

【121】

トンネル坑口に巨礫崖錐が堆積している場合の調査設計事例

(株)藤井基礎設計事務所 藤井 俊逸

1. はじめに

ある現場でトンネル坑口部に巨礫崖錐層（ $\phi 0.2\text{m} \sim 3\text{m}$ ）が分布することが施工時に判明し、早急に調査及び設計を行う必要が生じた。本文は調査・設計の対応事例を報告したものである。

2. 調査

以下の調査を行い、地盤状況を把握した。

①ボーリング調査2本（崖錐層厚及び地盤の状態把握）

②弾性波探査4測線（崖錐層厚の把握）

（BP.1では施工時に孔内傾斜計観測を行なった）

③地表踏査

その結果次のことがわかった。

①弾性波探査で得られた速度境界はボーリング結果の層境界とほぼ一致していたため、崖錐層の分布がほぼ把握できた。

②崖錐層の深い位置でも巨礫（最大長0.7m）に当たっていることから、深い位置でも地表で確認される巨礫が分布することがわかった。

③崖錐層表層はマトリクスのない状態で、バックホーにて現況勾配より少し急に切り込もうとしたところ表層崩壊を生じた。このことから、現況勾配（約1:1.0）は崖錐層の安息角と考えられる。

④ボーリングコアではマトリクスに粘土が見られることから、下層部では礫間粘土が多少あると考えられる。

図-1は地形の立体モデルに崖錐分布、トンネル位置等を書き加えたものである。

図-2はトンネルと崖錐の位置関係を模式的に示した図である。

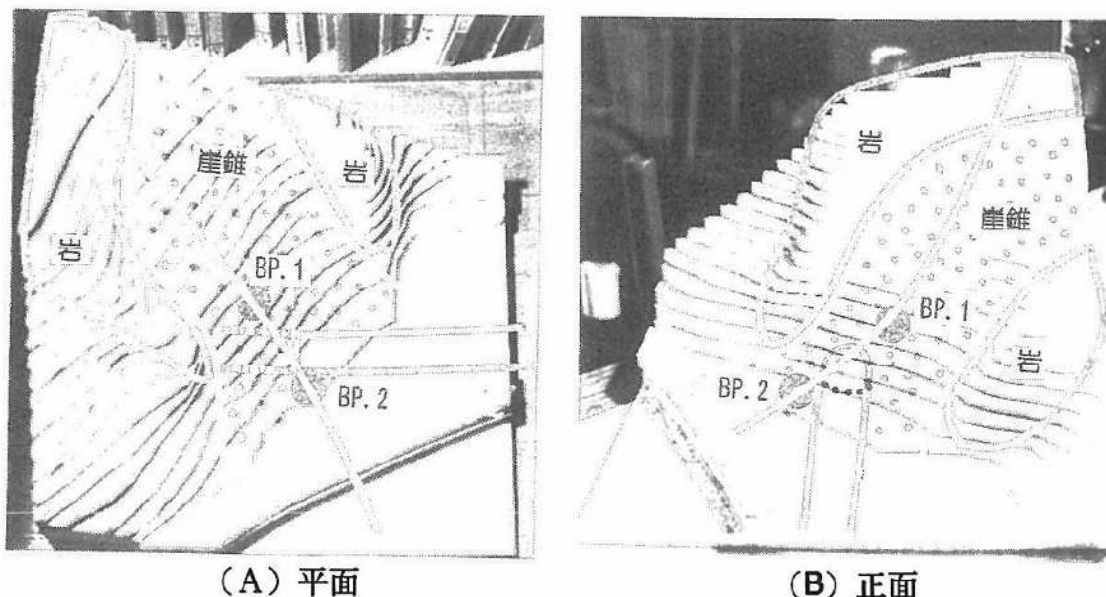


図-1 立体モデルによる状況説明

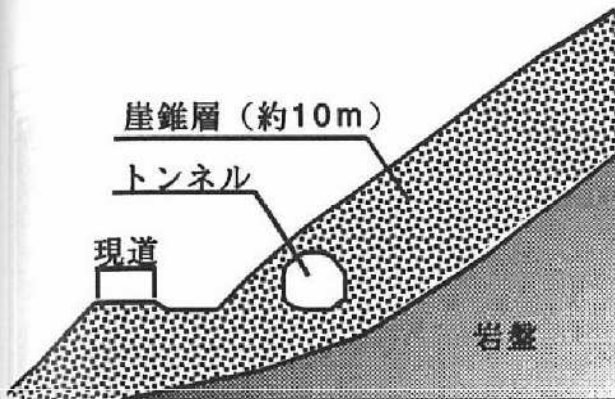


