

## PSIII-11

## 乱さないまき土のサンプリングについて

関西大学工学部

正員 西田一彦

関西大学工学部

正員 青山千彰

基礎地盤コンサルタンツ

正員 西垣好彦

## 1. はじめに

乱さないまき土の研究が他の土に比べ非常に遅れた原因は、乱さない状態での試料の採取技術開発の遅れによるものと言える。そのため、研究は採取、成形法の開発と共に発展してきた経緯をもっている。採取法成形法の研究は、1960年代より始まったが、本格的な研究成果が発表され出したのは1980年以降と考えられ、まだ新しい研究分野となっている。本報告は、乱さないまき土の採取について現状を把握し、それらの適用性について検討したものである。

## 2. 採取法の現状法

乱さないまき土の採取法を分類整理すると表-1に示すように地表面あるいはテストビットで採取するものと、ボーリングを用いて採取するものに二分される。

地表面でのサンプリング法は各種方法が研究された結果、採取精度に優れ、さまざまな形状、大きさの試料を同一条件下で、採取することができる利点を兼ね備えている。反面、試料採取地点は地表より掘削可能な範囲に限定され、深度方向に採取できない。また、地表部ではゆるみの影響を受けているなどの問題点を抱えている。地表面での主な採取法について述べる。ブロックサンプリング法は地表面あるいはビット内で立方体または円柱型に試料を削り出し、木箱、塩化ビニール管内に納め、容器との隙間は石膏やパラフィン等で満たし、試料を拘束する方法である。管内押し込み法は現場で、塩化ビニール管、CBRモールド等に刃先を付け、刃先の周囲を削りながら少しずつ容器内に試料を挿入する方法であり、試料の上下面をパラフィン等でシールする方法である。釘打ち込み法は釘の僅かな拘束圧を利用して採取する方法で簡便であり、採取精度が高い。いずれの方法も硬岩になると採取不能となる。

次に、ボーリングによるサンプリング法は試料のかたさに関係なく深度方向に試料採取ができる反面、地表面における採取法ほどにはサンプリング精度が得られず、経費がかかる。以下、各種ボーリング法について述べる。シンウォールサンプラーは風化度が非常に大きく柔らかいときには粘土と同様に採取できるが、一般的には困難な場合が多い。デニソンサンプラー、トリプルチューブサンプラーは砂質土または硬い粘性土に一般的に用いられ、まき土のような砂質系風化残積土にも適用されている。なお、最近では掘削時に泥水の代わりに発泡剤と空気を混ぜたエアフォームサンプラーが開発され、採取率を向上させている。

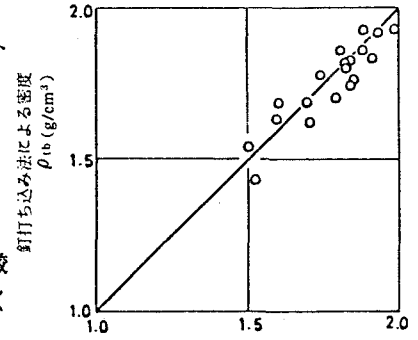
表-1 乱さないまき土の採取法

|               | 採取法               | 氏名                                      |
|---------------|-------------------|-----------------------------------------|
| 地表面           | 釘打ち               | 西田、青山(1980)                             |
|               |                   | 村田、安福、浦口(1984)                          |
|               |                   | 松井、阿部、八朝(1985)                          |
|               |                   | 嘉門、大矢、壺内(1985)                          |
|               |                   | 柴田、清水、都司(1982)                          |
|               | ブロック              | David, Y. F. Ho, Del. G. Fredlund(1982) |
|               |                   | 八木、矢田部、加藤(1983)                         |
|               |                   | 工藤、西、杉山(1987)                           |
|               | ハンドトリミング          | 庄野、佐々木、藤原(1975)                         |
|               |                   | 吉中、小野寺、横山(1976)                         |
| 深部<br>(ボーリング) | 管内押し込み            | 網干、中田(1977)                             |
|               |                   | 鬼塚、南里(1982)                             |
|               |                   | 松井、小副川(1984)                            |
|               | 不攪乱まき土採取機         | 谷本、田中、岡村(1985)                          |
|               |                   | 吉田、山田、一瀬(1984)                          |
|               | デニソンサンプラー         | 復建調査設計(1971)                            |
|               | Air form sampler  | H. B. Phillipson, P. N. Chipp(1982)     |
|               | トリプルチューブ          | H. B. Phillipson, P. N. Chipp(1982)     |
|               |                   | David, Y. F. Ho, Del. G. Fredlund(1982) |
|               | オープンドライブ<br>サンプラー | D. J. Sweeney, P. K. Robertson(1982)    |

