# (Ⅲ－50) サイスミックコーンの開発とその適用性

運輸省港湾技術研究所　田中洋行　田中政典
〃　　〃　　後藤健二
（株）ダイヤコンサルタント　西田　薫

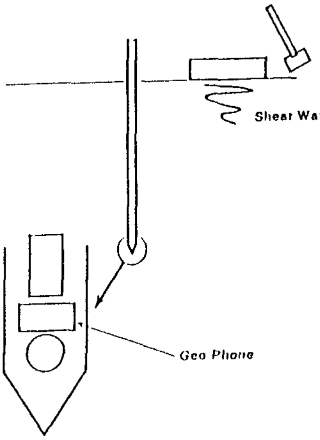
## 1．はじめに

地震の多い我が国では、重要な構造物に対して動的解析をするケースが最近増えている。地盤の動的解析においては、微小ひずみ下での地盤の剛性率が必要となる。この値を得るための通常用いられている現在の調査方法は、ボーリングを伴うＰＳ検層である。この方法では、振動をキャッチする受信機（レシーバー）はボーリング孔を利用して地中に設置されるが、地盤が軟弱であるとボーリングの孔壁の乱れ等によって、精度よく振動を測定できないことが多い。これに代わる方法として、コーンの先端にレシーバーを取り付け、地盤内に挿入する、サイスミックコーンと呼ばれる方法が最近注目されている。この方法は、ボーリング孔を必要としないので、軟弱な粘性土地盤でも簡単に測定を行うことができ、また従来の方法と比べて迅速でしかも経済性の高い方法である。

本報告では、筆者らが開発したサイスミックコーンを紹介するとともに、本装置を使用した２、３の調査結果について報告する。

## 2．装置の概要

今回開発したサイスミックコーンの概要を図－１に示す。板たたき法によって地表面からせん断波を発生させて、コーンの先端に取り付けられたジオフォーンによってせん断波の到達時間を測定するものである。測定する振動はせん断波なので、水平方向の振動だけを測定すれば目的が達成される。しかし、今回は最初の試験でもあるので、図に示すように水平２方向に加えて、鉛直方向にもジオフォーンを取り付けた。また、板の打撃方向を逆にし、波の位相が反転することより測定された振動がせん断波であることを確認した。




図－１　サイスミックコーンの概要

## 3．測定結果

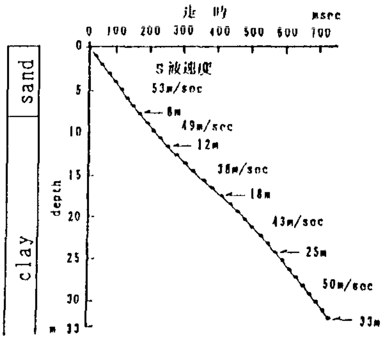
### 3.1　走時曲線

今回報告するデータは、久里浜の港研のテストフィールド、八郎潟と出雲で行った調査結果である。これらの地点はいずれも沖積粘性土が厚く堆積しており、また現在の土被り圧より大きな荷重を過去に受けていない正規圧密地盤である。これらの地点の物理・力学試験の結果については、文献1)を参照されたい。

図－２に出雲で得られた走時曲線の結果を示す。この調査地点は地表面から層厚が9ｍ程度の緩い砂層があり、その下に深さ35ｍ程度まで沖積粘性土が堆積している。図から深度が増大するに従い、せん断波の到達時間が増大しているのがわかる。各深度のせん断波速度$v_s$は走時曲線の深度に対する勾配から求められる。また、剛性率$G_o$は$v_s$から(1)式によって求められる。

$$G_o = \rho \cdot v_s^2 \quad (1)$$

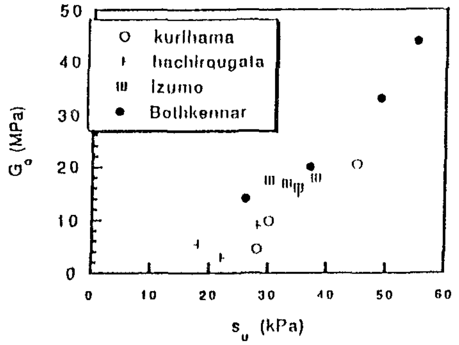
ここに、$\rho$は密度である。$\rho$については、乱さない試料を用いた室内試験から求めた。



