

# 林道切取りのり面の安定性に関する研究

## — 第Ⅱ報 模擬地盤における弾性波伝播特性 —

九州大学農学部 中尾 博美・森田 紘一  
長沢 喬・梅田 修史

表一 模擬地盤に用いた試料土

| 砂質土：平均粒径 0.15 mm |      | 礫：粒径 10~20 mm     |       |
|------------------|------|-------------------|-------|
| 含水比 1.44 %       |      | 含水比 0.7 %         |       |
| 比重 2.19          |      | 比重 2.65           |       |
| 砂質土              | 密度※  | 礫混り土              | 礫重量割合 |
| S <sub>1</sub>   | 1.17 | S G <sub>10</sub> | 5.0 % |
| S <sub>2</sub>   | 1.30 | S G <sub>20</sub> | 3.3   |
| S <sub>3</sub>   | 1.32 | S G <sub>30</sub> | 2.5   |
| S <sub>4</sub>   | 1.35 | S G <sub>31</sub> | 2.5   |
| S <sub>5</sub>   | 1.39 | S G <sub>32</sub> | 2.5   |
|                  |      | S G <sub>33</sub> | 2.5   |

(※単位 10<sup>3</sup>kg/m<sup>3</sup>)

### 1. はじめに

地中を伝わる弾性波の特性、すなわち伝播速度と距離減衰を用いた地質探査のうち、とくに速度による方法はすでに多方面で実用されている。

本研究では、この伝播速度および振動加速度の距離減衰をもとに、土壌層からさまざまな風化程度の異なる岩石層などの複雑な構成からなる切取りのり面の安定性を判定することと地表面付近の地質構造を把握する方法を確立することを目的としている。

本報は、模擬地盤を用いた室内実験により弾性波特性の測定方法を検討するとともに、砂質土および礫混り砂質土における伝播速度と振動加速度の距離減衰について、媒体の密度との関係を分析した結果について報告する。

### 2. 実験方法

土槽(長さ150 cm, 幅100 cm, 深さ60 cm)表面中央の一部に密度を調整した試料土を敷詰め波動伝播層とした。この波動伝播層は、約幅30 cm, 深さ15 cm, 長さ100 cmで、その周辺は同じかより密度の小さな砂質土を敷詰め、波動の反射や屈折などを防いだ。

この伝播層の一端で、約120 cmのヒモに吊した大理石球(83 g)を鋼板に衝突させて弾性波を発生させた。この波動を伝播層表面近くに、間隔を変えながら埋設した2個の加速度計(PCB社308 B)で検出し、FFTアナライザ(日立電子社VC2401)で記録した。

試料土には、均質土として風乾砂質土を、不均質土としてはその砂質土に礫を混合したものを、それぞれ密度を調整して、計11種作成した。(表一)

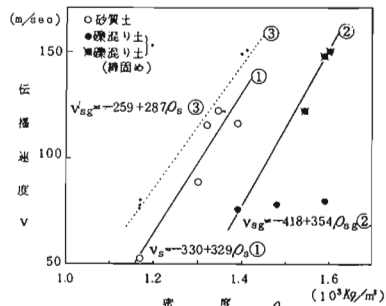
礫混り土の密度は、通常のサンブラによる採土が不能なため、隙間砂質土の指標硬度を測定し、別にこの砂質土について求めた硬度と密度の関係式でその密度を求め、さらに含まれる礫重量と容積を加えて見掛けの密度を計算した。

### 3. 結果と考察

i 伝播速度 加速度計は、振源近地点に1個固定

的に設置し、他の1個を90, 70, 50, 40, 30, 20, 10 cmの間隔で設置した。2個の加速度計への波動の到達時間を、記録した加速度波形から読みとり、その差をもとに各区間速度を求めたが、分析には伝播距離が最も大きな90 cm間隔の平均速度を用いた。

各土質別の密度と速度との関係を示す。(図一)



図一 密度と伝播速度

砂質土、礫混り土ともに明確な直線関係が認められるが、この礫混り土の速度は、それぞれの隙間砂質土の密度をもとにプロットし直すと、ほぼ砂質土の直線①に近接した平行線③となる。このことから、重量で50%混合しても、礫の存在は伝播速度に余り影響を及ぼさず、むしろ礫間材料の密度によって速度が定まると言える。これは、砂質土と礫の伝播速度の差異が非常に大きいためと思われる。

ii 距離減衰 振源近地点の加速度計と遠地点の加

Hiromi NAKAO, Koichi MORITA, Takashi NAGASAWA & Shuji UMEMA ( Fac. of Agric., Kyushu Univ., Fukuoka 812 )

Studies on the stability of the cutting slopes in forest roads (II)

