

第VI部門

レーザドップラ振動計を用いた音響反射振動による覆工コンクリート内部空隙の探知

明石工業高等専門学校

正会員 鍋島 康之

明石工業高等専門学校 専攻科 学生会員 ○上杉 潤矢

1. はじめに

日本では高度経済成長期に道路施設の整備が進められたが、近年では建設後 50 年以上が経過した施設が増加している¹⁾。特に、トンネルにおいては覆工コンクリートの剥落などの事故が発生しており、同様の事故は大きな問題となっている。そのため、維持管理・補修はこれから更に重要となる。しかしながら、老朽化する施設の増加や作業者の減少などの問題から、点検の効率化が求められている。現在行われている点検方法は目視検査や打音検査が主流となっている。しかし、これらの点検方法は非効率かつ熟練を要する方法であり、高所での作業が必要となっている。そこで、本研究では非接触で測定が行えるレーザドップラ振動計を用いて車両が走行する際に発生する音響を覆工コンクリートが反射する際の振動をもとにした点検方法²⁾を提案する。



写真-1 レーザドップラ振動計

2. レーザドップラ振動計の概要

レーザドップラ振動計はドップラー効果を利用して振動測定を行う装置である。測定用ビームが対象物に当たって反射する際に対象物が振動している場合、その反射光の周波数が変化する。これらの干渉を感知することで測定対象物の変位や振動速度を測定することができる。今回使用したレーザドップラ振動計は μm レベルの微小な変動を遠距離から非接触で測定できるシステム（ポリテックジャパン（株）RSV-150、仕様：表-1 参照）である。

表-1 レーザドップラ振動計の仕様

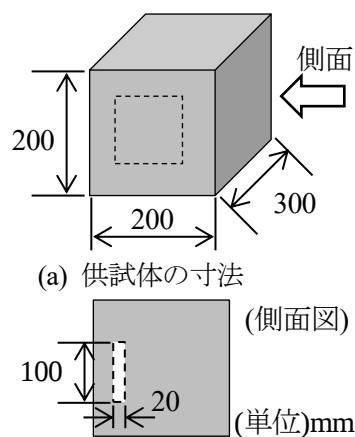
レーザ波長	照準 532nm（緑色） 測定 1550nm（不可視）
レーザ出力	10mW
安全クラス	II
計測可能距離	50m
速度分解能	使用レンジにより変化, 最大スケール 0.1m/sec の場合, 1 $\mu\text{m}/\text{sec}$
計測可能周波数帯	0-25Hz

3. 実験概要

本研究で用いる供試体の寸法は 200mm×200mm×300mm のコンクリートに所定の空隙を設置したものを使用した。空隙は表面から深さ 20mm の位置にあり、大きさは 100mm×100mm×20mm となっている。

実験は壁面等で音波が反射することを防ぐため写真-2 に示すように防音箱の中にコンクリート供試体を設置した。供試体の下方斜め方向から実際の車両の走行音を照射し、供試体の振動速度を測定する。走行音の周波数帯は高周波成分も含むが、特に 0-400Hz の周波数が多く含まれている。測定は供試体の音波が照射される面に格子状に測点を設け、各測点の振動を順番に測定することで疑似的に面での検証を行う。

空隙がない面と空隙がある面を比較するため、次の振動速度比 V を用いて判断を行う。



(a) 供試体の寸法
(b) 空隙の寸法
図-1 コンクリート供試体および空隙の寸法

Yasuyuki NABESHIMA, Junya UESUGI

ac1702@s.akashi.ac.jp

$$V = \frac{F_{ij}}{G_{ij}}$$

ここに、 V ：振動速度比、 F_{ij} ：空隙がある面における各測点の振動速度、 G_{ij} ：空隙がない面の各測点の振動速度である。

4. 結果および考察

本研究では各測点の振動速度比を二次元に表示することで分布を示す。図-2 に供試体中央部の周波数一振動速度比のグラフを示す。このことから、中央部付近で振動速度比が大きくなる周波数が存在することがわかる。ピークが表れている周波数は7箇所あり、120Hzに2つのピークあり、140Hz、210Hz、290Hz、340Hzおよび390Hz付近であった。これらのピークが表れた周波数で空隙がある部分が大きく振動していることがわかる。しかしながら、すべての周波数で振動速度比が大きくなるわけではなく、空隙の探知には周波数を選ぶ必要がある。ピークが見られた周波数における振動速度比の分布をそれぞれ図-3、4に示す。中央部付近で振動速度比が大きくなる場合、これらは空隙のある表面部分で大きな振動が起き、振動速度が大きくなっている。

