

土の性質と乾燥密度—含水比及び強度—含水比との関係について

岐阜大学工学部

角 田 敏 雄

水 谷 重 喜

1. 要 旨

先づ土の性質としては粒度配合、塑性限界、液性限界の三つを採りJISA1210土の突固め試験の最大乾燥密度及び最適含水比が前三者の相違により、如何に変化をするかを調べると共に最大強度と含水比との関係も調べ、出来得れば逆にこれを利用して簡易的に盛土施工時における工事の合理化は出来ないものであろうか、と言う事を種つたものである。

2. 前 書

こゝで採りあげた最大乾燥密度、最適含水比及び最大強度と含水比について其の大意を説明すると

a. 最大乾燥密度、最適含水比

この両者はJISA1210土の突固め試験を行う事により同時に求められるものである。故に土の突固め試験を簡単に説明すると次の如である。

土を一定の容器に一定の方法で入れ、一定の方法で突固めるのであるがその時同一の土であつても含水比を変化させるとその固り方が変化するのである。具体的には1,000cc入りのモールドに試料を三層に分けて入れ重量2.5kgの金属製のランマーで30cmの高さの処から自由落下させ各層ごとに25回づつ突いて固めるのである。この作業を土の含水比を変えて数回繰り返すと土の容器へのつまり方が変化して来るのである。この突固めた土を乾燥させた時の密度が乾燥密度である。この乾燥密度とその時の含水比の変化の関係をグラフで表わすと図一の如くなり、そのグラフは山形となつて現れるその山形の頂点となる時の乾燥密度が最大乾燥密度であり、その時の含水比が最適含水比と呼ばれているのである。つまりこれ以外の含水比即ちこれより水が多くても、少くてもつまり方は悪くなるのである。尚この突固める方法を変えると最適含水比も変化するから特別の方法を採らずJISの規定に従うのがよい。

図 一

b. 最大強度と含水比

JISA1210土の突固め試験を終つた供試体の中からその都度破壊されない如くに一部分を切り出して一軸圧縮試験を行い求めた圧縮強度とその時の含

水比の関係をグラフに画くと図-2の様な山形の曲線を描き図-1のグラフと非常によく似た形となる。この山形の曲線の頂点になる時の圧縮強度が最大圧縮強度であり、この時の含水比が強度を最大にする率が出る含水比になる訳である。即ち換言すれば、これより含水比が多くなつても、少なくなつても強度は小さくなる時の含水比である。この最大圧縮強度及び其の時の含水比は前述の最大乾燥密度、最適含水比の場合と同様に突固めの方法を変化させればこれらも亦変化するものである。

図 — 2

3. 実 験

α. 試 料

試料は主に粘土質土を選び下記の各地から下記の箇数を採取し、何れも地表面下50cm又はそれ以上の深さの所から試料一箇につき約5kgづつ採取した。尚粘土質土を主として採取した理由は実験の都合上内部摩擦角が出来る程小さい土を要求したからである。

採 取 地 名	採取箇数	採 取 地 の 現 状
岐阜県土岐市	5	良質粘土は陶土に、以外は埋立用土に使用中
“ 壺井町	5	埋立用土に使用中
愛知県犬山市	5	特に使用してないが時に埋立用土に使用する
名古屋市東山	6	埋立用土として使用中
“ 八幸	7	“
三重県多度町	10	良質粘土は陶土に、以外は埋立用土に使用中

β. 実験の種類及び方法

実験は主としてJISに規定されている方法で行つたが只一つ一軸圧縮試験はJISに規定がないため独自の方法を用いた。実施した実験の種類は下記の通りである。

JIS A1205	土の液性限界試験	この二つの試験は個人差がしばしば現われるため全て同一人が行つた
“ 1206	土の塑性限界試験	
“ 1202	土の粒子の比重試験	
“ 1204	土の粒度試験	
“ 1210	土の突固め試験	
“ 1216(案)	土の一軸圧縮試験 (JISに従わなかつた)	

