

巻頭言

岩盤特性による掘削機械の応答

福井 勝 則



私は鉱物資源開発や土木を対象とし、岩盤工学・開発機械学の研究を行っている。

本号はトンネル特集号ということで、この関連では、30年ほど前に平均月進1,000mを想定した掘削システムの開発を検討した。運搬は連続ベルトコンベアの利用で特段問題はないと判断し、支保と掘削の検討を行った。支保では鋼製支保やロックボルトでは施工に時間を要するため、当時まだ日本のトンネルではほとんど利用されていなかった鋼繊維補強吹付モルタルの利用を想定し、その力学的特性や耐久性に関する検討を行い、普及を目指した。その後、ペットボトルを再利用したPET繊維補強モルタルを対象としてその物性の把握、施工機械の調整、施工での問題点、耐久性などの検討を行った¹⁾。それらの成果はトンネル内のコンクリートの剥落や防爆防止などで現在でも多く利用されている。

掘削では高速施工の観点から全断面トンネル掘進機TBMの利用を想定した。TBM工法では能力的に月進1,000mは簡単に達成できるが、日本のように地質が複雑な岩盤では切羽や天盤の崩落によって数か月も掘削が停止することがあり、当時はギャング的な色彩を持つ掘削機械との位置づけであった。これはNATMと違い、全断面掘削のために岩盤の目視ができないためであり、切羽やその前方地質の把握が重要な課題であった。当時、多変量解析などの手法により、掘削抵抗などの機械応答と掘進速度の関係は検討されていたが、さほどの成果は得られていなかった。TBMで使用されるディスクカッタに関して、基礎的な室内試験が過去に多く行われ、推力は岩盤強度や切込み深さに比例することが示され、これに基づきTBMの設計がなされていた。この関係から岩盤強度は推力／切込み深さに比例することとなる。TBMでの掘削中の推力および切込み深さは機械の応答としてリアルタイムで計測されているので、単純にリアルタイムで推力／切込み深さを求めれば岩盤特性の把握が

できることとなると考え、推力／切込み深さと岩盤調査結果の比較検討を行い、よく一致することを見出した。この結果に基づき、機械の応答（掘削抵抗）から切羽の岩盤特性（岩盤強度）を求める手法を開発し、その利用によって安定した月進が得られるようになり、その際のノウハウを多くの文献や資料²⁾にまとめ、TBM工法の欠点を克服した。この手法は他の掘削機械（さく岩機²⁾、レイズボラ、モービルマイナなど）にも適用し、機械掘削を行えば掘削している箇所の岩盤強度や掘削体積比エネルギーから岩盤特性を把握できるようになった。

さてTBMであるが、水力発電用導水路や新東名高速の先進トンネルなど20年ほど前までは多く用いられていたが、その後は急激に使用が少なくなった。しかし最近いくつかのトンネルでTBMの利用が増えはじめていたのだが、日本でのTBM工法は私の記した文献や資料である程度は完成したものと思っていたが、技術の伝承がなされず、また昔のように切羽や天盤の崩落が発生したとの連絡が聞こえてきた。このように過去にある程度完成した技術でも使用が少なくなり、それを体験していない技術者に技術伝承がなされず、技術レベルが落ちることを経験した。今回はまだ私がまだ現役だったので、過去の資料を提示し解説することによってその現場では理解され利用されることとなった。これがもう少し経っていたら、最初から技術の確立ということになる。このような事例は他の技術でも多くみられ、この解消には技術の伝承が必要であるが、人間を介することにも限界があり、AIなどに期待するしだいである。

《参考文献》

- 1) T. Ochi, S. Okubo, K. Fukui: Development of Recycled PET Fiber and Its Application as Concrete-Reinforcing Fiber, Cem. Concr. Comp. Vol.29, Issues 6, pp.448-455 (2007)
- 2) 福井勝則, 大久保誠介: TBM掘削を利用した岩盤強度の推定に関するQ&A, トンネルと地下, 32 [No.12], pp.43~51 (2001)