

東海大学工学部 正員 伊藤一男  
 " " 冬木 衛  
 " " 近藤 博

(1), (2), (3)

1. まえおき 筆者らは、標準貫入試験におけるロッドの電入機構に関する一連の基礎研究をかねており、図-1に示すように、ロッド先端地盤を半無限長の一次元弾性棒と考慮してSt. Venant 解の一般化をなす、地盤の定数(強度, 変形)と密着係数があることを示す地盤からロッドへの反射係数を考慮することにより、ロッドの挙動をかなりの精度で推定することを得た。今回はさらに反射係数を、サンプラーの先端抵抗による反射係数 $\alpha_p$ と周面摩擦による反射係数 $\alpha_f$ と分離する方法について報告する。

2. 理論的取扱 図-2に示すように、サンプラー先端(棒I)に大きさ $\alpha$ の弾性波が到達した場合、その一部の弾性波 $\alpha_1$ は棒Iに反射され、他は、地盤を模式化し、横波だけが入射する棒IIと、せん断波だけが入射する棒IIIとすると、それぞれ $\beta_{10}$ ,  $\beta_{20}$ (に)の大きさの弾性波が透過する。 $\alpha$ を棒Iの反射係数、 $\beta_1$ ,  $\beta_2$ を棒II, IIIのそれぞれ透過係数という。また棒I, II, IIIの単位体積重量, 縦(せん断)弾性係数および断面積をそれぞれ $\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3$ ;  $E_1, E_2, G_1, G_2$ ;  $A_1, A_2, A_3$ で表わす。棒Iの先端から長さ $l$ の範囲にわたって与えているエネルギー( a) 図と、棒Iの弾性波が先端に到達してから $t$ 時間後の棒Iへの反射波および棒II, IIIへの透過波のそれぞれエネルギー( b 図)の釣合により、反射係数は次のようになる。

$$\alpha = \frac{-A_1 \sqrt{E_1 \gamma_1} + A_2 \sqrt{E_2 \gamma_2} + A_3 \sqrt{G_3 \gamma_3}}{A_1 \sqrt{E_1 \gamma_1} + A_2 \sqrt{E_2 \gamma_2} + A_3 \sqrt{G_3 \gamma_3}} = \alpha_p + \alpha_f$$

図-3は、一般に利用されているサンプラーの断面変化を示したもので、この棒中に生じる弾性波力の問題を推移行列を用いて取り扱うために、長さ0.5cmのブロックに分割した。またニュー先端を便宜上、やはり同様な長さの段付棒に変換し計算に用いた。

図-4は、周面摩擦による抵抗が、図-2に示すように、棒Iの先端にだけ作用すると仮定して、図-3に示したサンプラーに方形波(100kg/cm<sup>2</sup>)を入力したときに、先端および先端から1.36m(ゲージ取付)の位置に生じる弾性波力を、先端の反射係数 $\alpha$ を1から0.2キギまで変化させ、1スラップ約1 $\mu$ sec.

(0.5cmの弾性波速は時間)で計算したものである。図-4(a)から明らかなように、 $\alpha=1$ のときのサンプラー先端の応力値は入射応力値の約8倍弱を示し、この大きな応力によって地盤を破壊し、ロッドは電入して

いるようである。また応力波形は直上り後約2msecでは一定値に収束する。筆者らは、先端地盤の反射係数 $\alpha$ を、観測波形の直上りから2msec.後の応力値と読みとり推定していたが、上に述べた理想的状態では妥当なようである。図-5は、図-4と同一の条件に、ロッドに生ずる応力波(1572 e<sup>-m</sup> kg/cm<sup>2</sup>)を入力したときの

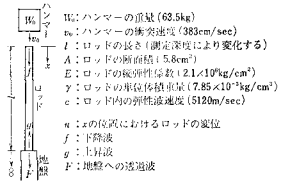


図 1 St. Venant 解の一般化 (注) ( ) 内の数値は今回新しく用いた値である。

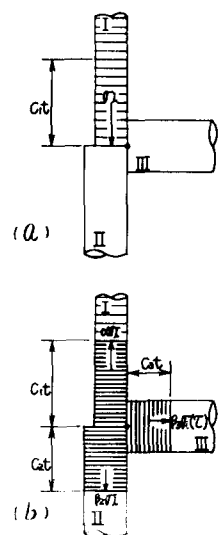
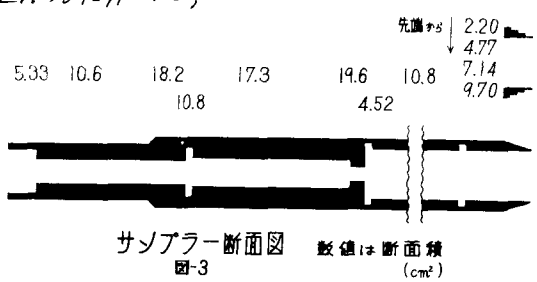


図-2 弾性波の反射と透過



出力波形である。

3. 実験値との比較 図-5(b)にはデータレコーダ(Analog 7, 周波数特性 DC~10kHz, フィリップス製)による観測波形を記入してあるが、理論波形とはかなりの差異が見られるので、この図から明らかになることを列記する。

①観測波形の上りの遅れが目につくが、これは入力波形の乱れ(ノッキングヘッド, コッパリングのずれ等)によるもので、計測器の特性によるものではない。②3ms 以下を過ぎると、観測値は理論値を上回るが、これはロッド先端地盤の抵抗による反射係数 $\alpha$ を先端に作用させたためで、これは地盤の重複反射および周面の $\alpha$ によるエネルギーの消散などを考えよることによって説明できる。③反射係数 $\alpha$ の値

は、時々刻々変化しており、2msec. の位置から読みとれる反射係数 $\alpha=0.8$ は、②に述べたようなさまざまな要因を含んでいる。

図-6は深度4mにおける、累積入力量と反射係数 $\alpha$ との関係曲線を示す。反射係数 $\alpha$ は0.45~0.83の範囲で徐々に増加し、ある一定値に近づくようである。これから明らかのように、 $\alpha$ の増加は周面摩擦の影響よりも、ロッド先端地盤の破壊の様相の相異にも大きく影響されるようである。

図-7はハニーマーのリドニドから算出した $\alpha$ と観測波形から算出した $\alpha$ との関係図であり、両者の $\alpha$ 値には差はあるが、かなり近い相関を示す。これにより、計測困難な入力判定にかかり、ハニーマーのリドニドを計測することにより、ロッド先端地盤の破壊にはなりうる。

4. 考察 今後、種々の場合につき、推移行列を用いたモデル解析と、観測波形等と照合することによって、先端摩擦 $\alpha$ と周面摩擦 $\alpha$ の分離および、それぞれの変化する過程が可能になる。さらに、三軸タイプのホプキンソン試験機などの組合せにより、地盤の破壊機構の究明に有効な手段になると考えられる。

本文をまとめるに当たり、本学研究生池田瑞夫氏、大学院生西沢孝幸氏の絶大なご協力を得ました。ここに記して深く感謝の意を表します。

参考文献 (1) 宇都・冬木、構造N値を考慮した、標準入力試験の機構(その1)土と基礎222(1974) (2) 宇都・冬木・近藤・森原、標準入力試験におけるロッドの入力機構に関する理論研究と基礎実験、東海大学工学部紀要1972-462 (3) 宇都・冬木・近藤、標準入力試験におけるロッドの入力機構に関する実験的研究(別報), 同上, 1973-461 (4) 別報参照

