

## 巻頭言

# これからのトンネル建設技術開発に期待すること

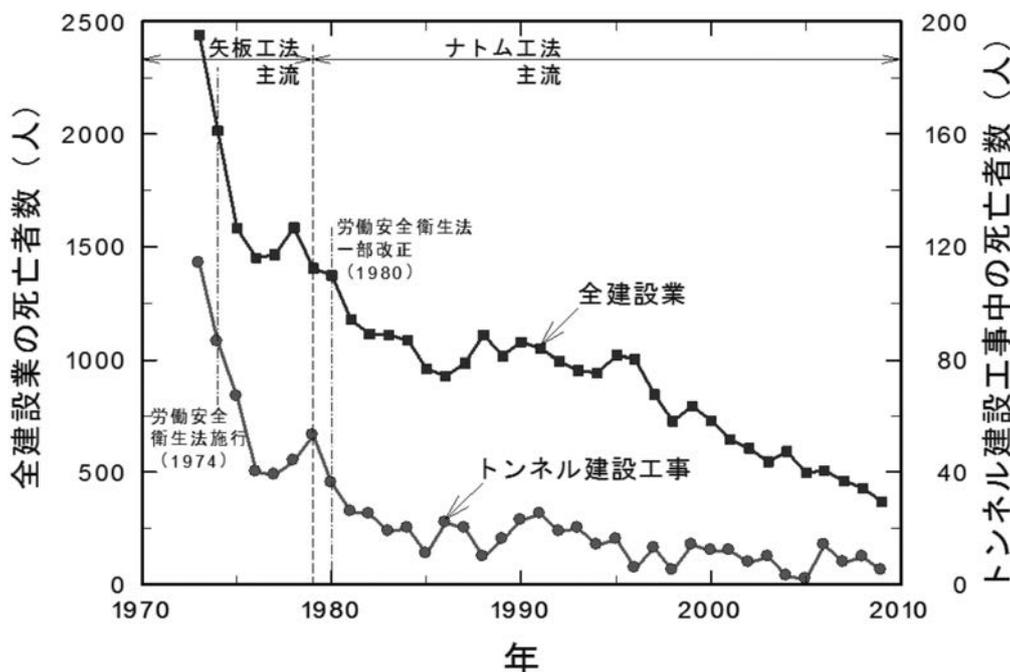


進士 正人

地盤内に使用目的に応じた所定の設計断面を包含する空間（トンネル）を安全かつ経済的に構築し、供用期間中はその空間を確実に保持する設計をトンネル建設工事では期待されている。空間を保持するためのトンネル建設技術は大きく3つに大別される。まずは、比較的強度の大きな岩盤中に空間を構築する山岳トンネル工法、都市部の軟弱な地山に大型の掘削機を使い掘削し、コンクリートや鋼でつくられたセグメントで地盤を支持するシールドトンネル工法、地盤を地上から開削しその中に鉄筋コンクリートによる躯体を構築し再度埋め戻す開削トンネル工法などである。これらの工法の違いはトンネル周辺の地盤による補強効果をどの程度期待するかに依存する。

山岳トンネル工法では空間を保持する主な支保部材は岩盤そのものと考えている。すなわち、掘削直後に設置する吹き付けコンクリート覆工やロックボルト

は、岩盤の本来有する支保機能を最大限発揮させるために補助的に打設される部材と位置付けている。しかし、地盤は元来不均質であり岩盤の中には断層や層理のような不連続面が内在している。加えて、地山に胚胎する地下水も岩盤の劣化に影響を与えている。このような岩盤の変化を的確に予測し即座に判断することがトンネル建設現場で要求されている。図—1に示すように、1980年代まで、トンネル工事は不確実性の高い建設工事であり工事中の死亡者数も年間40人を超える危険性を有する仕事であった。それが1980年以降、先に述べた吹き付けコンクリート覆工と鋼製支保工による岩盤補強を主とするナトム工法（New Austrian Tunneling Method）が標準的な山岳トンネル工法となると共に、観測施工と呼ばれる現場計測による設計・施工へのフィードバックが一般化することで、施工時の安全性が確保された建設工事になってきた。



図—1 全建設業とトンネル建設工事の死亡者数の推移

吉川直孝：トンネル建設工事中の落石による労働災害 (1)，独立行政法人 労働安全衛生総合研究所 安衛研ニュース No.42 (2012-01-06)

山岳トンネル工法はその呼び名のとおり山岳部にトンネルを建設するために主として用いられており、土被りの大変大きいトンネルも建設される場合がある。例えば、リニア新幹線のトンネルの一部では最大土被り1400mを予定しており岩盤強度を超える荷重が作用し地山の強度低下が懸念される箇所も十分予想される。

平成23年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震とそれに伴って発生した津波、その後の余震により引き起こされた大規模地震災害により、東北地方のみならず全国で多くのトンネル建設工事が同時に発注された。この工事量の急激な増加は、トンネル掘削工事に従事する特殊作業員の求人数の増加および作業員単価の急激な上昇と同時に作業品質の低下が懸念される状況を生んでいる。

そのような状況はこれからも長く続くとは考えにくいですが、山岳トンネル工法自体が極めて多様な工種（装薬、発破、あたり取り、ずり出し、一次吹付け、支保工建込、二次吹付け）を数名の施工チームでそれぞれの専用機械を使いながらこなしていく勤勉な日本人の気質にきわめてよくマッチした施工法といえる。しかし、海外ではそれぞれの工種のみ作業するワーカーが一般的で、一連のトンネル建設工程を行うにはより多くのワーカーを確保する必要がある。そのため、海外の一部ヨーロッパの国ではナトム工法は施工されてい

るものの、トンネルボーリングマシン（TBM）によるトンネル建設が世界的な主流となっているのはこの作業員確保問題も要因のひとつではないだろうか？

TBMによる機械化施工の取り組みは、これまで何度もわが国でも繰り返し試行された経験があり、試行のたびに日本の地質は海外と比較して大変複雑であり一様な地質を高速掘進することを得意とするTBMは適さないという結論で否定されてきたように思われる。加えて、TBM自体の製造コストが高いため短いトンネルでは機材償還が難しい問題や、不必要に設計断面を包括する大きな円形断面を施工することなどの問題点も有している。しかし、製造業、建設業に関わらずどの生産現場においても担い手確保が大きな問題となってきている。トンネル建設の現場においても遠からず作業員の老齢化にくわえてその確保が問題となろう。そのなる前に海外のTBMの成功事例を徹底的に分析・研究することにより地質が大変複雑に変化する日本においても対応可能な日本型TBMの開発が必要ではないか。複雑な日本の地質を克服した日本型TBMは世界のトンネル建設市場に対し大変魅力的な輸出製品となるように思う。これからの研究開発に期待している。