

Tunnelling and Underground Space Technology

Vol.32, November 2012

1) Evaluation of monitoring items for adverse ground conditions in subsea tunneling (pp.19~23)

海底直下でのトンネル掘削時の予期せぬ地質変化に対して有効な計測項目

Authors: H. Kima, S. Jeonb, E. Park

本論文は、海底直下でのトンネル掘削において切羽安定性を正しく評価するために有用な情報を提供してくれる調査項目を明らかにするために、過去の事例からトンネル安定性に影響を与える地盤パラメータを選出し、さらに図-1 に示すような 6 つの地質条件を想定してケーススタディを行ったものである。

計測項目の評価にあたっては、3次元有限要素解析手法および意思決定手法の一つである階層分析法(Analytic Hierarchy Process)が援用されている。また評価項目としては、1) 地質条件の分類性能、2) 事前予知・警報性能、3) 地盤の変化に対する敏感性を挙げている。

計測項目としては、内空変位、先行変位(切羽から水平ボーリングにより取り付けられた L=30m の傾斜計)、切羽天端で測定するトンネル湧水量の 3 項目を取り上げ、これらを比較している。

得られた結論は以下のとおりである。

- ①内空変位は地質条件の分類性能に関して、他の計測項目より優れている。
- ②事前予知・警報性能は、地質によって異なるが先行変位やトンネル湧水量が優れている。
- ③また地盤の変化に対する鋭敏性についてはトンネル湧水量計測が最も高かった。

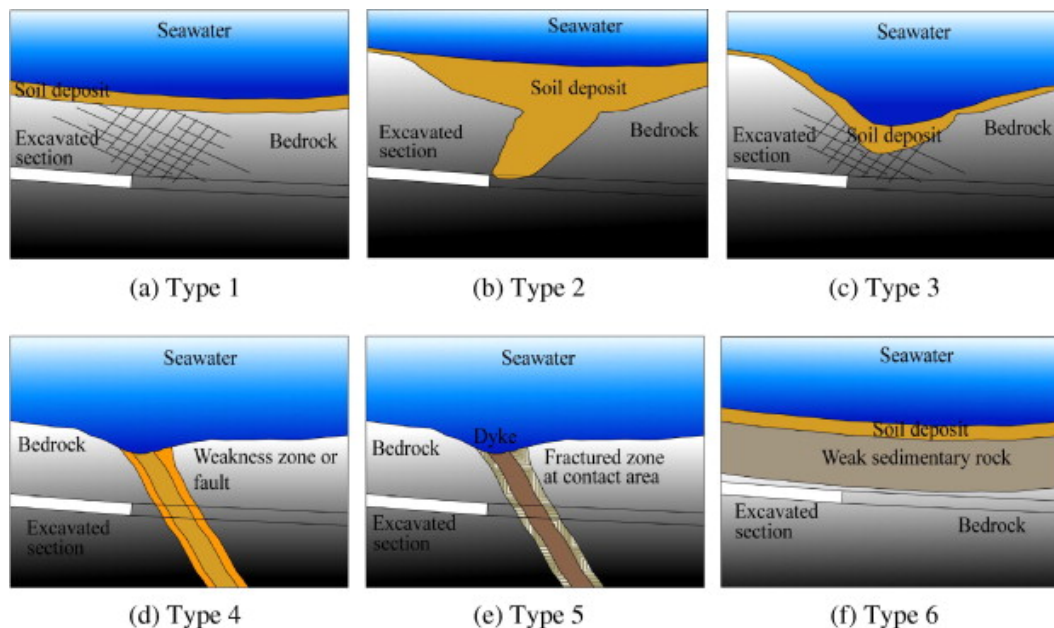


図-1 海底下トンネルにおいて想定される 6 パターンの地質条件

2) The performance of a TBM in a squeezing ground at Uluabat, Turkey (pp.58~65)

トルコ、ウレアバットにおける押し出し性地山でのTBM掘進性能

Authors: N. Bilgin, M. Algan

トルコのウレアバットプロジェクトには、標高差 328m のダム、延長 11.465km のトンネル構築などが含まれる。

2002年に始まったトンネル工事は、NATM工法により掘りすすめられたが、天端や底盤の大変形により2003年の11月に掘進を停止した。停止期間は2年半に及び、その間のクリープを含む最大変位は約1mまで達した。ここでNATM工法は不適と判断し、EPB-TBM(φ5.05m)を採用し、掘進を再開した。地質は三疊紀 Karakaya 層の粘土岩、シルト岩、砂岩からなるが、地殻変動により変質を受けている。

TBMは全体として18の押し出し区間を通過した。典型的な推進力の変化図を図-1に示す。また押し出し区間におけるジャーミング発生距離(d)、ジャーミング時間(t)およびその間の推進力の変化値(ΔFT)から次の式で求まる押し出し指標(SI)を求めた結果を図-2に示す。

