

中央大学理工学部 正員 久野 悟郎

○ 同上 大学院 学生員 阿部 博

1. まえがき

自然状態の関東ロームは、こね返し作用と受けると軟弱化することは衆知のとおりであるが、このような状態はランマで突固めたり、ニーダを使用してこね返すことにより実験室内である程度再現することができ、軟弱化現象のメカニズムが明らかにされつつある現状である。この現象を考慮に入れ過剰なこね返しを加えな¹締固め(静的締固め)に注目し、それによって成形した土の性質、ならびに締固めのメカニズムの解明についての実験を続けている。今回は特に圧縮速度と前報の場合よりおそくとも、遠心分離器を使用して含有水分の状態を考察した結果を報告したい。今回もランマによる動的突固めによる場合との対比も行なっている。

2. 試験方法

2.1 試料

東京都町田市で自然含水比 120%前後、土粒子比重 G_s 2.887 の関東ロームを採取し、自然含水状態で 4760μ フリーを通過させたものである(これは前報とほぼ同じもの)。

2.2 供試体の成形

表-1 試験の条件

	初期試料重量 (g)	圧縮速度 (mm/min)	最終荷重 (最終全応力) (kg/cm ²)	全応力図— 開分圧図—
A-1	525	5.25/1	2.05 (40)	
A-2	150	5.25/1	2.05 (40), 1.75 (34.1), 1.50 (29.3), 1.25 (24.4), 1.00 (19.5), 0.50 (9.8), 0.25 (4.9)	
B	150	5.25/1	2.05 (40), 1.50 (29.3), 1.00 (19.5)	

(1) 圧縮による供試体の成形; 既報⁽¹⁾の静的圧縮装置を使用し、試料を表-1 に示す要領で圧縮成形した。圧縮条件 A-1, A-2 においては圧縮荷重を所定の最終荷重に達させると後、直ちにゼロに戻した。圧縮条件 B においては各最終値に達した後、上昇した開分圧が十分に低下するまで(今回の実験では 3 kg/cm^2 程度に下がるまで)荷重をそのまゝに維持した。

(2) 突固めによる供試体の成形; 小型突固め装置を用い、モールト(供試体寸法、径 5 cm, 高さ 12.5 cm) に 1.4 kg のランマを用いて 1 層ずつ 5, 10, 20, 40, 60, 80 および 100 回、5 層に突固めた。この成形条件を C と称するものとした。

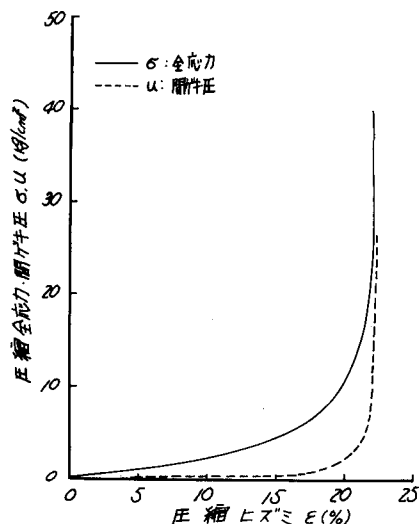


図-1 圧縮過程における圧縮応力、開分圧と比圧 E の関係の例

表-2 試験内容

	試験項目	供試体寸法
A-1	一軸圧縮試験 遠心分離試験	直径 3.5 cm 高さ 7 cm 1.0 cm × 0.5 cm
A-2	遠心分離試験	1.0 × 0.5
B	遠心分離試験	1.0 × 0.5
C	一軸圧縮試験 遠心分離試験	5.0 × 12.5 1.0 × 0.5

