

III-140 ボーリングの相異による地盤改良土の乱れについて ～セメント系スラリー工法の場合～

石炭鉦害事業団九州支部 山下久雄
石炭鉦害事業団九州支部 正員 青山忠治
福岡大学 正員 吉田信夫

1. まえがき

最近、軟弱地盤改良工法としてセメント系スラリーによる混合処理工法が各地で採用されるようになってきた。改良工法の判定のためのサンプリングは、普通、深層混合処理工法の場合には改良強度が $\rho_u > 10^4 \text{ kg/cm}^2$ になるので、ダブルコアチューブが用いられ、浅層混合処理工法の場合には、 $\rho_u < 5 \text{ kg/cm}^2$ のために改良強度に応じて、デニソン型サンプラー、固定ピストン式シンウォールサンプラーが用いられている。ところで、改良土はセメント系スラリーが軟弱土と均一に混合されていれば硬質粘土、固結粘土として均一とみなしてよい。しかし、時には均一に混合されていないこともあり、この場合には改良土のなかに部分的に未改良土が挟在し、改良強度はこの未改良土の強度に支配される。一方、均一に混合されていても、硬質粘土、固結粘土に相当する改良土のサンプリングは、改良強度の入りこすのために大きな力をかけて改良土を乱しながらサンプリングせざるを得ない。その反面、サンプリング試料そのものは乱さないようにサンプリングしなければならぬ。このためサンプリングの際に微小な目に見えないクラックが生じて、外観上は強度があるようでも ρ_u 強度がでないことがある。現場での品質管理試験において改良強度がでない場合、混合の不均一性によるものか、サンプリング技術のまずさによるものか、その原因の所在についてトラブルのもとになっている。設計上では、改良土の変形係数が地盤係数法、FEMの設計定数として必要であり、変形係数の変化は、設計へのフィードバックになり、断面を再検討せざるを得ない。これら当面の課題を解決するために、セメント系スラリーによる浅層混合処理の施工直後に、所定の深さから改良土スラリーを採取する採土器を試作し、この試料とボーリング（固定ピストン式シンウォールサンプラー）による試料とについて改良土の特性と比較検討した。

2. 地盤改良の概要

地盤改良の施工場所は佐賀県杵島郡江北町の鉦害復旧工事である。セメント系スラリー工法で水路、家屋基礎、道路の路体部の地盤改良と施工している。軟弱地盤は佐賀平野に堆積している軟弱な有明粘土であり、その土質特性は $G_s = 2.54 \sim 2.63$, $\gamma_c = 1.30 \sim 1.42 \text{ t/m}^3$, $W_n = 93 \sim 160\%$, $e = 2.94 \sim 4.12$, $LL = 85 \sim 100\%$, $PL = 37 \sim 43\%$, $C = 0.75 \text{ t/m}^2$, $E_{50} = 5 \sim 10 \text{ kg/cm}^2$ である。地盤改良後の水路の掘削状況を写真-1に示す。

3. 改良土の試料

ボーリングによるサンプリング試料の強度低下の程度を判定するため、(1)ボーリング試料：固定ピストン式シンウォールサンプラーによる採取、(2)採土器試

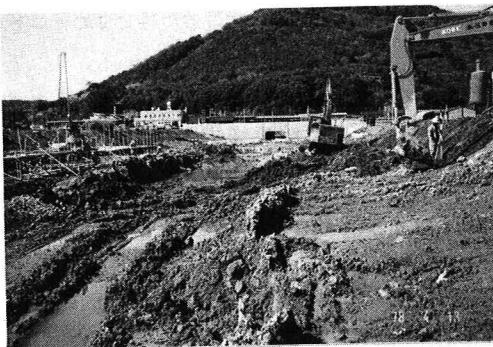


写真-1 地盤改良後の水路の掘削状況

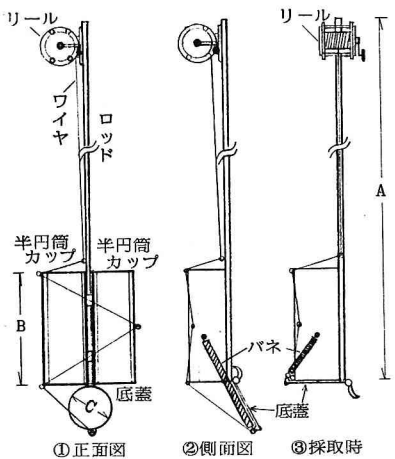


図-1 採土器の諸元

料：試作した採土器による採取、の兩者についてその強度特性と比較することと目的とした。

4. 採土器

試作した採土器を図-1に示す。採土器の全長Aは5.0mで、その先端に採取部をもつ。この採取部の高さBは50cm、採取部の直径Cは6.5cmで容量1660cm³である。採土手順は①正面図、②側面図の2つ割り半円筒カップと底蓋とが開いた状態で改良土スラリーのなかに挿入しロッド上端のリールを巻くと、ワイヤーがひかれ、③採取時の状態で半円筒カップと底蓋が閉じる。このまま地上に引きあげると所定の深度の改良土スラリーを採取できる。従重量は約10kgで2人で簡単に操作できる。

