

ディスクカッタ診断システムの開発

(株) フジタ 正会員 ○吉野 広司
同 上 秋父 顕美

1. はじめに

シールド工事の施工管理の中でも岩盤対応型のシールド機を使用した工事では、ディスクカッタの交換時期を適切に判断することが工事を進める上で重要となる。しかし実際には、カッタの寿命は地盤の種類、運転方法などの切削条件で変化するためにカッタの交換時期の判断は非常に難しく、それを推定するための実用的な手法が見当たらないのが現状である。

そこで筆者らは、ディスクカッタの損傷に伴って発生する異常音を利用してカッタの健全度を定量的に評価するために、異常音の検出方法についての検討を進めてきた¹⁾。今までに得られた知見をもとにして、今回新たにディスクカッタ診断システムを開発したのでその概要について報告する。

2. 診断システム

1) 概要：図-1に、ディスクカッタ診断システムの概要を示す。このシステムでは、シールド機に取り付けた加速度センサで受信した掘削音を地上の中央制御室に設置するスピーカ内蔵の音響モニタにて増幅し、この信号を波形処理装置に送り分析する。波形処理装置では、掘削音の中に含まれる異常音を取り出すために、以下に説明する方法に従って信号を分析し、異常音の発生状況を定量化する。そして統計手法等を用いて、カッタの健全度の定量的な評価をマイコンで行うものである。

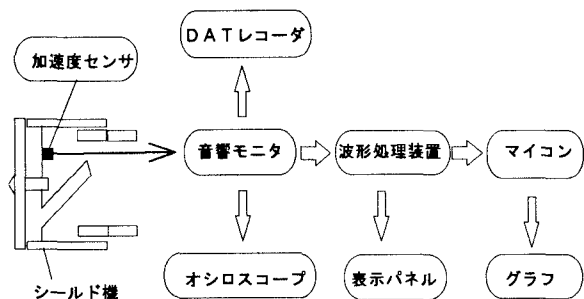


図-1. ディスクカッタ診断システム

2) 波形処理方法：前に報告¹⁾したようにディスクカッタが岩盤を順調に切削している時には、広帯域のスペクトルを有する音が発生するが、カッタが損傷してくると狭帯域にスペクトルのピークを有するような異常音が発生する。したがって、ディスクカッタの健全度は異常音の発生パターンを利用することによって定量的に評価することができる。

図-2に波形処理装置における異常音の検出方法を示す。計測された掘削音を広帯域と6つの狭帯域のバンドパスフィルタにそれぞれ通し、各帯域毎に検波して平均出力振幅値を計算する。ここでは、20msecを1単位として波形処理した。シールド掘削音の中にカッタの損傷などによる異常音がどの程度含まれているかを示すパラメータとして、広帯域と狭帯域の平均出力振幅値の比を用いた。この振幅比が0であると異常音は全く含まれていない、逆に1であると異常音のみが発生していることになる。またこの比は計測条件に依存しない無次元の絶対量として表すことができる。

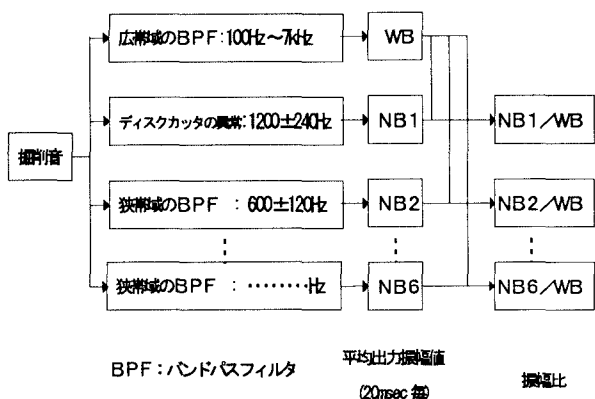


図-2. 異常音の検出方法

3. ディスクカッタ診断事例

1) 診断方法：本システムの妥当性を検証するために、前に報告¹⁾したのと同じシールド工事で録音された掘削音を用いて検討した結果について説明する。この工事では273リングと467リングでディスクカッタの交換、修理を行っているが、この間土質条件が複雑に変化しており、その影響を取り除くために硬岩層を掘削するリングのみを対象とした。先に行った聴覚による判断と周波数分析の結果では、ディスクカッタの損傷に伴う異常音には1200Hz付近にピークがあることが判明しているため、この挟帯域のフィルタから得られる振幅値をNB1とし、対比するために600Hz付近をNB2として分析した。

