

プレート型マイクロフォンを用いた掃流砂観測について

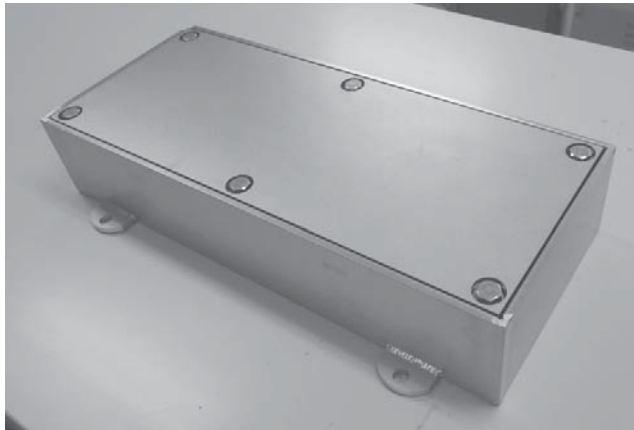
株式会社ハイドロテック ○野中理伸
 政策研究大学院大学 水山高久
 京都大学防災研究所 堤 大三

1. はじめに

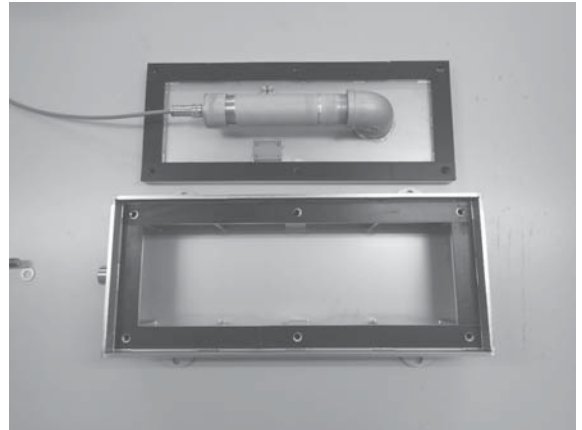
昨年の砂防学会において、プレート型マイクロフォンの現地設置手法の検討結果について報告した。設置手法については、十分な観測データを得られていないため、今後も観測・検討を行う。今回、プレート型マイクロフォンのプレート上の礫の衝突位置による、パルス出力チャンネルの違い（信号の大きさの違い）について室内実験を行い、その感度特性を明らかにした。

2. プレート型マイクロフォン

プレート型マイクロフォンは、200mm×500mm、板厚 12mm のプレートの裏にマイクロフォンが設置された構造をしている（写真 1 参照）。この構造から、マイクロフォンが設置されている周辺に礫が衝突した場合が最も感度が良く（出力信号が大きくなる）、マイクロフォンから遠い場所に礫が衝突した場合、最も感度が悪くなる（出力信号が小さくなる）のではないかと、すなわち、プレート型マイクロフォンに感度特性があるのではないかと想定される。そこで、室内実験を行い、その感度特性を明らかにした。



外観



内部（上がプレートの裏側）

写真 1：プレート型マイクロフォン

3. 室内実験

プレート型マイクロフォンのプレート上の縦 7×横 10 の格子点に直径 5mm と 10mm の鉄球を直上 30mm の高さから落下させ、その時の最大のパルス出力チャンネルを記録した。今回、同時にプリアンプの出力波形を 100kHz で取得したため、記録時間は 5 秒間となり、記録時間内に落下することが可能な鉄球は、3 個とした。

<出力チャンネルについて>

| | | | |
|--------|--------|---|------|
| チャンネル | ch1 | ⇒ | ch10 |
| アンプゲイン | 1024 倍 | ⇒ | 2 倍 |
| 粒径 | 小 | ⇒ | 大 |