2.3 試験内容

2.2 によって成形した試料から、表-2 に示す寸法の供試体を作成し、それぞれ表-2 にあげた各試験に供した。

(1) 一軸圧縮試験； JIS A 1216 の試験法に準拠して試験し、一軸圧縮強さ q_u を求めた。

(2) 遠心分離試験； 使用した遠心分離機はマルサン 55-1 型（水冷式）で、回転数 14,000 rpm (13,600 g)、分離時間は 60 分とした。

この間に遠心力によって分離された水分を自由水分、分離されずに残留した水分を非自由水分と示すこととし、それ

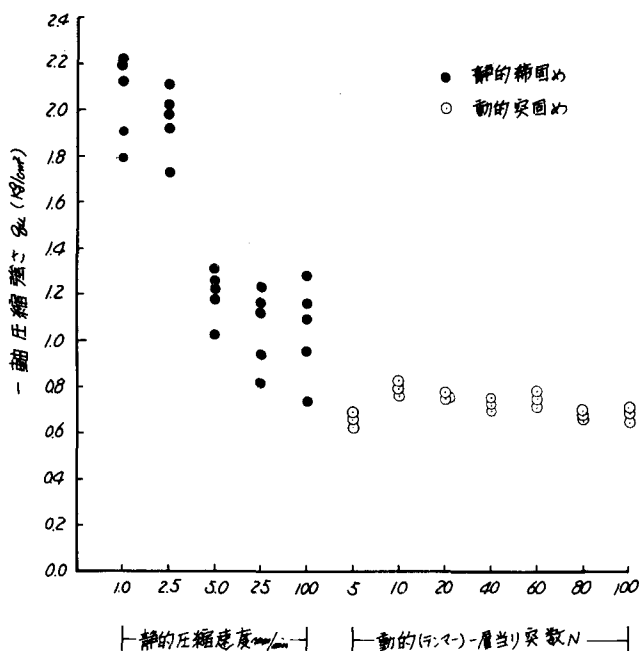
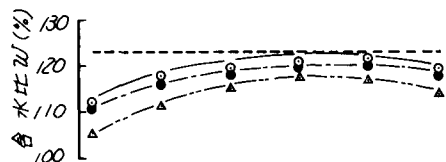


図-2 成形された土の一軸圧縮強さ。
それを含水比であらわし W_f および W_c とした。

3 圧縮過程における土の挙動

静的圧縮装置によって、前述の各圧縮速度で締固めると圧縮応力 σ および土中の間隙圧 u と圧縮ヒズミ ϵ の関係は、図-1 に例示したような傾向を示す。圧縮応力（全応力表示）はすべて圧縮初期に緩こう配の部分を持ち、ヒズミ 16~18%（圧縮量が約 20 mm）に至って急にこう配を増して最終値に達している。圧縮初期の緩こう配部分は単位ヒズミ当り約 20 kg/cm^2 のほぼ一定の直線こう配を示しており、その区間において間隙圧の増加がほとんど認められていない。

間隙圧の増加は、圧縮ヒズミが 20% をこえたあたりから、急激に上昇するものが特色である。

なお、これらの圧力とヒズミの関係には、圧縮速度の差による相違がほとんど認められていない。

圧縮過程における脱気量、脱水量が測定されているが、脱気量は圧縮速度がそれぞれ大きく異なり、脱水量はほぼ同じで、明確な傾向をつかみにくかった。

脱水量、脱気量と間隙圧の関係については、相互に説明つきあうものもあり、今後検討を続けるつもりである。

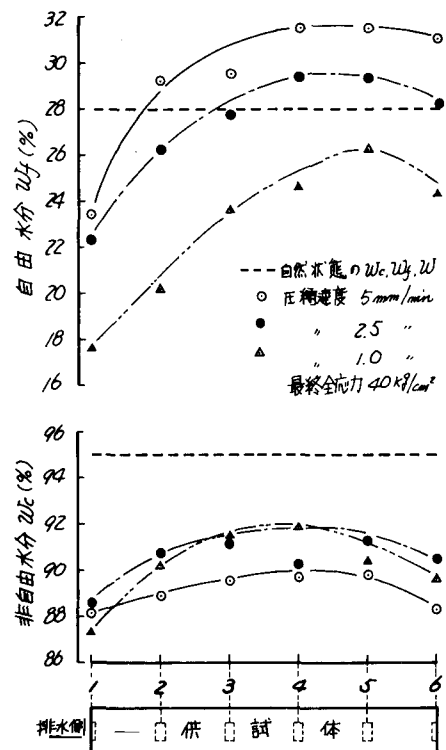


図-3 圧縮条件 A-1 による結果

4. 試験結果

4-1 締固め後の土の密度、含水比

静的締固め後の含水比は図-3、図-5にみられるように、圧縮速度が早いほど、また最終圧縮荷重が大きければ、やや低下しており、乾燥密度もやや高くなっている。これは圧縮にともなう脱水によるものと判断される。

