

高含水比粘性土の振動による締固め特性

慶徳大学 工学部 正会員 横田 公忠
 慶徳大学 大学院 学生員 O高市 一馬
 佐伯建設工業(株) 新野 頼正

1. まえがき

現在、軟弱地盤の改良には、サンドドレーン工法、サンドコンパクション工法など、締固め効果を上げようとする工法があるが、これらの工法の対象となる土は、液性限界近傍の含水比の土までで、埋め立て地の初期段階にある高含水比粘性土では、圧密期間短縮の方法が確立されてなく、圧密に長期間を要する。また、置換工法、シート工法などの一次処理にも多くの問題点があり施工が容易でない。一般に、粘性土は砂質土に比べ、振動による締固めの効果は少いと言われているが、液性限界より高い含水比の粘性土のシキソトロピー現象を利用して、周期的に振動を加えたり、止めたりすれば、早く間隙水を脱水することが可能であると考えられる。そこで、本研究では、加振した場合と加振しない場合の、圧密・沈下測定を行い、それぞれの特性を調べ比較検討し、振動による沈下、締固め効果を調べた。

2. 試料および実験方法

試料は、慶徳県川内町より採取した和泉砂岩の風化した粘土を自然乾燥させ、所定の含水比で練り返したものを使用した。試料の工学的性質については、表-1および図-1に示す。

自重による沈下特性を調べるため、上記の試料を液性限界以上の高含水比にして沈下の様子を観測した。次に、加振動による場合の沈下特性を調べるため、同試料を縦110^{mm}、横160^{mm}、深さ60^{mm}の水槽に入れ、粘性土表面に振動を加える方法と、粘性土内部に振動を加える方法の2通りで実験を行った。また本研究では、初期含水比、静置周期、振幅等の条件を一定とし、振動数の変化に伴う沈下の様子を調べた。

表1. 試料の工学的性質

		試 料
粒 度	比 重	2.6038
	砂 分	11.70 %
	シルト分	72.80 %
液 性 界 限	粘土分	15.50 %
	液性限界	32.14 %
塑性指数	塑性限界	18.70 %
	塑性指数	13.44
流 性 度		3.58

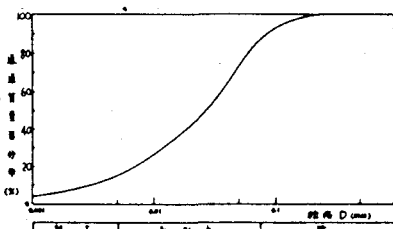


図1. 液性指標曲線

3. 結果と考察

図-2より、初期含水比が低い試料では、圧密沈下に似た曲線を描き、初期含水比が高い試料では、初期の沈下が急激である。この原因としては、自重圧密初期において、土粒子に極めて接近した水は、土粒子と強い結合をしているが、少し離れた部分の水はあまり強く結合していないので、試料の自重により間隙水が自由水化し易く、またこれは、含水比が高いもの程大きく表れるためであると考えられる。また、自重圧密による沈下は、約100時間で大抵落ち着いている。

次に、上端振動試験において、加振した場合と自重による場合の単位時間当りの沈下割合は、図-3より、加振した場合の方が大きな値を示している。また、実験時間を便宜上、初期(0~10^{hr})、中期(~50^{hr})、後期(50^{hr}~)に分けると、沈下割合は、実験中期に最大となり、後期には自重による場合の沈下割合と大差がないことから、長期間の加振動は効果的でないと推測される。また、沈下割合を振動数別に見ると、図-4より、振動数4Hzの場合の沈下割合が最大になっている。実験開始後10時間までは、全て同様の沈下をしているが以後は、4Hzの場合の沈下割合が著しく増加している。次に含水比の減少割合、即ち 締固まりの度合いに着目す

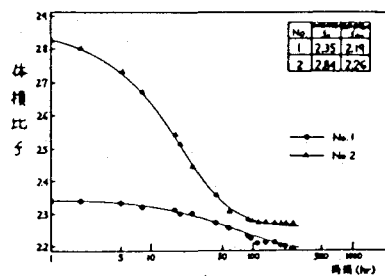


図2. 試料の自重圧密(時間-体積比)

