

## 138 軸対称噴流—直管系で生じる自励音の金網による抑制効果

The Depression Effect by Screen of the Self-Excited Tone  
in an Axisymmetric Jet-with a Coaxial Pipe.

○由利 真一(帝京大・院) 正 小幡 輝夫(帝京大・理工)

正 倉澤 英夫(長野工業高等専門学校)

Shinichi YURI, Teikyo University, Graduate Student

Teruo OBATA, Teikyo University, Utsunomiya, Tochigi

Hideo KURASAWA, Nagano National College of Technology

**Key Words:** Axisymmetric Jet, Self-Sustained Oscillation, Shear Layer, Screen  
Feedback Phenomenon, Noise Reduction

### 1. はしがき

軸対称噴流と同軸に直管を配置すると共鳴音が生じる。これは、せん断層の離散渦が直管エッジに衝突するために起こる自励振動に起因している。本報は噴流ノズルと直管との間に金網を直交して置き、流れ構造の変化が自励振動、共鳴音の抑制に効果的かを究明している。

### 2. 実験装置及び方法

テストセクション及び座標系を図1に示す。一定流速  $u_0 = 10\text{m/s}$  で実験を行い、ノズル直径は  $d_0 = 28\text{mm}$  である。ノズル出口端での速度は極めて薄い境界層部分(運動量厚さ  $\theta = 0.25\text{mm}$ )を除いて一様である。供試金網は平織金網で、フレームに固定した支持棒を介して微動装置に取付け、 $z$  方向に移動させている。ここでノズル—金網間距離を  $s$  とする。メッシュ数 (M.N), 線径  $dw$  は図1に示す通りで、20メッシュ (M20) を主体で行っている。内径  $28\text{mm}$ , 外径  $34\text{mm}$ , 先端部厚み  $1\text{mm}$ , 管長  $380\text{mm}$ , 先端部を  $6^\circ$  にテーパ加工した直管を噴流軸と同心状に配置している。流速の計測には熱線風速計, 音響測定には精密騒音計を用い, スペクトル解析にはFFT分析器を用いている。

### 3. 実験結果および考察

**3.1 金網上流のかく乱の卓越周波数** せん断層中の流れ方向の速度変動から求めた最大卓越周波数  $f_p$  の変化を図2に示す。縦軸はストロハル数  $St_\theta = f_p \theta / u$  である。実線, 破線は挿入物体が金網の代わりにリングの場合の結果である。記号で白抜きは金網を下流方向へ, 一部黒塗りは上流方向に移動した場合である。

振動モードの変化はリングと同様にこの歯状である。さらに (1) ステージ0が現れないこと, (2) 新ステージへの移行する跳躍位置が金網の移動方向により大きく変化してヒステリシス域が広がっていること, (3) 自励振動の観測され始める位置がメッシュ数により変化し, M5ではステージ2から観測されるなどメッシュ数が小さいほど下流域になっているなどの特徴が挙げられる。

**3.2 メッシュサイズによる自励音の変化** 金網を挿入せず, せん断層が直接直管に衝突した場合の音圧レベルの変化を図3(a)に示す。  $s/d_0 = 0.43, 0.88, 1.43, 1.82, 2.21$  の位置での音圧レベルが急増するのは, 直管

の共鳴によるものである。

次に, 共鳴音中で音圧レベルが最大になる  $P_1$  に着目してノズル—直管間を  $s/d_0 = 0.88$  に固定し, 金網の位置を変化させた場合の自励音の変化を図3(b)に示す。

M20の場合  $s/d_0 = 0 \sim 0.52$  までは共鳴が起らないため音圧レベルは小さい。すなわち, 図2で述べたように金網をノズル出口近くに置くと, せん断層での渦形成を生ずる前に金網に衝突し, 一部は通過するので自励振動は発生しないといえる。

$s/d_0 > 0.52$  になると音圧レベルが増大し始め, 直管の固有振動数に一致した卓越周波数のパワーが増加する。これはノズル—金網間距離が増すと金網の上流のせん断層に図2の  $f_p$  を中心とした自励振動が発生し, 金網を通過した渦構造はやや弱められながらも直管エッジに衝突する。  $f_p$  が  $f_r = c/2L$  に近づくと,  $f_r$  に引き込まれて共鳴音が発生することになる。

