

VI-185

掘削音と機械量を利用したディスクカッタの診断

フジタ 正会員 ○吉野広司
 同上 正会員 秩父顕美
 室蘭工業大学 佐藤一彦

1. はじめに

筆者らはシールド工事中に発生する掘削音を利用したディスクカッタの健全度診断に関する一連の研究開発を行っている。前報では掘削音からディスクカッタによる異常音の発生パターンを利用して診断する方法を提案した。¹⁾しかし掘削音には工事中に発生する各種の雑音をも含まれるためにディスクカッタの交換時期の予測を掘削音だけで決定することは難しい。そこで本報告では掘削音のほかにシールド機の機械量を加え、掘削状況を表わす二つの物理量によりディスクカッタの診断方法を検討した結果について報告する。

2. 掘削音と機械量によるパラメータ化の方法

ディスクカッタの切削状況を推定するためには掘削音と機械量のパラメータ化が必要である。本報告で用いた方法について以下に説明する。

(1) 掘削音の信号処理

シールド掘削音は地盤の掘削状況によって変化し、軟らかい粘性土層では音が小さく、砂礫、岩盤層と硬くなるにつれて大きな音になる。そこでこのような音の大きさを利用して掘削地盤の硬さの経時的な変化を知ることができる。掘削音の大きさは信号波形の振幅値を用いて表すことができるので、この値を掘削地盤の硬さを表す一つの特徴パラメータとして利用することができる。振幅値の抽出方法は図-1に示すように信号波形を絶対値で表し、包絡線検波を行った上で20msec毎にサンプリングして振幅値を求め、これらをリング毎に平均化した。

(2) 機械量のパラメータ

掘削中に計測される総推力、カッタ回転数、ジャッキ速度はシールド機の掘削状況を表わす重要な情報である。図-2にこれらの機械量の概念図を示す。ここで、機械量から掘削状況を表わす指標 k を次式で定義する。

$$k = \frac{\text{総推力}}{\text{ジャッキ速度/カッタ回転数}}$$

本報告では k を掘削係数とよぶことにする。係数 k は切削工具がもつ幾何学的条件と掘削地盤の力学的性質に依存する。したがってここでは k を掘削地盤の土質性状やカッタの状態による掘削抵抗の程度を表わす一つの指標であると言える。

3. 検討事例

掘削音と機械量のパラメータを工事例に適用してディスクカッタの診断方法について検討する。

(1) 工事概要：検討したシールド工事は総延長1,816m、外径2,140mmの岩盤対応型泥土圧シールド工法である。工事区間の土質は基盤岩である泥岩（ $N=36\sim46$ ）、極めて良く締まっている砂礫（ $N=60$ 以上）が存在しておりその土質構成を図-3に示す。ディスクカッタの損傷状態は平均摩耗量で781R交換時8.9mm、1304R交換時11.3mm、1445R交換時15.2mm、到達12.6mmとなり砂礫での摩耗が激しい工事である。

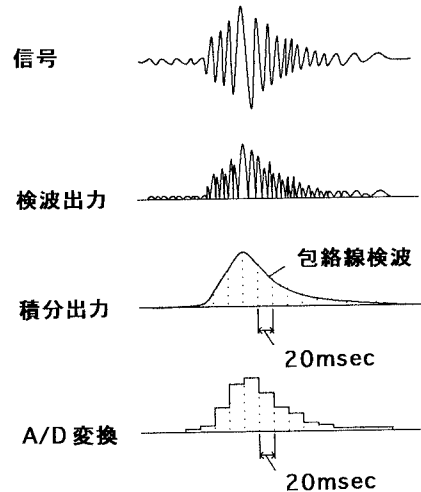


図-1.信号波形からの振幅値の抽出方法

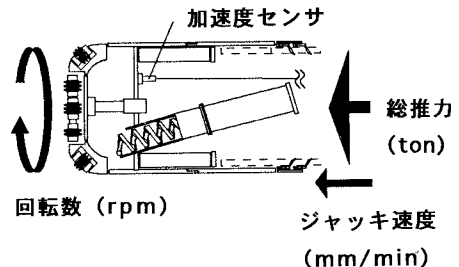


図-2.機械量の概念図

（2）検討結果と考察

計測した掘削音の代表的な信号波形を図-4に示す。これより泥岩では掘削音の振幅が小さいが砂礫では振幅が大きくなっている。次に信号波形をパラメータ化した振幅値の経時変化を図-5に示す。泥岩での振幅値は相対的に低い1V程度が続き、1150リング付近から砂礫になると急激に振幅値は大きくなり1.5～4.5V程度を示し変化が激しい。このように泥岩と砂礫では振幅値に大きな違いがありかなりの硬軟の差があることが分かる。よって振幅値は掘削地盤の硬さが影響して変化していると言える。

