

大深度地下空間施工技術委員会 —活動状況と将来の展望—

清水 英治

1. 委員会の活動状況

大深度地下空間の施工技術は、21世紀における過密化した都市インフラストラクチャ整備を推進する有効な手段として、現在も秒進分歩の勢いで技術革新を遂げながら活用されている。

本協会はこのような発展状況を予測し、大深度地下空間建設事業を遂行するに当り、建設機械の果たす役割が非常に大きいと判断して、平成2年5月に施工技術部会に、「大深度空間施工研究委員会」を設置した。この調査研究委員会のメンバーには建設省（現、国土交通省）、大学、民間会社、研究機関、コンサルタントなどの機関から60名の委員が参加し、平成6年1月末までの4年間に、都合23回の委員会を開催して43項目の技術発表を行った。その研究成果は平成6年8月に、「**ジオスペースの開発と建設機械**」という単行本に纏めて発刊した。

この第1回目の刊行本には、昭和61年から続いたバブル景気の影響を強く受け、大深度地下空間を開発して利用する色々の大構想が多数掲載されている。例えば、種々の目的に利用可能な大ドーム形の空間を大深度地下に建設する通商産業省推奨の「ジオ・ドーム構想」および民間企業提案の大深度地下利用の構想などである。民間企業提案の構想には、新物流システム構想、大深度地下鉄構想、郵便ネットワーク構想、大深度水道管路構想、大深度下水道構想、パストラルシティ構想、アンダーグラウンドテクノピア・緑の島構想、アーバンジオグリッド構想、マリンポリス構想、ジオフロント Hy Mac 構想、アリスシティネットワーク構想、深層都市21世紀構想、ジオトラポリス構想、新江戸構想、青山地区 GIA 構想、ニューバイオデザイン構想、PATIO 構想、リゾームネットワーク構想など、

「スケールの大きな夢のある地下利用の大構想」が多かった。しかし、これらの構想の実現には膨大な資金と時間が必要と考えられたが、各社の専門家による技術的検討を経たもので、決して夢物語ではなかった。その他、本書には各種のジオスペース開発の実例や施工法と建設機械および発生土の処理・再利用法など、最新の研究成果を6章102項目に分類して、詳細に解説し、掲載してある。

その後、21世紀を間近に控えて、都市のインフラはより安全で、便利に効率よく豊かさが実感できる良質なもので、充実することが要望されるようになった。しかし、すでに地上の空間と浅層の地下空間は利用されており、都市機能を更に充実するには、既存の地下構造物の位置より一層深い大深度に、必要な施設を造らざるを得ない状況となった。そこで、政府は都市地域における公共事業を円滑に早く実施するために、平成7年11月に「臨時大深度地下利用調査会」を設置した。この調査会における審議の結果は、平成10年5月27日に内閣総理大臣に答申されたので、通称「大深度地下利用法案」の成立に一步近づいた。この間、本委員会は地下空間構築技術の急速な進歩に対応するために、大深度に類する施工例の技術発表と見学会および検討会を精力的に進めた。平成10年12月末までに都合40回におよぶ委員会を開催し、70項目の技術発表を行った。その研究成果は、平成11年8月に「**大深度地下空間を拓く建設機械と施工技術**」という単行本に纏めて発刊した。

この第2回目の刊行本には、これまで蓄積した大深度地下空間構築技術の実例を多数取入れ、工法別に9章43項目に分類し、分かりやすく解説してある。第1章は、大断面で深い立坑を造成するための鉛直掘削工法である自動化ニューマチックケーソン工法や地中連壁工法について10項目。第2章は、種々の単円水平掘削シールドトンネル工法について6項目。第3章は、DOT工法や3~4心円である複心円の泥水シールドトンネル工法および着脱式三連シールド工法について5項目。第4章は、特殊掘削工法である親子、MMSTなどの異形断面シールドトンネル工法について3項目。第5章は、曲線掘削シールド及び球体シールド（鉛直上向きシールド）工法について4項目。第6章は、トンネル工事を安全に施工するための先受け補助工法であるPATM、PASS工法について2項目。第7章は、掘削、排土を確実に施工するための補助工法について5項目。第8章は、シールド機の発進、接合、到達時の安全性を確保するための補助工法について5項目。第9章は、トンネル掘削に伴う発生土の改良と有効利用法について3項目、などである。

その後、次世代シールド工法が急速に進歩すると共に、平成12年5月26日に「**大深度地下の公共的使用に関する特別措置法**」（通称：「大深度地下使用法」）が公布され、

