

III-339 動的貫入試験の挙動に関する波動理論的考察

東京理科大学 藤田 圭一
 東京理科大学 今村 芳徳
 東京理科大学 新海 元
 機関組 技術研究所 三反畑 勇

1. まえがき

波動理論の杭への応用の一つとして、杭頭部に取り付けられたストレーンゲージ、加速度計などの杭打ち時における測定記録から、杭の支持力などを推定することが諸外国で行われており、CASE、CA PWAP、TNO などのシステムが利用されている。これらの方法により、杭の動的挙動から杭の静的支持力が満足すべき精度で推定されるとする報告があるが、逆に適合しないという報告も少なくない¹⁾。一方、国内では、2点ゲージ法を杭打ち現象の解析に適用し、杭の支持力、動的地盤特性などを評価することが試みられている²⁾³⁾。

本研究では、土研式動的貫入試験機を基に作成した実験装置を用いて、模擬地盤に対して貫入試験を実施し、2点ゲージ法による解析を行った。また、動的貫入試験終了後、静的貫入試験を行い、2点ゲージ法で得た動的支持力と静的貫入抵抗を比較した⁴⁾。

2. 実験方法

図-1に実験装置を、表-1にロッドおよびハンマの諸元を示す。ロッド先端のコーン部は、平坦な端部をもつ同一長の丸鋼(φ25mm)と取り替えて試験を行った。模擬地盤は鋼管(φ300mm)の中に標準豊浦砂を突き固めたもの(今回は

Dr = 96%)を用意した。ハンマは重量5kgfで、落下高さは0.2~1mと変化させた。ノッキングヘッド下端より下方20cmおよび40cmの2断面の円周上に各4枚のワイヤーストレインゲージを貼付け、それぞれブリッチを組み、ロッドに生じたひずみを増幅器を通じて

データレコーダに記録した。データは、AD変換器を通じてサンプリング320kHzでパソコンに入力し、金沢大の松本らによる2点ゲージ応力波解析プログラム²⁾³⁾によって解析した。ロッドの貫入量は、光学式変位計を用いて測定した。静的載荷試験は、アムスラー型試験機を利用して、荷重保持方式(載荷時30秒)と変位速度一定方式の2方式で実施した。後者は、変位速度0.3mm/分を目標としたが、荷重約1tf以上ではロッドの沈下速度が増大したため0.48mm/分程度となった。

3. 実験および解析結果

表-2に、各ハンマ落下高さにおける測定結果を示す。デ

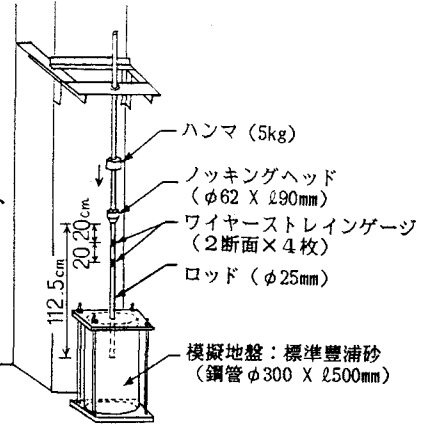


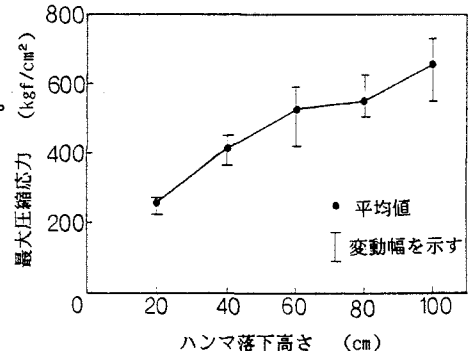
図-1 実験装置

表-1 ロッドとハンマの諸元

	ロッド	ハンマ
断面積 (cm ²)	4.909	65.5
長さ (cm)	112.5	9.75
密度 (g/cm ³)	7.8	7.8
弾性係数 (kgf/cm ²)	2.1×10^6	2.1×10^6
波速度 (m/sec)	5140	5140

表-2 動的貫入試験の測定結果

ハンマ落下高 (cm)	ロッド根入長 (cm)	最大圧縮応力 (kgf/cm ²)	最大沈下量 (mm)	最終沈下量 (mm)
20	25.7	256	0.89	0.58
40	20.2	417	(1.3)	(1.0)
60	24.4	527	1.63	1.25
80	24.8	549	2.10	1.53
100	25.3	656	2.12	1.55



ータは3打撃の平均値で示した。図-2に、ハンマ落下高さと最大圧縮応力の関係を示す。ロッドの根入れ長が異なり、また測定された最大応力が各打撃ごとに10~20%程度ばらついているため定量的評価は難しいが、最大応力はハンマ落下高さの1/2乗に比例する傾向がみられる。