メッシュサイズによる共鳴音の抑制効果は, M20 > M10 > M5 になる。つまり, 金網のメッシュサイズにより渦の微細化が進み, 金網通過直後を除けばもはや渦構造が保持されなくなる。対応して加振力となる圧力変動も弱まるため, 直管から励起される音圧レベルは小さくなっている。

M5では,  $s/d_0 = 0$  の初期段階から, 直管の固有振動数を主体とした音圧レベルの大きい音が発生している。その後も若干の音圧レベルは小さくなるものの, 顕著な抑制効果は認められない。

### 3.3 メッシュサイズによるかく乱スペクトル分布

3種類の金網に対するせん断層の速度変動スペクトルを図4に示す。熱線の位置は図1に示した通り直管エッジより  $0.5\text{mm}$  上流の  $r/R = 1.0$  である。

M20の場合,  $s = 20\text{mm}$  ( $s/d_0 = 0.71$ ) まで卓越したスペクトルは存在しない。これからも金網通過後の流れは金網の影響により渦構造を分割・崩壊されたことが確認される。  $s > 21\text{mm}$  ( $s/d_0 = 0.75$ ) になると  $f = 430\text{Hz}$  の成分が出てくる。  $s/d_0$  が増すとせん断層には, 強い組織的な渦形成が確立されることにより, 通過後も完全には分割・崩壊されず, 周期的な変動を保っていると考えられる。

M10の場合, M20に比べて  $s/d_0$  が相対的に小さい領域から同様な現象が生じる。すなわち,  $s = 18\text{mm}$  ( $s/d_0 = 0.64$ ) から発生している。

M5 の場合,  $s/d_0=0.21$  とかなり初期段階の位置から速度変動が観測され, 金網による渦崩壊が進まず, 共鳴音の抑制効果がありません。音が抑制できないことがわかる。音圧の変動と同様に变化しており, 両者の変動周期が一致している。

4. あとがき

軸対称噴流-直管系のノズルと直管前縁間に金網を挿入し, 流れ構造の変化による自励振動, 共鳴音の抑制効果についての実験を行い, 以下の結論を得た。

(1) 噴流中に金網と直管の順で配置し, 直管の位置を固定するとき, 両者の距離が離れている場合には, せん断層で渦形成を生ずる前に金網へ衝突, 通過するため自励振動は発生しない。しかし両者の距離が近い場合には, 金網の上流に自励振動が発生し, 金網通過直後も渦構造が残り, 直管エッジへ衝突するために, 共鳴音が発生しやすい。

(2) M20, M10 の金網が少なくとも  $s/d_0=0.52$  より上流に置かれると共鳴は発生せず, 抑制効果が極めて高い。しかし直管に近い場合はほとんど効果がない。M5 は金網の影響が弱く, 抑制効果はみられない。

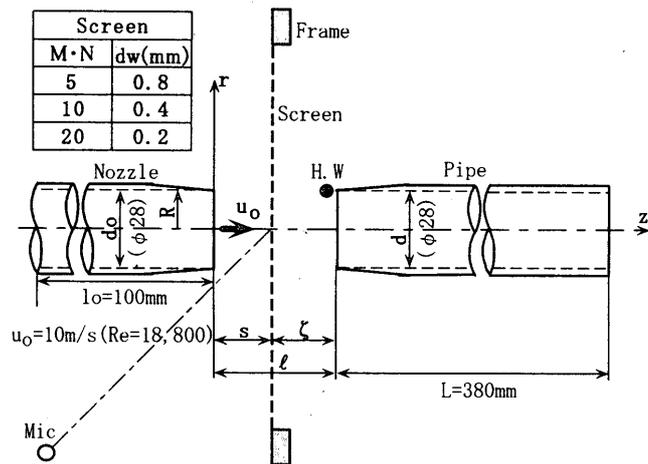


Fig. 1 Schematic drawing of test section and nomenclatures.

