

動的注入工法による低透水性岩盤へのグラウト効果について

平成 10 年度入学 資源開発工学講座 大場 公徳

1. 研究目的

放射性廃棄物の処分施設や高压ガスの地下備蓄施設等では、貯蔵施設としての機能を長期間にわたり確保・維持することが必要である。近年、周辺岩盤の天然バリアとしての機能をより高めるため、従来のグラウト注入工法(静的注入工法)では注入が困難である低透水性岩盤の微小亀裂に対する確実な注入工法の開発が望まれている。動的注入工法は、このような背景のもとに提案されている注入工法であり、一定の注入圧力に高周波の動的な圧力を付加することによって高濃度・高粘性のグラウトを微小亀裂内に注入することが可能であると考えられている。しかし、その注入のメカニズムや注入効果についての検討が十分になされていないのが現状であり、未解明な部分が多い。本研究では、室内実験および実験結果の理論的な考察を通して、注入材料の粘性や圧力、周波数などの注入パラメータが注入効果に与える影響を把握することを目的とした。

2. 研究内容

亀裂内へのグラウト注入のメカニズムを把握するために、人工亀裂（流路長 2m、幅 50 μ m）に対する静的および動的注入実験を表 1 の条件（比較パラメータ：粘性・周波数）のもとで実施し、亀裂内部の圧力および注入流量を経時的に測定した。一方、圧縮性粘性流体の運動方程式・連続の式および Hagen-Poiseuille 流の解析を行い、実験結果との関連性について検討を行った。

表 1 実験条件

注入工法	粘性[mPa・s]	定常圧[MPa]	振幅圧[MPa]	周波数[Hz]
静的注入	1,4,5,15	1	-	-
動的注入	1,4,5,15	1	± 0.5	0.2,0.5,1.5,10,20,30

3. 研究結果

(1)注入流量について

動的注入の結果は、静的注入と比較して注入流量が多く、周波数が低いほど粘性が低下し、注入量が増加した(図 1)。また、注入流量 Q は、粘性(μ)と周波数(f)を用いて次式で求められることが判明した。

$$Q = \frac{t^3 P}{10.5 \mu \times f^{0.000225 \mu + 0.0241}} \quad (t: \text{亀裂幅 } P: \text{注入圧})$$

(2)振幅減衰について

注入圧力はは亀裂入口付近で大きく減衰し、周波数や粘性が高くなるほどその傾向が大きくなった(図 2)。また解析で求めた振幅減衰も同様の傾向を呈した。さらに動的圧力によって低下した注入材料の見掛け粘性 μ' は、解析値を用いて次式で求められることが判明した。

$$\mu' = 0.968 \mu x^b \quad (x: \text{振幅の減衰率 } b: \text{粘性による定数})$$

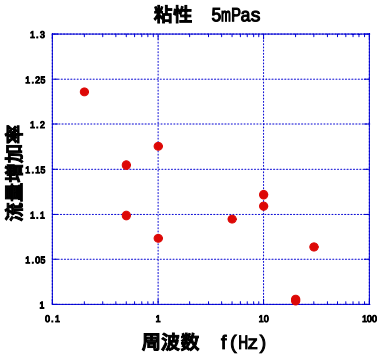


図 1 周波数(f)と流量増加率の関係(粘性 5mPas)

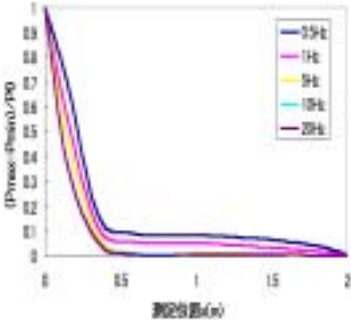


図 2 亀裂内の位置と振幅減衰の関係(粘性 5mPas)

