

**Q** ボーリング掘進に伴う水頭変化は、何を意味していますか？

**A** ボーリング掘進に伴う水位変化は、地下水の鉛直方向における流動状況を示しています。掘進中孔内水位が低下する場合、深部への流動を示し、地下水涵養域となっています。一方上昇する場合、上向き流動を示し地表への地下水流出域となっていることを示すと考えられます。

通常、地表面から下に存在する水は地中水と呼び、さらに水圧が大気圧より低い圧力状態の水を土壌水、高い圧力状態の水を地下水と定義され、大気圧と水圧が等しい圧力面を地下水面と呼びます。

掘進中のボーリング孔内に見られる水位も、大気圧と地下水圧が等しい面として現われます。ただし、自然界における地下水圧は、高さの違いによる位置エネルギーだけでなく、帯水層の不均質性に伴い生じた被圧による圧力エネルギーの合わさった水圧からなっています。そのため、不圧地下水の場合の掘進中孔内水位は、位置エネルギーだけの水圧であり、位置変化（掘進深度）に応じた水位変化を示します。一方被圧地下水の場合は、位置エネルギーと圧力エネルギーが加わった水圧であり、不圧地下水の水位に比べ上昇し、場合によっては自噴するケースも見られます（図-1 参照）。

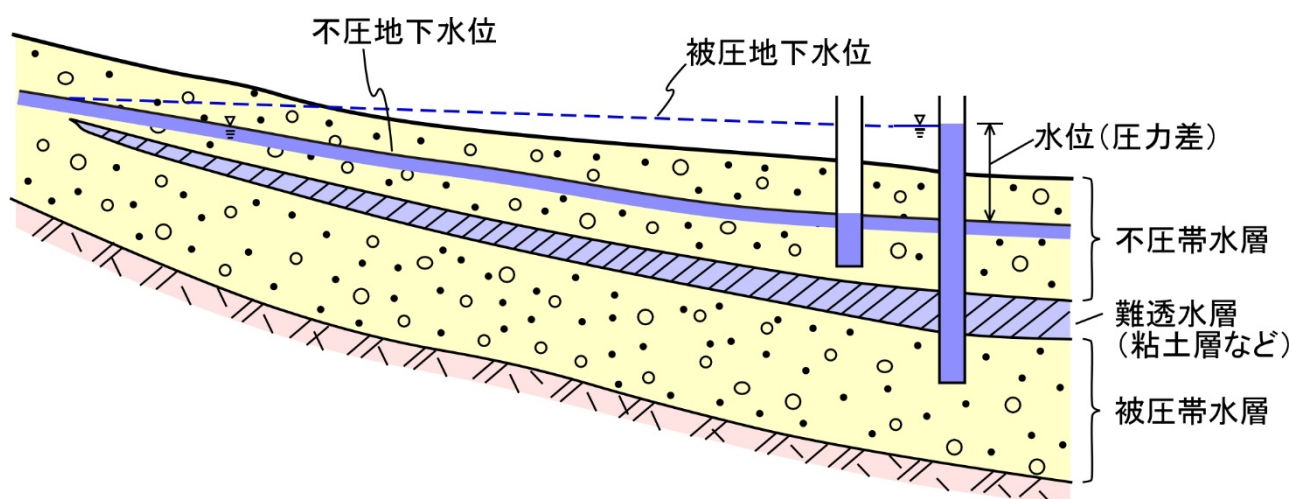


図-1 不圧地下水位と被圧地下水位の違い

ここでは、図-2 に示すボーリング掘進中の孔内水位が徐々に低下するケース①と増加するケース②について地下水流動の違いを考えてみました。帯水層における断面方向の地下水流動は、ボーリング掘削時の間隙湧水圧を測定することにより各深度における水圧の等値線から推定することができます。この水圧の等値線を等ポテンシャル線といい、等ポテンシャル線と直行方向に水圧の高い方から低い方に地下水は流動します。平面での地下水流動を地下水面等高線から推定するのと同じ理屈です。

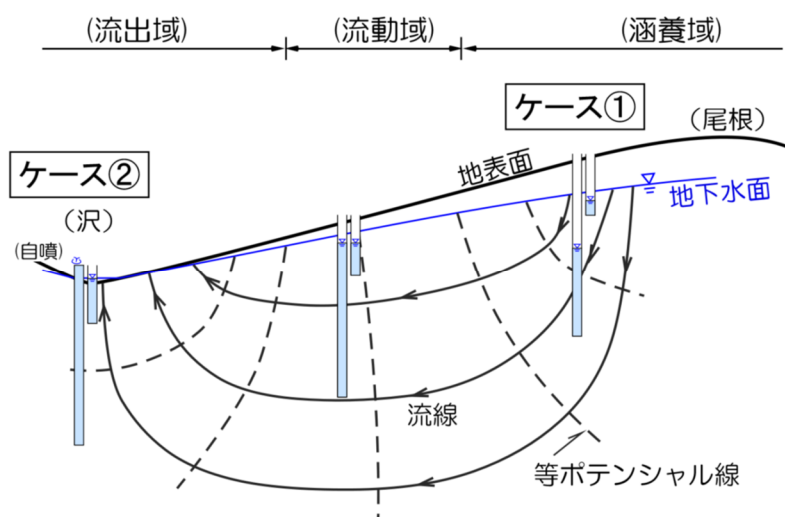


図-2 ボーリング孔内水位と地下水流動の模式図<sup>1)</sup>

一般的にボーリング掘削中は、毎朝掘削開始前に孔内水位を測定しています。この時の水位は、掘進深度における平均的な水頭を示していると考えられます。掘進時にベントナイト等の泥水を使用した場合は、水位の値よりも掘進に伴う水位の変化傾向が重要となり、注意が必要です。

図-2 に示すように掘進深度が深くなるにつれて、孔内水位が低下傾向を示すケース①では、下向きの地下水の流れを示し、地下水涵養域であることがわかります。一方、孔内水位が上昇傾向を示すケース②では、上向きの地下水の流れを示し、地下水流出域となり沢筋などで雨が無いのに常時水が流出しているのはそのようなメカニズムによると言えます。掘進深度が深くなっても水位変動が少ないケースは、①と②の間のような横方向への地下水流動域を形成していると考えられます。

ここに示すように山岳地帯でボーリングを実施する場合、通常尾根周辺で掘削中の水位は低下状況を示し、沢筋周辺で上昇傾向を示す傾向があります。特に尾根周辺で掘削中に急激な水位上昇を示す場合加圧層となり得る断層の可能性が高く、このような場所でのトンネル工事では集中湧水、突発湧水のリスクが伴うため注意が必要となります。

#### 【引用文献】

1) 杉田倫明, 田中正編著, 筑波大学水文科学研究室著(2009): 水文科学, 共立出版, p. 160

(回答者 栢木 智明)