速度計の出力電圧をもとに、2点間の振動加速度の減衰を次式で求める。

$$A_{tt} = 20 \log (U_A / U_B)$$

ただし、 $A_{tt}$ は減衰(dB)、 $U_A$ 、 $U_B$ は出力電圧(mV)である。

この距離減衰については、Bornitzが提唱し、地盤振動等の伝播現象に用いられる近似式<sup>1)</sup>があるが、ここでは、同式の第1項を修正した次式によって近似した。

$$A_{tt} = 20 \log x^n e^{\alpha' x} \quad (1)$$

$$A_{tt} = 20 \log x^{0.5} e^{\alpha x} \quad (2)$$

式中、 $x$ は距離(m)、 $n$ は距離に依存する定数で平面波の時0.5、球面波の時1.0をとる。 $\alpha$ 、 $\alpha'$ は媒体の内部抵抗による減衰定数である。(2)式は、 $n=0.5$ とした時の近似式である。

密度の異なる5種の砂質土について、密度別に減衰の測定値と(1)式による近似曲線を示す。(図-2)

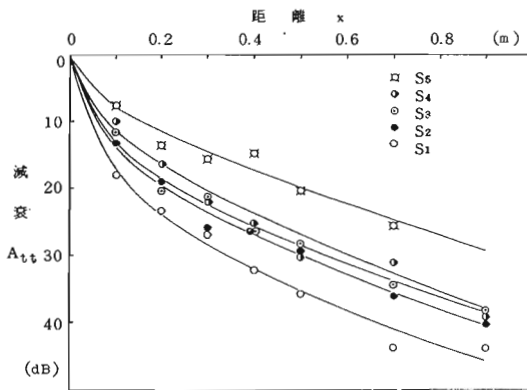


図-2 砂質土の距離減衰

礫混り土6種についてもその測定値をもとに(1)式による近似曲線を求めた。

これら近似式の定数を表-2に示す。同表で $n$ は平均0.56となり、これらの波動がほぼ平面波に近いことを示している。そこで、 $n=0.5$ として近似式(2)により $\alpha$ を求め、同表第3欄に示す。

なお、近似式(1)、(2)とも、測定値と計算値との間には十分高い相関関係が認められた。

この減衰定数 $\alpha$ と伝播媒体の密度との関係を図-3に示す。

均質な砂質土は、密度の最も小さい $S_1$ からしたいに密度が大きくなるにつれて、 $\alpha$ は急速に小さくなるのに対し、礫混り土では礫の混合割合が大きくなったり、締め固めによって集合体としての平均密度がかなり大きくなっても $\alpha$ はほとんど変わらないことが分る。そ

表-2 距離減衰近似式の減衰定数

|           | 近似式 1 |           | 近似式 2    |
|-----------|-------|-----------|----------|
|           | $n$   | $\alpha'$ | $\alpha$ |
| $S_1$     | 0.796 | 1.87      | 3.84     |
| $S_2$     | 0.603 | 2.17      | 2.85     |
| $S_3$     | 0.564 | 2.14      | 2.57     |
| $S_4$     | 0.456 | 2.61      | 2.32     |
| $S_5$     | 0.291 | 2.31      | 0.65     |
| $SG_{10}$ | 0.681 | 1.96      | 3.17     |
| $SG_{20}$ | 0.679 | 2.36      | 3.55     |
| $SG_{30}$ | 0.546 | 3.31      | 3.62     |
| $SG_{31}$ | 0.370 | 3.53      | 2.66     |
| $SG_{32}$ | 0.515 | 2.45      | 2.55     |
| $SG_{33}$ | 0.531 | 2.55      | 2.75     |

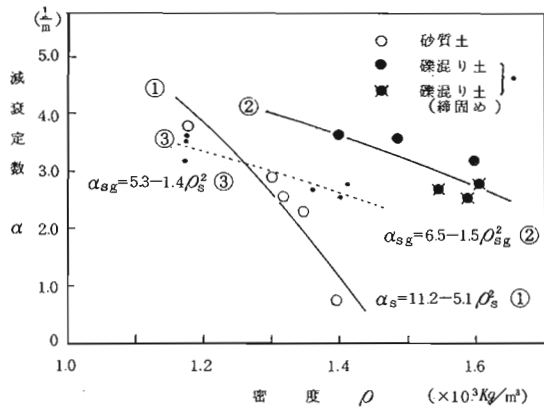


図-3 密度と減衰定数

して前項の伝播速度の場合と同様に、礫間砂質土の密度をもとにプロットし直すと、両曲線のほぼ中間の③の回帰線となり、砂質土と礫の両者の影響が重なった傾向をうかがうことができる。

#### 4. おわりに

均質な砂質土は勿論、不均質な礫混り土についても、媒体の密度の微小な変化に対して、伝播速度、減衰定数ともに明確な対応を示すことが分った。とくに、減衰定数は礫の影響を明瞭に反映した密度-減衰傾向を示すことが分った。なお、この減衰定数は周波数依存性があることが認められており、本実験で得られたスペクトル波形をもとにより詳細な分析を行う予定である。

#### 引用文献

- (1) 沢田健吉・谷口栄一：土木技術資料，19-22，605～610，1977