

Ⅲ-A 407

ロータリー・コア・サンプリング時のコア・バレルの揺動と新しいサンプリング法の提案

(財)電力中央研究所 正会員 ○ 谷 和夫
 基礎地盤コンサルタンツ(株) 正会員 金子 進、豊岡義則
 大阪大学 正会員 川崎 了

1. はじめに

従来のロータリー式サンプリング法では削孔装置(ボーリング機械)を地上に設置しているため、コア・バレルとの間をロッドで連結する必要がある。このロッドとコア・バレルが掘削時に揺動することが原因で、採取される試料が乱される問題が指摘されている(Tatsuoka et al., 1997)。しかし、地盤の掘削は様々な因子に支配されるデリケートで複雑な現象であり、しかも地下深部の掘削状況を正確に把握することが困難なため、実際の揺動の状況など、問題の解決に必要な基本的な事柄でさえ分かっていないのが現状である。そこで、均質な軟岩を対象として室内実験と現場試験を実施し、ロータリー・コア・サンプリング時のコア・バレルの揺動を実際に計測した。そして、コア・バレルの揺動を抑えることが可能な新しいサンプリング法を考案した。

2. コア・バレルの揺動の計測例

コア・バレルの挙動を厳密に計測することは難しいので、中心軸に直交するある断面内の軌跡に注目した。室内実験ではある深度の中心軸の変位を直接計測し、現場試験ではコア・バレルの上部に格納した加速度計の記録を利用した。

2. 1 室内ボーリング実験

深さ約3mのピット天端に設けた鋼製ステージにボーリング機械を据え付け、ピット底面に固定した土槽内の地盤を掘削する(谷 他, 1996)。ボーリング機械はハイドロリック・フィード式のスピンドル型である。円柱形状の模型地盤(直径50cm、高さ約70cm)は無拘束圧下のせん断弾性波速度が約700m/secの人工の砂質軟岩で、掘削時には土槽内で1MPaの等方拘束圧を作用させた。土槽横に設置した2本の支柱で内径が70mmのケーシングを支持し、呼び径が66mmのスリーブ内蔵2重管式コア・バレルを用いてサンプリングした。掘削条件は回転数120rpm、清水の送水圧は約0.04MPa、ピット荷重は約0.1kNで、ピットはサーフェス・ダイヤを用いた。掘削速度は2~9cm/min、トルクは約3N・mだった。

コア・バレルの振れ変位は、リニア・モーションのスライド・ベアリングとユニバーサル軸受けを組み合わせた治具によって、回転運動と傾動を拘束せずに無回転で水平面の移動に追従するプレートの直交2方向の移動をLVDTによって計測する。図1に掘削深度が0、20、40、60cmの時の模型地盤面より約30cm上におけるコア・バレルの振れの計測例を示す(計測間隔は5msec、計測時間は各2sec)。ピットが地盤に接触する前の空転時(深度0cm)では、複雑な軌跡を描き振幅(軌跡の平均径)は1~2mmである。掘削が始まると、軌跡はほぼ円形に成り、その周期は自転周期に等しい。掘削の進行と共に振れ振幅は2~3mmに漸増する傾向を示す。また、コア・バレルの肩部

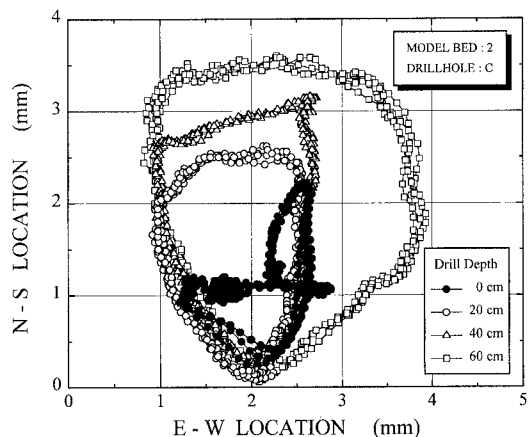


図1: 室内実験におけるコア・バレルの振れ計測例

キーワード: サンプリング、ボーリング、試料の乱れ、計測、変位(振れ)

〒270-1194 千葉県我孫子市我孫子 1646, Tel: 0471-82-1181, Fax: 0471-84-2941, E-mail: tani@criepi.denken.or.jp

がクリアランス 6 mm のケーシング内壁に擦れる音も確認された。深度と共に計測位置とビットの距離が大きくなることを考慮すると、ビット先端は地盤に食い込んで大きくは振れていないことが推察される。