2点ゲージ法による解析は、今回はハンマ落下高さ1mの場合の一例を示す。図-3に、ロッド応力-時間関係を示す。最大圧縮応力度は 685 kgf/cm^2 （最大軸力 3.36 tf ）、最大引張応力度は 400 kgf/cm^2 であった。図-4は光学式変位計によるロッド沈下量の記録で、最大は 2.1 mm で、最終は 1.7 mm であった。図-5は、測定応力波を、2点ゲージ法により進行波と後退波に分離したものである。また、図-6は2点ゲージ法により求めた地表位置でのロッドの沈下量-時間曲線である。最大沈下量は 1.5 mm と実測値に比べると約71%と小さくなっているが、沈下の挙動は比較的類似している。なお、2点ゲージ法により計算した動的支持力は約 1.25 tf となった。

図-7には、静的載荷試験より得られた荷重-沈下量曲線を示す。いずれも短期載荷で荷重保持時間が短く、かつ1サイクルであるので、杭の静的載荷試験結果と同一レベルでみることはできないが、ロッドの静的支持力はおおよそ $1.2 \sim 1.4 \text{ tf}$ であると考えられる。なお、沈下量 1 mm 前後からロッドの沈下が著しくなるのが認められた。なお、今回の例では、2点ゲージ法による動的支持力は約 1.25 tf （最大貫入量 1.5 mm ）となり、静的支持力と同程度であった。これは、動的支持力の方が大きいだろうという予想には若干反する結果であった。

4. あとがき

今回の実験により、動的貫入試験時にロッドに発生する応力はかなりばらついており、しかも、その波形が打撃ごとにかなり異なるということも判明した。今後は、ハンマの偏打、模擬地盤の構造、ロッドの継手、ノッキングヘッド内での応力の反射の影響などの問題点を検討しながら、動的貫入抵抗についてさらに研究を進めていきたい。

最後に、本実験の解析に関してご指導くださった金沢大学の松本樹典先生に感謝の意を表します。

【参考文献】1) FUJITA, K. and KUSAKABE, O.: On the Evaluation of the Third international Conference on the Application of Stress-Wave Theory to Piles, Ottawa, May 1988. (under printing) 2) 西田, 松本, 河上, 石本: 2点ゲージ法による杭打ち時の応力波解析, 第22回土質工学研究発表会, pp.1219 ~ 1222, 1987. 3) 松本, 西田, 河上, 鈴見: 杭打ちにおける周面摩擦特性, 土木学会第42回年次学術講演会, III, pp.718~719, 1987. 4) 藤田, 今村, 三反畑, 新海: 波動方程式からみた動的コーン貫入試験の挙動, 第23回土質工学研究発表会, 1988. (投稿中)

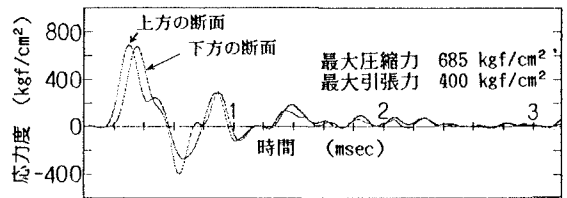


図-3 ロッド応力-時間曲線

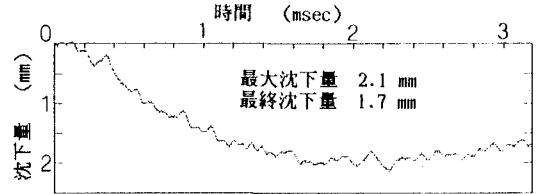


図-4 ロッド沈下量-時間曲線（光学式変位計）

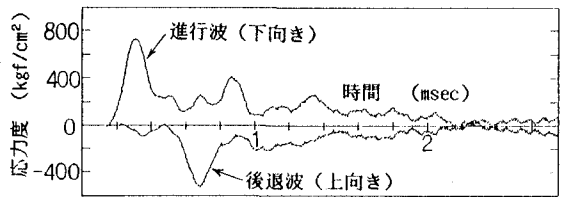


図-5 進行波・後退波-時間曲線（上方のゲージ位置）

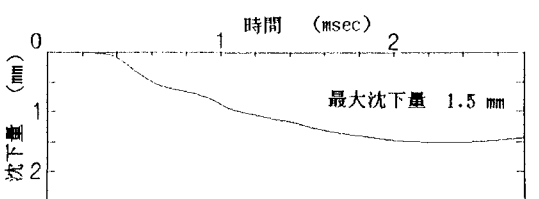


図-6 地表位置でのロッド沈下量-時間曲線（2点ゲージ法）

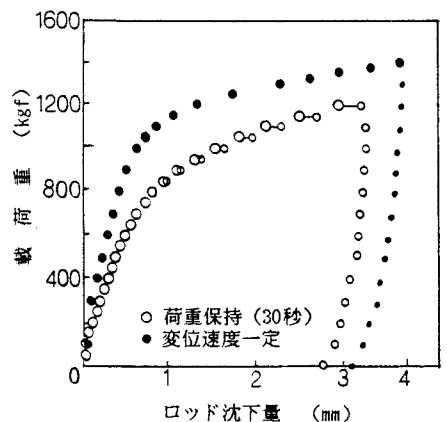


図-7 静的載荷試験結果