図-2 トンネルと崖錐の位置関係

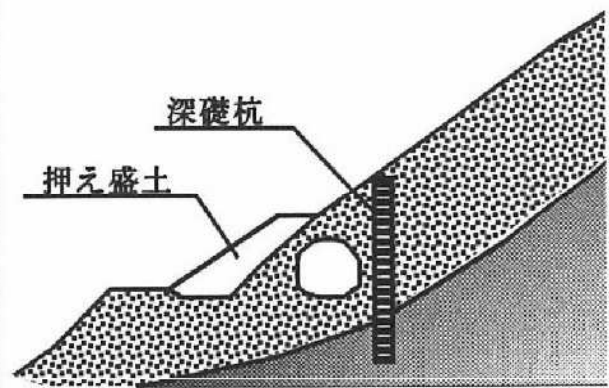


図-5 対策工断面図

3. 設計上の問題点と解決策

設計上の問題点として次の2点に注意する必要がある。

- ①崖錐層内でトンネルが受ける偏圧
- ②崖錐層トンネル掘削時の天端崩壊及び切羽安定

この2点についてナットモデル^{注)}を用いてメカニズムを理解した上で(図-3、図-4)次のような対策を行なった。

- ①に対して偏圧がトンネルに作用しないように図-5のように押え盛土及び深礎杭を設けた。
- ②に対して図-4のケース.2に示すようにフォアパイルにより天端崩壊を防止した。ただし礫間に空隙があるためウレタン注入を行い、巨礫同士を密着させフォアパイルの強度増加を図った。

4. おわりに

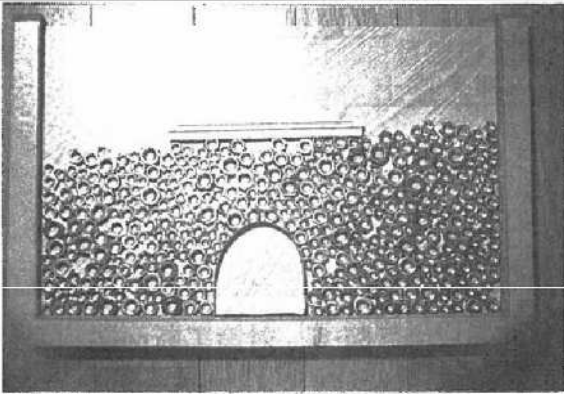
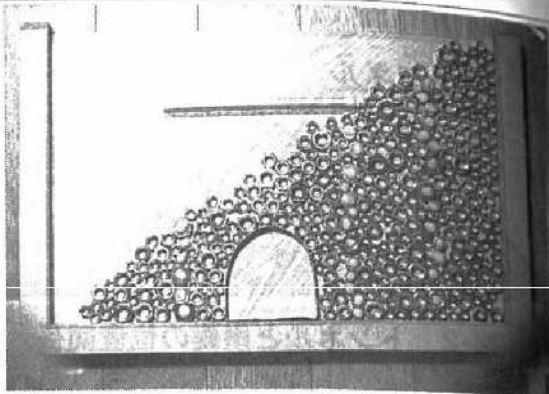
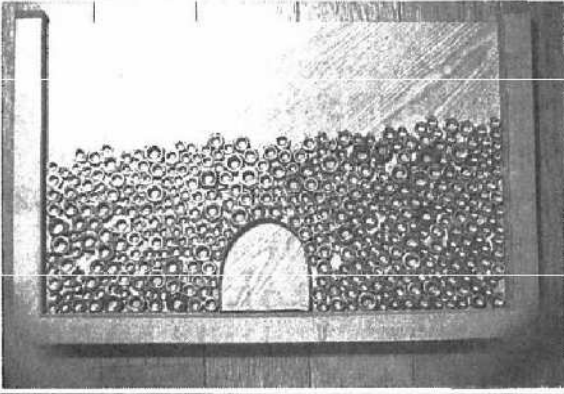
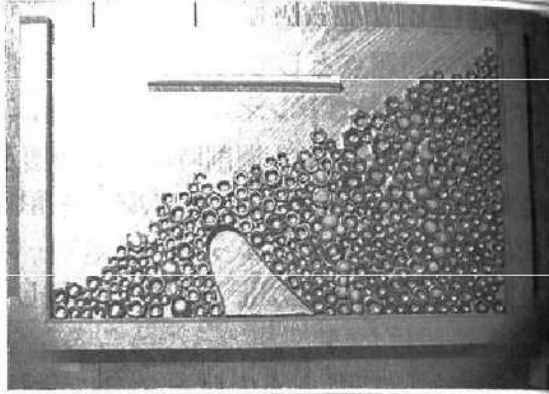
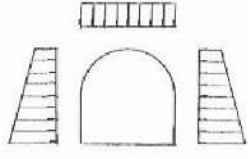
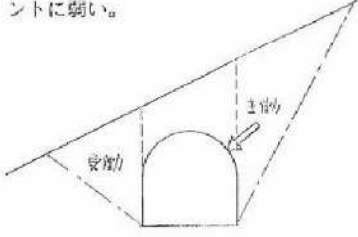
諸事情により短期間で調査・設計を行わなければならない事は多々ある。その場合、調査者・設計者がよく協議し、効率良く知りたい情報を得、設計上の問題点を早期に抽出し対策を検討していくことが重要である。

