

An investigation of the excavation damaged zone at the KAERI underground research tunnel
 KAERI 地下研究トンネルでの EDZ (掘削損傷領域) の調査

韓国の高レベル放射性廃棄物処分用の地下研究施設 (Korea Atomic Energy Research Institute) におけるトンネルを用いて、発破や掘削による損傷影響領域 (Excavation Damaged Zone) の調査を実施している。その結果、以下のことがわかった。

- ・ ボーリングコアによる室内試験から、変形係数は掘削面から 1.5-2.0mの深さまで低下している
- ・ ボーリングコアによる RQD から、深度 2.0mまでは平均 RQD で 17%低下している

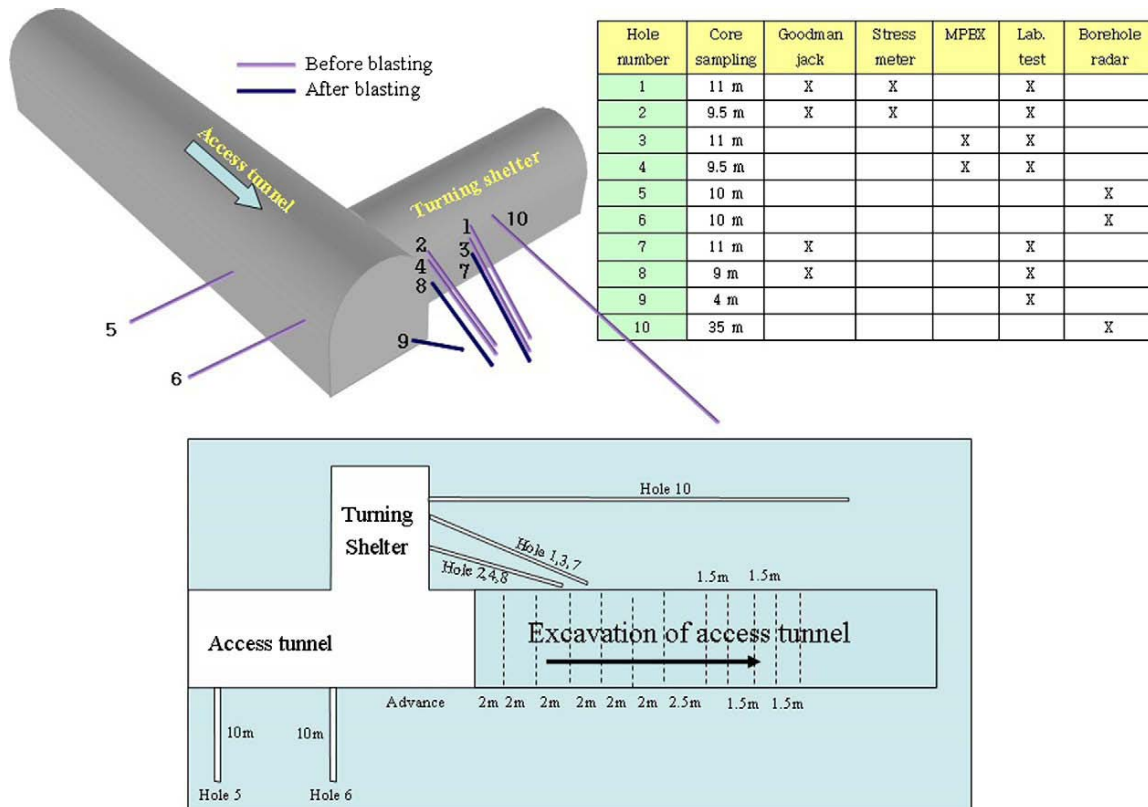


Fig. 4. Test hole location and excavation sequence in the EDZ.

The problem of human response to blast induced vibrations in tunnel construction and mitigation of vibration effects using cautious blasting in half-face blasting rounds

トンネル工事における発破振動に対する人の反応と半断面掘削による振動の軽減

トンネル工事における発破振動は構造物に影響を及ぼさなくても、人はその振動に敏感に反応してしまう。そこで本論文では、環境に優しく、かつトンネル工事に利用しやすい発破の方法を考案した。実験は Ayazaga トンネル（全長 2582m、掘削断面積 22m²）で行い、発破掘削とそれが人体に及ぼす影響をテストした。Ayazaga トンネルは住宅地付近で土被り 22~57m 程度となっており、森林の下を低土被りで掘削する。地山は砂岩及び泥岩であり、建物は直接基礎である。掘削方法・発破継続時間を変えることにより、PPV(Peak Particle Velocity、最大振動速度)、周波数、構造物への影響、人が気にする度合いがどう変化するかを実験した。