$$SI = \Delta FT / (d \cdot t)$$

これからSIと地山応力とは強い相関があることがわかる。

また論文では、ジャーミング時の対策としてスキンプレーター地山間でのベントナイト注入が摩擦を低減させるために有効であったと述べている。

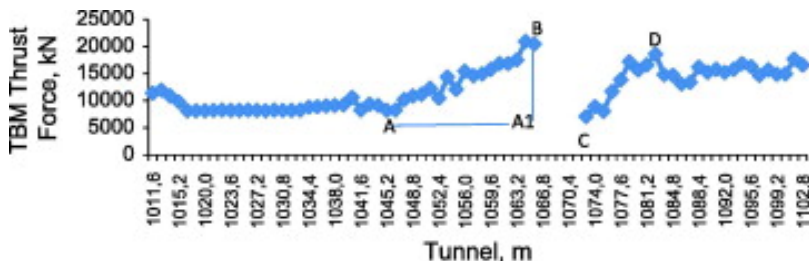


図-1 押し出し区間における推進力の変化

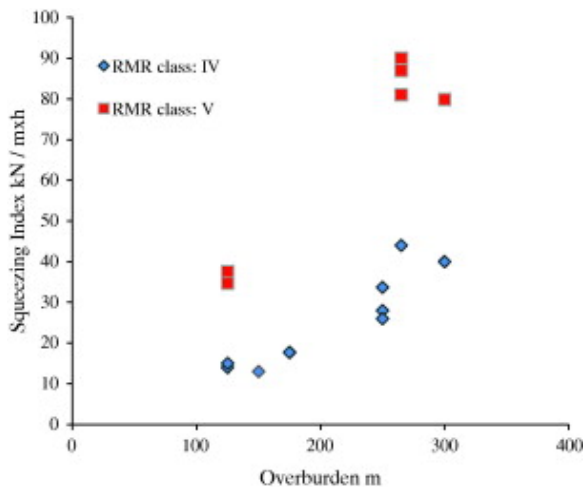


図-2 押し出し指標(SI)と土被りの関係

3) Failure process analysis of spalling failure—Comparison of laboratory test and numerical modelling data (pp.66~77)

トンネル表層剥離の進展プロセス解析—室内試験と数値解析の比較

Authors: K. P. Hidalgo, E. Nordlund

本論文の目的は、トンネル掘削面における変形および剥離プロセスを明らかにし、室内試験における岩片のひずみデータから剥離を予測することにある。

数値解析により剥離ゾーンに生じる体積ひずみ、最大せん断ひずみ、主応力などを計算し、これらと実際に得られた石灰岩や石英などの変形—破壊データ（室内試験レベル）と比較することにより、トンネル掘削面における破壊の進展過程を明らかにする。

手順としては、まず種々の岩石について図-1に示すような応力—ひずみ曲線を作成する。

次に弾塑性数値解析により、Garpenberg と Zinkgruvan の 2 ケースにおける剥離事例を再現した (図-2)。これらの実験と解析結果により、次の情報を評価することができる。

- ①初期ひび割れ、不安定ひび割れ、ピーク強度の推定。
- ②掘削面における変位（ひずみ）集中位置の特定
- ③剥離規模の特定

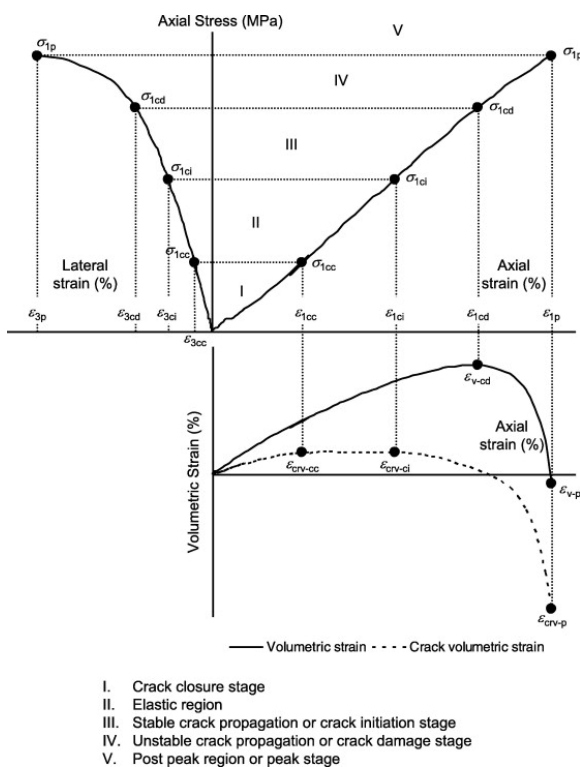


図-1 応力—ひずみ曲線

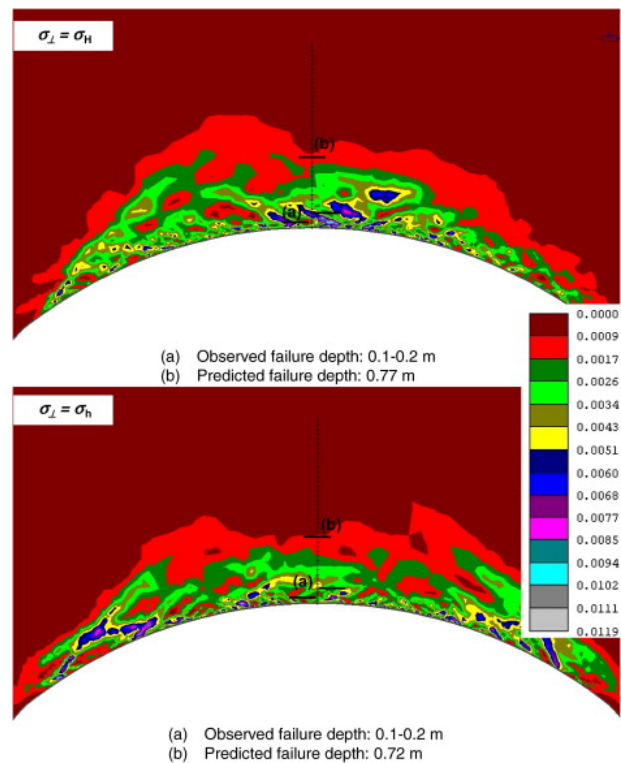


図-2 解析から得られたトンネル天端付近での最大せん断ひずみバンド(Zinkgruvan)