閾値を超えたパルスをカウントするため、小さな礫はアンプのゲインの大きなチャンネルのみカウントされる。

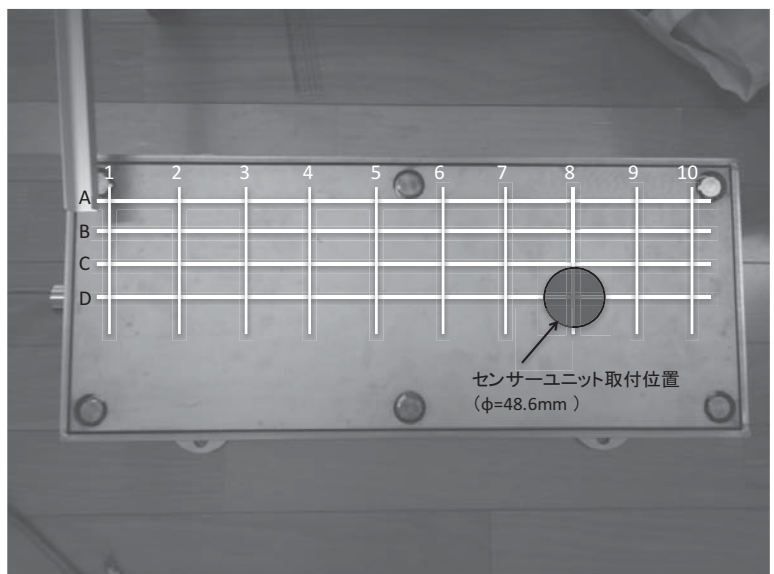


図 1：落下実験の様子（格子の直上から鉄球を落下）

4. 試験結果

下記に B1 の格子点上に鉄球を落下させた時の記録データの一部を示す。

下位チャンネルのカウント数が多いのは、バウンドした鉄球の信号をカウントしているためである。

| 時間 | ch1 | ch2 | ch3 | ch4 | ch5 | ch6 | ch7 | ch8 | ch9 | ch10 | |
|----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------------------------|
| 16:12:25 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 16:12:30 | 8 | 7 | 6 | 6 | 5 | 5 | 4 | 3 | 0 | 0 | 16:12:30 の記録は 10mm 球で、 |
| 16:12:35 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 最大記録は ch8 である |
| 16:12:55 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 16:13:00 | 6 | 5 | 5 | 4 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 16:13:00 の記録は 5mm 球で、 |
| 16:13:05 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 最大記録は ch5 である |

また、各格子点上に直径 5mm と 10mm の鉄球を落下させた時のパルスが記録されている最大チャンネルを図 1、図 2 に示す。それぞれの場合においてチャンネルのバラつきは、2ch 以内であることが分かった。また、A4、A7、B2、B10 が他の地点より感度が小さい等、格子点毎の感度の違いの傾向も鉄球の大きさに依存しない。鉄球の直径が 5mm と 10mm の差は、おおよそ 3ch となっており、アンプのゲインの差が 8 倍で、体積の差 8 倍となることに対応している。

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|
| A | 7 | 6 | 6 | 5 | 5 | 6 | 5 | 7 | 6 | 6 |
| B | 5 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 7 | 5 |
| C | 6 | 6 | 7 | 6 | 7 | 7 | 6 | 6 | 7 | 6 |
| D | 6 | 6 | 7 | 6 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 |
| C' | 6 | 6 | 7 | 6 | 7 | 7 | 6 | 6 | 7 | 6 |
| B' | 5 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 7 | 5 |
| A' | 7 | 6 | 6 | 5 | 5 | 6 | 5 | 7 | 6 | 6 |

図 1 : 5mm の鉄球を格子点上に落下させた時のパルスが収録されたチャンネル
(灰色 (8 列 D 行) : マイクロフォンが設置されている場所)

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|----|---|---|---|---|----|---|---|---|---|----|
| A | 9 | 9 | 9 | 8 | 9 | 9 | 8 | 9 | 9 | 10 |
| B | 8 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 8 |
| C | 9 | 9 | 9 | 9 | 10 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 |
| D | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 |
| C' | 9 | 9 | 9 | 9 | 10 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 |
| B' | 8 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 8 |
| A' | 9 | 9 | 9 | 8 | 9 | 9 | 8 | 9 | 9 | 10 |

図 2 : 10mm の鉄球を格子点上に落下させた時のパルスが収録されたチャンネル
(灰色 (8 列 D 行) : マイクロフォンが設置されている場所)

5. まとめ

プレート型 hidroフォンは、検出プレートの周囲をボルト固定しているため、衝突位置により、同じ粒径でも、記録値 (感度) にバラつきが出ることが想像されたが、今回の実験により、そのバラつきは約 4 倍であることが確認できた。これは、天野ら (2016) のパイプ型 hidroフォンの衝突位置によるバラつきの特性には劣るが、信号の 4 倍の差は、粒径のみの条件で考えると、 $3\sqrt{4}$ で、約 1.6 倍の差であり、粒径の 2 倍の差は観測できる。よって、プレート型 hidroフォンは、十分、流砂観測に使用できる性能であると考えられる。さらに、パイプ型 hidroフォンについて今回と同様の条件で実験を行うと共に、プレート型 hidroフォンについても直径の小さな鉄球を使った落下実験を検討しており、その結果については発表時に報告する。

参考文献

天野唯子、吉田一雄、野中理伸、伊藤隆郭、水山高久 : hidroフォンに用いるパイプの厚さに関する検討、砂防学会誌、Vol. 68, No. 5, pp. 43-49, 2016.