

石灰岩における不均質性と弾性波伝播特性の関係の研究

岡山大学 学生会員 ○中村 隆史
 岡山大学 正会員 木本 和志

1. はじめに

堆積岩は、空隙が少なく透水性も低いことから、炭酸ガスの貯留や放射性廃棄物の地層処分などで利用が期待されている。放射性廃棄物の地層処分では、透水性の低い岩盤の長期に渡る挙動を解明することが求められ、岩盤の微細な割れや空洞といった多孔性の程度や性状を評価し、将来的な挙動まで予測することが求められる。しかし、透水性が極めて低い緻密な構造を持つ岩盤材料に対して、透水性や物質輸送特性を実験的に評価することは、室内実験においても多大な労力を要する。そのため、簡易的な非破壊検査によって、岩石の多孔性について知ることが出来れば、多孔質性に起因した物質輸送や力学的な特性の評価において有用であると考えられる。そこで、本研究は、弾性波を用いた非破壊検査により、典型的な低透水性岩盤である石灰岩の供試体を用いて超音波透過試験を行い、結晶粒や割れといった岩石試料の不均質部と超音波の関係について調べた。鉱物が充填された割れは、超音波の強い散乱源となることを明らかとし、割れの検出や定量化への利用が期待できることを示した。

2. 実験概要

実験供試体には岡山県高梁市成羽で採取した石灰岩から2つの立方体のコアサンプルを用いた。それぞれ、サンプル1, 2とし図-1に示す。各面を図のように定め、それぞれ対面する面は、アポストロフィが無いアルファベットとした。図-2に採取した石灰岩から、偏光顕微鏡により撮影した薄片観察の結果の一例を示す。(a)では、石灰岩中には太さ約2mmまでの白色の鉱物脈がみられ、方解石で充填されている。(b)では、赤い点線で示す黒色の鉱脈が確認でき、グラファイトが充填された鉱脈であると考えられる。前者は、岩石中に生じた亀裂を、方解石が結晶化して充填され、空隙は残されていない。これらの鉱脈が超音波の主たる散乱源になると考えられることから、両者を供

試体の不均質部と呼び、超音波の透過、散乱状況を調べた。

本研究の計測方法の概要を図-3に示す。左図に示す

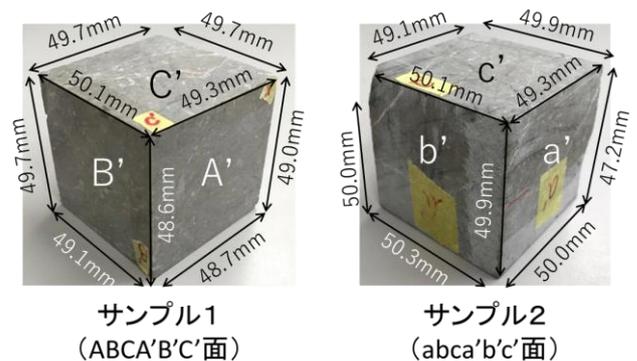


図-1 偏光顕微鏡により撮影した供試体表面

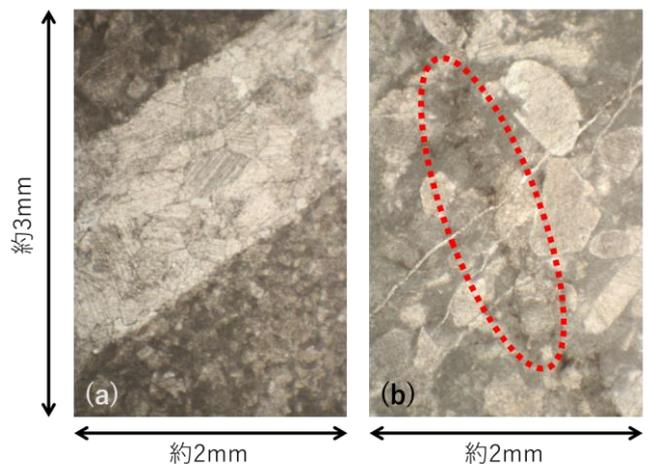


図-2 偏光顕微鏡により撮影した供試体表面

通り、実験に用いた供試体に圧電超音波センサーを取り付け、レーザー振動計により表面計測を行った。実験に使用した探触子とレーザー振動計の仕様を図-2に示す。計測点は、右図に示すY方向における供試体中心側線に沿って5mm間隔とした。レーザー振動計の計測条件を表-1に示す。

表-1 レーザー振動計の超音波計測条件

電圧	周波数	スキャン間隔	平均化回数
300V	0.5MHz	0.5mm	2048

キーワード 超音波, 堆積岩, 不均質部

連絡先 〒700-8530 岡山県岡山市北区津島中 3-1-1 岡山大学環境理工学部 TEL 086-251-8801



型式：B1C20N(ジャパンプローブ製)
共振周波数：1MHz
振動子サイズ：直径20mm

(a)縦波垂直探触子



型式：Melector(電子技研工業)
レーザー光源：He-NeガスレーザーCW
(波長：632.8nm)
速度レンジ：2m/s/volt
測定周波数範囲：0.5Hz~20MHz