### 3. 採取法の精度

乱さないまき土の採取法は表-1に示す方法が提案されているが、採取の精度について論じたものはほとんどない。そこで、地表面での採取法の精度を釘打ち込み法について検討した。ただし、採取に伴う乱れの程度を正確に表すことは難しが、ここでは乱れを表すインデックスとして最も精度が高いと考えられる密度を用いた。

図-1は均質なまき土地盤を選定し、RIを用いて測定した湿潤密度 $\rho_{tri}$ と釘打ち込み法により採取した試料の湿潤密度 $\rho_{tb}$ とを比較したものである。図より明かなように、 $\rho_{tri}$ と $\rho_{tb}$ は非常によく一致しており、この手法が採取時の乱れの影響もなく正確に地盤の密度を与えるものと考えられる。



RI法による密度  $\rho_{tri}$  (g/cm³)  
図-1 釘打ち込み法の検定

表-2 ボーリング試料の採取結果 (サンプリング数)

| 項目      | 掘進法 | 孔径    | N ≤ 5   | 5 < N ≤ 20 | 20 < N ≤ 50 | 50 < N    |
|---------|-----|-------|---------|------------|-------------|-----------|
| 採取率 (%) | 泥   | 1 8 6 | 7 0 (1) | 1 9 0 (3)  | 1 0 0 (2)   | 1 0 0 (2) |
|         |     | 1 1 6 | 7 0 (1) | 1 0 0 (2)  | 1 0 0 (1)   | 1 0 0 (2) |
|         | 水   | 平均    | 3 5 (2) | 9 5 (5)    | 1 0 0 (3)   | 1 0 0 (2) |
|         |     | 気     | 1 8 6   | 9 9 (3)    | 9 1 (18)    | 9 5 (3)   |
|         | 泡   | 1 1 6 | 9 1 (1) | 9 3 (1)    | 9 5 (3)     | 1 0 0 (1) |
|         |     | 平均    | 9 6 (4) | 9 1 (19)   | 9 5 (3)     | 1 0 0 (1) |

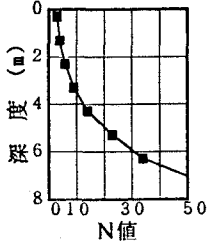


図-2 N値の深度分布

次に、ボーリングによる採取精度については、トリプルチューブサンプラーによる採取と、フォームサンプリングのコア採取率がPhillipsonらによって報告されている。しかし、対象としたまき土の物性等の詳細が明らかでないため、均質、一様に風化した切土斜面を選定し、コアバックサンプラーとトリプルチューブサンプラーによる気泡掘り、泥水掘りを実施した。ボーリング本数は11本、比較のため露頭面から掘削し、釘打ち込み法による密度測定を実施した。表-2は各風化段階（ここではN値で分帯）での採取率を示したものである。掘進法、サンプラーに関係なく、ほぼ90%以上の採取率でまき土が採取できる結果が得られている。この結果は、Phillipsonらの測定結果より高精度の採取率と言えるが、物性値が不明のため比較できない。さらにボーリング実施断面沿いに採取率を詳細に検討すると、採取率が88%となり、かなり悪い部分がある。これは、図-3の深度-間隙比から釘打ち込み法での間隙比が1.0付近のルーズな密度領域である。間隙比1.0の試料を強度・変形試験を実施すると降伏応力が0.2kg/cm²と非常に脆弱な土構造を持っているため、やや圧縮気味に採取され则认为られる。一方、気泡掘りの特徴であるコア内への浸水状態については図-4で明かなように、泥水掘り程ではないが、まだかなりの量の水が入り込むようである。

本研究の遂行に当たり、鹿島学術振興財団による研究助成金を使用させて頂いた、また、旧風化残積土委員会の委員の方々には貴重なご意見を賜り委員会報告の一部を掲載させて頂いた、深く感謝の意を表します。

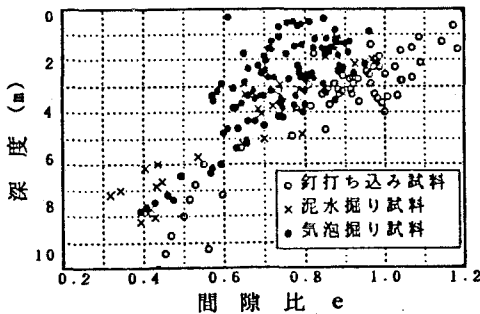


図-3 間隙比の深度分布

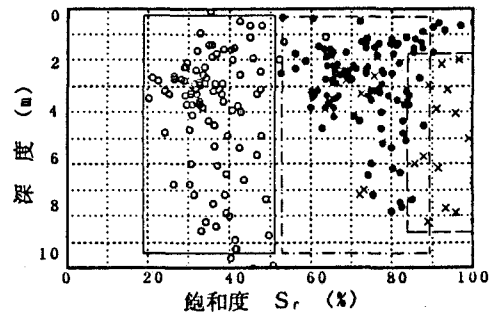


図-4 飽和度の深度分布