

## 山地用貫入試験機の開発(Ⅱ)

### — ロッドの接続方法および応力波測定用ケーブルの選定 —

九州大学農学部 梅田 修史  
吉田 瑞樹

#### 1. はじめに

著者らは、簡易貫入試験機を用いて、ハンマーの打撃により、ロッド内を伝ばする応力波が、ロッド下端(ロッドと土との接触面)から反射する反射波形の時間と振幅を計測し、それらの特性を解析することにより、山地地盤の土層構造の定量的把握を旨としている。簡易貫入試験機Ⅱ号機(以下、Ⅱ号機と略す)及び、ひずみゲージと差動増幅器(D.C.~250kHz)とを使用した応力波測定装置を開発し、これらの試験機と測定装置とを用いて、ハンマーの打撃により、ロッド内を伝ばする応力波を測定した<sup>1)</sup>。その結果、ロッドに生じる応力には定常性が認められ、また、ロッド内を伝ばする応力波は、図式解法<sup>2)</sup>により、理論的に説明できることを確認した。

本報告は、上述の結果を踏まえ、Ⅱ号機を実用化するため、ひずみゲージとブリッジ回路とを結線するケーブルの選定について、また、ロッドの接続方法について検討したものである。

#### 2. ひずみゲージとブリッジ回路とを結線するケーブルの検討

Ⅱ号機を用いた地盤調査では、 $n$  値(ロッドが一定の貫入に要するハンマーの打撃回数)とともに、ロッド内を伝ばする応力波を測定するため、図-1に示す

ような、ひずみ測定装置を屋外で使用する。このため、ひずみゲージとブリッジ回路とを結線するケーブルには、屋内実験では、同軸ケーブル3C2V(長さ3.0m)を使用した。3C2Vは断線しやすいので、これに替えて軽量な、2心、または4心のマイクロフォンコードを使用する。ところで、差動増幅器の周波数帯域幅( $B_w$ )は、D.C.~250kHzとしたが、ひずみゲージとブリッジ回路とを結線するケーブルの分布容量により、このひずみ測定器系の $B_w$ は制限される。そこで、各種のケーブルを用いて、ひずみゲージから差動増幅器までを含めた周波数特性を求めることにより、使用するケーブルの選定を行なった。

選定の対象にしたマイクロフォンコードは表-1に示す4種類について、軽量性、柔軟性などを考慮したが、最終的には、電気的性能により、使用するケーブルを決定した。4種類のコードは、ケーブルの特性、および周波数特性を表-1中に示した。この結果、周波数特性は、4E5(無酸素銅リッツ線)が、D.C.~230kHzとなり、最もよいことがわかった。

その結果を確認するため、実際に、これらのケーブルを用いて、ロッド内を伝ばする応力波の測定を行なった。記録した応力波形を図-2に示す。この実験では、過渡波形記憶装置(NF社製 MODEL WM-814)のサンプリング間隔は、1 $\mu$ sで、ハンマーの落下高は20cmである。これらの図からも、波形の立上がりは、4E5を用いた場合が、最もよいことがわかる。

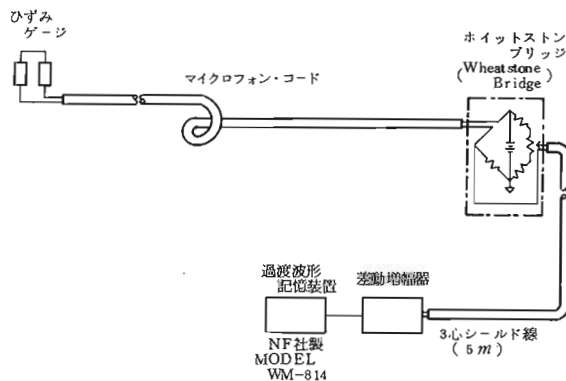


図-1 ひずみ測定器系の配置図

表-1 各種ケーブルの特性

特性 ケーブル	長さ m	質量 g/m	外径 mm	周波数特性* -3db点 kHz
4E5	10.0	5.15	5.6	D.C.~230
4E6	10.0	35.0	6.5	D.C.~210
2E3	5.0	70.0	7.0	D.C.~170
2T2	5.2	12.5	5.2×3.0	D.C.~220

