

水撃音響法によるタイルの浮き検出の基礎実験

熊本大学 正会員 ○森 和也
熊本大学 学生員 徳臣佐衣子

1. 緒言

筆者らは、水撃音響法¹⁾をこれまでは主にコンクリート構造物のはく離の検出を主な対象としていた。そのため、加振周波数を 2kHz 以下と想定していた。水撃音響法をタイルの浮き検出に適用する場合、加振力の高周波数化、近接試験が必要になる。本研究では、ノズルを細くする方法とパルスウォータージェット²⁾を用いる方法でこの問題の解決を試みた。

2. 水撃音響法

図 1 に水撃音響法の原理を示している¹⁾。ノズルから連続的な水流を放出すると、ある程度の距離において水流は水滴化する。水滴化した水流が検査壁面に衝突すると、水滴の周期性から壁面は加振される。壁面にはく離があると、その部分が振動し、その振動によって発生する音響に基づいて欠陥を検出する。

これまでは、20cm 以上の大きさの浮きやはく離の検出を目的としていたため、加振周波数は 2kHz 以下としていた。また、大きな欠陥のため加振力も重要と考え、5mm 径のノズルを主に用いてきた。

3. 浮きタイルの固有振動数

図 2 は、熊本地震で損傷した建物の 95mm 角のタイルを打診棒で叩いている様子を示している。図 3 は、そのはく離部と健全部の打音の周波数スペクトルである。はく離タイルの打音は、コンクリートとは逆に、高い澄んだ音が発生する。はく離の打音の周波数スペクトルにおいて鋭いピークが発生しているのがその澄んだ音である。

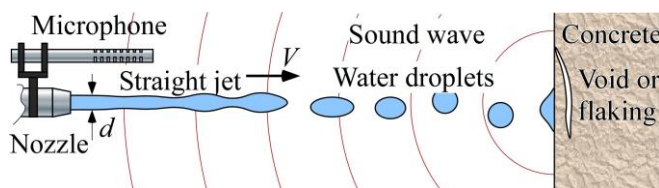


図1 水撃音響法

図 3 から分かるように、タイルのはく離の差が現れる周波数帯域は、2kHz を越えた領域である。したがって、タイルのはく離の検出をするためには、少なくとも 4kHz 以上の加振周波数を含む加振力が必要である。

4. 1mm 径ノズルを用いたウォータージェットの加振周波数

図 1 において、水滴の間隔は水流直径 d に比例する¹⁾。水滴の間隔が狭くなると単位時間に水滴が検査面に衝突する回数が増え、加振周波数が高くなる。5mm 径のノズルの場合、2kHz が限界の加振周波数であった。1mm の径のノズルを用いると、加振可能な周波数域が 10kHz 程度まで向上することが期待できる。