4-2 一軸圧縮試験結果

成形の方法の違いによる一軸圧縮強度 q_u の変化は図-2に示すような傾向になり、表-3に明らかなように静的締固めと動的締固めの q_u の間には明確な差が認められ、静的締固め相互については、圧縮速度 1.0, 2.5 mm/sec と、それ以上のものとの間に有意の差があることがわかった。

4-3 遠心分離試験結果

圧縮条件 A-1 による試験結果を図-3に示した。この結果から、非自由水分は静的圧縮においても自然状態からやや低下（減少）していること、そしてその

表-3 q_u の測定値間の関係

中でも圧縮速度が早いほど、その低下分が大きいことがわかり、一方、自由水分は、圧縮速度が早いと、自然状態のそれよりも多くなりうることで、また圧縮速度が小さいとむしろむしろ低下する傾向のあることが確認された。

	10	2.5	50	25	100	5	10	20	40	60	80	100
100	●	●	●	●	●	×	×	×	×	×	×	×
80	●	●	●	●	●	×	×	×	×	×	×	×
60	●	●	●	●	●	×	×	×	×	×	×	×
40	●	●	●	●	●	×	×	×	×	×	×	×
20	●	●	●	●	●	×	×	×	×	×	×	×
10	●	●	●	●	●	×	×	×	×	×	×	×
5	●	●	●	●	●	×	×	×	×	×	×	×
100	●	●	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
25	●	●	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
50	●	●	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
25	●	●	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
10	●	●	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×

● 差アリ

× 差ナシ

表-4 条件 C

要 因	有 意 性	
	非自由水分	自由水分
突 き 数	×	×
供 試 体 位置	×	×

○:有意
×:ナシ

表-5 条件 A-1

要 因	有 意 性	
	非自由水分	自由水分
圧 縮 速 度	○	○
供 試 体 採取位置	○	○

表-6 条件 A-2

要 因	有 意 性	
	非自由水分	自由水分
圧 縮 速 度	×	○
供 試 体 上下	×	○
最 終 荷 重 (力)	○	○
交 互 作 用	×	×

○:有意
×:ナシ

表-7 条件 B

要 因	有 意 性	
	非自由水分	自由水分
圧 縮 速 度	×	×
供 試 体 上下	×	×
最 終 荷 重	○	○
交 互 作 用	×	×

自由水分が多くなると、土の密度は低下するから（図-4参照、後述）、これらの結果は4.2の結果と対比して首肯しうる。また、供試体内の位置による水分の状況の差異は図-3 および表-5に明らかなように、排水可能な端面に近ければ低くなっている傾向がある。

動的締固めによる供試体についても、供試体内の位置による差異を調べたが、表-4に示すように有意の差は認められな

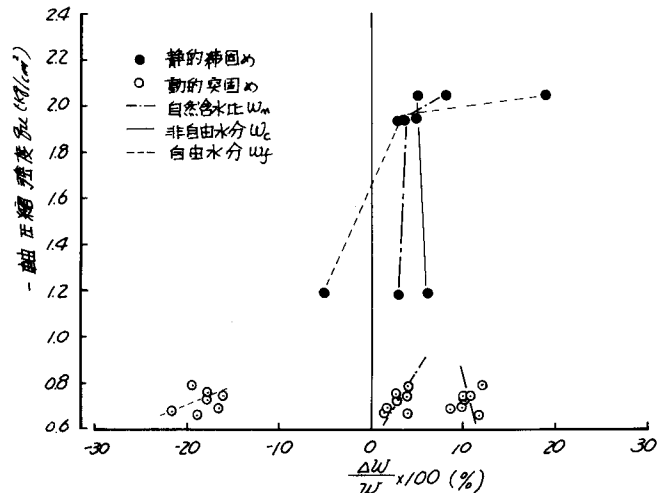


図-4 含有水分の変動と q_u の関係

かった。

圧縮条件 A-2 と B の結果を 図-5 に示した。表-6、表-7 に検討したように、A-2 条件の場合には、自由水分は圧縮速度、および最終荷重について明瞭に差が認められるが、非自由水分については最終荷重の影響のみが有意の差を示している。B 条件においては、圧縮速度の影響がみられなくなっている。これは最終荷重を一定に保った間の圧密効果のあらわれであると考え判断される。

