

パネルディスカッション「より良い都市の発展に期待できる大深度地下の有効利用」

大深度地下建設技術の進歩

Technology Development of Deep Underground Construction

花村哲也¹⁾

Tetsuya HANAMURA

Development of deep underground construction technology was revived after world war II. Japanese underground construction engineers have been classified into two main schools of excavation methods as: the mountaineous rock excavation school and the urban soil excavation school. They have developed in their own ways in the past. Recent trend is the integration of both technologies. The development of underground construction technology can be summerized as follows. There are two influential factors, such as engineering need and social need. Each need forcuses on large cavern and deep construction, and on cost reduced construction method.

1. 地下建設技術の発展経緯

地下建設技術は戦後50年余りを経て大きい飛躍を遂げた。地下建設技術の戦後第一の飛躍は、高度成長時代に端を発した鉄道トンネルにおけるNATM技術であろう。新幹線による大都市間高速鉄道網の整備に、NATM技術が導入され多くの大断面鉄道トンネルが建設された。都市間幹線動脈としての鉄道インフラ整備が整うと同時に、都市内のインフラ整備も急激に進んだ。地下鉄、下水道、共同溝、地下河川、地下街、地下駐車場、建物の地下階と都市地下構造物が多く建設されてきた。ここでは、大規模土留め技術、開削技術、アンダーピニング技術、シールドトンネル技術など都市土木技術が急速な発展を遂げた。

トンネル技術は、その主流は鉄道から高速道路に移りより一層の大断面が指向され、更に時代の要請により、施工技術の高速化、効率化が求められ、TBMによる機械掘削技術が発展してきた。

2. 山岳トンネル技術と都市土木技術の融合化の動き

地下建設技術者は、従来、山岳トンネル派と都市土木派に大きく別れていた。前者は岩盤を、後者は都市の土質地盤を、その主たる地盤対象としていた。

山岳トンネルでは岩盤地山の強度と構造特性を生かした施工法としてのNATM工法が標準工法として適用されるようになった。この技術発展には、スミーズブラスティング等の発破技術、油圧削岩機による高速削

1) フェロー会員 工博 大成建設株式会社 土木設計第二部

孔技術、吹き付けコンクリート材料技術がその基礎に有った。最近では、TBMによる全断面掘削技術が山岳トンネルの注目技術である。

都市地下土木技術では、当初、欧米から技術導入したものが、都市インフラ整備の強大な建設市場需要から技術が改良改善され独自技術として発展した。その典型例がシールドトンネルや連続地中壁技術などである。場所打杭、アンダーピニング、アンカー技術などもそれらの仲間技術である。

この20年の間に2つの技術派閥の融合が始まった。その動向は特に欧米で顕著に現れ、日本でもこの10年間にその意識が増大している。

NATM技術が山岳岩盤から都市の土質地盤に適用され、京葉線の都市NATMトンネルはその始まりの一例であった。NATM技術の延長としてのCD工法、山岳トンネルの補助工法として出発したパイプルーフ工法や大口径パイプを用いたセラーアーチ工法、統合的なアンブレラ工法、などは、山岳トンネル技術が都市土木に進出していった例である。

一方、シールドトンネル、大規模山留技術は山岳トンネルに進出していった。密閉型シールドトンネル技術が英仏海峡ユーロトンネルのTBM技術に応用された。そこでは覆工の方法として山岳トンネルにセグメントライニングが用いられた。シールドトンネルを構築空洞の周辺補強シェル構造として用いた例に、米国シアトルのマウントベーカーリッジトンネル、川崎縦貫道路で試験工事として施工中のMMST工法、日本の研究開発空洞としてのジオドーム工法がある。シールドトンネル機と硬岩TBM機と一体化した例に、仏リヨンのトンネルがあり、日本のシールドTBM機械が用いられた。

3. 地下空間建設技術の動向

最近の地下空間建設技術の動向について以下に論じる。

建設技術の動向は、技術ニーズと社会ニーズの2つのニーズに大きく影響を受けている。地下空間建設の空間技術ニーズは、大空洞化と大深度化である。建設社会ニーズは社会の国際化、市場経済化の進展により、廉価な建設技術の適用である。高速化、高効率化、コストダウン技術である。

大空洞化ニーズは現在まで山岳岩盤空洞で地下発電所や地下備蓄空洞でパン長30m級まで、硬岩でノルウェー・ヨーピック市のオリンピックマウンティンホールで61mまで建設された。TBMでは10m超級まで掘削されている。都市の土質地盤では補助工法を用いてミラノ地下鉄駅のセラーアーチ工法を用いた28mなどがあり、MMSTで検討されているなど30m級に達しようとしている。LNG地下タンクでは連続地中壁で囲んだ円筒形空洞を直径75m程度まで建設している。現状の技術では、ニーズさえあれば、直径100mまでは十分可能である。大深度化は都市地盤で100m程度まで可能となっている。

結果としての技術動向は、補助工法の採用、高性能材料の使用、高度機械の開発、高性能ライナーの開発などの要約される。パネルディスプレイスカッションでは、具体例を示し説明したい。