(b)レーザードップラ振動計

図-2 実験に使用した探触子とレーザー振動計

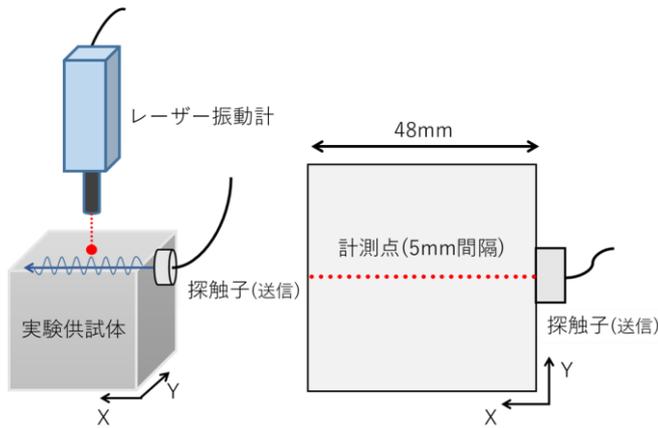


図-3 表面波計測方法の概要

3. 表面波計測の実験結果

図-4, 5は、時間変化に対する供試体表面の表面波を方解石やグラファイトからなる不均質部と対応させている。図中のTは送信の探触子であり、赤線が計測線である。図-4では、X方向12mm付近における方解石からなる不均質部で減速と反射をしていることがわかる。

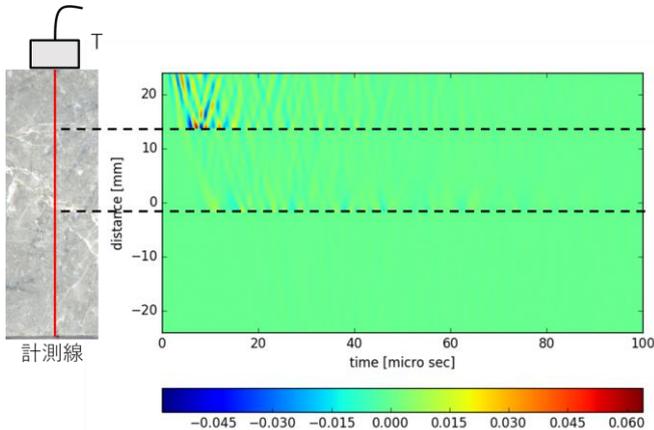


図-4 方解石鉱脈があるC'面の表面波

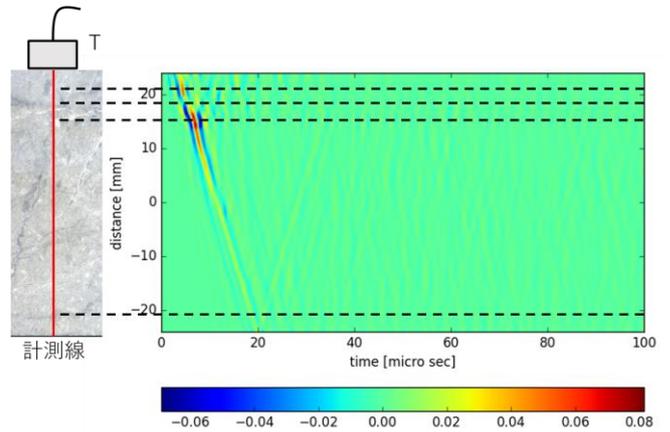


図-5 グラファイト鉱脈があるc'面の表面波

また、X方向-2mm付近でも減速した波の反射が起きている。一方、図-5では、X方向20mm付近のグラファイトと思われる鉱脈からなる不均質部で減速が生じている。X方向-20mm付近では、小さな反射はみられるものの、反射ほとんど見られなかった。その他の計測点についても同様の傾向がみられたため、不均質部のなかでも物性の差があることが確認できた。またその不均質部の向きによる影響もみられ、超音波の進行方向に対して垂直に交わるものほど、より強い反射を示すことが分かった。

4. まとめ

本研究は、石灰岩の岩石組織と弾性波速度の関係を実験により調べ、結晶化して割れ目を充填した方解石の鉱脈は、周辺部と力学的性質が有意に異なることを示した。以下に結果から得られた知見を示す。

- ・不均質部は、マトリクス部と比較し、色調だけでなく、力学的に異なる物性値を持つ。
- ・白色の鉱脈は、亀裂に方解石が結晶化して充填されており、超音波速度は周辺よりも小さく、強い散乱体として振る舞う。これは、鉱脈は周辺と力学的に連結されているものの、物性値は有意に異なることを意味する。
- ・グラファイトの鉱脈は、超音波をほとんど反射、散乱させず、弱い散乱体であることが分かった。これは、はっきりとした黒い鉱として視認される部分ではあるものの、グラファイトの濃度はあまり高くなく、力学的性質が周辺部と大きく異なることを意味する。ただし、超音波がその内部を通過する際には減速され、伝播方向や速度には影響を与える。

以上より、石灰岩の力学的挙動には、方解石結晶が充填された鉱脈の量と配置が重要であると言える。