

M-7

新破壊台を用いた岩石破壊実験による放射波形の評価

Experimental Evaluation of the Emitted Microwaveform due to Rock Fracture Using a New Rock Destructive Machine

○川田裕貴<sup>1</sup>, 埴陸也<sup>2</sup>, 柴田国明<sup>3</sup>, 三枝健二<sup>3</sup>, 高野忠<sup>3</sup>

Hiroki Kawata<sup>1</sup>, Rikuya Hanawa<sup>2</sup>, Kuniaki Sibata<sup>3</sup>, Kenji saegusa<sup>3</sup>, Tadashi Takano<sup>3</sup>

Abstract: At the same time as the rock fracture, microwave is emitted. Based on this characteristic, there will be an radiation of microwave resulted from earthquake and active volcano. This paper describes the result of microwave radiation by using a new rock destructive machine.

1. まえがき

岩石破壊に伴いマイクロ波が放射することが確認されている[1]. 地震や火山活動による自然の岩石破壊においても、マイクロ波が放射されると考える. 本研究では、このマイクロ波放射のメカニズムを実験的に解明していくことを目的とする.

先の研究では、岩石を破壊する際の条件を変えて実験を行ってきた[2]. その際に用いていた破壊台は、金属接触よりノイズを発生する可能性が考えられた. そこで、破壊台を新たに製作し、岩石破壊実験を行った. 本稿では、新たな破壊台を用いた実験結果において、最大電圧値、放射時間幅を岩石毎に比較し、それぞれの特徴について述べていく.

2. 実験系の構成

図1に、実験系の構成を示す. ジャッキによる圧力で岩石を破壊し、4つの周波数(1MHz, 300MHz, 2GHz, 18GHz)のマイクロ波を各アンテナで受信し、受信機を介してオシロスコープにより波形を得る. ここで、岩石破壊時の僅かな時間しかマイクロ波は放射されないため、波形を得ることが困難である. そこで、オシロスコープのトリガ機能を使用し、ある一定の電圧値を超えた時の波形を記録することで、波形を得ている.

3. 測定試料

マイクロ波放射の要因の一つとして、石英による圧電効果が考えられる. 表1に岩石の種類と石英の含有率を示す. これより、石英の含有率が異なる岩石を使用することで圧電効果の影響がわかる. 実験に使用する試料の形状は円柱、寸法は直径 26mm, 高さ 60mm としている.

表1 岩石の種類と石英の含有率

岩石の種類	石英の含有率[%]
珪岩	90
花崗岩	30
斑レイ岩	0
玄武岩	0

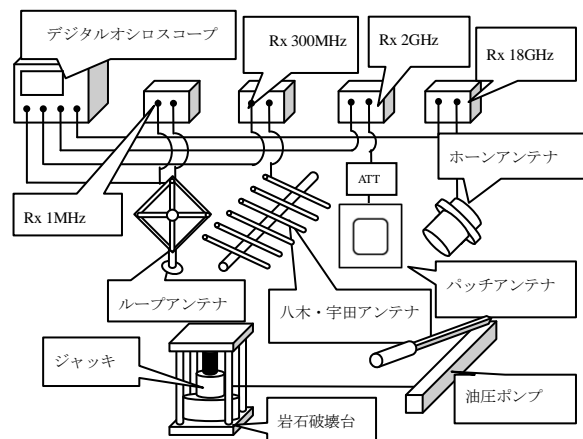


図1 実験系の構成

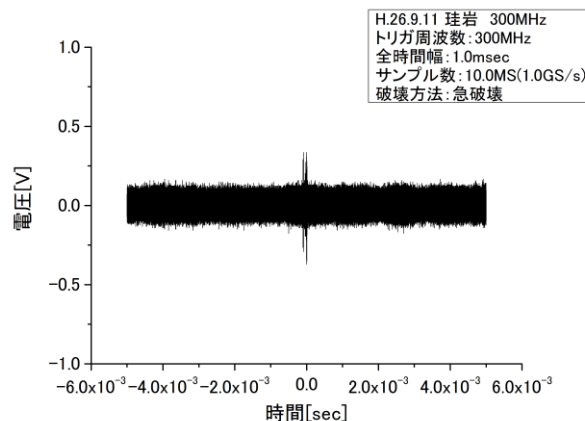


図2 珪岩 300MHz 時の波形

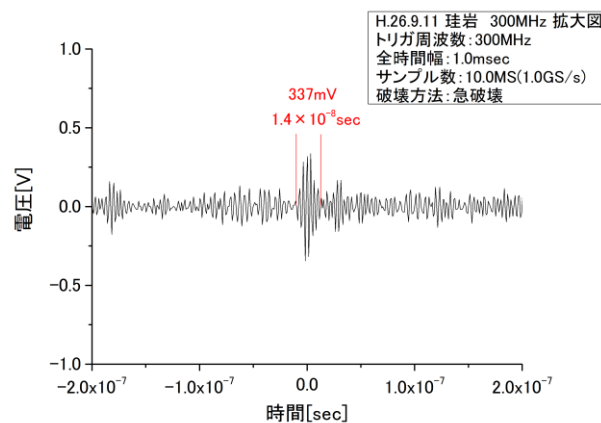


図3 珪岩 300MHz 時の拡大波形

#### 4. 最大放射パルスの最大電圧値及び時間幅

新たな破壊台を用いて測定を行ったところ、全ての岩石で 300MHz において最も信号が得られた。一方、18GHz では信号の検出頻度は低かった。その他の周波数では信号を得られなかった。そのため、以下 300MHz の結果について着目することとする。紙面の都合上、4 種類すべての岩石の波形を示すことができないため、本稿では珪岩 (300MHz) の全体波形、拡大波形、最大電圧、時間幅のグラフを図 2~図 5 に示す。