実験は 2stage に分けて行った。それぞれの目的及び方法、そして結果は以下の通りである。

【1st stage】全断面掘削

目的：通常の発破掘削法による振動特性の調査

方法：火薬の量とタイミングを変えて発破する。発破時間（480~900ms）

結果：発破時間の短いほうが、PV 及び周波数は大きい、人が気にする程度は小さかった。

【2nd stage】半断面掘削（上下半掘削）

目的：新しい発破掘削法による振動特性の調査

方法：下半を最初に掘削し、20 分後に上半を掘削する。（発破時間は 270~330ms）

結果：人が気にする程度は小さかった。下部掘削時に PPV が大きかったが、これは空間が制限されているためであると考える。

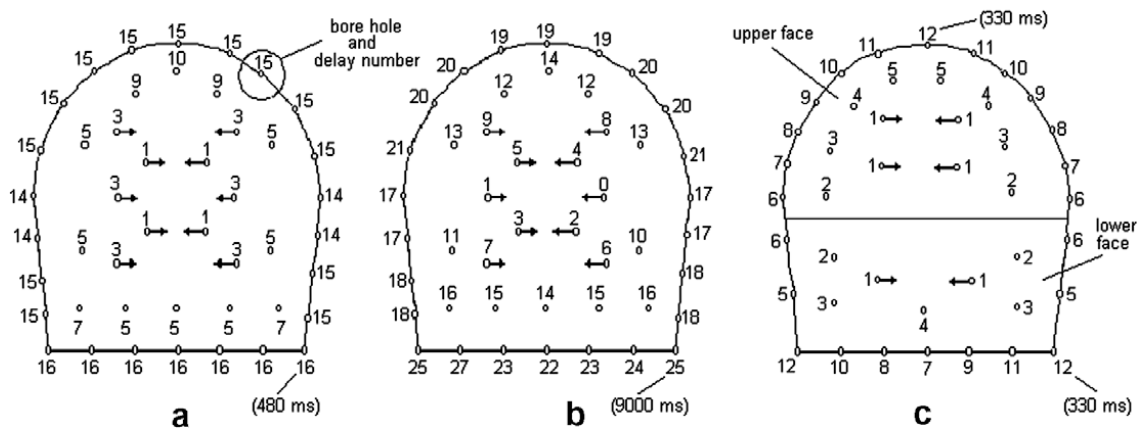


Fig. 3. Firing sequences of the shortest (a) and the longest (b) duration shots of full face shots and half face shots (c).

A new rational method for calculating the GSI

GSI を算出するための新しい合理式

この論文では、GSI(Geological Strength Index)を定量的に評価する新しい方法を提案している。RMI(Rock Mass Index)と GSI の概念が似ていることから、両者の類似点を分析し、RMI を決定する基礎入力データ(亀裂情報など)を用いて GSI を定量的に評価する方法を考案した。これにより、亀裂の少ない岩盤に基づいて考案された従来の算出方法と亀裂の多い岩盤に基づいて考案された今回の提案方法という2つの異なるアプローチから得られた GSI を評価することで、より合理的な工学的判断を下すことが可能になるとしている。

Assessment of brittleness using rock strength and density with punch penetration test

岩盤強度や密度、及び押し込み貫入試験を用いた脆性の評価

岩盤の脆性破壊に関する調査、研究は、岩盤工学において最も注目を集めている分野の一つである。既往の研究において、岩盤の脆性を表す指標や、その計測、取得方法について数多くの試みがなされてきたが、未だ確立されていない。本研究では、脆性を直接測ることができる「押し込み貫入試験」を紹介し、さらに、この試験によって得られた脆性指標と一般的な岩盤特性値(一軸圧縮強度、引張強度、密度)との関係についても述べている。具体的には、押し込み貫入試験によって得られた脆性指標は以下の式を提案している。

$$BI_m = F_{max}/P$$

BI_m : 脆性評価指標 [kN/mm]

F_{max} : パンチ押し込み試験における最大荷重 [kN]

P : 最大荷重時のパンチ貫入量 [mm]

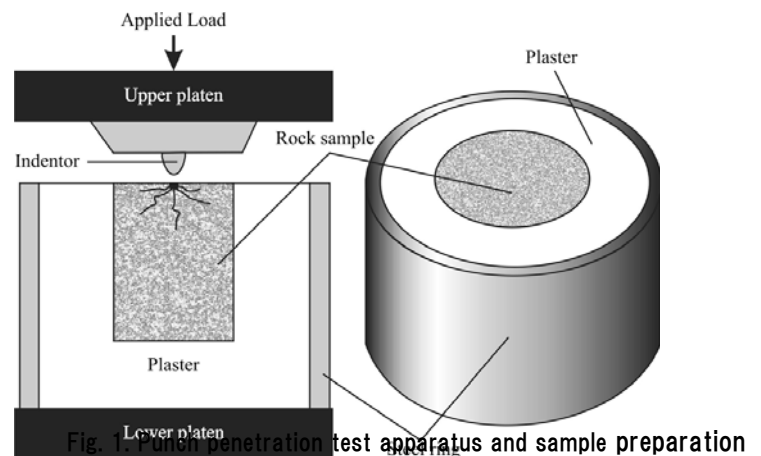


Fig. 1. Punch penetration test apparatus and sample preparation

表-1 岩盤の脆性の分類

Brittleness index (kN/mm)	Brittleness class
≥40	Very high brittle
35-39	High brittle
30-34	Medium brittle
25-29	Moderate brittle
20-24	Low brittle
≤19	No-brittle (ductile)

また、一軸圧縮強度、引張強度、密度を用いて脆性評価指標を予測する式として、以下を提案している。

$$BI_p = 0.198 \sigma_c - 2.174 \sigma_t + 0.913 \rho - 3.807$$

BI_p : 脆性評価指標予測値 [kN/mm]

σ_c : 一軸圧縮強度 [MPa]

σ_t : 引張強度 [MPa]

ρ : 密度 [kN/m³]

なお、この式は、押し込み貫入試験用いた岩盤について一軸圧縮試験、密度試験等を同様にを行い、その試験結果と BI_m 値から重回帰分析により求めたものである。