次に掘削係数 k をリング毎で平均化して算出した結果を図-6示す。これより係数 k についても泥岩から砂礫が変わるところで急激に大きくなっており振幅値と同様な傾向を示した。また砂礫では係数 k の大きさも変化が激しくなっている。しかし、砂礫での振幅値と係数 k が変化する傾向は一致するところと一致していないところが見られる。これは振幅値が地盤の硬軟のみに左右されるのに対して、係数 k は掘削地盤の土質性状やカッタの状態が影響して変化することに起因していると考えられる。そこで砂礫でのカッタ摩耗が特に激しい結果となっている区間について考察する。カッタを交換した1304R～1445Rまでは、交換直後に振幅値は大きい係数 k は小さい。その後振幅値は変化しないのに対して係数 k は徐々に大きくなっている。次の1445R～到達までの区間でも交換後しばらく振幅値は非常に大きい係数 k は小さい。その後振幅値は小さくなり地盤は軟らかくなっている傾向を示すが、係数 k はカッタ損傷のため1600R付近と1750R以後大きくなっている。これらの結果は、カッタ交換後は硬い地盤でも良好に切削できているがカッタの摩耗とともに切削能力は低下する様子を反映していると言える。したがって振幅値と係数 k の変化を観察することでカッタの状態を推定することができると考えられる。

5. まとめ

シールド工事におけるディスクカッタの診断方法を掘削音とシールド機の機械量を用いて検討した。その結果、掘削音の振幅値と掘削係数 k を用いてカッタの状態を推定できる可能性があることが分かった。今後は掘削音と機械量によるディスクカッタの診断システムの研究開発を進めていく予定である。

【参考文献】1）秩父・吉野：ディスクカッタ診断システム

の開発，土木学会第50回年次学術講演会，pp478～479，1995。

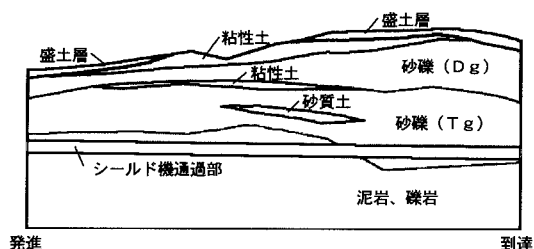


図-3 土質構成

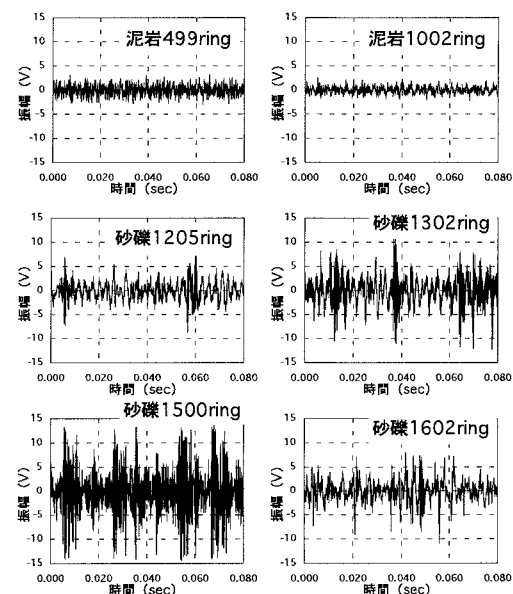


図-4 掘削音の代表的な信号波形

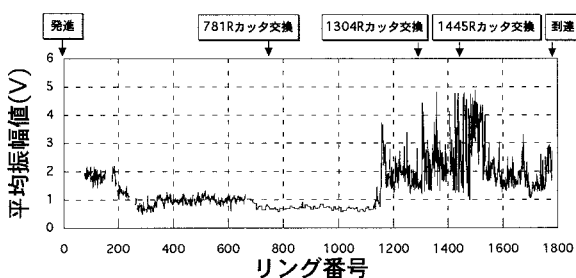


図-5 振幅値の経時変化

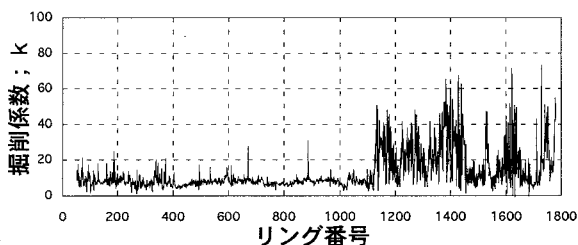


図-6 掘削係数 k の経時変化