ると、加圧板の下で含水比減少割合が最大となり、下層程大きくなっている。また、振動数別では、4 Hzの場合が最も効果が現れている。

中間層振動試験の場合も図-5より、自重の場合に比べ、加振した場合が単位時間当りの沈下割合が大きな値を示し、しかもこれは、実験初期に最大と

なり、後期には自重の場合とほぼ等しくなっている。また、沈下割合を振動数別に見ると、図-6より、4 Hzから6 Hzの間で大きな値を示している。次に、含水比の減少割合は、加振動部に近く、しかも下層程大きな値を示し、さらに、振動面に垂直な方向では効果は小さくなっている。

上端振動と中間層振動を沈下割合に関して比較すると、全ての振動数の場合で、初期には中間層振動の場合の沈下割合が大きく、中期には逆に上端振動の場合の沈下割合が大きくなり、後期には両者とも自重の場合とほぼ等しい値になっている。また、上端振動の場合も中間層振動の場合も実験初期には自重による場合の沈下と大差がない。これは、粘土粒子の接触部分の相対的移動に際して、粘土粒子表面の吸着水層の粘性抵抗が作用しているため、すぐには振動による効果が現れず、時間的遅れを伴って効果が現れるからと推測される。含水比の減少割合に関して両者を比較すると、全ての振動数の場合で、加振動部では、中間層振動の場合の含水比減少割合が大きく、加振動部からの水平距離が長くなると、含水比減少割合の差は小さくなっている。また、中間層振動の場合、水平距離が長くなるに伴い急激に効果が小さくなり、上端振動の場合、一様に緩やかに効果が小さくなっている。従って、このことから、上端振動は効果はやや小さいが、広範囲に影響を及ぼし、中間層振動は効果は割と大きいが、影響範囲がやや狭いという特性を得ることが出来る。

4. まとめ

以上の結果より、埋め立て初期段階にある高含水比粘性土（軟弱地盤）に対して、加振動による沈下、締め固め促進の効果はかたなり期待できると考えられ、また、初期には中間層振動、中期には上端振動が効果的であり、しかも、長期間での効果はあまり大きくないと考えられる。

さらに今後、沈下および締め固め促進のために、より効果的な加振動方法を求めるため、振幅、静動周期などの条件について、数多くのデータを集め検討していく必要がある。

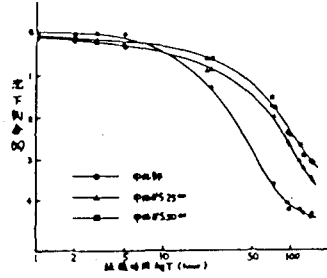


図3. 沈下割合の時間的変化(上端振動)

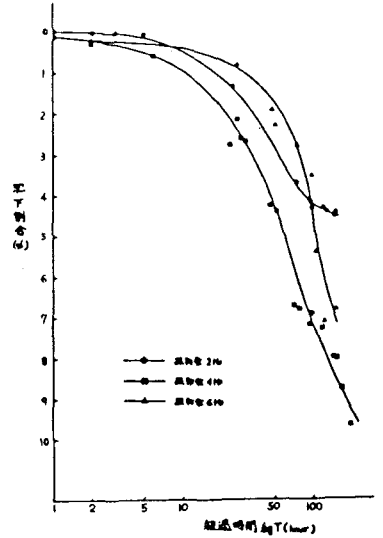


図4. 沈下割合の時間的変化(上端振動)

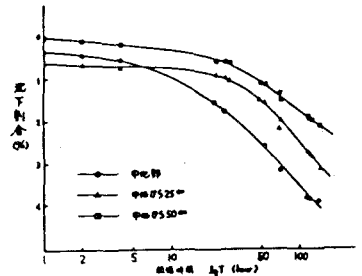


図5. 沈下割合の時間的変化(中間層振動)

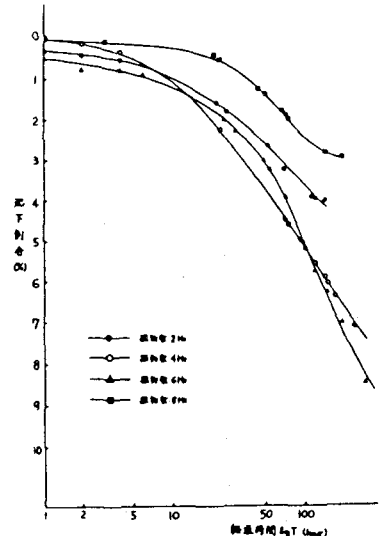


図6. 沈下割合の時間的変化(中間層振動)