ＡＥ発生頻度に着目した空洞掘削ゆるみ評価

(株)大林組　正会員　○宮﨑　裕光
正会員　畑　浩二
正会員　小笠原光雅
(独)石油天然ガス・金属鉱物資源機構　正会員　前島　俊雄
正会員　山本　浩志

１．はじめに

液化天然ガス（LPG）の安定供給を確保するため，愛媛県波方に 450,000ｔの地下岩盤貯蔵方式基地を建設中である．基地は，ブタン／プロパン兼用貯槽 150,000ｔ（以下，ブタン貯槽と略す），プロパン貯槽 300,000ｔを地下 150m 以深に構築し，常温高圧の LPG を地下水圧で封じ込める水封貯蔵方式を採用している．

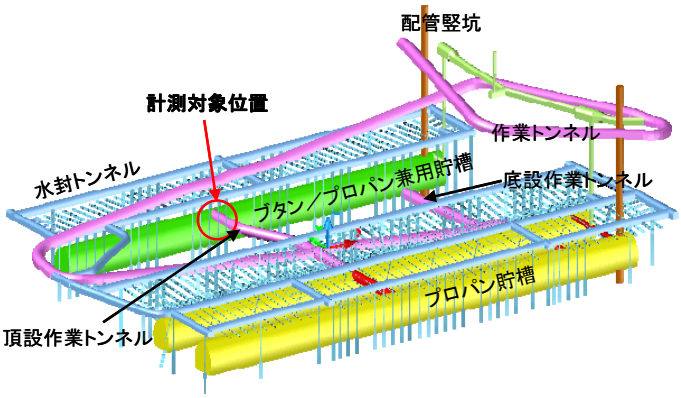
本研究は，幅 26m，高さ 30m，長さ 430m のブタン貯槽掘削に際して，空洞周辺に生じる掘削損傷領域を AE 発生頻度，特に規模別頻度分布と周波数に着目して評価した結果を報告する．

２．ＡＥ計測方法およびゆるみ評価方法

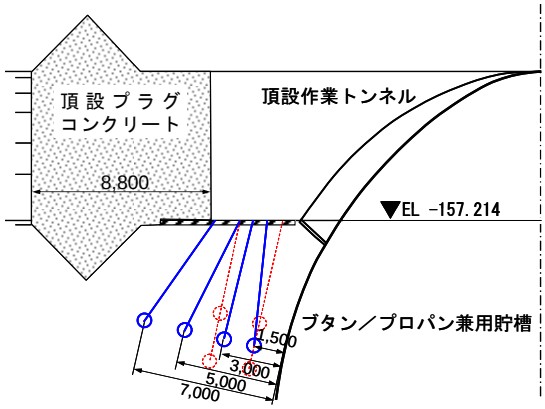
ブタン貯槽は大規模空洞であるため，図－１に示すとおり頂設作業トンネルと底設作業トンネルを設置している．計測対象領域は，AE センサの設置方法と空洞周辺再配分応力の複雑さを勘案し，頂設作業トンネルと本体貯槽との取合い付近とした．

本 AE 計測では，原位置計測専用の AE センサとプリアンプ（図－２参照）をモルタルで固化し，ボーリング孔の所定の位置（図－３中青丸位置（○））に埋設した．本方法は，地下発電所での計測実績[1)]がある．

AE 計測装置をボーリング孔の所定の位置に設置した後，貯槽ベンチ掘削時において常時モニタリングを行い，空洞壁面から放射直線方向に設置した各４つのセンサに到達した AE 発生頻度および伝播波形を計測する．得られた AE から，規模別頻度分布（m 値[2)]）と重心周波数を算定し，ゆるみ評価を行うものである．