そこで、1mm 径のノズルを用いて加振力を測定した。図 4 に測定の様子を示している。水道から供給される水をレギュレータで調圧し、1mm 径のノズル



図2 95mm 角のタイルの打音検査

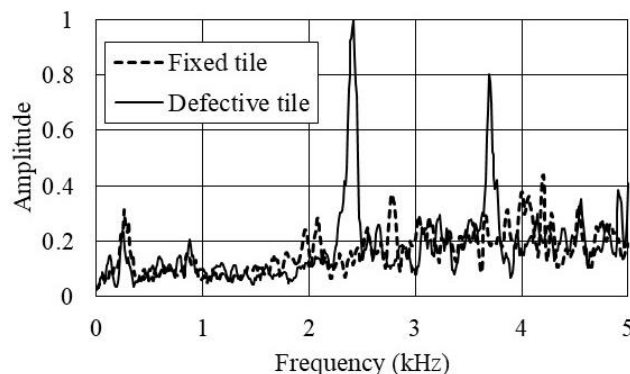


図3 はく離タイルの打音の周波数スペクトル

キーワード 水撃音響法, タイル, 加振周波数, ウォータージェット

連絡先 〒860-8555 熊本市中央区黒髪2丁目39-1 熊本大学工学部 TEL 092-342-3739



図4 1mm 径ノズルを用いた加振力測定試験

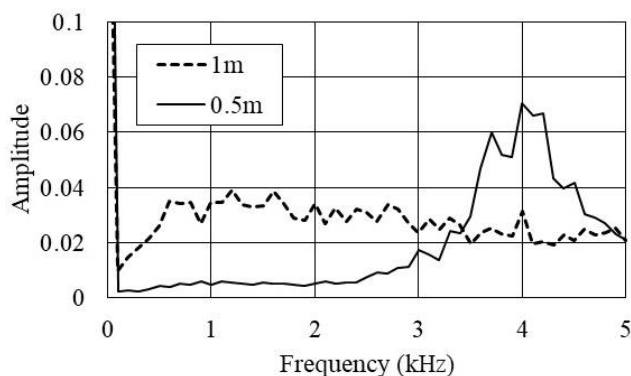


図5 1mm 径ノズル, 0.1MPa の周波数スペクトル

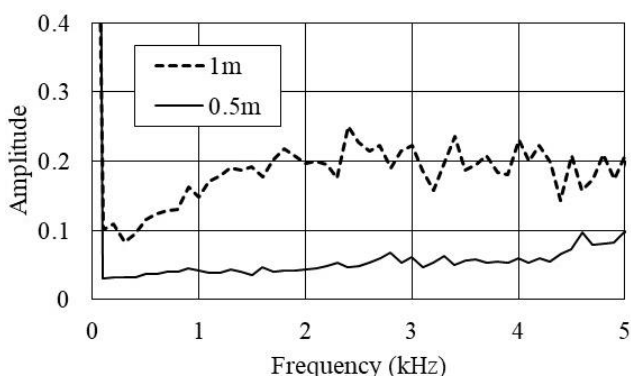


図6 1mm 径ノズル, 0.5MPa の周波数スペクトル

から放出する。ノズルから 1m/0.5m の距離に置いた小型の圧力センサにウォータジェットを打ち当てて加振力を測定した。

図5と図6は供給圧力が 0.1MPa と 0.5MPa の時の加振力の周波数スペクトルである。0.1MPa の流速は約 14m/s, 0.5MPa の流速は約 31m/s である。

図5と図6から、1m の距離では、5kHz まで加振力が発生していることがわかる。したがって、この条件では、はく離タイルを加振することができる。1mm のノズルの加振力自体は小さいが、振動体(タイル)も小さいので加振力の大きさは問題ない。

0.5m の距離で安定的な加振力が発生していないのは、水滴化の過程が影響しているためである。

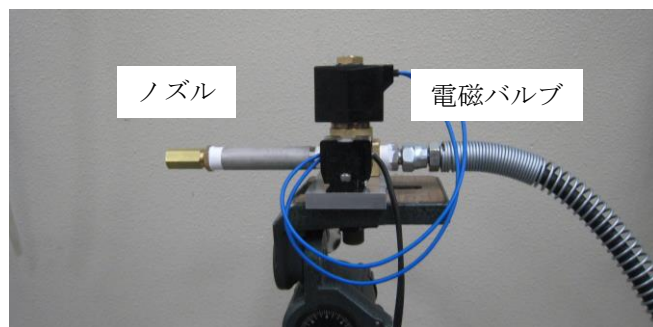


図7 ウォータパルスガン

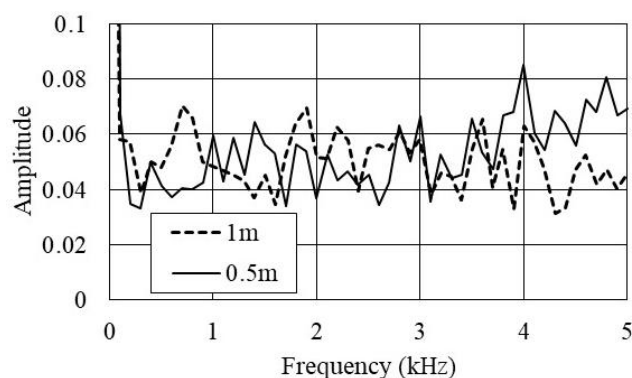


図8 パルスウォータジェットの周波数スペクトル (1mm 径ノズル, 0.5MPa 水圧, 10ms バルブ開放)

5. パルスウォータジェットの加振周波数

図7は、電磁バルブで水流を断続することによって、パルス状にウォータジェットを放出することのできるパルスガンである。

図8は、0.5MPa の水圧の水を 1mm 径のノズルから 10ms の間放出した時の加振周波数である。ノズルと圧力センサとの距離が 0.5m の場合でも安定的な加振力を生じていることがわかる。

6. 結言

タイルの浮きの検出を目的として、水撃音響法の加振力の高周波数化と近接試験を試みた。

- (1) 1mm 径のノズルを用いると、1m の距離において 5kHz 以上の加振力を持つ。
- (2) パルス状のウォータジェット (0.5MPa 水圧, 10ms パルス) は、0.5m の近接においても 5kHz 以上の加振力を持つ。

参考文献

- 1) 森和也, 徳臣佐衣子: ウォータジェットを用いた構造物の遠隔非破壊検査法, コンクリート工学年次論文集, Vol.38, No.1, pp.2097-3002, 2016.7.
- 2) 森和也, 徳臣佐衣子, 白石史暁: パルスウォータジェットを用いた水撃音響法試験, コンクリート工学年次論文集, Vol.41, No.1, 2019.7.