ＡＥ震源の規模に着目した空洞掘削ゆるみ域の評価

(株)大林組　正会員　○ 畑　浩二
正会員　宮﨑　裕光
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．

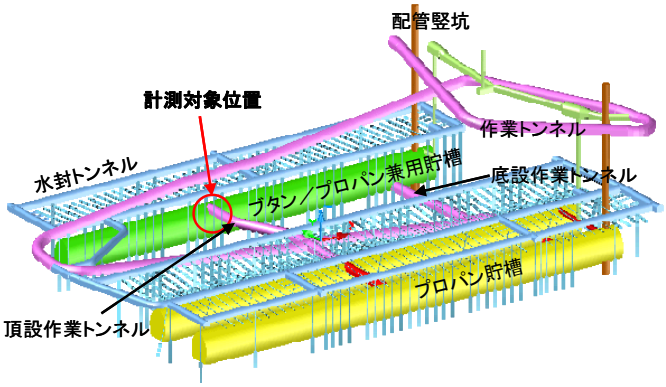
本研究は，幅 26m，高さ 30m，長さ 430m のブタン貯槽掘削に際して，空洞周辺に生じる掘削損傷領域を AE 震源位置とその発生規模に着目して評価した結果を報告する．

２．ＡＥ計測方法およびゆるみ評価方法

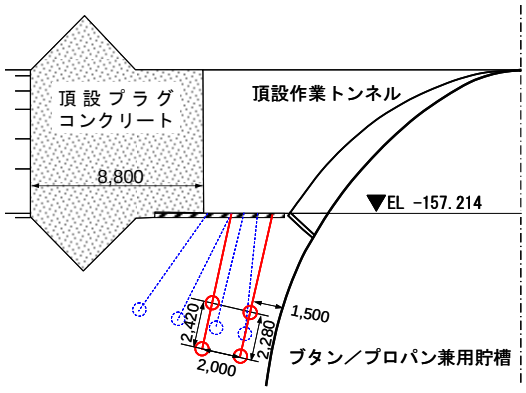
ブタン貯槽は大規模空洞であるため，図－１に示すとおり頂設作業トンネルと底設作業トンネルを設置している．計測対象領域は，AE センサの設置方法と空洞周辺再配分応力の複雑さを勘案し，頂設作業トンネルと本体貯槽との取合い付近とした．

AE 計測には，汎用型の AE センサとプリアンプを防水型の金属筐体（図－２参照）に格納し，ボーリング孔の所定の位置（図－３中赤丸位置（○））に設置した．この筐体のボーリング孔への設置・取り外しは簡単に実施できるように工夫を施しているため，試験完了後はボーリング孔から抜き取り再利用できる特徴がある．この回収型 AE 計測装置は，神岡鉱山[1)]，釜石鉱山[2)]での AE 計測で使用した装置の改良型である．

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，各４つのセンサに到達した AE 発生頻度および振幅値を計測し，時間差成分から震源位置評定を行うものである．また，ゆるみ評価に関しては，別途実施した AE 岩石試験結果から非弾性域でのエネルギー規模を算定し，震源位置評定で得られた震源までの距離減衰特性を勘案して震源位置での規模を推定し評価した．



