

ウォータジェットを用いた非破壊検査「水撃音響法」における整流効果

熊本大学大学院 正会員 ○森 和也
熊本大学大学院 徳臣佐衣子

1. はじめに

トンネルや橋梁の遠隔非破壊試験法として、筆者らはウォータジェットを用いた水撃音響法を開発している^{(1),(2)} (図1参照)．ウォータジェットを検査面に当てて加振し、その音響を計測して、うき・はく離を検出する方法である．ウォータジェットによって検査面が加振される原理は、ウォータジェットが水の表面張力によって水滴化し、検査面を周期的に叩くことである．本報告では層流ノズルを用いてこの周期性の改善を試みた．

2. 直進ノズルと層流ノズル

図2に直進ノズルを示す．直進ノズルから放出されたウォータジェットは乱流であり、ノズル放出直後からウォータジェットは乱れを有し、水滴も乱れる．水滴の乱れは、水滴間隔を不均一にし、加振性能を低下させる．そこで今回、層流ノズルを水撃音響法に導入した．

図3に層流ノズルの構造を示す．ノズルに入った水は、ナイロンスポンジによって軸方向速度の均一化が図られ、整流フィルターを通して軸方向流れに整流され、再度ナイロンスポンジによって軸方向速度が均一化される．

図4は直進ノズルから放出されたウォータジェットである．ノズルを出た直後から乱れが確認できる．ノズル先端より1mから2mのウォータジェットにおいて水滴の大きさおよび間隔が不均一であることがわかる．

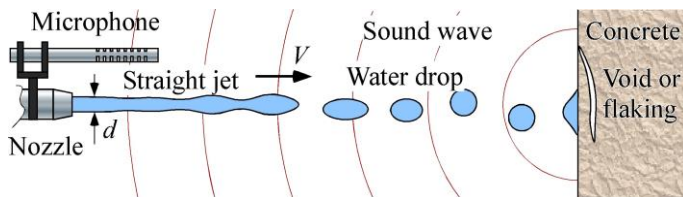


図1 水撃音響法

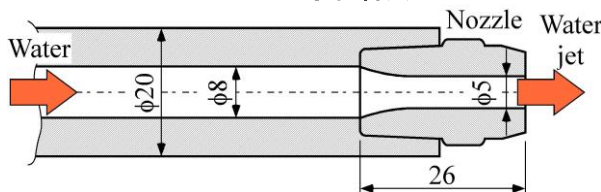


図2 直進ノズル

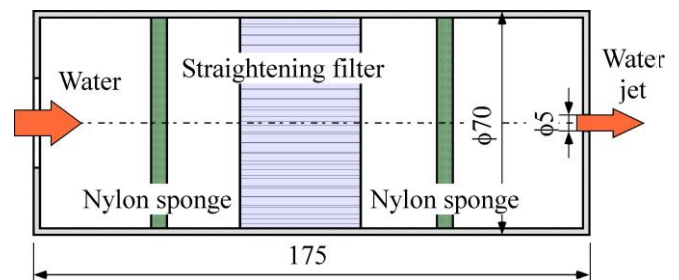
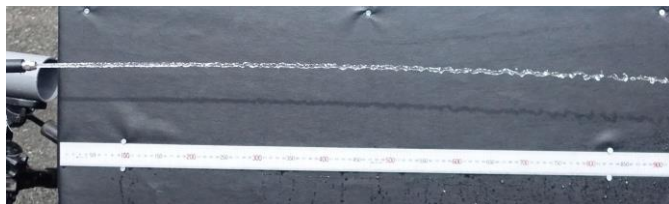
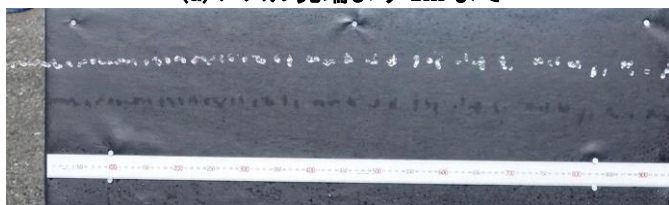
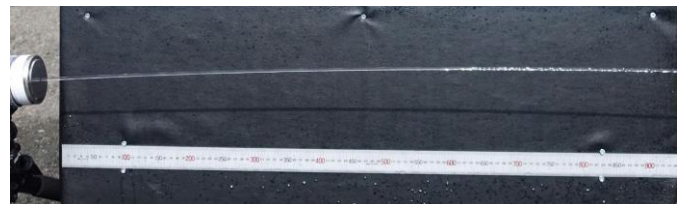


