

複数の変状検知箇所を有するモニタリング装置開発に関する基礎的研究

神戸大学 学生会員 鬼頭 朋宏

神戸大学 正会員 芥川 真一

1.研究背景

現在の救急救助活動中の安全管理方法は機械によるセンシングではなく、人間が直接監視する体制が取られていることが多い。以下の写真のような二次崩落の危険のある場所に入っていくときには、より安全なセンシング手法が必要である。本研究では災害現場で用いることが出来る新しいモニタリング手法を考案した。



写真1 救急救助活動の様子(2014年10月26日新潟テレビ放送)

2.新センサの概要と特徴

今回開発した新センサは全長5mのチューブ内に気泡が入らないように水を入れて、一端には栓などで蓋をし、もう一端には水圧計を取り付けることによって水を密閉してその内部の水圧の変化を計測するものである。この装置を以下チューブ状センサと呼ぶ。

このチューブ状センサは理論上、チューブのどの部分で圧力変化が発生してもその大きさが同じであれば読み取る変化量は同じになる。これはパスカルの原理によって説明が可能であり、パスカルの原理とは閉塞空間の流体はその空間の形に関係なく、ある一点に受けた圧力はそのままの大きさを閉塞空間内の流体全体に伝わるといった原理である。このパスカルの原理からすると、理論上はこのセンサはどのような形状をしていても、どれだけ長くても計測が可能である。つまり、このチューブ状センサの形状を出来るだけ長くすれば、一個のチューブ状センサでより広範囲にわたるセンシングが可能になる。チューブ状センサの全体図は以下のようになっている。

水圧計には共和電業製小型間隙水圧計BPR-A-Sを用い、測定ユニットには共和電業製省電力ひずみ/電圧測定ユニットEDX-15-Aを用いた。このユニットはCPUの仕様が24-bitであり測定レンジが50000 μE であるので、分解能は $5.96 \times 10^{-3} \mu\text{E}$ であり高精度であると言える。

ここでチューブ状センサの特徴を挙げる。まず、従来のセンシング方法は基本的に1個で1点のみのセンシングとなるが、チューブ状センサは線状である為、一個で広範囲のセンシングが可能であるとい

った点である。また、チューブ状センサは多少手荒な設置が可能であるといった点が挙げられる。

3.基礎実験の概要と結果

本研究で基礎実験はセンサの一部を上下することによる水圧の変化、チューブ全体の傾きによる水圧の変化、チューブ上に物が載った時の水圧の変化の三種類の実験をおこなった。

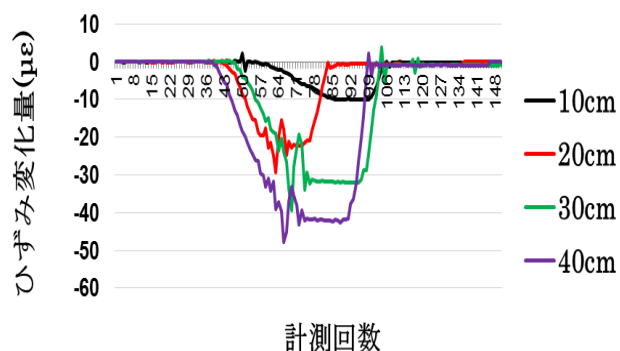


図2 センサ部分の上昇による変化

最初にセンサ部分を上昇させることによる変化を計測した。横軸が計測回数で今回は10Hzで計測したので横軸が10の時計測時間は1秒となっている。また、縦軸はひずみの変化量を表している。

また、上昇幅が小さい時の変化量についても計測を行った。

キーワード 災害現場 チューブ状センサ パスカルの原理 設置時間

連絡先 〒 657-8501 神戸市灘区六甲台町 1-1 TEL 078-803-60

最初にセンサ部分を上昇させることによる変化を計測した．横軸が計測回数で今回は 10Hz で計測したので横軸が 10 の時計測時間は 1 秒となっている．また，縦軸はひずみの変化量を表している．