なお、それぞれの含有水分の自然状態における値からの変動の割合を A-1 および C 条件のデータについて図示すると 図-4 のとおりである。

含水比で表現した変動は、動的、静的にわたってほぼ大きなものではなから、 w_p の変動が特に大きく、それにともなって g_u が変化している様相相づかいがえら。

5. まとめ

自然含水状態の関東ロームについて得られた成果を要約すると次のとおりである。

(1) 静的締固めによって得られた土の一軸圧縮強度は、ランズによる動的実固め得られた土のそれより明らかに大きい。

(2) 圧縮速度が低くなるほど傾向的には得られた土の一軸圧縮強度は大きくなる。

(3) 静的締固めにより含水比はやや低下し、乾燥密度もわずかに上昇する。しかしこの間において自由水分の変動は顕著であり、圧縮速度が早いほど、自然状態におけるよりも増してあり（その増加は動的実固めの方が更に大きい）、それが g_u の高低と有意の関連をもっていることが明らかになった。

(4) 静的圧縮において圧縮荷重と最終値に固定すると、荷重増加にともなう増加した過剰間隙水圧が徐々に消散して圧密に似た現象を生じ、自由水分が圧縮速度の差によって生じていた差を減ずる方向に向うことが認められた。これは工法として静的締固めを考えた場合、圧縮速度を早くしても、最終荷重を固定する時間と長くした方が有利であるということを示唆したものとえらう。

おわりに、この研究の遂行にあたり、装置の製作、測定計器の利用について多大の便宜をばめられた、フジタ工業技術研究所の関係各位の好意に深謝した。

(参考文献) (1) 久野・加藤 “関東ロームの締固めのメカニズムについて” 第6回土質工学研究発表会 (1971年)

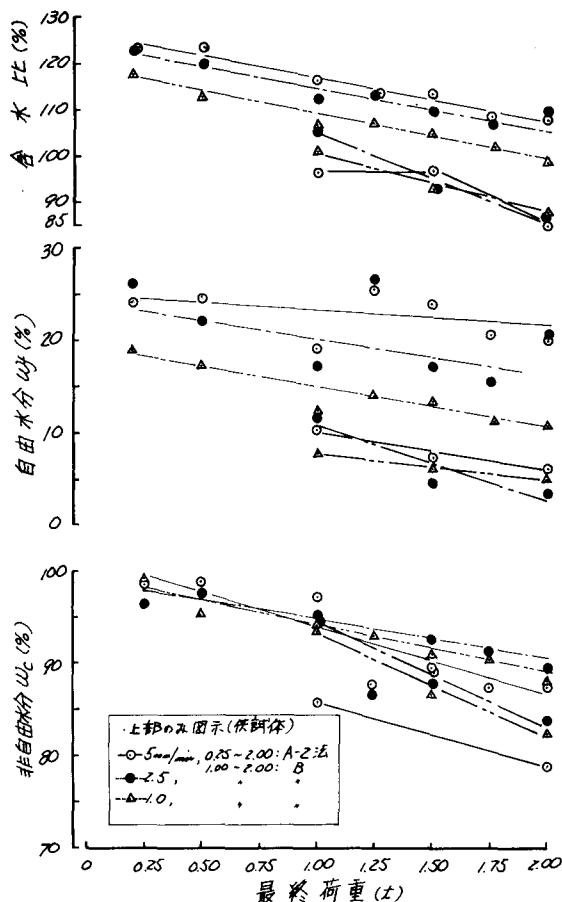


図-5 圧縮条件 A-2, B における最終荷重と含有水分との関係