図3 層流ノズル



(a) ノズル先端より 1m まで

(b) ノズル先端より 1m から 2m まで
図4 直進ノズルのウォータジェット

(a) ノズル先端より 1m まで

(b) ノズル先端より 1m から 2m まで
図5 層流ノズルのウォータジェット

キーワード 非破壊試験, 水撃音響法, ノズル, ウォータジェット, 層流

連絡先 〒860-8555 熊本市中央区黒髪 2-39-1 熊本大学大学院先端科学研究部 TEL 096-342-3739

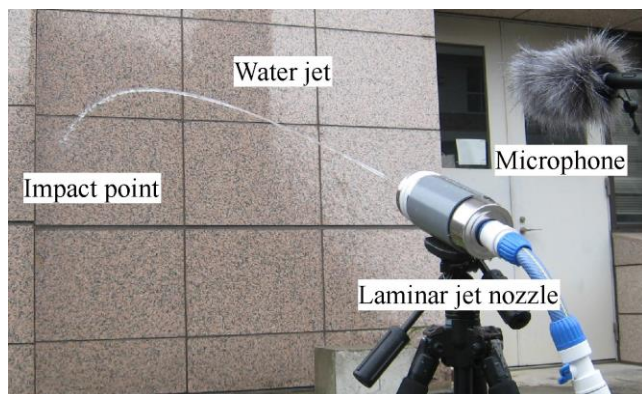


図6 実験状況

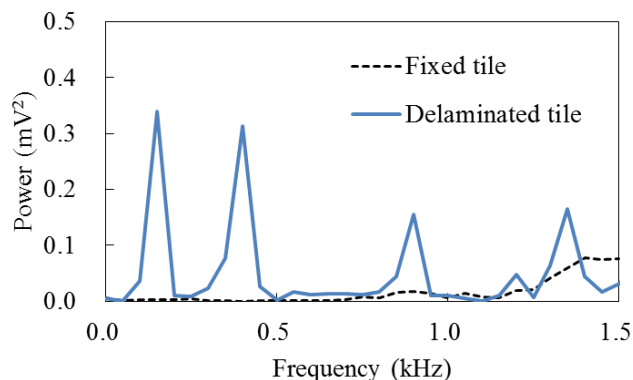


図7 打音検査の音響スペクトル

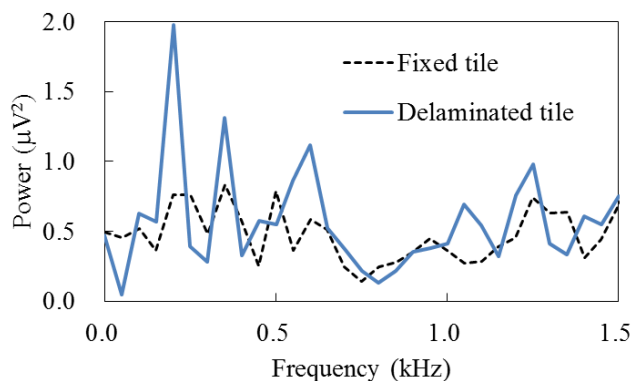


図8 直進ノズルの音響スペクトル

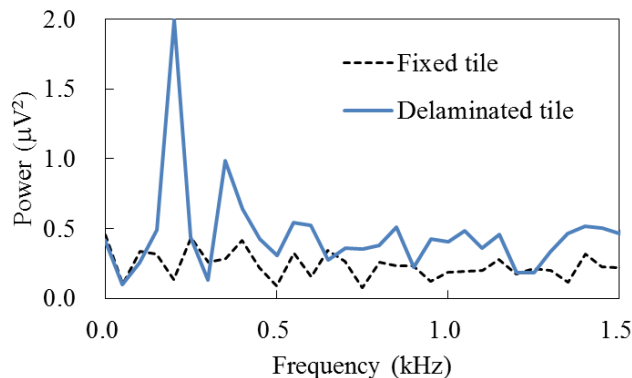


図9 層流ノズルの音響スペクトル

図5は層流ノズルから放出されたウォータージェットである。ノズルを出たウォータージェットは乱れがなく、ガラスの棒のように直進する。ノズル先端より1mから2mのウォータージェットにおいて水滴の大きさおよび間隔はほぼ均一であることがわかる。

3. タイルのうき検出試験

図6に示すように、直進ノズルと層流ノズルを用いてタイルのうき検出試験を行った。距離は4m、ウォータージェットの流速は10m/sとした。検査対象は、30cm×60cmの外壁タイルで、うきがない部分とうきがある部分である。図7は、試験実施前にハンマを用いた打音検査で求められた音響のパワースペクトルである。うきがあるタイルは0.5kHz以下に顕著なピークが二つ確認できる。

図8は、直進ノズルを用いて試験して得られた音響のパワースペクトルである。ハンマを用いた打音検査と同様に、うきがあるタイルでは0.5kHz以下に二つのピークが確認できる。しかしながら、うきがあるスペクトルとうきがないスペクトルの差は小さい。

図9は層流ノズルを用いて試験して得られた音響のパワースペクトルである。うきがあるタイルでは0.5kHz以下に二つのピークが確認できる。さらに、うきがあるスペクトルとうきがないスペクトルは明確な違いが確認できる。この結果、層流ノズルを用いた水撃音響法は、直進ノズルを用いた場合より精度の高い検査が可能である。

4. まとめ

直進ノズルと層流ノズルを用いて、タイルのうきの検出をおこなった。直進ノズルのウォータージェットはノズル放出直後から乱れを持つものに対して、層流ノズルのウォータージェットは乱れがなく、ガラスの棒のように直進する。直進ノズルと層流ノズルによるタイルのうきの検出はともに可能であるが、層流ノズルの音響のパワースペクトルは、うきのあるなしで明確な違いが現れており、うきの検出精度が高い。

参考文献

- (1) 森和也, 特許出願, 特願 2015-177167 (2015).
- (2) 森和也, 徳臣佐衣子, 堀耕太, 林竜之介, 日本非破壊検査協会平成27年度秋季演論大会講演概要集, 25-26 (2015).