2. 2 現場ボーリング実験

せん断弾性波速度が約 550m/sec の鮮新世後期のシルト質軟岩の地盤で現場実験を行った（谷 他, 1998）。ボーリング機械は室内実験と同じで、呼び径が 86mm のコア・パレルの直上部で軸方向と軸に直交する 2 方向の加速度を計測した。計測間隔は 2 msec で、データは 20Mbite のメモリーカードに記録して掘削終了後に回収した。

図 2 に加速度記録を積分して計算した約 5 秒間のコア・パレル中心軸の軌跡を示す。解析では、加速度計の計測軸が鉛直でコア・パレルの回転軸に直交することと平均速度 = 0 を仮定した。中心軸の軌跡は基本的に室内実験の結果と同じで、円形に近く、その周期は自転周期とはほぼ等しい。ただし、振れ振幅 0.2~0.3mm は室内実験の結果より小さい。この理由としては、コア・パレルと孔壁のクリアランス 2~4 mm (?)、掘削深度、計測位置、掘削条件や地盤条件の影響などが考えられる。なお、解析上の仮定の信頼度や計測精度については今後更に検討を要する。

3. 新しいサンプリング法の提案

上に示す計測の結果から、少なくともコア・パレルの上部では、振幅がボーリング孔のクリアランスを上限としてほぼ円軌道の揺動が発生していることが明らかとなった。ビット先端は地盤に食い込んで振れが小さいことが期待されるので、コア・パレル頂部の揺動を抑制することによって試料の乱れを防ぐことが可能になると考えられる。

図 3 に新しく提案するサンプリング法を従来の手法と比較して示す（谷, 1997）。コア・パレルを内蔵した削孔装置をボーリング孔底に下ろし、ボーリング孔壁に反力を取って削孔装置を固定する点に特徴がある。削孔装置とコア・パレルの間を長尺のロッドで連結する必要がなくなり、深度に関係なくコア・パレルの揺動を抑えた状態でサンプリングが可能となる。

4. おわりに

今後、地盤条件や掘削条件とコア・パレルの揺動および試料の乱れの関係を明らかにしていく必要がある。また、提案したサンプリング法の実用化も目指したい。

参考文献 : (1) Tatsuoka et al. (1997) "Characterising the pre-failure deformation properties of geomaterials", *Proc. XIV ICSMFE, Theme Lecture*. (2) 谷 他 (1996) "室内ボーリング実験装置の開発", 第 31 回地盤工学研究発表会, pp.417-418. (3) 谷 他 (1998) "ボーリング技術の高度化に関する研究 - 均質な堆積軟岩におけるサンプリングによる試料の乱れの評価 -", 電力中央研究所報告 (印刷中). (4) 谷 (1997) "ロータリー式サンプリング法による試料採取法", 特願平 09-318702.

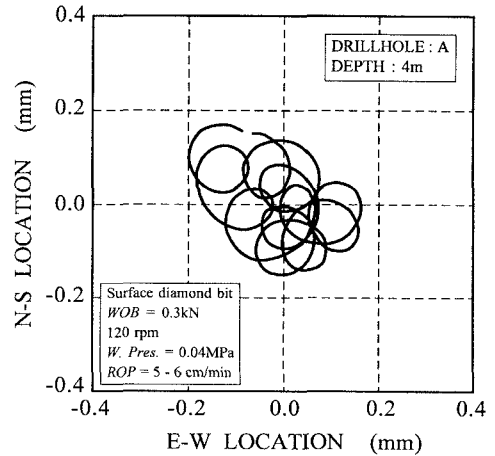


図 2：現場実験における加速度記録をもとに計算したコア・パレルの振れの例

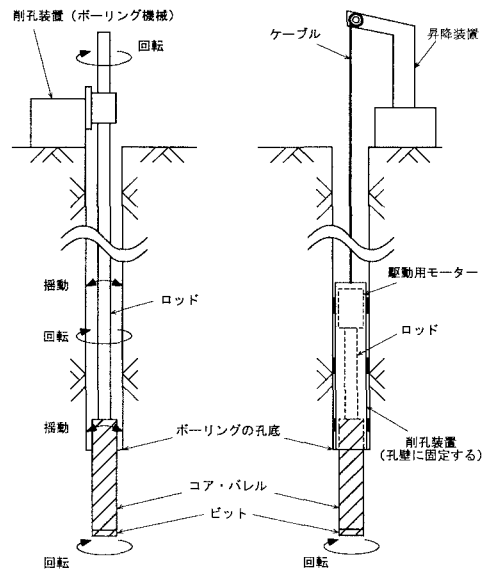


図 3：ロータリー式サンプリング法
(左：従来の方法、右：新しく提案する方法)