

VI-333

トンネルの覆工ひずみデータの分析について

鴻池組

正会員 狩野 裕之

北海道大学工学部

正会員 蕪澤 憲吉

1. まえがき

青函トンネルでは、海底部においては高い水頭の海水で飽和された複雑な地質分布を有するなどの特殊性と、これまで経験したことのない長大な延長を有すること、さらに本州と北海道を結ぶ唯一の路線であるなどの理由から、トンネル構造物の維持管理については特に重要な問題である。そのため、開業以来トンネル構造物の挙動監視設備のひとつとして、本坑内の4箇所の地点で、トンネル覆工の表面に高感度ひずみ計を設置して自動計測を行っている。

これは地震時情報システムの一環をなす設備であり、地震情報および地震時挙動監視のためにそのデータは利用されている。このように地中構造物のひずみについて継続的にデータを収集していることは、そのこと自体で非常に貴重な測定データであり、その測定データの解析から得られるものは、地震監視に限らずに、もっと広い意味があるものと考えられる。

今回は、ある期間におけるこのトンネルの覆工表面の軸方向、および周方向のひずみデータについてMEMを用いて解析を試み、その変動波形について分析・考察を行った。

2. データ計測の状況

本坑内4箇所の計測地点では、図1のように50m間隔で3断面に高感度ひずみ計が設置され、軸方向7箇所、周方向14箇所の覆工表面ひずみが自動計測されている。計測されたデータは時間毎、日毎のファイルとして記録・保管されている。今回は4箇所の計測地点のうち1箇所の計測データについて分析を試みた。

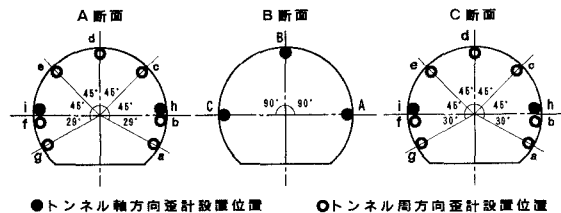


図1 ひずみ計測断面におけるセンサーの配置

3. 覆工表面ひずみデータの経時変化

計測されたひずみデータを評価するにあたり、その経時変化を把握するため、まずは計測データをグラフ化して検討した。時間毎、日毎の計測データをそれぞれグラフ化すると、各計測点のひずみは小刻みな増減を繰り返しながら緩やかな波形を描いて変動している。また、覆工表面のひずみはどの箇所においても単調な推移はしておらず、ランダムな波形を持っていることからその変動に何らかの周期性が存在する可能性がある。そこで、これらの変動周期成分をスペクトル解析により求めた。

4. MEMによるスペクトル解析

各計測点の時間データ、日データについて不良データを含まず、サンプル数が最も多くとれる区間を解析データとし、MEM(Maximum Entropy Method)を用いて覆工表面ひずみの変動スペクトルを求めた。MEMの特徴としては、少ないサンプル数においても安定した分解能の高いスペクトルが得られ、任意の周期のスペクトルが計算できることがあげられる。

MEMの解析上のポイントに予測誤差フィルタの項数 m をいくつにするかという問題がある。文献1)によれば、総データ数 N に対して $2 \sim 3 \sqrt{N}$ の範囲にとるのが良いとされているが、 m の値の変化に伴うスペクトルカーブの変化も考慮するため今回はこれより広範囲の m に対し解析を行った。

4.1 時間データのMEMスペクトル

不良データを除去した1246時間、623個のデータを用いMEMスペクトルを求めた。予測誤差フィルターの項数 m を $10 \leq m \leq 100$ の範囲で変化させて解析したが軸方向、周方向のどの計測点においても明確なピークは現れず、100日以下の短周期のひずみ変動は認められないことがわかった。

4.2 日データのMEMスペクトル

地震による変動を避けた192日、192個のデータを用いMEMスペクトルを求めた。各計測点について時間データと同様に m を変化させると、 $m=40$ でピークが現れ、 m の増加に伴いある幅でピークの周期が移動する立ち上がり方の異なるスペクトルカーブが得られた。1例として軸方向ひずみAhの解析結果を図2に示す。これよりこの点のひずみ変動の支配的な周期は、およそ230～252日の範囲に見られることがわかる。

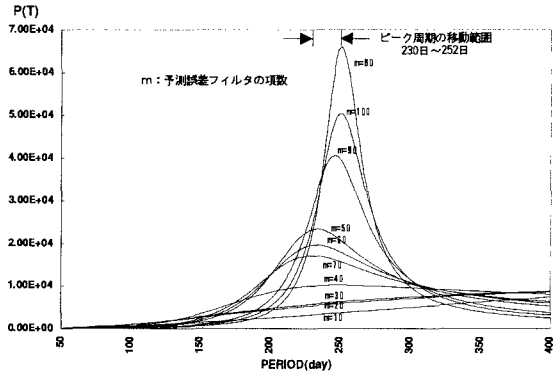


図2 日データのMEMスペクトル (Ah)

また、A, B, C断面の各計測点の解析結果を軸方向、周方向に分けて図3、図4に示した。これより覆工表面ひずみの支配的な変動周期は m の値によるピークの移動はあるが、およそ軸方向で120日～265日、周方向で118日～280日の間に見られることがわかった。

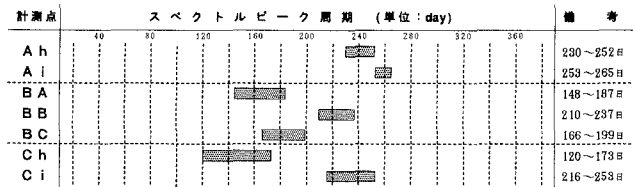


図3 各計測断面における軸方向ひずみのスペクトルピーク周期
(幅は予測誤差フィルタの項数 m による移動の範囲を示す)

5. 結果

今回は、トンネル覆工表面ひずみの時間データ、日データからMEMを用いて解析し、軸方向、周方向ひずみの変動周期について、時間データから100日以下の変動は見られず、日データからおおよそ118日～280日の間に支配的な変動周期があることが見出された。

今回の解析データは長周期の変動を解析するには、やや不十分であるのでさらに長時間のデータが得られればより正確に長周期の変動成分の解析が可能になるものと思われる。

謝 辞 ここで用いたデータは日本鉄道建設公団札幌工事事務所吉岡管理センターのご厚意により提供を受けたもので、この場を借りて元所長の先山友康氏、現所長の坂井五郎氏をはじめ同センターの職員の皆様にお礼を申し上げます。

参考文献

- 1) 日野幹雄：スペクトル解析，朝倉書店，1977年
- 2) 大友詔雄ほか：非線形時系列データ解析，北海道大学工学部研究報告，第160号，1992年

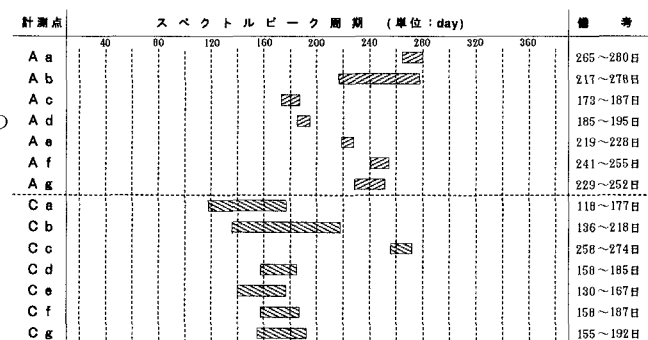


図4 各計測断面における周方向ひずみのスペクトルピーク周期
(幅は予測誤差フィルタの項数 m による移動の範囲を示す)