図 2 に、珪岩から放射されたマイクロ波の 300MHz の波形を示す。図 3 に得られた信号における、時間軸を拡大した波形を示す。これらの波形より、最大電圧値と放射時間幅を読み取っていく。

図 4、図 5 に、珪岩を 6 回破壊した時の最大電圧値と放射時間幅を示す。図 4、図 5 より珪岩において、最大電圧範囲は約 350mV~500mV で全体的には大きなばらつきは見られなかった。放射時間幅は、全体的にばらつきが大きく、珪岩 1 と珪岩 2 においては、2 倍以上の差異がみられた。

花崗岩では、二つの岩石が 500mV を超え、残りの岩石は 400mV 付近である。放射時間幅は、全体的にばらつきがあり最も長い時間幅と短い時間幅の差が約 3 倍あることが分かった。

斑レイ岩は、最大電圧と時間幅どちらもばらつきが見られた。玄武岩も同様であり、最大電圧値、時間幅どちらもばらつきがあり、時間幅は最も長い時間幅と、最も短い時間幅の差が約 5 倍あることが分かった。

#### 5. 各岩石の最大電圧及び放射時間幅の平均値

表 2 300MHz 時の各岩石の最大電圧及び時間幅平均値

	珪岩	花崗岩	斑レイ岩	玄武岩
最大電圧[mV]	424	426	458	470
放射時間幅[sec]	$3.13 \times 10^{-8}$	$2.97 \times 10^{-8}$	$2.98 \times 10^{-8}$	$4.38 \times 10^{-8}$

表 2 に、4 種類の岩石の最大電圧値と時間幅の平均値を示す。表 2 より、最大電圧値の平均を比べてみると珪岩と花崗岩がほぼ同じ値で全体的に大きな差異はなかった。放射時間幅平均値を比べてみると、玄武岩以外は大きな差異は見られなかったが、玄武岩は 40nsec を超える高い値が得られた。玄武岩が最大電圧、放射時間幅とも最も高い値となった。石英を含まない岩石から電波が放射したことにより、圧電効果以外のマイクロ波放射の要因がある可能性がある。

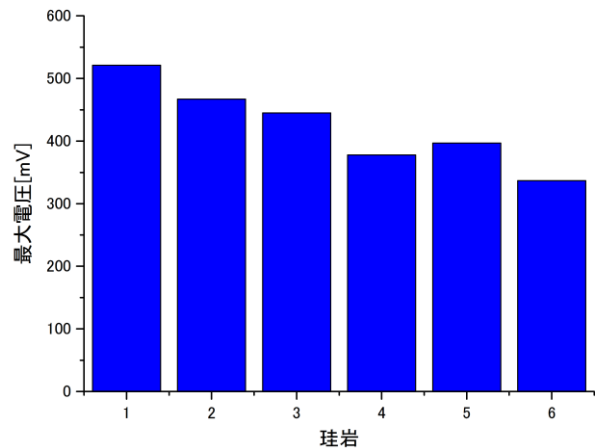


図 4 珪岩 300MHz 時の最大電圧

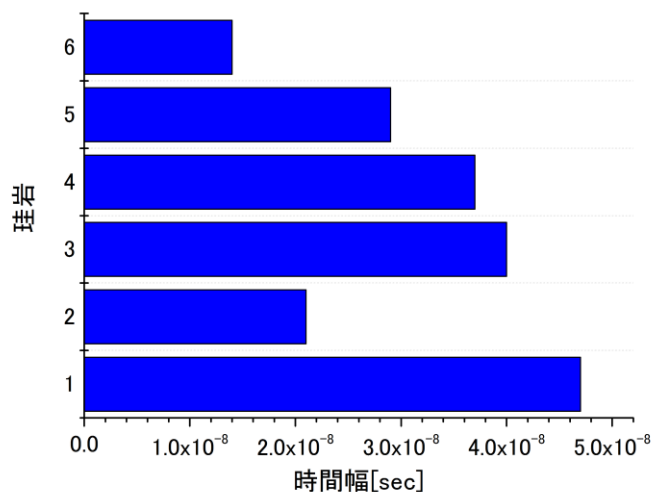


図 5 珪岩 300MHz 時の時間幅

#### 6. まとめ

今回、新たな破壊台を用いた実験結果において、最大電圧値、放射時間幅を岩石毎に比較し、それぞれの特徴についてまとめた。その結果、最大電圧値よりも時間幅の方がばらつきが多く、最大電圧値と時間幅は岩石によって異なることが分かった。石英を含まない岩石からもマイクロ波が確認されたため、圧電効果以外にマイクロ波放射の要因がある可能性が高い。今後もデータを蓄積し、再現性を得る必要がある。

#### 7. 参考文献

- [1] 牧, 他, "岩石圧縮破壊に伴うマイクロ波放射の観測", 地震, Vol. 58, No. 2, pp. 375-384, 2006
- [2] 塙, 他, "岩石破壊に伴うマイクロ波放射の検討", 2013 学術講演会