〈参考文献〉

- 1) 藤井 俊逸:トンネルの安定機構に関する研究:㈱藤井基礎設計事務所第16回夏季研修会論文集、PP.53~PP.58、1995.8
- 2) 土木学会:山岳トンネルの補助工法

注) ナットモデル:粒状体の挙動を手軽に見るために自社開発したモデルで、各種径のナットと板があれば簡単に土のような粒状体の挙動を確認できる(特許出願中)

図-3 トンネルに働く偏圧のモデル化

	ケース 1 偏圧が作用しない場合	ケース 2 山側・谷側に偏圧が作用する場合
自重作用前		
自重作用後		
考察	トンネルに働く荷重は左右が等しくなる。鉛直力と水平力のバランスが良い場合はトンネル覆工には圧縮力のみが作用する。しかしバランスが崩れるとケース2のように覆工は変形する。 	ケース 2 は地盤が傾斜しておりトンネル右側に大きな圧力のかかる場合を想定している。特に地盤が崖錐、崩積土、強風化土等のせん断強度の低い場合には偏圧の影響が非常に大きくなる。トンネル覆工は一般的には無筋コンクリートのため曲げモーメントに弱い。 

ナットモデル実験手順

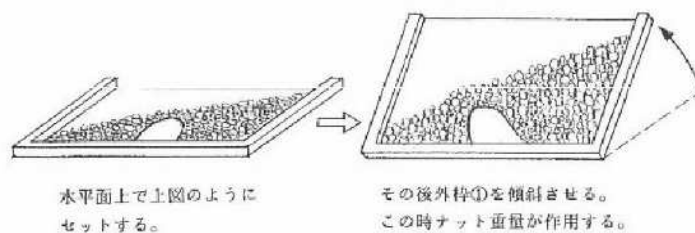


図-4 トンネル掘削時の天端崩壊のモデル化

	ケース. 1 フォアパイルなし	ケース. 2 フォアパイルあり
自重作用前		
自重作用後 (直後)		
自重作用後 (時間経過)		
考 察	核残し部を除去すると次のように変形する。 ①が抜け出す ②が落下 ③が落下 ④地表面が沈下	フォアパイルが長い場合は次のように変形する。 ①が抜け出す ②に抜け出し範囲が拡大 ③フォアパイルの中央が上からの荷重で沈下 先端は地盤に変えられているため沈下しない この実験より地盤の状況に応じてフォアパイルの長さ及び剛性を適切に選定しなければならないことがわかる。