

長距離高精度弾性波測定システムにおける発振源としての超磁歪素子の特性評価

西松建設（株） 正会員 ○石山 宏二，正会員 吉野 修，正会員 引間 亮一，正会員 平野 享
 （株）地層科学研究所 非会員 佐ノ木 哲
 東京大学名誉教授 佐野 修

1. はじめに

トンネルや放射性廃棄物の地層処分坑道などに代表される地下空洞において，その安定性や遮蔽性は空洞周辺の岩盤の物理的性質，地質環境変化に大きく影響をうける．例えば，岩盤の弾性的性質は，岩盤を構成する基質部，空隙，またその空隙内の含水状況等により変化するが，これらの変化を非破壊で捉える手法の1つに弾性波測定が挙げられる．今回，高精度で連続的に数百 m 以上の長距離測定が可能な弾性波測定システムの構築を目指し，発振源として着目した超磁歪素子の基本特性把握を目的とした室内実験を行った．

2. 実験の目的

岩盤内を伝播する弾性波は，発振地点からの距離に従い減衰する．伝播距離 x における振幅減衰率 A/A_0 (A は距離 x での振幅， A_0 は発振箇所の振幅) は，発振周波数 f ， P 波速度 V_p ， Q 値を用いて以下の(1)式で表される．

$$A/A_0 = \exp\left(-\frac{f \cdot \pi \cdot x}{Q \cdot V_p}\right) \quad (1)$$

岩盤の Q 値， P 波速度，が一定であった場合，周波数が高くなるに従い，対数で減衰が大きくなる． Q 値が 50， P 波速度が 5km/s とすると，発振周波数 100Hz と 10kHz を比較した場合，振幅低下率は距離 100m で約 25 万倍の差が生じる(図-1)．圧電素子などによる発振では様々な周波数成分が含まれるが，測線長が長くなると高周波成分は著しく減衰し，低周波成分のみが到達することになり，効率が悪い．超磁歪素子は，入力波形に応じた変形が可能となるため，特定の周波数成分での発振を効率よく行えば，低入力で長距離の計測が可能になる．そこで今回は，超磁歪素子に様々な周波数の入力波形を与え，その振動を加速度計により計測することで，超磁歪素子による発振，および受振波形に関する周波数特性を検討した．

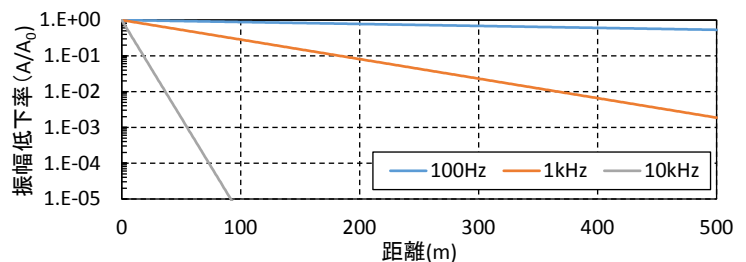


図-1 周波数毎の距離に対する振幅低下率

3. 計測器の構成

今回の実験に用いた機器の構成を図-2 に示す．超磁歪素子は，Etrema 社製 MFROTY77 で，波形発生器から電圧波形を超磁歪素子用電源に入力し，電源により増幅された電力を超磁歪素子に印加することで超磁歪素子を振動させる．超磁歪素子の振動を，振動部に接着した加速度計およびオシロスコープを用いて計測した．加速度計は TEAC 社製 701 とアンプは SA-611 を使い，オシロスコープは，PicoTech 社製 PicoScope5444B を用いた．本オシロスコープは，波形発生機能も有しており，オシロスコープから発生させた電圧波形により，超磁歪素子用電源を介して，超磁歪素子を振動させることができる．

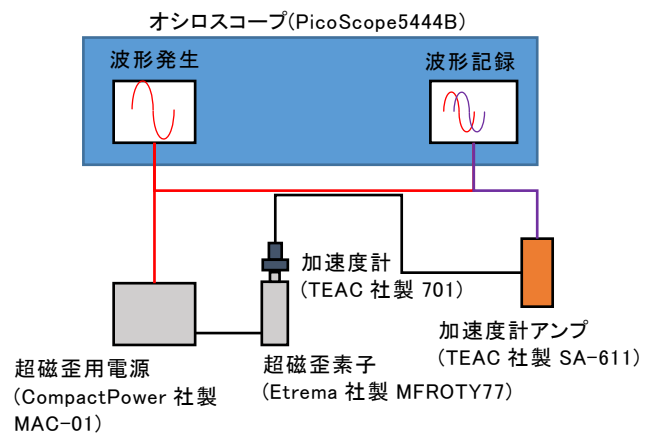


図-2 計測器の構成

キーワード：高精度弾性波測定，超磁歪素子

連絡先：〒105-0004 東京都港区新橋 6 丁目 17-21 西松建設(株)技術研究所 TEL03-3502-0279

4. 実験結果

実験状況を図-3に、発振および受振波形の結果を図-4に示す。サイン波 100Hz での発振に関しては、時刻歴で見ると、発振波形ほど滑らかな受振波形は得られていないが、卓越周波数は一致している。1kHz, 10kHz に関しては、時刻歴でも若干異なる形を示しており、卓越周波数は一致している。矩形波を入力した際には、打撃のような発振も可能となっているが、受振の卓越周波数は、数 kHz となっている。原位置での計測にあたっては、測線長により、到達できる周波数帯が異なるため、その場に合わせた最適な発振周波数の検討を行う必要があるが、超磁歪素子という広い帯域で振動できる材料を用いることで、これらの検討が可能となる。

