

ナノ秒レーザーを用いた振動音響試験

細矢 直基 芝浦工業大学 工学部 機械学群 機械機能工学科



概要

従来、振動試験ではインパルスハンマなど、音響試験ではスピーカなどを入力源として用いてきた。しかしながら、前者は接触式デバイスであるため、理想的なインパルス入力を実現できない、インパルスハンマは実験者が操作するため熟練者でなければ容易に取り扱うことができない、などの問題点があった。後者はスピーカでは理想的な点音源を生成することが困難であった。これらの問題点を解決するために、ナノ秒のパルスレーザーを振動音響試験に導入することを考案した。振動試験においては、構造物の加振点に対して、ナノ秒レーザーをパルス照射することで、レーザーアブレーション（LA）を発生させ、これを用いることで、対象構造物に理想的なインパルス入力を非接触で作用させることに成功した。また、構造物の加振点近傍にレーザー誘起プラズマ（LIP）を形成し、これにより生成された衝撃波を用いることで、理想的なインパルス入力を非接触非破壊で作用させることにも成功した。音響試験においては、この LIP 衝撃波を用いることで理想的な点音源の生成に成功した。これらの理想的なインパルス加振力または音源を、振動音響試験、損傷検出、水中構造物の動特性評価、果物の硬度評価、など様々な分野に適用できたので、これらを紹介する。また、ナノ秒レーザーを用いていない内容ではあるものの、ボルトの緩み検出や誘電エラストマーアクチュエータスピーカについても紹介する。

発表者略歴

学位：平成 14 年 3 月 博士（工学）（東京都立大学）

論文名：回転自由度を考慮した実験モード解析法に関する研究

平成 14 年 4 月 埼玉大学 大学院理工学研究科 生産科学専攻 助手

平成 18 年 4 月 埼玉大学 大学院理工学研究科 人間支援・生産科学部門 人間支援工学領域（改組）
助手

平成 19 年 4 月 芝浦工業大学 工学部 機械系 機械工学第二学科 講師

平成 21 年 4 月 芝浦工業大学 工学部 機械学群 機械機能工学科（学科名称変更） 准教授

平成 30 年 4 月 芝浦工業大学 工学部 機械学群 機械機能工学科 教授

論文（2012 年以降の第 1 著者または責任著者）

1. [Naoki Hosoya](#), Hiroaki Masuda, and Shingo Maeda, Balloon dielectric elastomer actuator speaker, Applied Acoustic 148 (2019) 238-245. DOI: 10.1016/j.apacoust.2018.12.032
2. [Naoki Hosoya](#), Takahiko Hosokawa, Itsuro Kajiwara, Shinji Hashimura, Feblil Huda, Evaluation of the clamping force of bolted joints using local mode characteristics of a bolt head, Journal of Nondestructive Evaluation 37(4), 2018, 75. DOI: 10.1007/s10921-018-0528-7
3. [Naoki Hosoya](#), Atsushi Yoshinaga, Atsushi Kanda and Itsuro Kajiwara, Non-contact and non-destructive Lamb wave generation using laser-induced plasma shock wave, International Journal of Mechanical Sciences, 140, 2018, 486-492. DOI: 10.1016/j.ijmecsci.2018.03.023