また，上昇幅が小さい時の変化量に関しても計測を行った．

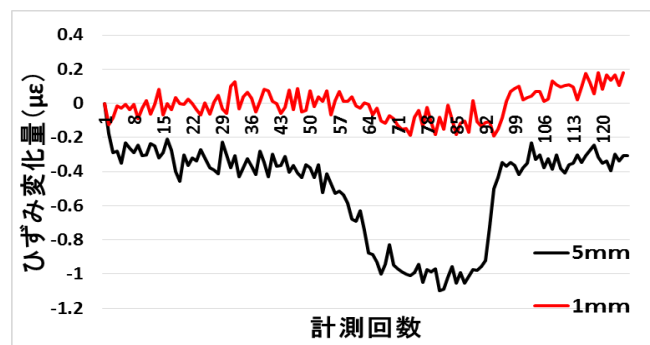


図3 センサの上昇量が小さい場合の変化

図2, 3からセンサの上昇量とひずみの変化量に比例した関係が確認できた．また，センサ部分の上昇量が 1mm 程度であってもひずみ変化量が確認できた．

次にチューブ状センサに傾斜を加えた場合のひずみ変化量を測定した．傾斜を直接計測することが困難であったので，6m の棒にセンサを取り付け片端を上昇させ，その上昇量から傾斜を計算した．

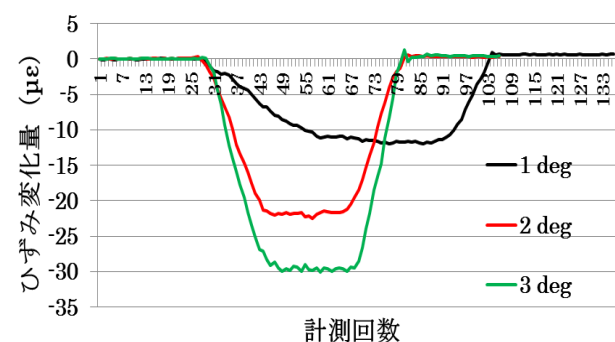


図4 傾斜による変化

表1 傾斜と上昇量の関係

傾き (deg)	1	2	3
上昇量 (cm)	10.5	20.9	31.4

図4から傾斜の変化に対してひずみの変化量が比例していることが確認できた．また，図2と比べて変化量が一致していることからセンサが上昇した時のひずみ変化量はその方法ではなく上昇した量に依存してい

ることがわかった．

次に重りを載せた場合のひずみ変化量を測定した．方法は重りを 300g ずつ載せ，そのときのひずみ変化量を測定した．重りを載せる場所はセンサから 1m 地点と 4m 地点の二つに分けて行った．

図5はセンサから 1m 地点に載せた場合で図6がセンサから 4m 地点に載せた場合である．以上のグラフから載せた重りに対してひずみ変化量が比例して変化していることが確認できた．また，二つのグラフを比較すると，センサから 1m 地点に重りを載せた場合のほうがひずみ変化量が大きく出ていることが確認された．

以上の実験結果から災害現場での変状を感知するセンサセンサとして十分な性能であると考えられる．

5. まとめ

本研究では災害現場へのチューブ状センサの導入を検討してきたが，以上の結果から微小な変状を検知することができ，設置にかかる時間も短く，一台で広範囲のセンシングが可能であることがわかった．しかし，センサから離れた場所の変状を検知しにくい点の解消と，より広範囲をセンシングできるようにする点や，閾値の設定などの課題は残されている．

参考文献

鬼頭 朋宏：複数の変状検知箇所を有するモニタリング装置に関する基礎的研究，卒業論文，神戸大学工学部市民工学科，2017.2

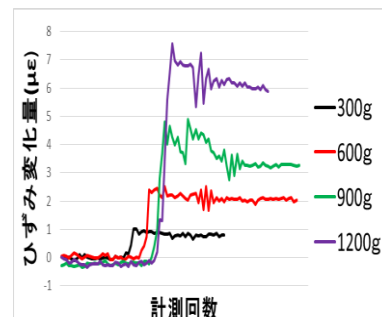


図5 水圧計から 1m 地点に重りを載せた場合のひずみ変化量

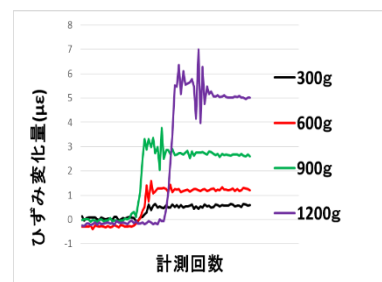


図6 水圧計から 4m 地点に重りを載せた場合のひずみ変化量