一軸圧縮試験は前述の如くJISの規格がない（昭和32年6月発行の土木工学雑誌「土と基礎」Vol.5, No.3, 通巻21号P.47, に「土の一軸圧縮試験方法JIS草案」なるものが土質試験法審議会から発表されている）ため独自の方法を用いた。その方法の概要を説明すると次の如くである。先ず突固め試験を終えた試料をモールド内から抜き取り、破壊しない様に注意しながらナイフで（35×35×70）mm³の立方体を縦方向に切り取り、これを長軸方向に一軸圧縮試験器にかけて一軸圧縮試験を行った。このさい幸いにも採取した後の試料が粘土系のものであつたため前述の如く内部摩擦角は極めて小さく当実験では近似的に零とみなして行った。又試料のやわらかい時は圧縮方向で25%変形した時の値をその破壊強度とし、かたい時は破壊強度メーターの降下する寸前の値を破壊強度とした。

C 結 果

粒度試験の結果を三角座標によつて分類すると次の如くであつた。一般に細粒

粘 土	21	分を多く含む粒度配合の良くない土では密
シルト質粘土ローム	4	度及び強度が低いとされている故各試料の
粘土ローム	2	粒度分析の結果得られた粘土含有率をそれ
砂質粘土ローム	1	ぞれの最大乾燥密度及び最大強度とどんな
ローム	5	関係にあるかをグラフに表したものが図-
砂質ローム	5	3, 図-4である。

図-3

図-4

これによれば図-3はバラツキは大きいが大體直線とみなすことが出来る。図-4は全く散在し関係付けることは困難である。塑性限界及び液性限界と最適含水比との関係をグラフに表して見ると図-5及び図-6の如くなる。

図-5

図-6

これを見ると両者共に直線とみなし得るが勾配に多少の差化があり液性限界との関係の方が、ややゆるやかである。塑性限界及び液性限界と最大強度における含水比との関係は図-7, 図-8の如くなる。

図-7

図-8

これによれば両者共に大體直線とみなし得る。勾配もよく似ているが塑性限界との関係の方がややゆるやかである。最適含水比と最大強度における含水比との関係は図-9の如くになりこれによれば両者は直線的関係にあると言える。

図-9

4. 結 語

一般に盛土する場合に土を締固めるにはその締固め方法に適した最適含水比の時に行えば最大の密度のものが得られるが、これが必ずしも最大の強度を発揮するとは限らない。そしてこれらの値は土質によつて著しく異つてゐる故に盛土材料の変化に応じてその材料の強度を知るために必要な試験を行はなくてはならない。そこで図-3から土の一般的性質を知る事により、土の固り方やその時の強度等を間接的に知り得ないかを、試験結果から検討して見ると

1. 図-5、図-6によれば、多少のバラツキはあるが液性限界及び塑性限界が増せば最適含水比も増加する。その状態は大体直線的であると言ひ得る。換言すればアッターベルク限界の小さいものは最適含水比も小さく、又アッターベルク限界が大きいものは最適含水比も大きくなると言える。
2. 図-7、図-8によれば4. 1と全く同じ事が言える。即ちアッターベルク限界が増加すれば最大強度における含水比も直線的に増加すると言える。換言すれば、その土の最大強度を出さしめる様な含水比はアッターベルク限界によつて支配されるという事が出来る。
3. 図-9によれば最大強度を示す時の含水比は、最適含水比より幾分か低い含水比（平均して4%位低い）の時であることがわかる。
4. 図-10によれば粘土含有量が増加するに従いわずかずつであるが最大乾燥密度はほぼ直線的に減少していると言える。換言すれば空隙が多くなることを表している。（これは粘土が極く小さい空隙を非常に多くもつてゐるため、大中小の土粒子が良好に混合しているものより空隙が多くなるものと思われる。）
5. 図-4によれば粘土含有量と最大強度とを関係づけねとする事は困難である。

以上のような結果であるがこれではまだ所期の目的は達成していないが一応私達は現在進行中の調査の中間報告として発表する次第である。これについては今後の調査により満足されるような結果を得る程努力し臨時改めて行きたいと考えているが、諸兄の御助言も頂ければ幸と存する次第である。