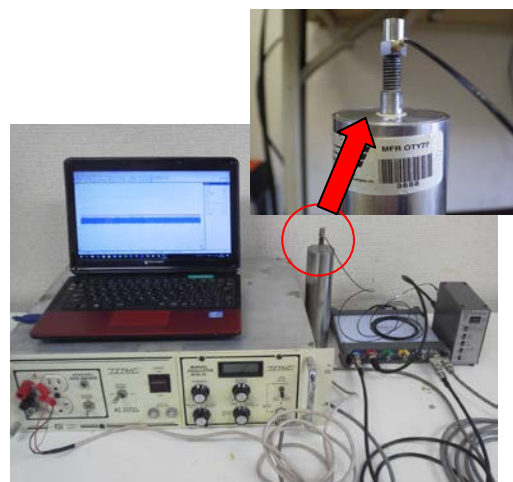


図-3 実験状況

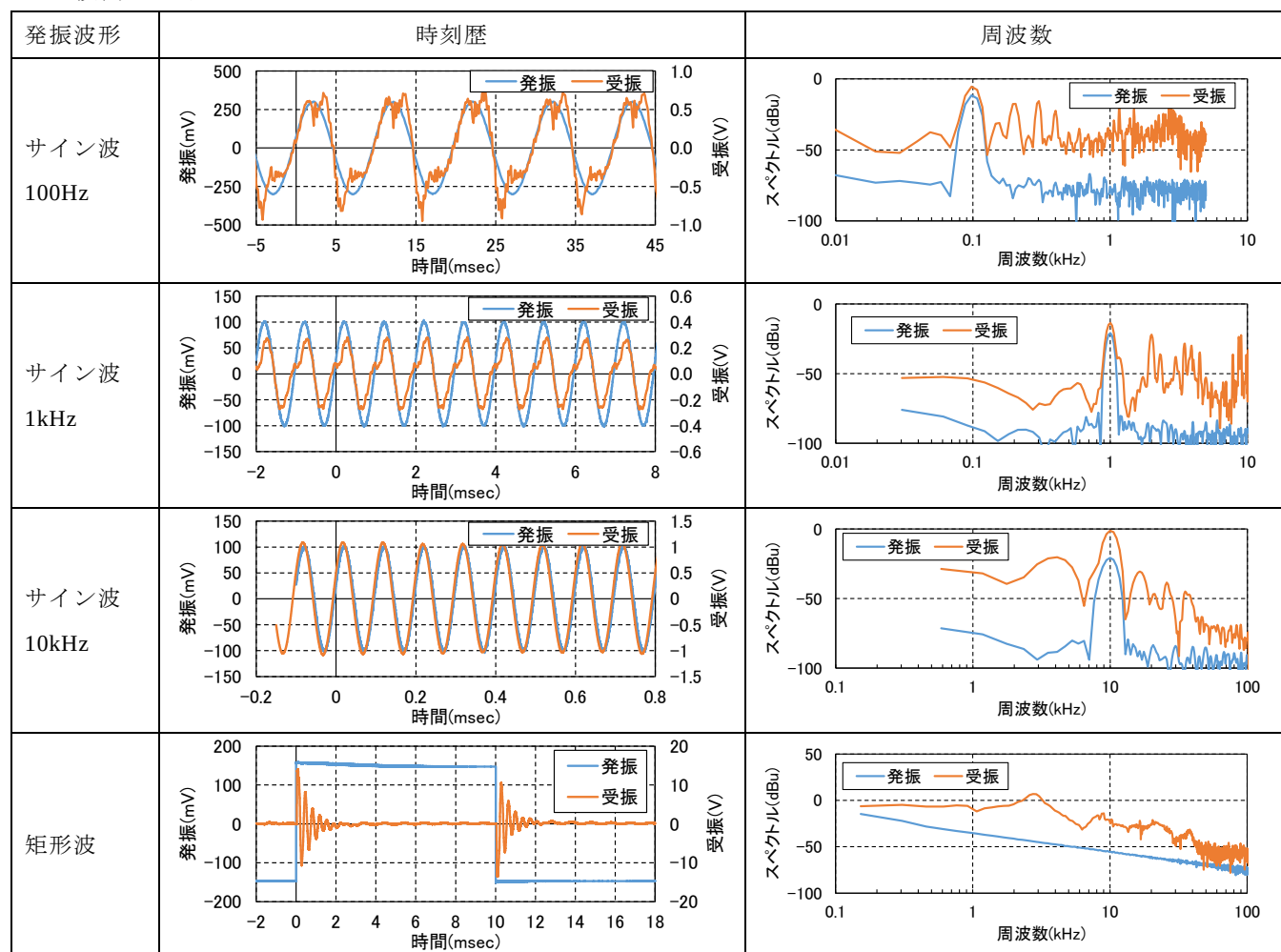


図-4 超磁歪素子への入力電圧（発振波形）と加速度出力（受振波形）の関係

5. まとめ

本検討で、超磁歪素子により様々な波形を発振し、その受振波形を確認した。今回サイン波の連続波形に関しては原位置弾性波測定において予想される周波数帯で有効な出力が得られ、矩形波の単発の波形に関しても打撃のような出力が得られた。今後は原位置において超磁歪素子を起振源とした計測システムを稼働させ、最適な入力波形の検討や、測線長を伸ばした場合の出力波形の確認等の検討を進める予定である。

参考文献: 1) 田中ら: 原位置における高精度弾性波測定システムを用いた岩盤モニタリング技術の開発, 土木学会論文集 No.561/III-38, pp185-192, 1997