4E5:古河電工社製, 4E6, 2E3: 藤倉電線社製, 2T2:製造会社不明  
\*ひずみゲージから差動増幅器までを含めた周波数特性

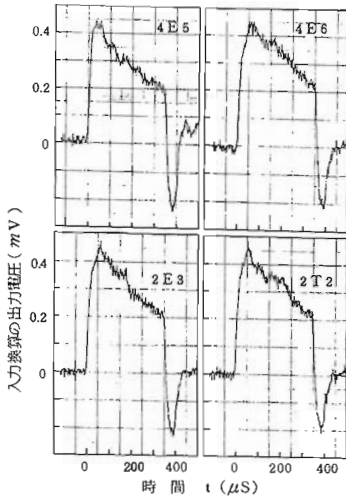


図-2 ケーブルの違いによる応力波形

3. ロッドの接続方法の検討

II号機による地盤調査では、地盤の調査対象深度は、約5m程度である。従って、長さ1mのロッドを貫入深さに応じて接続していくため、その接続方法の検討が必要になる。この接続を、いかなる方法で行なうかということは、試験機使用の簡易性と密接に関係し、現地での作業能率を支配する要因となり、重要な問題の1つである。

一方、応力波形の解析から地盤の特性を求める立場からは、ロッドの接続部がロッド内を伝ばする応力波に影響をおよぼすことがあっては、極めて、不都合である。すなわち、ロッドの接続部で、応力波の反射

が生じるとともに、この部分で、減衰が生じ、応力波形に含まれる地盤の情報(時間と振幅に関する)を、定量的に解析することが不可能となる。

そこで、2種類の方法で接続したロッド内を伝ばする応力波形を、接続部のないロッドを伝ばする

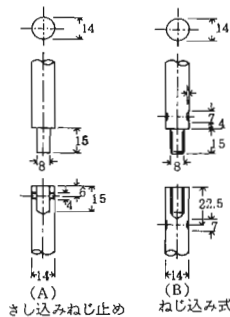


図-3 ロッドの接続方法  
unit: mm

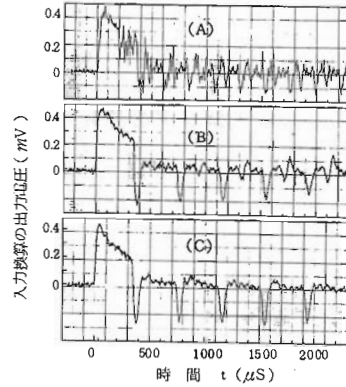


図-4 ロッドの接続方法の違いによる応力波形

応力波形と比較し、接続方法を検討した。

図-3に、2種類の接続方法を示す。(A)の場合、ロッドをさし込み、側面2箇所から、4mm(ピッチ0.7mm)の六角穴付き止めねじで固定するもので、その接続は、極めて迅速でかつ容易である。(B)の方は、両ロッドに、それぞれ、おねじとめねじ(径8mm、ピッチ1.0mm)とが切っており、スパナでねじ込む。

これらのロッドは、全長が1.00mで、打撃面下10cmの位置にひずみゲージを貼付して、実験を行なった。

図-4に、記録された応力波形を示す。(C)は、接続部のないロッドを伝ばする波形である。(A)の方法では、接続部に応力波が到達して、反射波が生じ、複雑な波形となっている。この反射波の大きさは、ハンマーの打撃毎に異なっており、また、(C)に比べ、時間の経過とともに減衰が大きくなっている。(B)は、ハンマーがロッドの打撃面に接している間、すなわち、 $t=0\sim 350\mu s$ までの間は、接続の影響は認められない。しかし、 $t=1000\mu s$ 以上になると、影響が認められ、 $t$ の増大とともに顕著になっている。この影響は、波形の立下がり部分( $t=350\mu s$ )には関与していないので、ロッド下端からの反射波は、地盤の特性を示す情報となり得る。しかし、ハンマーの2回目以降の衝突がある場合は、接続部の影響が顕著となるので、2回目以降の衝突による波形が、地盤の情報となり得るか否かは、更に検討する必要がある。

引用文献

- (1) 梅田修史・吉田瑞樹・末勝海：九大演報，投稿中
- (2) 松本浩之他：日機論 29, 49~59.1963