

矩形柱から発生する空力音に流れ場の空間相関が及ぼす影響

東京大学工学系研究科	学生員	高尾忠志	東京大学工学系研究科	学生員	中藤誠二
九州工業大学工学部	正会員	木村吉郎	東京大学工学系研究科	フェロー	藤野陽三

1.はじめに 空力音は橋梁の高欄や送電線などから発生し、騒音公害の原因となり得る。しかし、空力音に対する予測手法は確立されておらず、騒音が発生し問題となってから、対策が検討されてきたのが現状である。本研究では、空力音の発生メカニズムを明らかにするための第一段階として、代表的な構造部材である矩形柱を対象に、断面の辺長比（幅 b / 高さ d ）を変化させて、発生する空力音の音圧レベル（以下、SPL）[1]と断面周りの流れの矩形柱スパン方向相関を測定し、その関係について考察した。

2.実験方法 実験は東京大学工学部風工学実験室の強風シミュレーション風洞の開放型測定部で行った。矩形柱の中心を原点、風方向を x 軸、鉛直上向きを z 軸として、矩形柱後流の2点（ $1.5d$, $-0.5b$, 0 ）,（ $1.5d$, $-0.5b$, $-L$ ）に熱線プローブを設置し、測定した2つの風速変動の相関を渦放出周波数におけるコ・コヒーレンスで表すこととした（ L : 2点間距離）。

使用模型は、ステンレス材の充実模型であり、辺長比は1, 3, 5, 7.5とした。いずれも断面の高さ d は10mm、模型長さは1800mmである。実験は、風速を一定とし、迎角（断面に対する風向き）を $-90^\circ \sim 90^\circ$ まで変化させた場合と、迎角を一定（ 0° ）とし、風速を10~35m/Sまで変化させた場合について行った。

3.実験結果

3.1 迎角に対する変化 辺長比1, 3, 5の場合のSPLとコ・コヒーレンス（ L はそれぞれ一番小さいケースのもので、それぞれ5, 7.5, 7.5cm）の迎角に対する変化をそれぞれ図1, 2, 3に示す。図1に示した辺長比1の場合には、両者の変化には必ずしも強い相関は見られない。一方、図2, 3に示した辺長比3, 5については、両者は同じような変化をしている。辺長比7.5の場合でも、辺長比

3, 5の場合と同様に、SPLとコ・コヒーレンスは同じような変化を示した。ただし、Curleの式に当てはめると、音圧レベルの迎角に対する変化は、空間相関の変化の寄与だけでは説明しきれないものであり、矩形

