

L-56

細いパイプを併用した強力空中超音波による付着微粒子の除去

Removal of Adhered Fine Particle Using High-Intensity Aerial Ultrasonic Waves with Narrow Pipe

○小林匠¹, 大隅歩², 伊藤洋一²

* Takumi Kobayashi¹, Ayumu Osumi², Youichi Ito²

Abstract: When high-intensity aerial ultrasonic waves (with a frequency of approximately 20 kHz) are applied to solid particles adhering to the surface of an object, the particles instantaneously atomize and peel off from the object and scatter in the air. We proposed a new method that removing fine particles by irradiating the high-intensity aerial converging ultrasonic waves (approximately S.P.L. 170 dB) with a narrow pipe. In this report, we attempted to remove fine particles adhering to the surface of the object by this method.

1. はじめに

物体の表面に付着した固体微粒子に強力空中集束超音波(20 kHz)を照射すると、微粒子は物体表面から瞬時に剥離し、空中に飛散する^[1]。筆者らは、この効果を実用化するための一方法として、強力超音波を細いパイプを介して付着微粒子に照射する方法を提案し、検討している。本報告では、その基礎検討として、音波誘導に用いるパイプの長さ、内径と微粒子の除去効果の関係について検討し、従来の音波照射方法に比べて高い除去効果が得られることを明らかにしている。^{[2][3]}

2. 実験装置と除去効果の評価方法

Fig. 1 は実験装置の概略である。強力空中超音波の発生には、図に示す縞モード振動板式点集束型音源^[4] (19.68 kHz) を使用する。

実験装置は、図のように音波集束点に細いパイプ(アクリル製の遮へい板が付いている)の一端を一致させて配置し、集束音波をパイプ内に入射させるようにしてある。パイプの開口端(出口)付近には微粒子を塗布したガラス板を設置してある。微粒子は平均粒径 14 μm の酸化アルミニウムであり、厚さ 7.8 mm のガラス板面上に直径 2.5 mm、厚み 0.2 mm の円柱状に塗布してある。この試料に超音波を照射して微粒子を除去する。その後、微粒子を塗布した円内での付着粒子の残存面積をデジタルマイクロスコブにより計測する。(微粒子塗布面積 - 微粒子残存面積)/微粒子塗布面積×100 [%]を除去率として、除去効果の評価することにした。

音波誘導に使用するパイプは、音波の集束特性を考慮して内径を 4, 6, 8 mm(肉厚 2 mm)とし、パイ

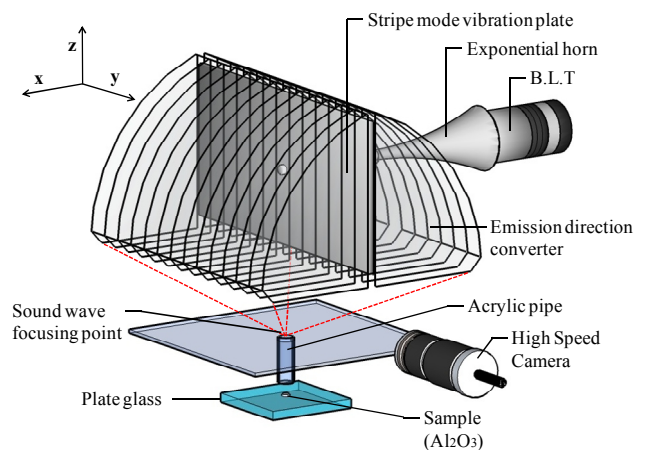


Figure 1. Schematic of experiment device

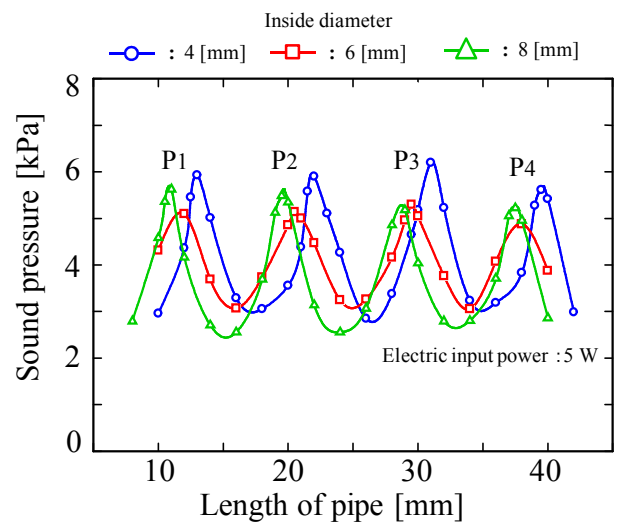


Figure 2. Relationship between sound pressure on the surface of board and length of pipe

1 : 日大理工・院・電気 2 : 日大理工・教員・電気

プの長さは 6.5 mm~42.0 mm の範囲で変化させている。Fig. 2 は各種内径のパイプについてパイプの開口端と試料面の間隔（開口端距離）を 1.0 mm 一定とした場合の試料面での音圧特性を示している。いずれもパイプ長に対して音圧は周期的に変化しており、その周期は音波長の 1/2 である。ここで第一番の音圧極大から順に P1, P2, P3 とし、パイプ長が最も長い音圧極大を P4 としている。

