱の下部に剪断面に近く図-2 の様な縦横の仕切りを取付けて剪断力の傳播を均齊ならしむる様に試みたが、之が爲他方において試料と隔壁との間に少からぬ摩擦抵抗を誘致して却つて垂直圧力の傳播を阻害する結果となるので、此の方法は断念したものである。尙本実験において一面剪断機を採用した所以も軽詰め試験に於ては其の剪断抵抗が殊更小さいのであるから之に及ぼす剪断容器重ね目の抵抗の影響を成る可く尠くしやうとしたに外ならない。

2. 砂粒の形状が内部摩擦角曲線に及ぼす影響に就ては本実験の範圍に於ては豫断が出来ない。現地における砂粒は標準砂における如き稜角なく、又硝子球における如き丸味もなく、兩者の間にあるわけで、其の代表的なものは川砂である。本実験においては此の代表的形状を有する砂粒に就て検討したものであるから最も普遍性を有する筈である。川砂も産地により粒度及稜角性を異にし、海砂は川砂に比して特に細粒より成つてゐる違ひがある。従つて砂に於ける内部摩擦角曲線の特性を論ずる以上、砂粒形状の影響も理論的には意味あることと考へられるので之に就ては爾後の研究項目に加へ度いと思ふ。

3. 軽詰め濕潤砂の剪断試験は初め試料を軽詰めして、之に一旦軽少なる程度の荷重 Q をかけて圧縮し、一定組織となしてから Q を取卸し、 Q より更に小なる垂直圧力 N を以つて、 N の値を種々に變へつゝ剪断試験を行ふのである。初め圧縮荷重 Q を用ふる所以は剪断試験に於て垂直圧力 N を變へる毎に試料が其の組織を變へることを防ぐ爲で原文において叙述した所である。従つて剪断を行ふ際の試料は最初 Q によつて圧縮された當時の組織を有つた状態にあるのである。故に此の場合に得られる凝聚力 c 及内部摩擦角 θ の値は勿論試料に Q を加へた場合の値を表はすのである。此の Q は N の最大値より低小とならない範圍において或可く小さく、即ち $Q = N_{\max}$ に取るのである。

之に対して搦固めの場合は試料を軽詰めした後直ちに搦棒を以て所定の搦固め數丈強く搦固めつゝ裝備するもので軽詰試験の場合における如き荷重圧縮を別にしないのである。之は比較的軽小なる Q の圧縮效果に比して一般に搦固め効果が強大であつて、従つて垂直圧力 N によつて組織を亂されるが如き事がないからである。以上は濕潤砂の軽詰めの場合と搦固めの場合における剪断試験の要領である。

次に 602 頁に於ける搦固め效果の実験においても試料軽詰の後には別に荷重圧縮をなさず直ちに所定の回数 n 丈搦

固めを行つて、其の影響を測定したものである。従つて原文図-22 に示さる λ 値も搗固め効果に基く砂の凝集力 c 及内部摩擦角 θ を表はす譯である。

4. 搗固めしない状態の乾燥砂の空隙比は篩分け砂と夫等を配合した砂とでは大變に異つてゐる。配合砂も配合割合に依つて又空隙比に相當大なる差違がある。然し夫等の各試料が有する内部摩擦角の値は幾分の相違はあつても空隙比が相違する割合に比すれば極めて小さい。之は原文図-5 a, b, c を見ても明かである。然るに是等の試料を搗固操作によつて極く僅か空隙比を変へても内部摩擦角は著しい変化を受ける。

例へば原文図-5 b において試料 B6 と B9 とを比較するに、搗固めしない状態において

$$B6 \quad v_0 = 43.1\% \quad \theta_0 = 34.6^\circ$$

$$B9 \quad v_0 = 48.5\% \quad \theta_0 = 34.5^\circ$$

即ち B6 と B9 とは v_0 に就ては相當大なる相違があるのに對し θ_0 の相違は殆ど認められない程度である。然るに今 B9 を搗固めて漸次 v を小さくして B6 の搗固めしない場合と同一の空隙比にまでするときには内部摩擦角は實に 50° を超すことになる。即ち密度を 12.5% 増すことによつて θ は 46% を増してゐる。B6 と B9 の内部摩擦角の値は同一空隙比 43.1% において夫々 34.6° , 50.5° と云ふ大なる懸隔を生ずるのである。

故に結論 (1) の趣意は搗固めしない状態の乾燥砂は空隙比が比較的大なる相違を示す割合に内部摩擦角の値における相違は少ないと云ふのであつて、搗固めによつて空隙比を僅か変へても其の内部摩擦角の値は著しく変化せしめられることに對照した意味である。