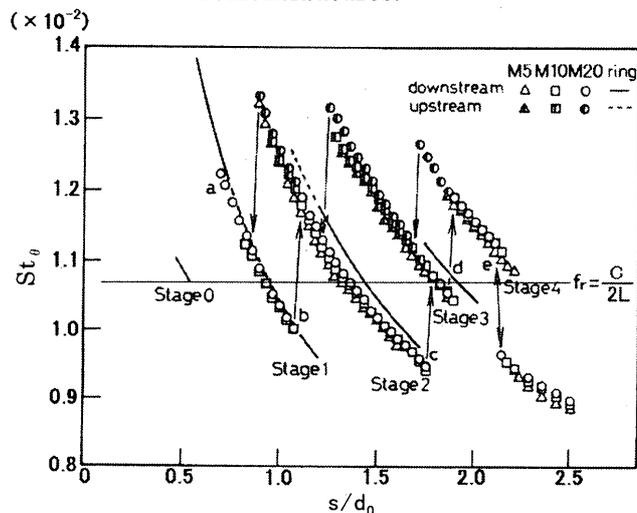


Fig. 2 The non-dimensionalized Strouhal number based on dominant peak frequency ( $f_p$ ) in velocity fluctuation as a function of the nozzle - screen distance.

参考文献

- (1)小幡,倉澤,羽田,笠木,松内, 機論,64-619,B(1998),97-0732
- (2)由利,倉澤,小幡, 可視化情報講演会 '03 宇都宮, 講演論,Vol.23 Suppl.No2,P227~230

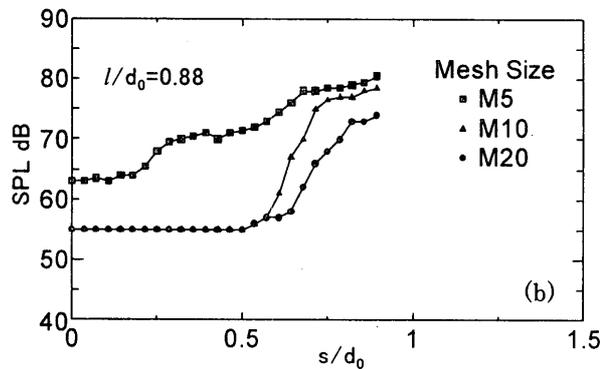
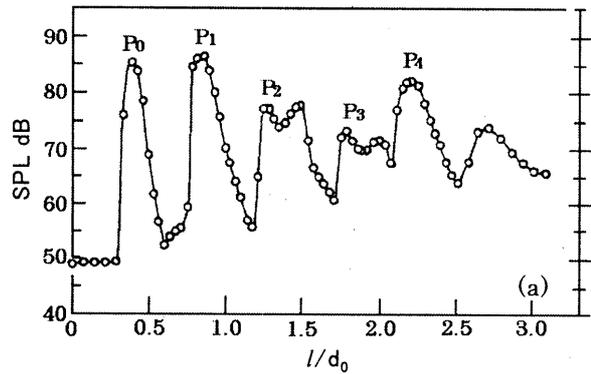


Fig. 3 Variation of SPL: (a) without screen (b) screen insertion.

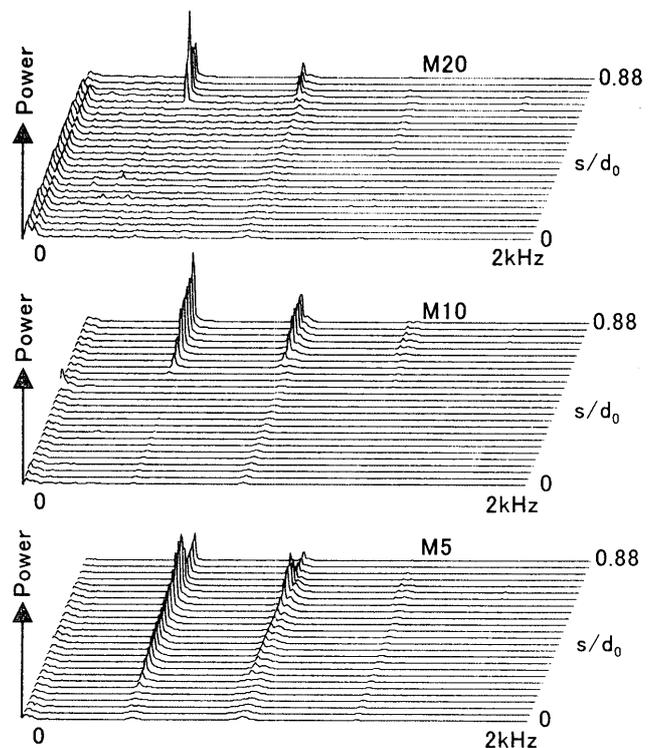


Fig. 4 Different of the mesh size for velocity pressure fluctuation spectra with impinging a pipe.