

原位置応力変化測定装置の開発

新しい方式を用いた応力変化測定装置の実用化に向けて

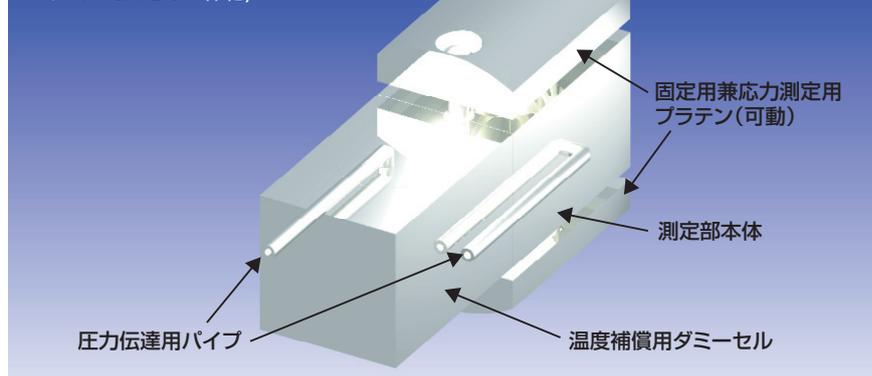
原位置応力測定

石油の地下備蓄施設や、地下揚水発電所、高レベル放射性廃棄物の地層処分施設等の大規模地下空間利用施設を建設する場合には、その建設の可能性、施設建設後の施設の安定性、安全性を検討するために、施設建設に先立って建設予定地の原位置地圧の測定が行われることが多い。建設の可否を見極めることは、事前の応力測定で評価できるが、建設後の安定性・安全性の評価のためには事前の一時的な応力測定だけでなく、建設後の施設周辺の応力変化を長期的に測定することが必要になってくる。

ボーリング孔を用いて原位置の応力測定を行う場合の代表的な手法として、直接応力の大きさを流体圧力によって測定する「水圧破碎法」や「スリーブフラクチャー法」と呼ばれる方法と、ボーリングコアが原位置で受けている応力を解放される時の歪量を測定して、岩石の物性値から計算で求める「応力解放法」と呼ばれている方法があげられる。

前者2つの手法は測定時に測定箇所

図1 原位置応力変化測定装置の構造(概略)
温度変化の影響を補償する方法の開発
(応力測定部本体と温度補償用
ダミーセルとの一体化)



岩盤に何らかのダメージを与える可能性があるために、施設建設終了後の施設の長期的な安全や安定のためには、好ましくない。そのため、施設建設を前提とした原位置応力測定には、原位置岩盤にダメージを与えない「応力解放法」が測定手法として選択されることが多い。

しかし、この手法は測定のために歪ゲージを用いるため、測定箇所にも水分が多く存在するような場所では、測定用歪センサーを測定箇所固定することが非常に困難となる場合があり、測

定自体も電気的に行われるため、装置の絶縁不良などを招きやすいという点がある。さらにこれらの手法はいずれも測定したときの原位置応力を求める手法であり、その後の応力の変化を測定する手法ではない。応力の変化を連続的に測定する手法には応力解放法と同様に歪ゲージを用いる手法もあるが、測定箇所にも水分が多い場合には前述と同様な理由で測定が非常に困難となることが予測される。

以上のような状況を考慮して、応力測定箇所には電気的な測定手法を用いず、測定装置の応力測定場所への固定にも、接着剤やセメント等による埋設・固定などの作業を必要としない原位置応力変化測定装置を設計・試作した。

新しい方式の測定装置

この測定装置の構造(概略)を図1に示す。図に見られるとおり、測定部は内部がシリンダー状となっている本体と、その上下に一對の装置固定用兼応力測定用プラテンを持つ構造となっている。また、温度の変化による応力測定装置内の油圧圧力の変化を補正する