5. 改良土の特性

両試料の強度特性として図-2に $q_u \sim E_{50}$ 、図-3に $q_u \sim \alpha = 2E_{50}/q_u = 1/\epsilon_{50}$ と示す。図-2で、 q_u と E_{50} は比例するべきであるがかなりばらついている。ボーリング試料については q_u の増加が認められない $q_u = 0.2 \text{ kg/cm}^2$ のグループと $q_u > 1.0 \text{ kg/cm}^2$ のグループに入別できる。一方、採土器試料は $q_u = 0.7 \sim 1.8 \text{ kg/cm}^2$ にある。図-2からは q_u と E_{50} が比例することが認められるだけで、両者のサンプリングの相異による影響と抽出できない。図-3には、 q_u と $\alpha = 1/\epsilon_{50}$ をプロットした。 α は Skempton がロンドン粘土の乱れのない試料について調査して以来、わが国でも宮原、竹中の報告がみられる。 α は破壊ヒズミと同じように試料の乱れの視略の目安になる。ボーリング試料の場合には図-2と同じように $q_u = 0.2 \text{ kg/cm}^2$ で $\alpha = 20 \sim 100$ のグループと $q_u > 2.0 \text{ kg/cm}^2$ で $\alpha > 100$ のグループの2つに分けることができる。一方、採土器の試料は q_u の強度がボーリング試料の $q_u > 2.0 \text{ kg/cm}^2$ よりも小さい $q_u = 0.7 \sim 1.8 \text{ kg/cm}^2$ にもかかわらず $\alpha = 120 \sim 170$ の範囲にある。ところで改良強度が増加すれば α も増加するのでボーリング試料の $\alpha > 100$ のグループの α は採土器試料の α に比較して低いようである。両試料の α の比較から、ボーリング試料の $\alpha = 20 \sim 100$ の試料はサンプリングの際の乱れによる強度低下があり、 $\alpha > 100$ のグループもサンプリングの影響をうけている。これは浅層混合処理ではセメント系スラリーの添加率は10%前後であり、高含水比のため養生28日でもかなりの含水ゲルを含んでいる。サンプリング時にチューブの変形、チューブからの切出時の影響でこの含水ゲルが流動化し、 α が低くなったと考えられる。なお比較のために、有明粘土²⁾、圧密改良された広島臨海部の硬質粘土³⁾の $q_u \sim \alpha$ の関係を図-3に示した。

6. あとがき セメント系スラリー工法による地盤改良工の乱れの判定の基準として $\alpha = 120 \sim 170$ を提案できる。セメント系スラリー工法による改良強度は硬質粘土、固結粘土の強度に相当しサンプリングによる強度低下があり、施工上トラブルと生じやすい。このため安価で簡単な採土器が望ましいが、人力では採取深度に限界がある。このため、より信頼性のあるサンプリングの開発が望まれる。

参考文献 1) 松本一明：海底土のサンプリングの現状，S53.サンプリングシンポジウム集，2) 宮原吉秋：干拓堤防，施工技術 Vol.3, No.2 1970
3) 長原昌弘：地盤改良された硬い沖積土のサンプリング，土と基礎 Vol.127, No.5 1979

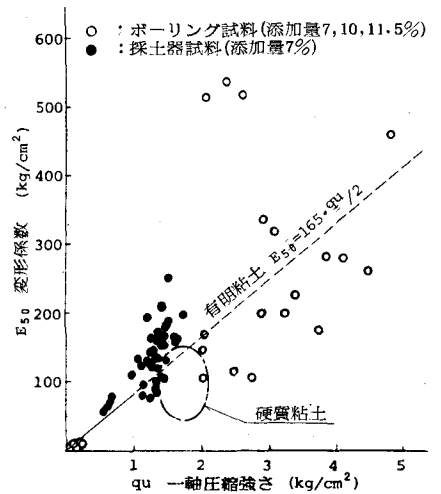


図-2 $q_u \sim E_{50}$ の関係

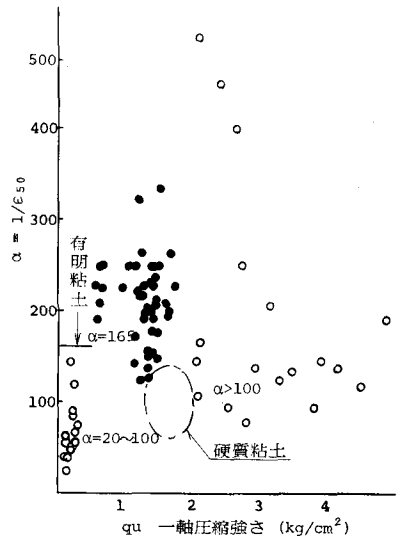


図-3 q_u と $\alpha = 1/\epsilon_{50}$ の関係