光ファイバーを用いた廃棄物処理場の漏水箇所検知に関する基礎実験

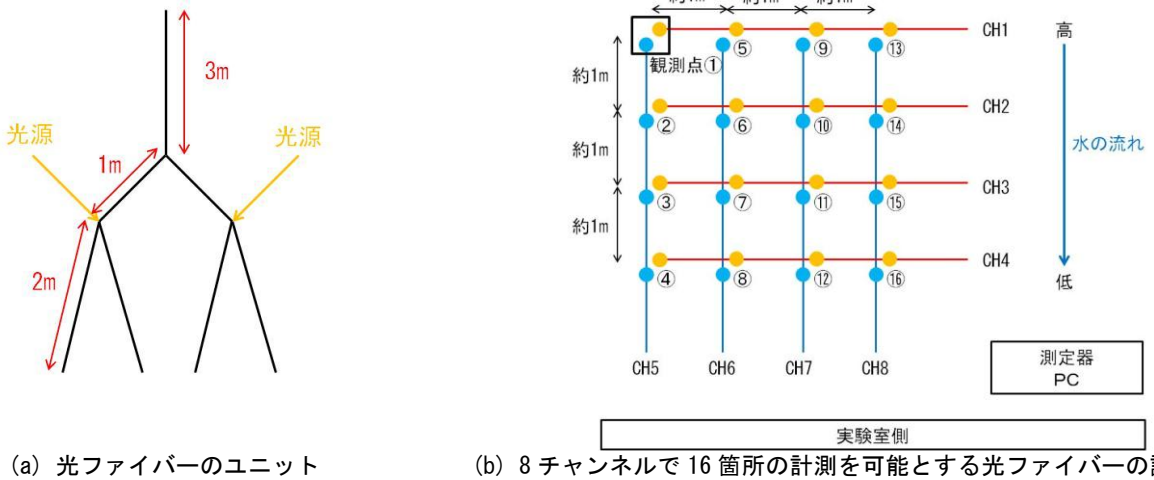
神戸大学　　正会員　○芥川　真一
神戸大学　　学生会員　　深田　哲平

１．漏水箇所検知の必要性

廃棄物処理場からの漏水を防止するためにゴムシートなどを用いた工法が採用されている．内部からの液体は基本的には漏れないように設計，施工されるが，経年化や地震などの外的要因で漏水が発生する可能性があるため，その場所を特定することが重要となっている．本報は，広範囲に存在するモニタリング箇所の中から，漏水が発生している場所を，できるだけ少ない光ファイバーで検知することを試みた基礎的実験を報告する．

２．方法論

できるだけ少ない光ファイバーで，任意箇所における漏水を検知するために分岐・連結を駆使した光ファイバーのネットワークを用いたモニタリング体制を設計する．**図 1(a)**に下部に設置された 4 つの先端から光信号を取り入れ，それを連結によって 1 つの光ファイバー（上部）に集約するユニットを示す．これにより，その先端のどれかで光信号の異常を捉えれば，それが上部のファイバーを通してセンシング[1)]できることになる．このようなユニットを横方向に 4 つ（CH1 から CH4）と縦方向に 4 つ（CH5 から CH8）用意すると，例えば，CH1 と CH5 に同時に異常が検知された場合，**図 1(b)**に示す□で囲まれた場所（観測点①）に漏水などによる異常があることを特定できることになり，結局 8 チャンネルで 16 箇所の異常を検知できることになる．



(a) 光ファイバーのユニット　　(b) 8 チャンネルで 16 箇所の計測を可能とする光ファイバーの設置概要

図 1 分岐・連結を用いた光ファイバーのネットワーク

３．漏水実験

図 2 に設置の概要を示す．観測点間隔を 1m として 3m×3m の枠をテープで模り，その縦と横を 3 分割するように**図 1(b)**にならって CH1 から CH8 まで設置する．**図 1(b)**の①~⑯はモニタリングする観測点である．この地面は①，⑤，⑨，⑬が高く，④，⑧，⑫，⑯が低く，傾斜が付いている．実験の作業手順を以下に示す．

1) 地面に約 3m×3m の正方形をテープで模る．
2) そのテープの交点に光ファイバを設置する．
3) 計測を開始．
4) 何もしない状態で 2 分待った後，観測点①付近に水を 3 分間流す(0~300s).
5) 2 分後，再び①付近に水を 2 分間流す(300~540s).

