

## 水圧破砕データによる国内の深部岩盤初期応力状態

## Deep underground stress state in Japan from hydraulic fracturing data

# 長 秋雄[1]

# Akio Cho[1]

[1] 産総研・地質調

[1] GSJ, AIST

水圧破砕法により測定された応力値（国内23地点）より、国内の深部岩盤での初期状態を検討した。密度が大きい岩盤ほど応力値が大きく、初期応力状態は岩盤密度に応じて3グループに大別することができた。密度が2000~2200kg/m<sup>3</sup>の岩盤と密度が2300~2500kg/m<sup>3</sup>の岩盤では、水平最小応力、水平最大応力とも深さとともに単調に増加する。密度が2500kg/m<sup>3</sup>以上の岩盤では、浅い深度では応力値は深さとともに増加するが、中深度では応力値はほぼ一定であり、深部において応力値の不連続な増加が見られる。

高レベル放射性廃棄物地層処分場地下空間の配置・形状・支保の検討及び長期安定性の評価において、地下深部岩盤での初期応力状態は考慮すべき重要な要件の一つである。そこで、水圧破砕法により測定された応力値（国内23地点）より、国内の深部岩盤で初期応力状態を検討した。

その結果、検層密度が大きい岩盤ほど応力値が大きく、初期応力状態は岩盤密度に応じて3グループに大別することができた。

(1) 密度2000~2200kg/m<sup>3</sup>の岩盤での初期応力状態

水平最小応力 (Shmin), 水平最大応力 (SHmax) とも、深さとともに単調に増加する。国内6地点でのShminとSHmaxの深さ分布はほぼ同一であり、次の式で表される。

$$Shmin(\text{MPa}) = 0.019 D (\text{m}) + 1.13 \text{MPa}$$

$$SHmax(\text{MPa}) = 0.027 D (\text{m}) + 1.45 \text{MPa}$$

ただし、この密度であっても堆積年代が鮮新世である岩盤では応力値は小さい。

応力値が深さとともに単調に増加する現象は、臨界降伏応力モデル（塚原・池田, 1989）で説明でき、岩盤は水平方向の応力に対して降伏していると考えられる。上記の応力状態から、岩盤の内部摩擦係数 0.22, 粘着力 0.57MPa, ポアソン比 0.4 と推定した。

(2) 密度2300~2500kg/m<sup>3</sup>の岩盤での初期応力状態

Shmin, SHmax とも、深さとともに単調に増加する。国内3地点でのShminとSHmaxの深さ分布はほぼ同一であり、次の式で表される。

$$Shmin(\text{MPa}) = 0.027 D (\text{m}) + 0.72 \text{MPa}$$

$$SHmax(\text{MPa}) = 0.043 D (\text{m}) + 0.97 \text{MPa}$$

岩盤は水平方向の応力に対して降伏していると考えられる。この応力状態から、岩盤の内部摩擦係数 0.44, 粘着力 0.31MPa, ポアソン比 0.4 と推定した。

(3) 密度2500kg/m<sup>3</sup>以上の岩盤での初期応力状態

応力の深さ分布は一様ではない。また、岩盤の破碎深度近傍では応力値の低下が見られる。浅深度（地表～約250m）では、応力値は深さとともに増加する。中深度（約250m～600mないし800m）では、応力値はほぼ一定で、Shminは10~20MPa, SHmaxは20~32MPaである。深度600mないし800mで応力は不連続に増加し、深部ではより大きな水平応力が働いている。茨城県石下では深さ800m前後においてSHmaxは約50MPa、栃木県足尾では深さ600m以深でSHmaxは約80MPa、兵庫県猪名川では、深さ940m前後でSHmaxは約70MPaである。応力不連続の深さは深部での水平最大応力が岩盤の摩擦強度（摩擦係数0.85）と一致する深さと概ね一致する。