

超音波を利用した土粒子の密度測定

大同工業大学	正	桑山 忠
(株)新東海コンサルタント	正	西堀 高弘
大同工業大学	学	○河津 貴
大同工業大学		福元 康高

1 はじめに

一般に土は空気、水、土粒子の三層によって構成されている。土粒子の密度を計る時にはこの内の水と空気を取り除く必要がある。現在、JIS A 1202 においては土粒子周辺の空気を取り除くために、一般の土は 10 分間以上、高有機質土は約 40 分以上、シラスは 2 時間以上の煮沸を規定している。しかし、煮沸の際、ピクノメーター中の土粒子が飛び散ったり、ピクノメーターごと跳ね上がったりして、熟練をしないと、正確に求める事が難しい。また、沸騰や冷却などかなりの時間を必要とする。一方、特定の周波数域の超音波は、キャビテーション現象を起こし、これを利用した洗浄器が開発されている¹⁾。土粒子周辺の空気を取り除くために超音波のキャビテーション現象を利用することが可能であると思われる。すなわち、超音波をピクノメーターの下部より照射すると土粒子周辺の空気がキャビテーション現象によって除去され、この空気が集まって、浮力により除かれる。さらに、超音波照射によって空気を除去するため、照射後ただちに測定が可能となり試験時間の短縮ができることになる。

この報告は、超音波を利用して土粒子の密度測定での脱気作業が可能であることを示すために実施した調査と、その結果についてまとめたものである。

2 実験方法

試料の準備は従来方法 (JIS A 1202) にしたがっておこない、さらに、ピクノメーターの検定、及び脱気後に試料と蒸留水との混合物をビーカーに移し乾燥させる作業も従来方法にしたがった²⁾。

実験に使用した試料は一般の土の代表格である山砂(愛知県内で採取)と火山灰(山梨県内で採取)とし、普通土と土粒子の密度の求め難い特殊土の 2 種類とした。

脱気作業には周波数 28kHz 出力 600W (発振子 1 個の出力: 40W) の超音波発振機を用いた。また図のようにピクノメーターは超音波発振機から 1cm の所に金網を敷いてその上に乗せて超音波を照射した (図-1 参照)。照射時間は山砂では、5, 10, 15, 20 分間、火山灰では 20, 30, 40, 50 分間の各 4 種類として測定した。

土の入ったピクノメーターに超音波を照射すると土が締固まり、大きい気泡が土中に残留するので、この気泡を取り除くために、ピクノメーターに付着した土がはがれるまでピクノメーターを振とうした。

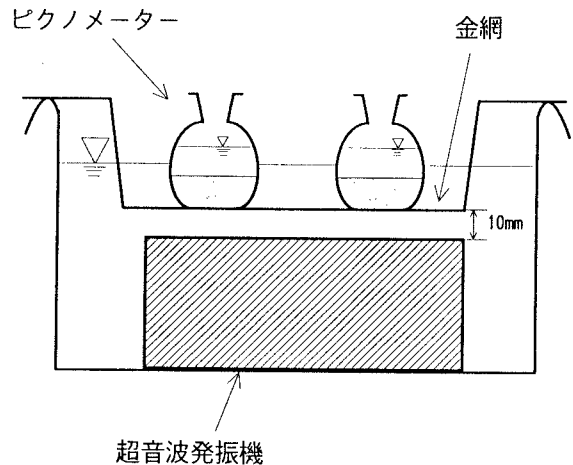


図1 超音波照射模式図

その後、1 分間の超音波照射をおこなってからピクノメーターを再び振とうして脱気作業は終了とした。

なお、従来の方法では 3 個の平均値を土粒子密度としているが、この実験ではそれぞれ 30 個を測定して土粒子の密度とした。

3 結果と考察

JIS の煮沸による脱気での密度測定に比べて、超音波照射による脱気を採用することにより、ピクノメーターの中身の飛散や、ピクノメーターの跳ね上がりは解消された。

図-2 に従来の方法と超音波照射で脱気して求めた土粒子の密度を示した。図中の対角線の上部は、煮沸脱気による密度の値に対して超音波照射脱気による密度の値が大きくなることを示し、脱気法として超音波照射で代替できることを示すことになる。

山砂は 15 分間照射までは対角線を超えることができていない。つまり超音波照射時の値が煮沸時の値（15 分間煮沸）を下回っているが 20 分照射は煮沸の値を上回っている。また火山灰については超音波照射時の値が煮沸時の値（3.5 時間煮沸）をすべて上回ることができなかった。

図-3 に超音波照射密度と照射時間の関係を示した。この図は密度そのものの値より超音波を照射した時の値が煮沸時の値と比べてどの程度脱気されているかを煮沸時の値への到達度で示したものであり、ある時間までの超音波照射では値が不安定であるが、一定の時間を超えると煮沸法の脱気にまで到達してくると考えられる。すなわち、山砂のような普通土は 20 分間程度の照射で土粒子の密度を求めることができるが、火山灰のような特殊土は、50 分程度の照射では不十分であると考えられる。

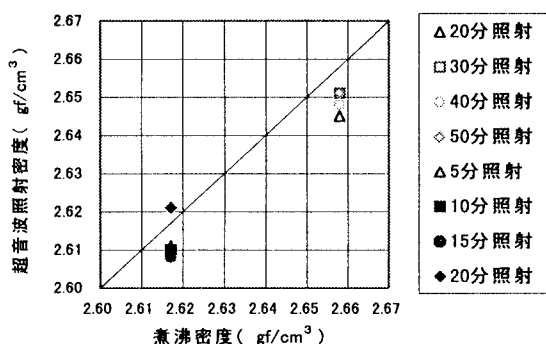


図-2 煮沸密度と超音波照射密度との比較

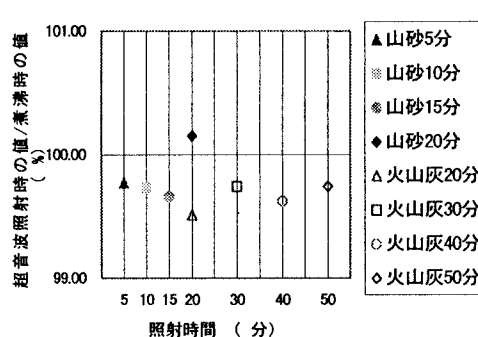


図-3 土粒子密度と超音波照射時間の関係

4 あとがき

今回の実験によって超音波照射による脱気作業が可能であることが判明した。今後は、照射時間を長くした場合（1 分刻み、5 分刻み、10 分刻みなどで測定する）、あるいは 5 分照射→ピクノメーターを振とうする→5 分照射→ピクノメーターを振とうする→……という方法で、振とう作業をおこなう脱気作業方法、超音波発振機の周波数や出力を変化させた実験データを増やしていく必要があると考えられる。さらに川砂や粘土など他の種類の土も同様に調べる必要がある。

参考文献：1) 例えば 実吉純一、菊池喜充、能本乙彦著 超音波技術便覧 日刊工業新聞社 1968年

2) 地盤工学会著 土質試験の方法と解説 1996年