図－１　貯槽レイアウト



図－３　計測レイアウト（設置位置：赤丸（○））

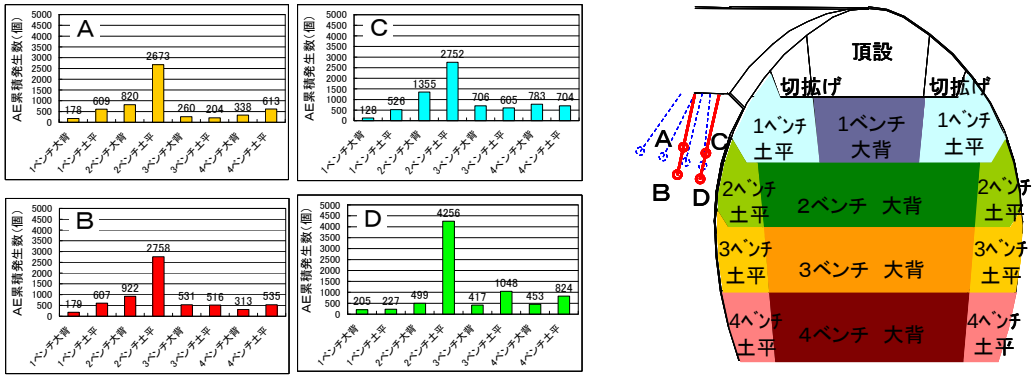
図－２　回収型 AE 計測装置

キーワード　AE 計測，掘削影響領域，ゆるみ域，地下大空洞，震源位置評定
連絡先　〒204-8558　東京都清瀬市下清戸 4-640　(株) 大林組　TEL 042-495-0918

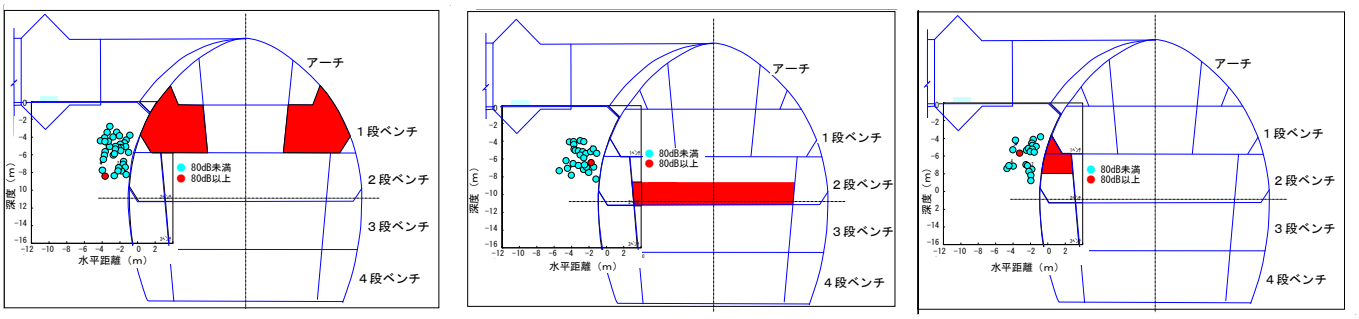
３．ＡＥ計測結果とゆるみ評価

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，設置した AE センサを図のように A～D と称す．

測定結果の一例として，図－４左に各ベンチ掘削時における AE 発生頻度総数を示す．わずかに，壁面に近い側の AE センサ（C，D）に感知された AE が多いものの，第２ベンチ土平掘削時に最も多くの AE が発生するなど各 AE センサ共同様の発生傾向を得た．次いで，震源位置評定の結果の一例を図－５に示す．別途実施した岩石 AE 試験の結果，80dB を超えると体積ひずみは直線性からはずれ，かつ AE 発生頻度は急増することがわかった．そこで，当該地点の岩盤弾性波減衰特性を別途調べ，得られた結果を元に AE 計測で得られた振幅値を補正し，震源位置での振幅値に変換し，この 80dB と比較することで岩盤損傷を評価した．図－５中，振幅値 80dB 未満を青丸印（●）で，80dB 以上を赤丸印（●）で示した．80dB を越える AE が検知されたのは，いずれも１点のみである．また，これら以外のベンチ掘削時には 80dB を越える AE は検知されず，空洞掘削により非弾性領域が生じるような変形挙動は起こらず，ゆるみは生じていないものと推察された．



図－４　各ベンチ掘削時の AE 発生頻度総数



図－５　震源位置評定結果の一例

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，ほとんど弾性挙動範囲内の規模と考えられる AE しか発生していないことが判明した．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) 畑　他：原位置 AE 計測に基づいた岩盤ゆるみ域の評価，材料，第 47 巻，第 5 号，pp.489～494，1998.
2) 畑　他：AE 法を利用した地下空洞掘削影響領域評価に関する研究，土木学会論文集，No.715/Ⅲ-60，pp.251～262，2002.
3) 宮﨑　他：AE 発生頻度に着目した空洞掘削ゆるみ評価，第 64 回土木学会年次学術講演会，2009.