3. 微粒子除去実験

3.1 照射音圧と除去効果

P1 と P4 のパイプを用いて付着微粒子の除去効果を調べた。Fig. 3 はその結果である。図より、いずれも照射音波強度が増すにつれて除去効果が大となり、パイプの径が小さいほど低い音圧から除去効果が現れている。また、P1 と P4 の結果を比較すると、いずれも P4 の場合に高い除去率を示しているのがわかる。

3.2 パイプの長さとの除去効果

次に、パイプの長さ(P1~P4)を変えたときの除去効果について検討した。なお、試料面の音圧が 10 kPa 一定となるように音波を照射した。

Fig. 4 は、開口端距離が 1.0 mm のときのパイプ長と除去率の関係を検討した結果である。図より、いずれの曲線もパイプ長が増すにつれて除去率が上昇しており、P3, P4 では約 90% に達している。なお、図中の破線は集束音波を試料面に直接照射した従来の方法による除去効果を示しており、除去率は約 60% である。パイプを介して強力音波を照射する方法が除去効果を飛躍的に高めているのがわかる。

4. まとめ

強力空中超音波(20kHz)を細いパイプを介して物体表面に付着する微粒子に照射したときの、微粒子の除去効果について検討を行った。

その結果、集束音波を微粒子に直接照射する従来の方法に比べて、除去効果を飛躍的に向上できることがわかった。また、付着微粒子への照射音波の強度が同じ場合でも、パイプの内径及びその長さによって微粒子の除去効果に違いがあることがわかった。

5. 参考文献

[1] 胡, 伊藤:「強力空中超音波による付着微粒子の除去実験(Ⅲ)」, 日本音響学会秋季研究発表会講演論文集, pp.1299, 2009.
 [2] 薦田, 小林, 大隅, 伊藤:「細いパイプを併用した

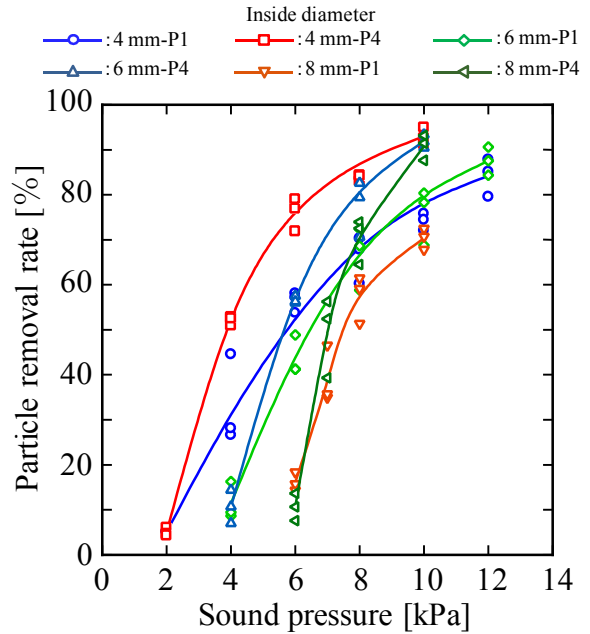


Figure 3. Relationship between sound pressure on the surface and particle removal rate

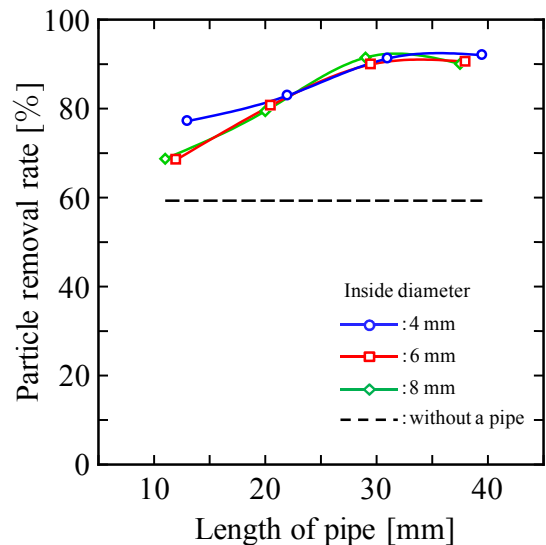


Figure 4. Relationship between particle removal rate and length of pipe

強力空中超音波による付着微粒子の除去」, 電子情報通信学会技術研究報告, 信学技報, Vol.112, No.16, pp.1-6, 2012.

[3] 小林, 大隅, 伊藤:「細いパイプを併用した強力空中超音波による付着微粒子の除去(2)」, 日本音響学会秋季研究発表会講演論文集, pp.1317-1318, 2012.

[4] 伊藤:「縞モード振動板並びに放物面反射板を用いた一点集束型空中超音波音源」, 音響学会誌, Vol.46, pp.383-390, 1990.