写真 キャリブレーション試験中の材料試験器

ための温度補償用ダミー油圧セルが一体となった構造を持っている。

測定は、まず本装置を挿入ロッドを用いて、ボーリング孔内の所定の位置まで挿入する。シリンダー内部の油圧を上昇させて、プラテンを押しだし、プラテンがボーリング孔壁に接触した後、さらに所定の圧力を加えて、圧力変化を記録する。本測定前に、応力変化測定装置のキャリブレーション試験を行い、載荷荷重と圧力変化の関係式を求めておき、その関係式から原位置岩盤の応力変化量を、算定するものである。

このようなしくみとすることで、測定装置の測定位置への設置の際、接着剤あるいはセメント等による埋設・固定などの作業が不必要となり、また測定部本体は、シールを用いて完全密封構造となっているため、水分の多いところでも長時間の安定した連続測定が可能となっている。

装置のキャリブレーション

今回試作した原位置応力変化測定装置は径76mmのボーリング孔用に、設計・試作されている。キャリブレーション

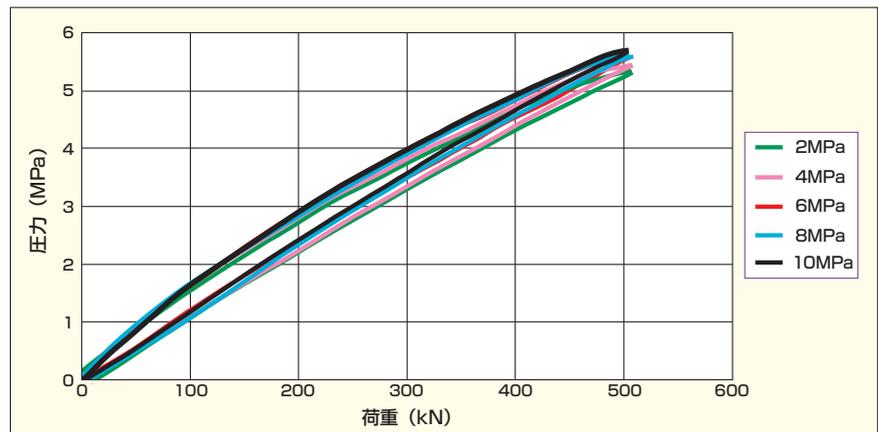


図2 応力変化測定装置内圧力増分～荷重

ション試験は、76mm径孔をあけた1辺20cmの角柱供試体（来待砂岩）を用い、その孔の軸方向の中央に油圧セルを設置して、材料試験器により一軸状態で荷重をかけて行った。写真にキャリブレーション試験の様子を示す。

図2には、各初期設定圧力ごとの載荷荷重と応力変化測定装置内圧力増分量データをまとめて示してある。今回、応力変化測定装置内の初期圧力を5段階に変化させてキャリブレーション試験を行ったが、5つの初期設定圧力の違いによる、載荷・除荷時の応力変化測定装置内の圧力増加傾向・増加量および減少傾向・減少量には大きな違いが現れない事が解った。

また今回の応力変化測定装置の各種初期設定圧力でのキャリブレーション試験時の載荷荷重と圧力増分は非常に

高い相関で直線的に対応している事が解る。

装置の評価と今後の課題

以上のことから、今回、設計・試作を行った装置は、キャリブレーション試験の結果から原位置応力変化測定装置として使用が可能であろうと思われる。応力変化測定装置内の油圧圧力変化量から直接応力変化量を評価できると考えられる。

今後は岩石の種類を変えて、同様なキャリブレーション試験を行い、測定の精度を上げることを計画している。さらに可能であれば、原位置（鉱山空洞の長期安定性監視ならびに大規模斜面安定性監視等）での長期実証試験も行いたいと考えている。

深部地質環境研究センター

成田 孝

E-mail : t.narita@aist.go.jp

旧資源環境技術総合研究所所属時には鉱山保安技術に関する研究や、岩盤の安定性評価の研究、岩石内き裂と浸透流の連成挙動の研究、コールベッドメタンの採取・利用技術など、鉱山保安技術から岩盤安定性評価に関する研究ならびにエネルギー利用技術に関する研究等を行ってきた。

産総研が発足してからは岩盤内応力の長期測定技術の開発というテーマで、従来手法とは異なった方式による原位置における岩盤内の応力変化を測定する手法の開発と、この手法の普及を目指し研究を行っている。