

コンクリート表面の水および油層が レーザーアブレーションによる励起弾性波に及ぼす影響

京都大学 学生会員

○村瀬春祐

京都大学 正会員 橋本勝文 塩谷智基 河野広隆 服部篤史

1. はじめに

レーザー励起弾性波とは、固体にパルスレーザーを照射した際に固体表面上で局所的にアブレーションを起こすことによって内部に励起される弾性波である¹⁾。この励起弾性波を種々の弾性波法に基づく非破壊試験に利用し、非接触センサにより検出することで遠隔検査が可能となる²⁾。コンクリート構造物の非破壊検査方法として弾性波を用いた検査方法が多く用いられているが、本研究ではレーザー励起弾性波の発生に着目した。

既往の研究により、レーザー照射面に水などの層が存在するとアブレーションによるプラズマの発生が閉じ込められ、固体内部に強い衝撃が伝わることで報告されている³⁾。本研究では、コンクリート表面で水および油層が与えられた場合に、レーザーアブレーションにより励起される弾性波の振幅に及ぼす影響を評価した。これにより、コンクリート表面の水分状況に基づく弾性波の励起あるいは油滴の塗布による効率的な弾性波の励起手法に関する検討を行った。

2. 実験概要

(1) 供試体概要

レーザーアブレーションにより生じる弾性波を計測するために、円柱供試体を用意した(図1参照)。円柱供試体の配合は表1に示す通りである。

(2) 計測概要

AEセンサをエレクトロニクスにより供試体のレーザー照射面に貼り付け、YAGレーザーによりパルス(波長:1064nm, パルス幅:6nsec)を照射した(図2参照)。なお、レーザー照射による供試体表面の形状変化を考慮し、レーザー照射条件毎に照射箇所を

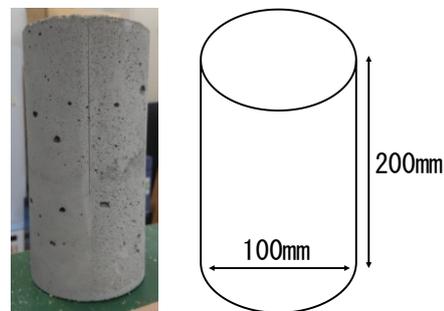


図1 円柱供試体概要

表1 円柱供試体の配合

W/C %	単位量 (kg/m ³)			
	C	W	S	G
50	426	213	853	853

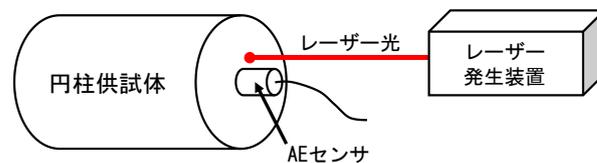


図2 レーザー照射の概要図

表2 レーザー照射条件

出力	集光直径
30 mJ	1 mm
300 mJ	2 mm
	3 mm

変えた。また、レーザー出力と集光直径の影響を検討できるように表2に示す条件でYAGレーザーの出力および集光径を変化させた。レーザー照射表面の塗布剤が励起弾性波の振幅に及ぼす影響を評価するため、照射面に水を含浸させた場合と油滴を塗布した場合の検討を行った。水は供試体表面に1ml滴下し、油滴は4μl滴下した。

キーワード コンクリート, 弾性波, YAGレーザー, レーザーアブレーション

連絡先 〒615-8540 京都市西京区京都大学桂 C クラスターC1 棟 構造物マネジメント工学講座
murase.shunsuke.88c@st.kyoto-u.ac.jp

(3) 使用機器

AE センサは富士セラミックス社製の 50kHz 共振型を使用した。また、YAG レーザー発生装置は、Quantel 社製の Q-smart450 を使用した。

3. 計測結果及び考察

弾性波の振幅計測結果を図 3 および図 4 に示す。なお、検出波形のサチュレーションが生じないようにレーザー出力が 30mJ の際には、プリアンプ増幅を 40dB、300mJ の際には 20dB に設定して計測した。

同図より、レーザーの出力が 30mJ の場合 (図 3 参照) は、水を含侵あるいは油滴を塗布した方が乾燥状態よりも振幅が大きくなり、油滴を塗布した場合の方が水に比べ僅かに大きくなる結果となった。