4. Naoki Hosoya, Itsuro Kajiwara, Koh Umenai, and Shingo Maeda, Dynamic characterizations of underwater structures using noncontact vibration tests based on nanosecond laser ablation in water: evaluation of passive vibration suppression with damping materials, *Journal of Vibration and Control*, 24(16), 2018, 3714-3725. DOI: 10.1177/1077546317710158
5. Naoki Hosoya, Ryosuke Umino, Atsushi Kanda, Itsuro Kajiwara, and Atsushi Yoshinaga, Lamb wave generation using nanosecond laser ablation to detect damage, *Journal of Vibration and Control*, 24(24), 2018, 5842-5853. DOI: 10.1177/1077546316687904
6. Naoki Hosoya, Michiru Mishima, Itsuro Kajiwara and Shingo Maeda, Non-destructive firmness assessment of apples using a non-contact laser excitation system based on a laser-induced plasma shock wave, *Postharvest Biology and Technology*, 128, 2017, 11–17. DOI: 10.1016/j.postharvbio.2017.01.014
7. Naoki Hosoya, Yoshiki Terashima, Koh Umenai and Shingo Maeda, High spatial and temporal resolution measurement of mechanical properties in hydrogels by non-contact laser excitation, *AIP Advances*, 6, 2016, 095223-1–095223-8. DOI: 10.1063/1.4964305
8. Naoki Hosoya, Itsuro Kajiwara and Koh Umenai, Dynamic characterizations of underwater structures using non-contact vibration test based on nanosecond laser ablation in water: investigation of cavitation bubbles by visualizing shockwaves using the Schlieren method, *Journal of Vibration and Control*, 22(17), 2016, 3649–3658. DOI: 10.1177/1077546314564693
9. Naoki Hosoya, Masaki Nagata, Itsuro Kajiwara and Ryosuke Umino, Nano-second laser-induced plasma shock wave in air for non-contact vibration tests, *Experimental Mechanics*, 56, 2016, 1305–1311. DOI: 10.1007/s11340-016-0167-9
10. Naoki Hosoya, Ryosuke Umino, Itsuro Kajiwara, Shingo Maeda, Takashi Onuma and Arata Mihara, Damage detection in transparent materials using non-contact laser excitation by nano-second laser ablation and high-speed polarization-imaging camera, *Experimental Mechanics*, 56, 2016, 339–343, DOI: 10.1007/s11340-015-0089-y
11. Naoki Hosoya, Shun Baba and Shingo Maeda, Hemispherical breathing mode speaker using a dielectric elastomer actuator, *Journal of Acoustical Society of America*, 138(4), 2015, EL424–EL428. DOI: 10.1121/1.4934550
12. Naoki Hosoya, Shinji Yaginuma, Hiroshi Onodera and Takuya Yoshimura, Estimation of the auto frequency response function at unexcited points using dummy masses, *Journal of Sound and Vibration*, 337, 2015, 14–27. DOI: 10.1016/j.jsv.2014.09.033
13. Naoki Hosoya, Itsuro Kajiwara, Tatsuo Inoue and Koh Umenai, Non-contact acoustic tests based on nanosecond laser ablation: generation of a pulse sound, source with a small amplitude, *Journal of Sound and Vibration*, 333(18), 2014, 4254–4264. DOI: 10.1016/j.jsv.2014.04.050
14. Naoki Hosoya, Masaki Nagata and Itsuro Kajiwara, Acoustic testing in a very small space based on a point sound source generated by laser-induced breakdown: stabilization of plasma formation, *Journal of Sound and Vibration*, 332, 2013, 4572–4583. DOI: 10.1016/j.jsv.2013.03.035
15. Naoki Hosoya, Itsuro Kajiwara and Takahiko Hosokawa, Vibration testing based on impulse response excited by pulsed-laser ablation: Measurement of frequency response function with detection-free input, *Journal of Sound and Vibration*, (331), 2012, 1355-1365. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jsv.2011.10.034>

特許

非接触式レーザー加振による構造物の振動特性の測定方法（梶原逸朗，細矢直基）
特許第 5750788 号，平成 27 年 5 月 29 日

METHOD FOR MEASUREMENT OF VIBRATION PROPERTY OF STRUCTURE, AND VIBRATION PROPERTY MEASUREMENT DEVICE (Itsuro Kajiwara, Naoki Hosoya)

No. 11795411.5, 2012.12.14 ドイツ，フランス（決定）

No. 13704439, 2012.12.14 US 9,291,604 B2, 2016.5.22 アメリカ

振動特性計測用の発射装置、加振力入力具、振動特性計測システム及び振動特性計測方法（細矢直基、梶原逸朗）

特願 2018-125879，平成 30 年 7 月 2 日