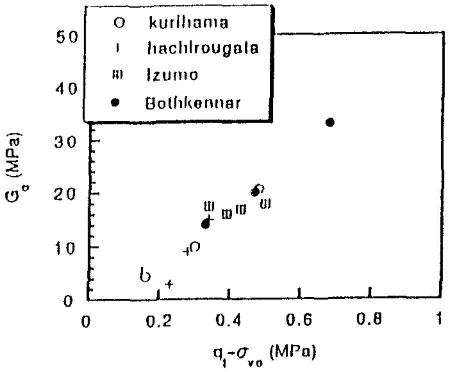

図－２　走時曲線（出雲）

3.2　剛性率と他の定数との関係

図－3にサイスミックコーン試験から求められた$G_0$と、一軸圧縮試験から求めらた非排水せん断強度$s_u$との関係を示す。図には、イギリスのBothkennar[2]で行われた試験結果も示す。この場所も筆者らが行った地点と同様に、沖積粘性土が厚く堆積している。図に示すように、4つの地点から得られた$G_0$と$s_u$の関係は同一関係にあることがわかる。また両者の関係は原点を通る直線ではなく、$s_u$が小さいほど$G_0$が小さくなる傾向にある。金、他[3]は局所ひずみ測定装置（LDT）を用いて、各種の土質材料およびコンクリートや鋼の$G_0/s_u$の関係が300から1300と報告している（ただし、原論文では$E_{max}/q_{max}$の表現を用いている。ここに$E_{max}$はひずみが$10^{-6}$の初期ヤング係数、$q_{max}$は圧縮応力である。また、本報告ではポアソン比$\nu$を0.5として$E_{max}$を$G_0$に換算した）。図から、$s_u$が30kPaであると$G_0/s_u$は300、$s_u$が50kPaであると700程度となり、金、他が示した範囲内にある。



図－3　$G_0$と$S_u$の関係



図－4　$G_0$と$q_t-\sigma_{v0}$の関係

図－4は静的コーン貫入試験から得られた先端抵抗$q_t$と$G_0$の関係を示したものである。$q_t$はせん断強度だけてはなく、土被り圧によっても影響される値なので、図では$q_t$の代わりに（$q_t-\sigma_{v0}$）の値で示してある。ただし、$\sigma_{v0}$は全土被り圧である。図－3と比べて、$G_0$と（$q_t-\sigma_{v0}$）との間には強い相関関係が認められ、しかもその関係は調査地点によらない。これは、室内試験で求められた$s_u$はサンプリング時の乱れ、室内試験時の整形などの過程を多く経るため、原位置試験で得られる値よりも試験にともなう誤差が多いためと考えられる。しかしながら、図－3の関係と同様に両者の関係は原点を通る直線関係で表すことはできない。

## 4．おわりに

現在、微小ひずみ下での変形係数を求めるための室内試験を実施中である。試験結果がまとまりしだい、サイスミックコーンで得られた$G_0$と比較したい。また、図－3と図－4に示したように、$G_0$と$s_u$は原点を通らない関係にあるが、これが他の地盤、たとえば過圧密地盤等にも同様な関係が得られるか否かについては、今後の研究課題としたい。

参考文献


1)田中洋行・榊原基生・後藤健二・鈴木耕司・深沢健：我が国の正規圧密された海成粘性土の静的コーン貫入試験から得られる特性、港研報告、（印刷中）.

2)Nash,D.F.T., Powell,J.J.M. and Lloyd, I.M. : Initial Investigation of the Soft Clay Test Site at Bothkennar, Geotechnique, Vol.42, No.2, 1992, pp.163-pp181.

3)金有性、他：人工および自然軟岩の微小ひずみでの変形係数と強度、三軸試験方法に関するシンポジウム発表論文集、1991、pp.265-272.