図-3にNB1/WBの振幅比分布、図-4にNB2/WBの振幅比分布を示す。NB1/WBは、300リングから434リングになるにつれて0.8付近の個数が増えている。NB2/WBはいずれのリングにおいても0.1~0.6の範囲に入っており、0.6より大きな比は見られない。このことはディスクカッタの損傷に伴って発生する異常音は、1200Hz前後の周波数成分が卓越した信号であることを示している。また発生する異常音はその発生原因によってある特定の周波数帯域をもつ特性があるので、本システムのように複数の挟帯域フィルタを設定することによりディスクカッタの損傷以外にも異常現象を検出することが可能である。

2) 診断結果：振幅比の分布形状の結果をもとにディスクカッタの健全度の定量的な評価方法を説明する。分布形状を統計的に処理する一つの手法として、分布グラフの最大値から右側の勾配に対し片対数表示での指数近似による勾配（右下がりを正とする）で整理することにした。図-5に振幅比分布の勾配と掘削リングの関係を示す。カッタを新しくした300リング辺りでは、その勾配は6.8~7.5であるが、カッタの傷んでいる410リングから460リングでは5.0~6.0となっている。このように振幅比の分布形状を表す勾配はカッタの損傷の程度によって変化し、損傷が著しくなるとその値は小さくなる傾向がある。このことから、シールド工事におけるディスクカッタの健全度を評価するための一つの指標として振幅比分布の勾配が利用可能であると言える。

4. まとめ

ディスクカッタ診断システムにより、シールド掘削音からディスクカッタの健全度を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。今後は、この方法の妥当性をさらに検討するために各種の条件で行われるシールド工事に適用し、実用化を図る予定である。また他の物理量と掘削音をリンクさせた形での診断方法も検討する予定である。

〔参考文献〕

1) 秩父他、「異常音を利用したディスクカッタの健全度診断」、土木学会第49回年次学術講演会

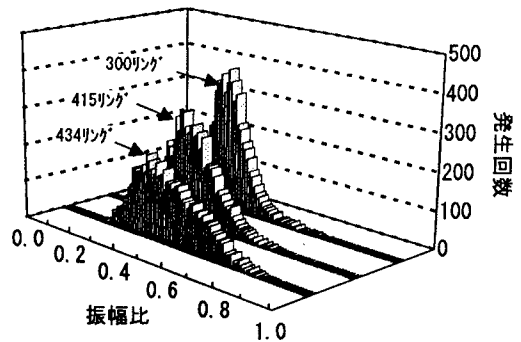


図-3. NB1/WBの振幅比分布

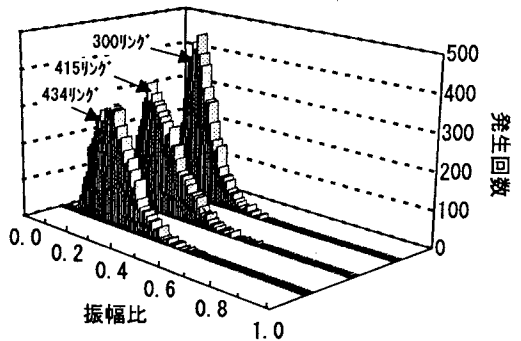


図-4. NB2/WBの振幅比分布

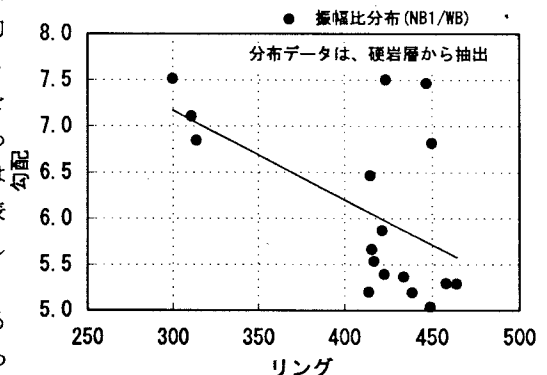


図-5. 振幅比分布の勾配の変化