図－１　貯槽レイアウト



図－３　計測レイアウト（設置位置：青丸（○））

図－２　AE センサ，プリアンプ（埋設型）

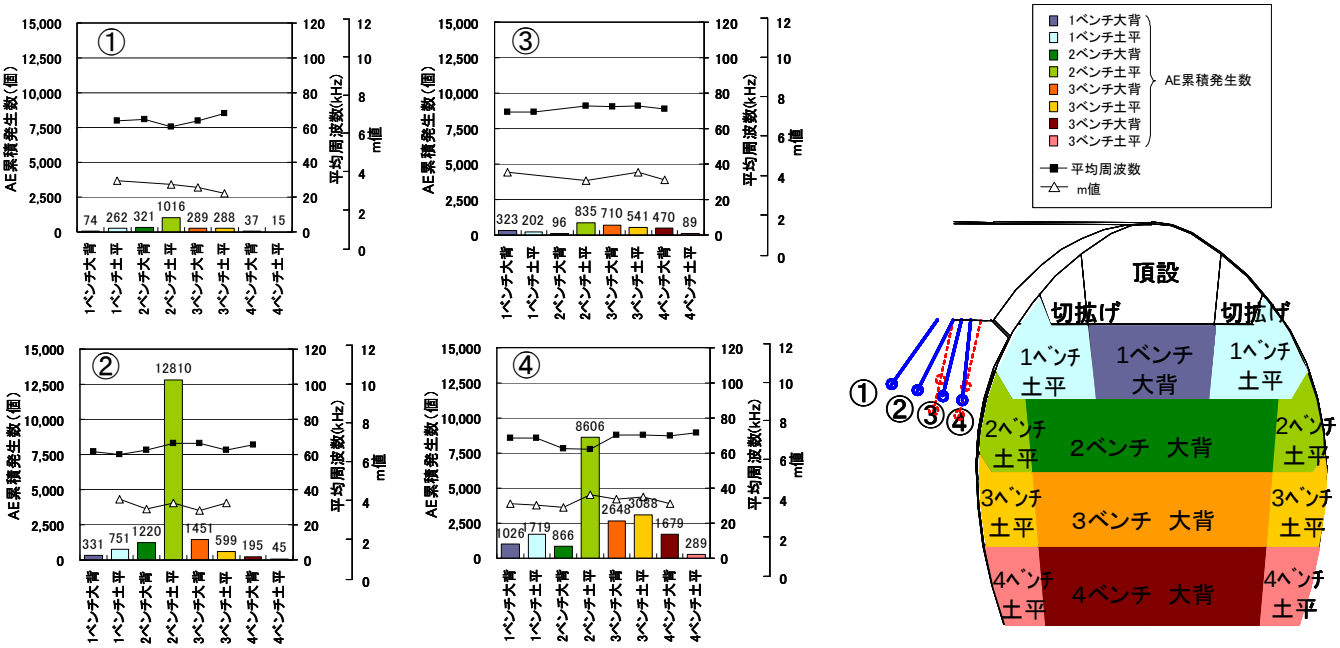
キーワード　ＡＥ計測，掘削影響領域，ゆるみ域，地下大空洞，ｍ値，周波数解析
連絡先　〒799-2104　愛媛県今治市波方町宮崎甲 147　(株) 大林組　TEL 0898-36-4315

３．ＡＥ計測結果とゆるみ評価

上述したように，当該貯槽は大空洞であるため，ベンチ掘削時には図－４右に示すように４つのベンチを大背と左右の土平に分割し掘削する．AE 計測は，第１ベンチ大背～最終の第４ベンチ土平掘削までを対象とした．便宜上，壁面から岩盤深部方向に向かって，AE センサを④，③，②，①と称す．

測定結果の一例として，図－４に各ベンチ掘削時における AE 発生頻度総数，m 値および平均周波数（重心周波数の平均値）の推移を示す．第２ベンチ土平掘削時における②のＡＥ発生頻度が壁面に近い③，④より大きくなる特徴が明らかになった．②データの内，AE 発生頻度が急上昇するのは「第２ベンチ土平下半内側」掘削時の時であった．その前後の掘削段階で AE 発生頻度は多くないことから，潜在亀裂面が動くような現象が生じたとは考えにくい．むしろ，応力集中による微小亀裂の発生が起因しているものと推察される．この発生傾向は，同時期に並行して実施した AE 震源同定標定に着目した計測結果 3)と調和的であった．

別途実施した岩石 AE 試験の結果，AE 発生頻度が増加し，m 値および平均周波数が低下する傾向が生じた場合に耐荷力が減少すると共にき裂が連結し滑動・破壊が生じることがわかった．そこで，m 値と平均周波数の変化状況を元にゆるみの判定を行う．図－４に示すように，いずれの掘削段階でも m 値（△）は 2 より大きくなり，低下する傾向は得られなかった．同様に，平均周波数（■）も 60kHz より大きくなり低下する傾向は得られなかった．したがって，ゆるみは生じていないものと推察される．



図－４　AE 発生頻度，m 値，平均周波数の推移結果

４．おわりに

大空洞であるブタン貯槽掘削に際して，空洞損傷を起こさないように最善の注意を払い施工を行った．掘削損傷を定量的に評価し施工管理に役立たせることを目的に AE 計測を行った結果，AE は発生するものの，m 値および重心周波数に変動は無いため，巨視的な破壊現象は生じていないと結論付けた．この結果は，同時期に並行して実施した AE 発生頻度に着目した計測結果 3)と調和的であり，総じて，ゆるみは生じていないと考えられ，適切に施工できたものと判断した．

参考文献

1) 前島　他：神流川地下発電所空洞掘削時の AE 測定による岩盤挙動の評価，第 31 回岩盤力学シンポジウム講演論文集，pp.256～260，2001.
2) 石本　他：微動計による地震観測（一），震研彙報，Vol.17，pp.443～478，1938.
3) 畑　他：AE 震源の規模に着目した空洞掘削ゆるみ域の評価，第６４回土木学会年次学術講演会，2009.