キーワード：空力音、音圧レベル、空間相関、コ・コヒーレンス

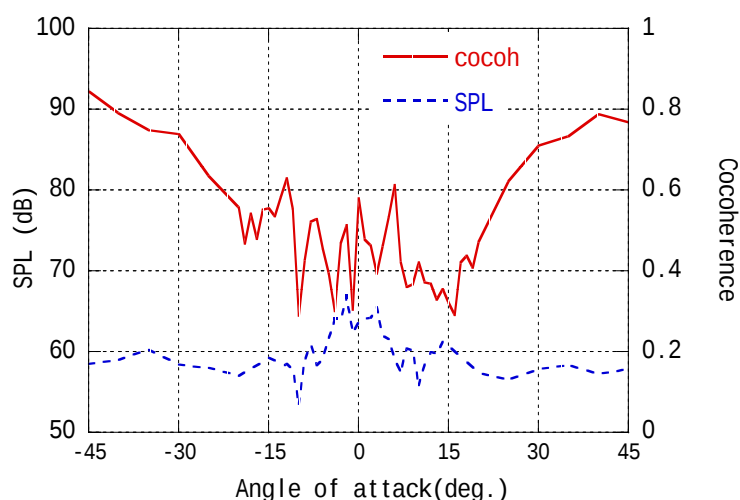


図1 SPLとコ・コヒーレンスの変化の比較（辺長比1）

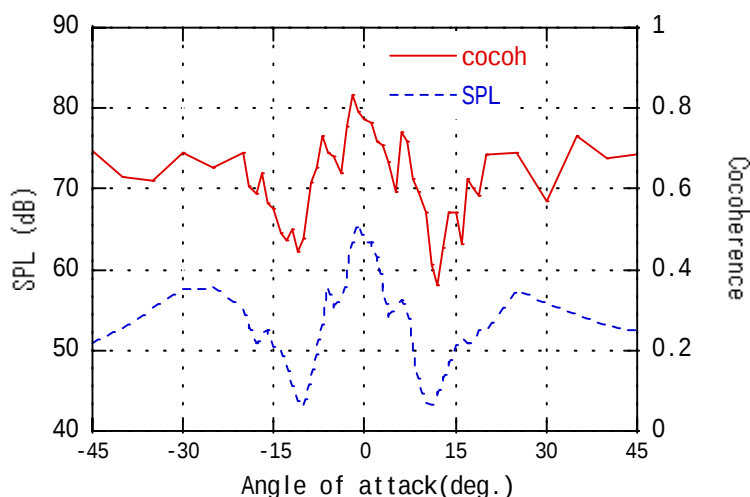


図2 SPLとコ・コヒーレンスの変化の比較（辺長比3）

柱表面圧力変動も、空間相関の変化に対応して変化している可能性があると考えている。

3.2 風速に対する変化 3.1において、SPLに対して空間相関の影響が大きいと考えられた辺長比3, 5, 7.5のうち辺長比3, 5の場合のSPLの風速に対する変化を図4, 5に示す。横軸は風速を対数表示している。図には、風速の6乗に比例した直線と、後流の空間相関がスパン方向に指数関数的に減衰すると仮定し、2点間の距離Lがそれぞれ7.5, 5cmにおけるコ・コヒーレンスの点を通る指数関数を決定し、関数の下の面積を相関長さとして、Curleの6乗則においてその影響を考慮した値を示した。ただし、これらの6乗則に基づく値は、変化の傾向（傾き）のみが意味を持つものである。6乗則に空間相関の影響を考慮することによって、理論値と実験値の変化傾向の整合性が向上していることがわかる。特に辺長比5において整合性の向上が著しい。なお、辺長比7.5では、このように空間相関が風速の伴って変化する現象は見られなかった。

4.おわりに 上記の6乗則において空間相関を考慮する際には、相関長さをどのように求めるかによって、実験値との整合性が異なってくる。今回は2点間距離が異なるケースの測定数は3つであり、十分でなく、また距離が離れた場合のコ・コヒーレンスの測定値が十分安定していないこともあり、前述のような相関長さをを用いた。また、今回は位相の等しい変動成分の相関を考慮するという観点から、コ・コヒーレンスにより相関を評価したが、ルートコヒーレンスを用いると、結果が異なるケースもあった。今後はより詳細な空間相関の測定を行い、また、相関長さの適切な定義についても検討していきたい。

参考文献 [1]中藤誠二他：矩形柱から発生する空力音の特性と変動圧力分布の関係，土木学会第55回年次講演会概要集第1部，平成12年

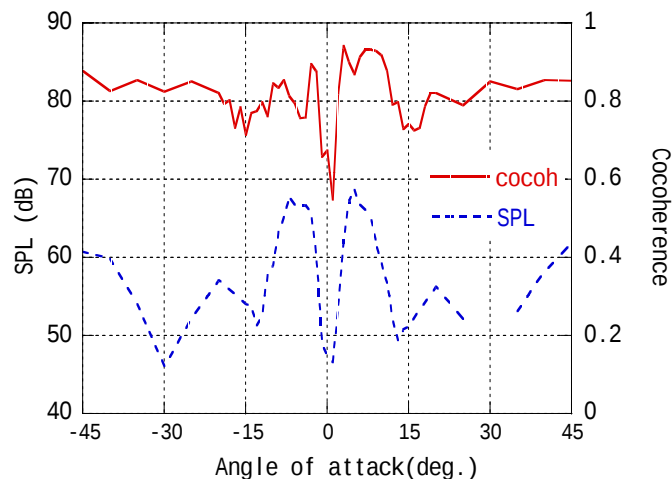


図3 SPLとコ・コヒーレンスの変化の比較（辺長比5）

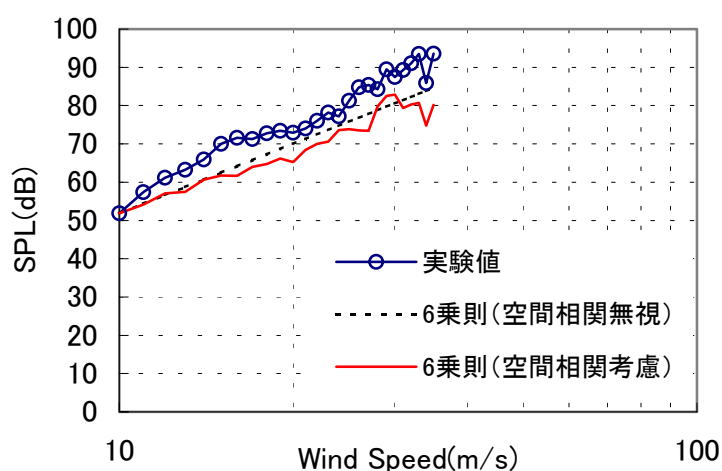


図4 SPLの風速に対する変化と理論値の比較（辺長比3）

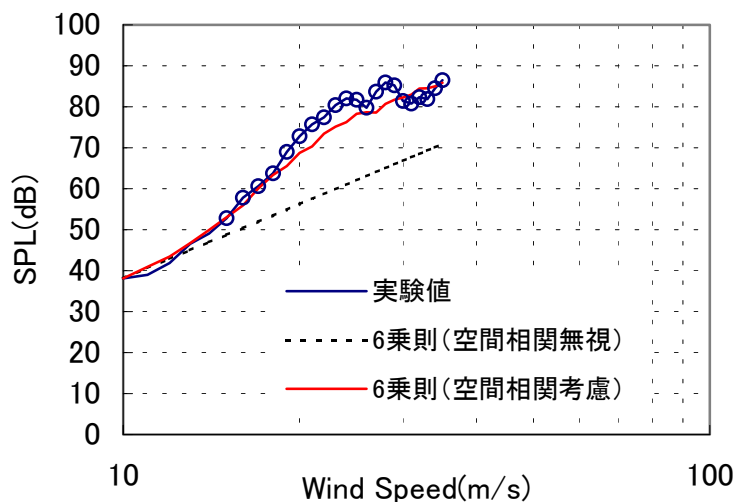


図5 SPLの風速に対する変化と理論値の比較（辺長比5）