

東海大学工学部 正会員 宇都 一 馬
 川崎地質(株) 正会員 池田 瑞夫
 東海大学工学部 学生員 〇西澤 芳章

1. まえがき 筆者らは、これまでに標準貫入試験におけるロッドの貫入機構に関する一連の基礎研究を主に地盤が比較的軟らかい場合について行なってきた。⁽¹⁾⁽²⁾ 地盤が硬い場合はロッドの貫入量が小さくなり、打撃回数つまり N 値で地盤定数を判断するには有意でない。次にロッドのリバウンド量が考えられるが、これも絶対量(約1cm)が小さく、有意でなくなってくる。そこで筆者らはハンマーのリバウンド量をサウンディングの指数として使用する可能性を調べた。今回、標準貫入試験でハンマーのリバウンド時間 t_2 (ハンマーが75cmの高さから落下してきてノッキングヘッドに最初に衝突してからハンマーがリバウンドし2回目にノッキングヘッドに衝突するまでの時間)の実測データが得られたので、これを使って比較的硬い地盤における地盤定数と密接な関係がある反射係数 α とハンマーのリバウンド高さ H_R (ノッキングヘッド上端からハンマーが落下してきて1回目の衝突のあとハンマーのリバウンドする最高点までの距離) の関係を明確にしたので報告する。

2. 理論的取扱 ⁽¹⁾⁽²⁾ 理論的解法は、 $-1 \leq \alpha \leq 1$ について解析した、St. Venant 解の一般解をもとにした方法を用いた。

3. 実験および解析 太田区大森南3丁目に於て標準貫入試験を行い、打撃応力、ロッドのリバウンド量、ハンマーのリバウンド時間と高さの測定を行った。測定方法は従来の方法と同じである。⁽¹⁾⁽²⁾ ハンマーは自動落下装置によって落下させた。打撃応力はロッドに貼ったストレインゲージを介してブリッジボックスからの出力を増幅器(三栄測器, 6L3-1)を通し、データレコーダー(PHILIPS, Analog-7)で記録した。記録の再生はペンレコーダー(日立製作所 QGS-42)によった。その結果の一例を図-1に示す。この波形は深度47mのよく締った砂層(N 値101, 本打ち58回目)におけるものである。(データレコーダーは記録時30インチ/秒, 再生時は実時間の $1/32$, またペンレコーダーのチャートスピードは25mm/秒である)

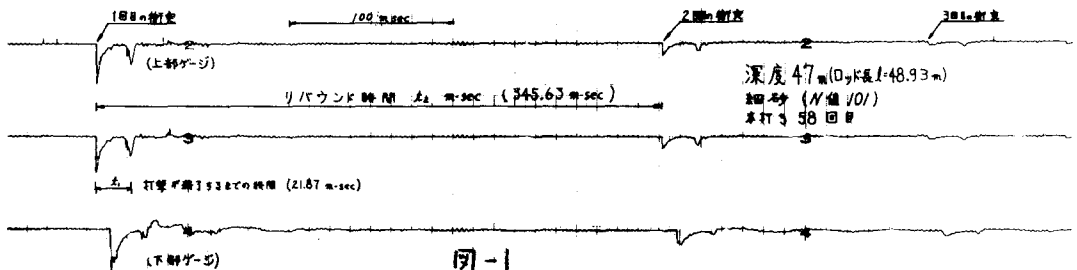


図-1

図-1で上部ゲージの波形はノッキングヘッド上端から下へ183cm, 下部ゲージの波形はガンブラー上端から上へ50cmの位置で測定したものである。図-1によればハンマーのリバウンド時間が明確に求められることがわかる。

解析例として、 $N < 30$ (深度15m, N 値9, シルト), $N = 30$ (深度35m, N 値37, 細砂) および $N > 30$ (深度47m, N 値101, 細砂) を図-2, 図-3, 図-4に示す。これらの図中の α と H_R を求めるには、打撃が終了するまでの時間 t_1 は式(1)で与えられ、 $t_1 = \left(-\frac{e^{-2m}}{2m\alpha} + \frac{1}{m} + 2 \right) \frac{l}{c}$ ---- (1) t_1 におけるハンマーの向上きの速度 v_1 は、重力場における落下の法則から式(2)で与えられる。 $v_1 = \frac{1}{2}g(t_2 - t_1)$ ---- (2) よって α は式(3)から、 H_R は式(4)から求められる。

$$\alpha = \frac{v_0 e^{-\frac{m}{c} t_1} - v_1}{v_0 \left(4m - \frac{2c t_1}{l} \right) e^{-\frac{m}{c} (c t_2 - 2l)}} \text{ ---- (3)}$$

