

関西大学工学部 正 員 井 上 雅 夫

関西大学工学部 正 員 島 田 広 昭

関西大学大学院 学生員 〇 懸 山 聡

関西大学大学院 学生員 海老澤 里 奈

1. まえがき

これまで、流速、水位差、水面勾配などの水量が、流水音や落水音の周波数特性に影響を及ぼすことを明らかにしてきた。本研究では、流水音や落水音を対象に、同一測点で水量を変化させた場合について、その周波数特性への影響を調べ、水音の発生機構を水理学的に検討しようとした。

2. 調査および解析方法

現地調査では、万博記念公園内の人工水路において、音圧レベルの測定、水音の録音、水量の測定、音源周辺の地形測量を行った。特に、水量の変化が水音の周波数特性に及ぼす影響を調べるため、流量、流速、落水高さなどを変化させた。また、音圧レベルの測定、水音の録音については、落水音を除いて、音源の鉛直上方 50cm の位置に普通騒音計のマイクロホンを設置し、1/3オクターブ周波数分析器を用いて、リアルタイムで周波数分析を行った。

3. 調査結果とその考察

図-1 には、代表的な流水音の周波数特性を示した。ここでは、便宜上、周波数帯を低周波域 (80Hz 以下)、中周波域 (80~250Hz)、高周波域 (250Hz 以上) の3つの領域に分類して考察を行った。これによると、高周波域での周波数特性に測点ごとの特徴がみられる。特に 1,000Hz あたりでは、測点 M1 の音圧レベルがもっとも大きい。これは、他の測点に比べて、流量が非常に大きいためである。測点 S5 や S8 については、測点 S7 や S9 に比べて、流量や流速にそれほど大差はなかったが、周辺に他の音源が多くあったため、高周波域での音圧レベルが大きくなったものと考えられる。

図-2 には、代表的な落水音の周波数特性を示した。これによると、低周波域から中周波域における周波数特性に測点ごとの特徴がみられる。測点 F6 は、低周波域での音圧レベルが特に大きい。これは、他の測点に比べ、流量、水位差、流路幅、落水深さなどの水量が大きいためである。測点 F7 では、流路幅、落水深さが他の測点よりも大きい。また、

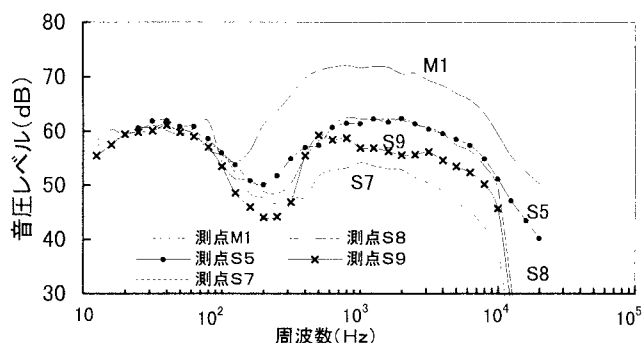


図-1 流水音の周波数特性

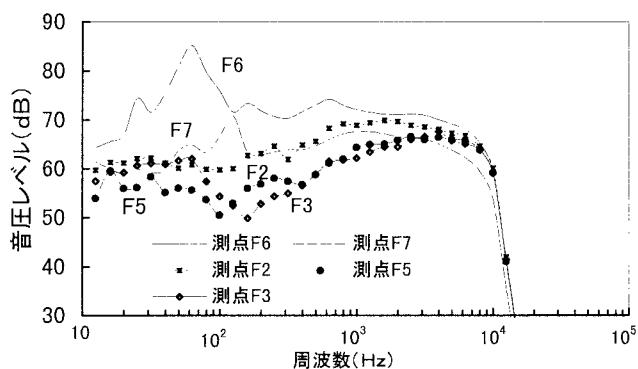


図-2 落水音の周波数特性

測点 F3 と F5 のものは低周波域での周波数特性に落ち込みがみられる。これは、他の測点の落水面が水面であるのに対し、これらの測点は、落水面が岩石であるためと考えられる。