キーワード　廃棄物処理場，漏水，光ファイバー，モニタリング，光ファイバーの分岐
連絡先　　〒657-8501　神戸市灘区六甲台町 1-1 神戸大学大学院工学研究科市民工学専攻　TEL 078-803-6015

6) 2 分後，今度は⑬付近に水を 2 分間流す(540~780s).

7) 2 分後，再び⑬付近に水を 2 分間流す(780~1020s)

8) 2 分後，絵具で赤く着色した水を⑤と⑨の間に流す(1020~1140s)

9) 2 分後，ホースを上に向け勢いのある水を 2 分間ランダムにかける(1140~1380s)

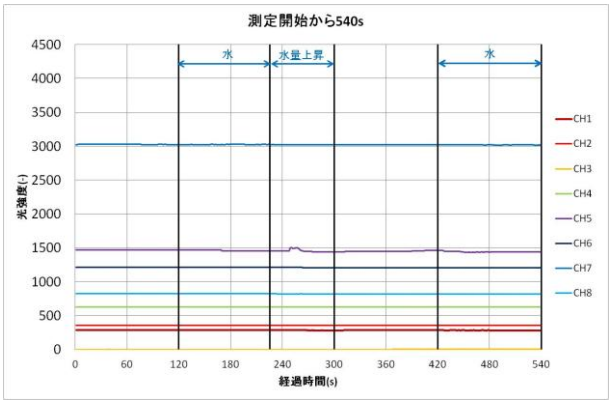
10) 2 分待つ(1380~1500s，計 25 分)

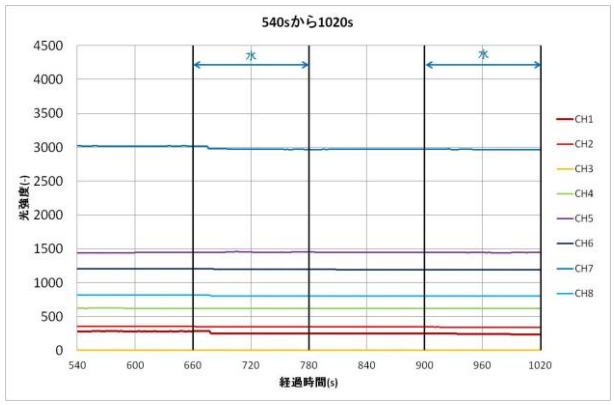
注意：4)の水を流している途中で(240s~)水量を増やした

(a) 3×3m の実験領域

(b) 8 つの光ファイバーユニットを設置した状態

図 2 光ファイバーを用いた実験装置の概要





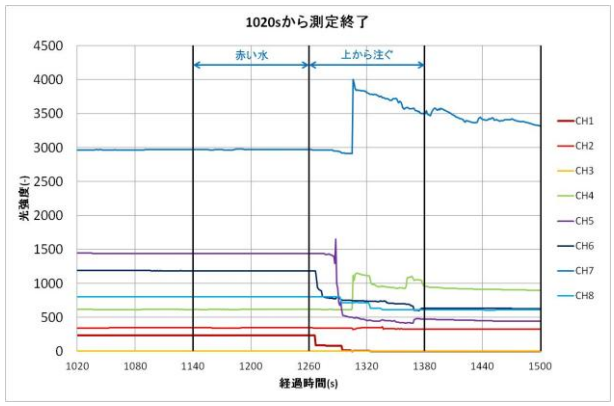


図 3 実験の結果

4．結果と考察

図 3 に得られた結果を時間帯ごと（540 秒まで，540 から 1020 秒まで，1020 秒以降）に示す．これらを分析したところ，水の流れによってファイバーの先端が異常を捉えた場所，タイミングは概ね実験の作業に合致したものであることが分かった．ただし，明らかに水の流れがある場所であるにもかかわらず，光信号の異常が見られない現象が観察された場所については，装置の故障（光ファイバーの接着部が折れている等）が原因であることも分かった．複数の光エントリーポイントを有するユニットを 2 方向において，その交点における異常検知をする概念については概ね検証できたが，いくつかの課題も明らかになったため，今後も検討を続ける予定である．

参考文献

1) Akutagawa, S., Nishio, A. and Matsumoto, Y. , Takahashi, A. , and Machijima, Y. : A new method for reading local deformation of granular material by using light, Proceedings of the the 48th US Rock Mechanics / Geomechanics Symposium held in Minneapolis, MN, USA, 1-4 June 2014.

2) 深田哲平，広範囲多点モニタリングを可能とするトポロジーを有する光ファイバセンシング手法，神戸大学修士論文，2016.2.