$$H_R = \frac{1}{8}g(t_2 - t_1)^2 \text{ ---- (4)}$$

(1)式で、ロッド長が大きい場合には右辺の()内第1項は微小項になるので無視した。ここに、 $m = \frac{A \rho l}{W_0}$ 、 W_0 :ハンマーの重量(63.5 kg)、 A ;ロッドの断面積(5.8 cm²)、 l ;ロッドの長さ(測定深度により変化する)、 ρ ;ロッドの単位体積重量(7.85×10^{-3} kg/cm³)、 v_0 :ハンマーの衝突速度(383 cm/秒)、 C ;ロッド内の弾性波速度(5120 m/秒)、 g ;重力加速度(980 cm/秒²)である。図-2, 3, 4には式-(3), (4)で求めた α と H_R などに、実測されたハンマーのリバウンド時間 t_2 、累計貫入量と共にプロットした。なお、図中●印の記号は、ハンマーのリバウンド時間 t_2 と一回ごとの貫入量との、関係を示したものである。また、図中記号●, X, △, □の各数と、打撃回数と累計貫入量との関係を示した○印の数にくりべて少ないのは、データーレコーダーを用いての計測点が少ないためである。図-5は各深度における1回の貫入量と、ハンマーのリバウンド時間を示したものである。

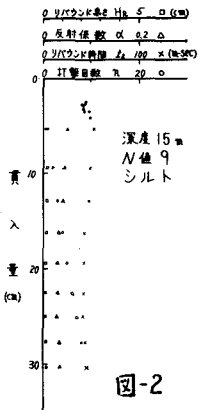


図-2

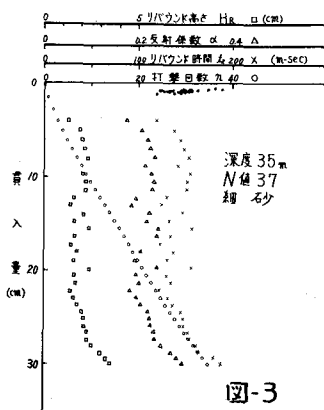


図-3

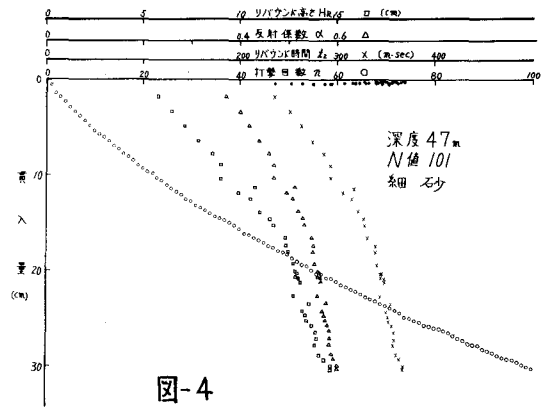


図-4

4. 考察 図-4 から、 $N > 30$ のとき、地盤定数を代表すると考えられる反射係数 α とハンマーのリバウンド高さ H_R とは、同一傾向を示し、きわめて有意な関係にあることがわかる。また、図-5 から、貫入量1 cm 以下 (N 値 > 30) のとき、 N 値で α 地盤定数を判定するには適さないことがわかる。

5. まとめ 得られた結果を列記すると、次のとおりである。

1) 硬い地盤 (N 値30以上) では、ハンマーのリバウンド高さ H_R が、ロッドの貫入量 (N 値) よりも、有意な地盤定数を示す指数になりうるということがわかった。

2) 軟らかい地盤 (N 値30以下) では、従来から用いられているロッドの貫入量 (N 値) の方が、地盤定数を示す指数として適当である。

3) 今後、別報⁶⁾の手法によって、ロッドへの反射係数 α を媒介として、地盤定数(強度、変形)とハンマーのリバウンド高さ H_R の関係を明確にする必要がある。

4) ハンマーのリバウンド高さ H_R の簡便な計測方法の確立、並びに計測器具の開発を行なう必要がある。

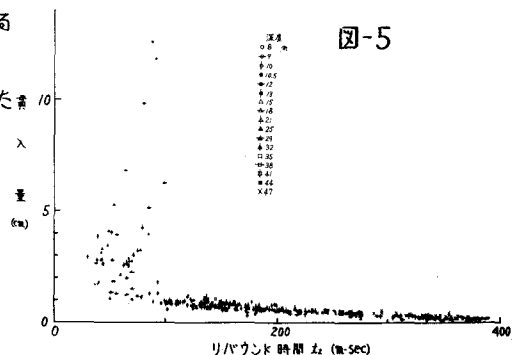


図-5

参考文献 1) 宇都・冬木; 講座「 N 値を考える」3.標準貫入試験の機構(その1)土と基礎 27-2(1974), 2) 宇都・冬木・近藤・森原; 標準貫入試験におけるロッドの貫入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-N0.2, 3) 宇都・冬木・近藤・森原; 標準貫入試験におけるロッドの貫入機構に関する実験的研究(第1報) 東海大学工学部紀要 1973-N0.1, 4) 同 (第2報) 東海大学工学部紀要, 1973-N0.2, 5) 宇都・冬木・近藤・池田; 標準貫入試験に関する基礎的研究(1).第11回土質工学会発表会講演集, 土質工学会, 1976-6, 6) 宇都・冬木・近藤; 標準貫入試験におけるサンプラーの端面摩擦に関する考察, 第31回年次学術講演会, 講演集, 土学会。