図-3 には、流水音の発生している測点 S9 において、流量を4種類($0.013\text{m}^3/\text{s}$ 、 $0.022\text{m}^3/\text{s}$ 、 $0.024\text{m}^3/\text{s}$ 、 $0.038\text{m}^3/\text{s}$)に変化させたときの周波数特性の違いを示した。低周波域から中周波域にかけての違いはほとんどみられないが、高周波域では、流量が大きくなるにしたがって、全般的に音圧レベルも大きくなる。また、中周波域での音圧レベルが落ち込む周波数や、高周波域でのピーク周波数のいずれも、流量が大きいものほど低くなり、また、そのときの音圧レベルも大きくなる。

図-4 には、測点 S9 で流量が $0.022\text{m}^3/\text{s}$ と一定にした状態で、流路幅だけを6cm～14cmまでの範囲で、2cmごとに变化させたときの周波数特性の違いを示した。この場合も、低周波域から中周波域における違いはほとんどみられないが、高周波域では流路幅が狭いほど全般的に音圧レベルが大きくなる。この理由を明らかにするため、図-5 には、このときの流路幅と音源での上下流部における水位差との関係を示した。これによると、流路幅が狭いほど、水位差は大きくなっている。以上のことより、流量が一定の場合、音源の上下流部における水位差が流水音の周波数特性に大きく影響を及ぼしていることがわかる。

図-6 には、落水音の発生している測点 F7 において、流路幅を4種類に変化させた場合の周波数特性を示した。これによると、中周波域におけるピーク周波数での音圧レベルは、流路幅が広くなるほど、大きくなる傾向がみられる。

以上、流水音と落水音の周波数特性と地形や水量との関係を検討し、定性的な傾向はある程度把握することができた。今後、周波数分析を行う際には、周波数軸、音圧レベル軸だけでなく時間軸を加えて、3次元で水音の解析を行い、水音の発生機構を明らかにしていきたい。最後に、本研究を行うにあたり、現地調査を快く許可して下さいた日本万博記念協会、また、調査に大いに協力してくれた関西大学海岸工学研究室の学生諸君に謝意を表する。

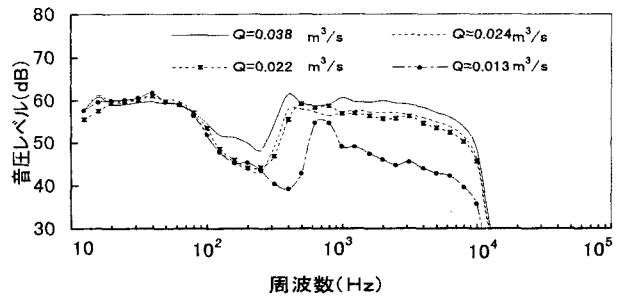


図-3 流量を変化させた場合の周波数特性

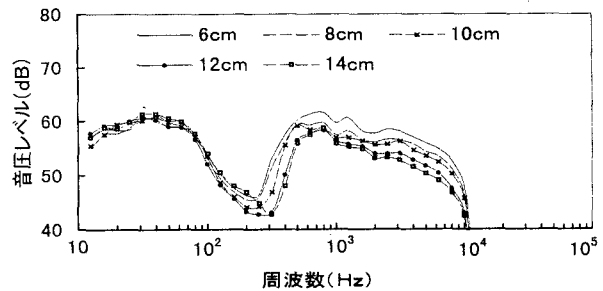


図-4 流路幅を変化させた場合の周波数特性

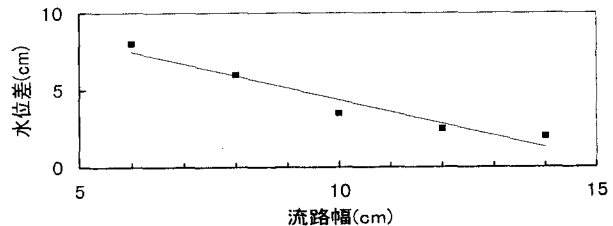


図-5 水位差と流路幅との関係

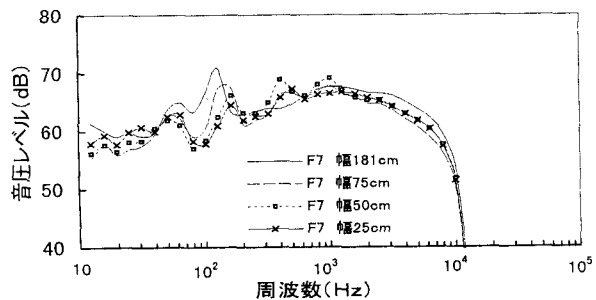


図-6 流路幅を変化させた場合の周波数特性 (落水音)