

光ファイバ式アコースティックエミッションセンサを用いた大型構造物の状態監視

Structural Monitoring by Fiber Optic AE sensor

株式会社レーザック 町島 祐一

Lazoc Inc. Yuichi Machijima

E-mail: machijima@lazoc.jp

1. はじめに

光ファイバセンサを用いた構造ヘルスマニタリングが様々な構造物やプラントに適用されるようになってきている。一方、アコースティックエミッション (AE) とは、材料内で発生した微視的な亀裂や剥離等に伴って、内部で蓄積された応力が開放されることにより放出される微小弾性波であり、古くより金属・セラミック・コンクリート・岩盤・強化プラスチック等の材料強度の評価手法としての利用法が確立されている。また、AE は大規模岩盤地下空洞の安定性や周辺岩盤のゆりみ領域を評価する手法としても適用されてきた歴史がある^{[1][2]}。今般、国家石油ガス備蓄の地下基地として、倉敷 (岡山県) 及び波方 (愛媛県) において、作業時の貯槽周辺岩盤の安定性監視を目的として、従来式の AE センサに代わり、防爆性に優れ、長距離伝送性に有利な光ファイバ技術に注目し、FOD センサが採用された。同システムを用いた安定性監視の一例として、貯槽アクセストンネルの水没作業時の貯槽プラグ部を対象とした計測実績について報告する。

2. 光ファイバ式 AE 計測システムの概要

光ファイバ式 AE センサは光ファイバコイルで構成される FOD(Fiber Optical Doppler) センサであり、振動によってファイバセンサ部が微小伸縮すると、光路長が時間的に変動し周波数変調を生じる (レーザドップラ効果) 現象を測定原理としている。図 1 にセンサ外観を示す。

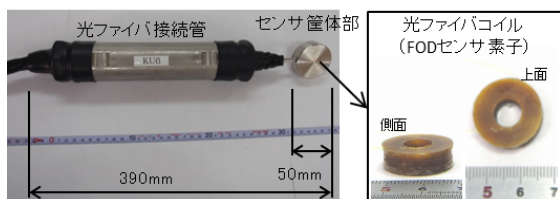


図 1 光ファイバ式 AE センサ(FOD センサ)

3. 岩盤 AE モニタリングの例

図 2 に水没 (充水) 作業時の AE モニタリングのデータ例を示す。同図によると、注水に伴い AE が発生していることがわかる。特に、EL-180m から EL-80~40m まで水圧を上げた段階で AE イベント数は急増している。全期間を通して、昇圧すると AE が発生し、充水を停止すると AE の発生は鎮静化することが特徴であり、岩盤内部の応力変化に伴う弾性的な AE 挙動の傾向を示している。また、AE パラメータの周波数、振幅値および m 値について分析すると、巨視的な破壊の前兆とされる周波数の低下現象や、振幅値の増大および m 値の低下の過程も認められない。以上よりプラグ周辺岩盤は健全な状態にあると評価された。

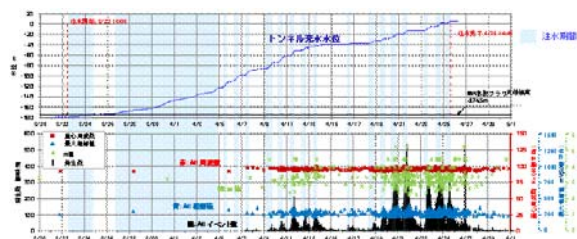


図 2 水没時の AE データ

参考文献

- 1) Kageyama, K., Murayama, H., Ohsawa, I., Kanai, M., Motegi, T., Nagata, K., Machijima, Y., Matsumura, F.: Development of a new fiber-optic acoustic/vibration sensor, Proc. of International Workshop on Structural Health Monitoring 2003, pp.1150-1157, 2003.
- 2) Mori, T., Aoki, K., Maejima, T., Morioka, H., Iwano, K., Tanaka, M., Kanagawa, T.,: Application of borehole seismic and AE monitoring technique in the rock cavern, ISRM 10th International Congress, South Africa, pp.845-848, 2003