一方で、レーザー出力が 300mJ の場合 (図 4 参照) は、水を含侵あるいは油滴を塗布したことによる振幅の増大に及ぼす影響は小さいことが分かった。このとき、水分と油滴で比較すると水を含侵した場合に僅かに振幅が大きくなる傾向がみられた。しかし、本研究の範囲内では、レーザー出力を 300mJ とした場合、コンクリート表面の水および油層がレーザーアブレーションによる励起弾性波に及ぼす影響は小さいといえる。

以上の結果は、既報の結果と同様に、レーザーアブレーションによって発生するプラズマが照射面の水分あるいは油滴の影響で閉じ込められたことによるものと考えられる³⁾。また、300mJ の条件で同様の傾向がみられなかった原因としては、300mJ の条件下では表面の水分や油滴が 30mJ の条件と比較して、ごく短時間で蒸発することで、プラズマ発生によるエネルギーをコンクリート表面で抑えることができなかつたためであると考えられる。そのため、表面の水および油層が蒸発せず、レーザーエネルギーや発生したプラズマの逸散を抑えることができれば、低出力のレーザーであってもレーザー励起弾性波の振幅を増幅できることが示された。

4. 結論

本研究では、レーザー照射表面に水分を含侵あるいは油滴を塗布してレーザー励起弾性波に及ぼす影響について検討を行い、以下の知見が得られた。

① レーザーの出力が 30mJ の場合では、照射表面に

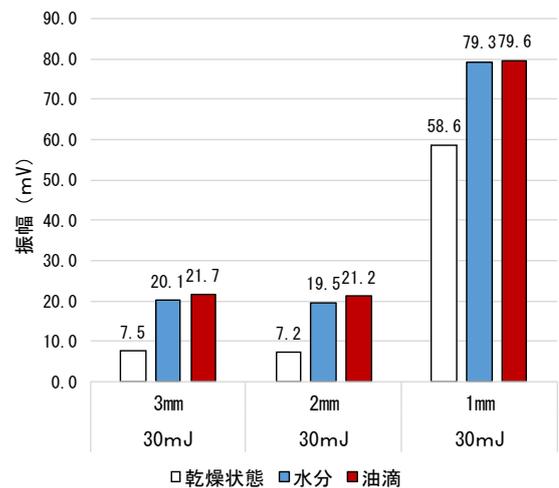


図 3 30mJ での弾性波の振幅計測結果

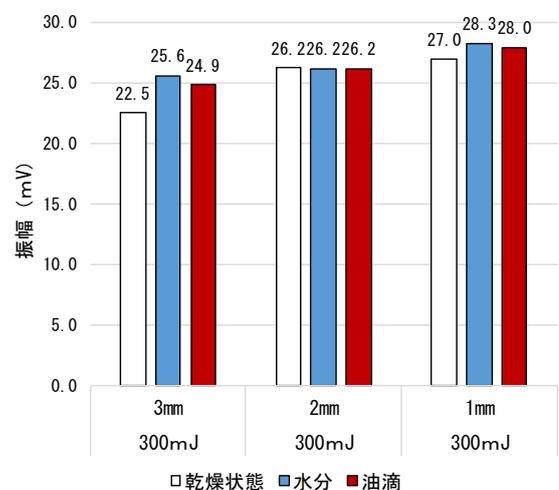


図 4 300mJ での弾性波の振幅計測結果

水分や油滴が存在する方が励起弾性波の振幅が増幅される。

- ② レーザーの出力が 30mJ の場合では、照射表面に油滴を塗布している方が、水分の含侵よりも弾性波の振幅が増幅されるが、300mJ の場合では大きな変化は見られない。

5. 参考文献

- 1) レーザー学会編: レーザーハンドブック (第2版), 37章レーザーアブレーション応用, 37・1 概説
- 2) 島田義則, O. Kotyaev: レーザー超音波リモートセンシングを用いたコンクリート内部欠陥検出, 電気学会論文誌C (電子・情報・システム部門誌), 2009, 129 巻, 7 号, pp.1192-1197, 2009.
- 3) 杓名宗春: レーザーピーニングの適用, 溶射技術, 2008