翌年の平成13年4月1日に施行された。本委員会名も研究委員会から「大深度地下空間施工技術委員会」と改称される。また、これに追打ちをかけるように「都市再生特別措置法」も平成13年6月に施行された。これらの法律が施行されてから、既に3年近く経過したが、目下のところ日本経済は不況下の状態が続き、公共事業は不振である。しかし、平成15年1月に、扇千景国土交通相が昭和45年から計画が凍結されていた東京外郭環状道路の練馬区～世田谷区間に、「大深度地下使用法」を初適用して建設する方針で東京都と合意したことを受けて、各建設会社は外環工事を標的に各種の大深度地下空間施工技術の開発を活発化してきている。したがって本委員会の技術発表においても、深度50m以上の高土圧、高水圧のもとで、大断面・長距離掘削、分岐、合流、接合、セグメント組立てなどに関する急速シールド施工法の研究発表が多くなってきた。

以上のような状況下で、本委員会は平成16年2月末までに、都合65回におよぶ委員会を開催し、100項目の技術発表を行った。その研究成果は平成16年5月頃に、「大深度化に対応する地下空間建設技術と建設機械」という単行本に纏めて発刊する予定である。この第3回目の刊行本には、本格的な大深度地下空間施工時代に対応すべく最新の技術成果を取入れて、工法別に7章31項目に分類し、詳細な解説を加えて掲載する。第1章は、大深度立坑の構築工法。第2章は、大深度におけるシールド工法。第3章は、大深度における異形断面シールド工法。第4章は、最近のシールド工法。第5章は、最近のDRCセグメント組立て工法。第6章は、最近の推進工法。第7章は、大深度・長距離用工事設備、などである。

2. 大深度地下空間施工技術の発展経過と展望

地下空間を拓く主要技術である近代シールドトンネル工法は、日本で開発されて昭和51年以降、都市土木工事の担い手として脚光を浴びている。昭和61年頃から続いた日本経済の長期景気拡大に伴って、都市の地上部は構築物で過密化し始め、ジオフロントの利用が活発化してきた。この頃の地下開発計画には、様々な可能性を秘めた地下フロンティアに、地上と地下を一体化する立体的な高密度の都市整備を企図する、夢のような大構想が数多く提案された。

その後21世紀を間近に控えて、浅層の地下利用は過密となり、都市のインフラストラクチャ施設を新たに建設する空間としては、既存の地下構造物の位置より、さらに大深度地下に求めざるを得ない状況となった。この大深度化の傾向は、平成3年頃から始まったバブル景気の破綻以後も尾を引き、ますます大深度化の傾向は強まった。平成5年頃には、東京湾横断道路（平成9年完成）や環状7号

線の地下調整池など、本格的な大断面（直径12m～14m）で大深度（40～60m）のシールド工事が盛んに施工されるようになった。平成5年以降も大深度化に伴う技術的諸課題を解決する努力が続けられている。その結果、平成11年に、地下鉄12号線が地下40mの大深度に近い深度で開通した。また、平成14年には、首都圏外郭放水路第4工区の大トンネル（外径約14m、DRCセグメント使用）が地下約50～60mの大深度で開通した。最近、東京都から甲府市～奈良市～大阪市までの大深度地下を時速500kmで走行し、東京～大阪間を約1時間で結ぶ「リニア中央新幹線」構想が計画されている。運輸省はこの新幹線の整備方式（大深度・リニア走行）や財源方式（事業費約10兆円）等を検討するため、平成12年12月に「中央リニア新幹線基本スキーム検討会議」を設置した。その他、平成15年1月には、東京外郭環状道路のIC建設（事業費約1兆3千億円）に「大深度地下利用法」を初適用して、40m以深の地下に直径16mの3車線シールドトンネルを2本建設し、関越自動車道、中央自動車道、東名高速道などの高速道に接続する案が国土交通省と東京都で合意された。これら大深度で、高水圧下における長距離トンネルを確実に施工するには、現行技術より更に厳しい多くの技術課題を克服する必要がある。外環工事においても国土交通省都市整備課から22項目の新技術開発ビジョンが示された。将来の大深度・長距離シールドトンネル工事の主要な開発技術を要素別に分類して示せば、次のようなものが考えられる。

①掘削機本体およびセグメントに作用する100m高水圧対応の止水技術。②大断面化、長距離化、高速化施工による工期の短縮・コスト縮減技術（直径16m以上の円形断面、非円形大断面、掘進と覆工を同時施工、立坑左右から同時掘進、土質別掘削機、Uターン掘進、対磨耗ビットの開発、ビットやテールシールドの新交換法）。③セグメント施工の高速自動化技術。④大深度斜坑掘進技術。⑤変断面掘削技術（親子、拡幅シールド）。⑥大深度トンネルの発進・接合・到達およびランプ部の分岐・合流技術（T字接合）。⑦省面積立坑システムの開発（泥水処理、固形物回収、セグメントストックヤード）。⑧長距離対応の搬送技術（ベルコンの高速化、カプセル搬送、タービンエンジン機関車、非接触給電式バッテリー機関車）。⑨発生土の処理・有効利用技術（改質、固化により埋戻土や築堤材、路盤材に有効利用）。⑩その他、換気、排煙、防災技術、環境対策技術、などである。

【筆者紹介】

清水 英治（しみず えいじ）
社団法人日本建設機械化協会機械部会
大深度地下空間施工技術委員会委員長