国立研究開発法人 日本原子力研究開発機構 幌延深地層研究センター

「地下の研究現場から」第56回　～トンネルにかかる力を簡単に調べたい！～

モグ太くん

「モグ太」です。
　今回は、地下施設で行なっている「**トンネルにかかる力を調べる技術**」の研究を紹介します。

　地下深くの岩盤には、とても大きな「力」がかかっています。具体的には、「深さ分の岩盤の重さ」「重力による力」「日本列島周辺の大陸プレートの動き」などによる「力」がかかっています（図１）。

　トンネル工事を安全に進めるうえで、これらの「力」の大きさを知ることはとても重要です。トンネル周辺の岩盤が不安定になることの評価や、トンネル壁面に設置する支保工（壁面コンクリートや鉄製のアーチなど）の仕様を検討するために、これらの「力」を正しく把握します。

図1 地下深くの岩盤にかかる力のイメージ

　これまで幌延深地層研究センターで地下深くの「岩盤にかかる力」を調べるには、地下施設のトンネル（坑道）内や地上からボーリング孔を掘削し、そのボーリング孔を通して調べたい深度に高圧の水を送り込んで、その水圧の力で岩盤に亀裂を発生させ、亀裂ができた時の水圧の力を基に地下深くの「岩盤にかかる力」の大きさを推定する方法（水圧破砕法）で行ってきました。

　しかし、この方法は大掛かりなうえにコストもかかります。ですので、もっと簡単に地下深部の「岩盤にかかる力」を調べるために、掘削時のトンネル（坑道）の変形から「力」の大きさを推定する方法を開発しました。この研究成果については、国際学術雑誌に掲載されるとともに、昨年６月27日にプレス発表を行い、新聞にも掲載されました。

　地下に坑道を掘削した際、坑道自体にとても大きな「力」がかかり、図２のように坑道全体が変形します。この岩盤の変形の大きさは、岩盤の硬さによって変わります。硬ければ硬いほど変形が小さくなります。ですので、坑道周辺の「岩盤の硬さ」と「坑道が変形した量」の関係が分かれば、地下深くの「岩盤にかかる力」の大きさを推定することができます。

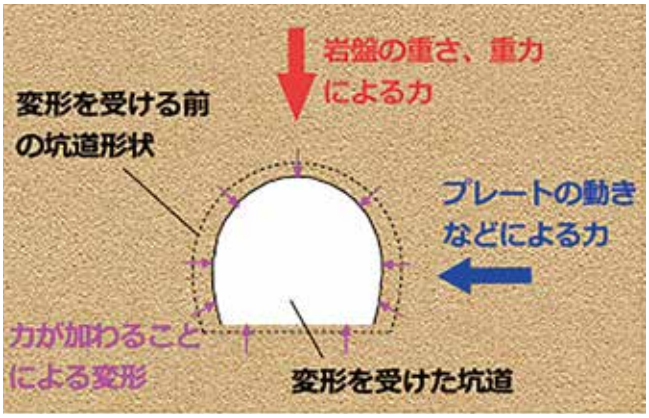

図2　力を受けて変形する坑道のイメージ

　坑道に生じる変形は、図３の左に示す写真のように簡単に計測できます。写真のように、計測したい場所の坑道の両側壁に計測用のピンを打ち

込んで、両側壁のピンとピンの間に鉄製のテープを張り、図３の右側に示す内空変位計測装置で坑道の直径を0.1mm単位の精度で測ります。掘削が進むたびに計測を繰り返し、掘削中および掘削後の変形した量を把握します。深度350mの坑道では、この方法で56か所の坑道の変形を計測し、その変形の情報を基に坑道周辺にかかる「力」の状態を解析しました。

図3　坑道の変形を計測している様子（左）と、内空変位計測装置（右）

図４の、「赤い四角」が坑道の変形に基づいて推定した「力」の大きさで、「青い丸」は水圧破砕法で測定した「力」の大きさです。「赤い四角」は「青い丸」で示す値の範囲内で、同じような傾向を示しており、違う測定方法で同じような結果を得られました。これにより、大掛かりでコストのかかる方法（水圧破砕法）で測定をしなくても、坑道の変形を定期的に計測することで簡単に「力」の大きさを推定できることが分かりました。

この研究成果による技術は、高レベル放射性廃棄物の地層処分に役立つだけでなく、一般のトンネル工事での維持管理（健全性確認）などにも役立ちます。

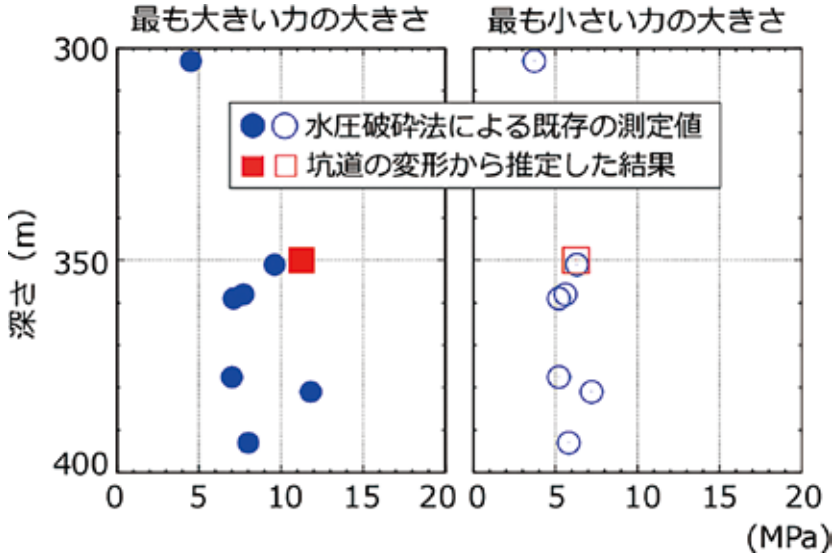

図４　岩盤に水平方向に作用する「力」の大きさの比較

お問い合わせ先　国立研究開発法人日本原子力研究開発機構
幌延深地層研究センター：電話・告知端末機 5-2022 https://www.jaea.go.jp/04/horonobe/
ゆめ地創館：電話・告知端末機 5-2772 https://www.jaea.go.jp/04/horonobe/yumechisoukan/index.html