図-3 は 117Hz における振動速度比の分布図を示している。この周波数では中央部においてその周辺と比較して振動速度比が顕著に大きくなっており、その下部に若干高い振動速度比を示す部分が存在する。

図-4 は 208Hz における振動速度比の分布図を示している。この周波数では中央部付近で振動速度比が大きくなっているが、それ以外の部分でも振動速度比が大きくなっている範囲が図-3 に比べ広がっている。このことから同じ空隙であっても周波数によって振動挙動が異なることがわかる。

以上のことから、車両走行音のように複雑な音響を用いた場合でも空隙部分を検知できる可能性が示された。

5. まとめ

コンクリート供試体内部に存在する空隙を表面部分の音響反射振動によって検知できることが判明した。特に、車両走行音のような複雑な周波数帯による音響でも検知できる可能性があることがわかった。しかし、周波数帯の違いにより、振動挙動が異なることから、空隙範囲の特定については更なる検討が必要である。

【謝辞】

本研究を実施するにあたり、ポリテックジャパン株式会社の中川様には、レーザドップラ振動計の貸用ならびに機器の説明や測定についてご教授・ご協力いただいた。ここに感謝の意を表す。

【参考文献】

- 1) 国土交通省：平成 25 年度 国土交通白書，pp.28-33，2014.2) 鍋島：走行車両の音響反射によるトンネル覆工コンクリートの振動計測，土木学会第 71 回年次学術講演会概要集，Ⅲ - 410，pp.819 - 820，2016.

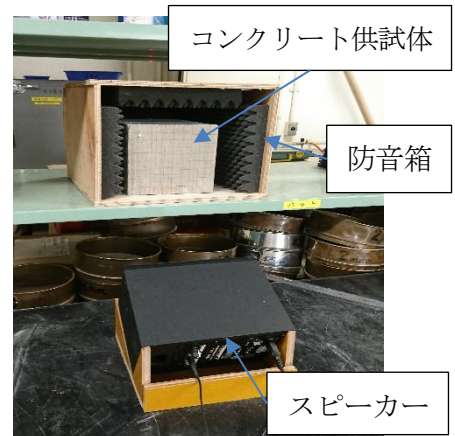


写真-2 実験風景

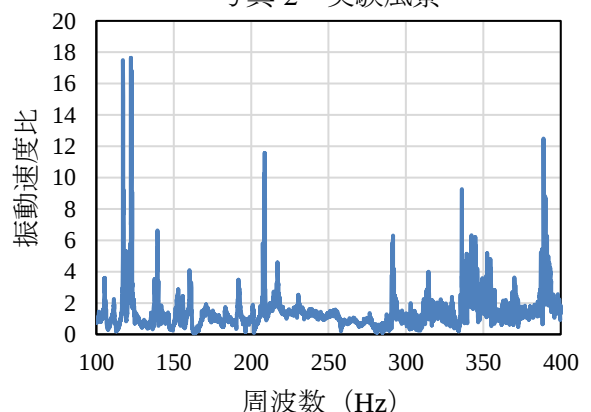


図-2 周波数一振動速度比グラフ

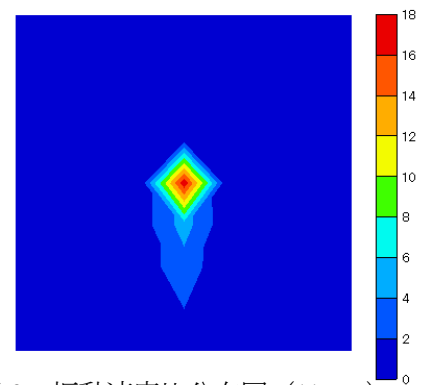


図-3 振動速度比分布図 (117Hz)

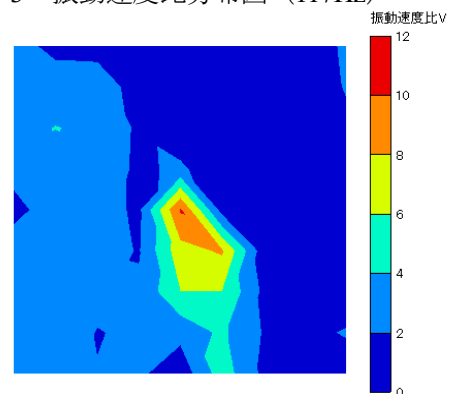


図-4 振動速度比分布図 (208Hz)