# 盤性化発展した技術

# 地山・地盤への挑戦から 環境配慮・高品質の対応へ

をとう とおる 依藤 徹 (株)イセキ開発工機 営業技術部長 (本誌編集委員)



# 1. 我が国の複雑な地盤と推進

太平洋プレートとユーラシアプレートがぶつかる位置にある日本の地盤は、それらのプレート運動によって堆積した付加体で形成されている。付加体は地上に上がるまでに様々な変形を伴うため、地層は複雑な断層構造となる。それに加え、我が国は山岳丘陵地帯が多く、降雨などの影響による丘陵部からの土砂堆積等があり、それらと付加体が混在しながら地盤が形成されている。このような我が国の地山・地盤形成の成り立ちから、日本国土は世界にも類のない複雑な地層・地盤が存

在するとされている。<sup>1)</sup>

シールド工法のように大口径で設備の充実が図れる空間がある場合と異なり、設備空間の狭い推進工法は、複雑な地山に対応するためにより一層の工夫が求められたが、独特の創意工夫で多種多様な地盤への対応を行ってきた。そして、かつては推進が困難であった地層も徐々に克服され、掘削できない地盤はないといえるほど推進工法の掘削技術は発展した。現在では、都心部における土以外の人工物までも、推進工法での対応を可能としているほどである。

そこで "ここまで進化発展した推進

技術"がテーマの今回において、本編では地山・地盤に対しての進化発展した推進掘削技術の現状と今後の課題について記述した。

## 2 掘削困難な地山について

推進工法の創世時は、刃口等の開放 型推進による施工であったため、推進 工法の地山への第一の課題は、日本国 土の大部分を占める帯水砂層での施工 であった。しかしシールド工法で使用 されていた泥水式等の密閉式工法を推 進工法に導入したことで、推進工法で 施工できる地域が急速に拡大し、推進 工法は下水道を中心とした管路敷設の 普及に大いに貢献した。普及の過程に おいて、次第に単なる帯水層ではな く、密閉式推進の技術だけでは対応で きない様々な地山にも遭遇したが、推 進工法はシールド工法技術の取り込み だけではない泥濃式などの推進独自技 術も研鑽することで対応し、小口径か ら大口径と様々な推進掘削方式が開発 され、あらゆる工法が誕生した。

しかし表-1に示すとおり、10年前 の推進適用土質は、まだ適用不可能な 土質や補助工法を要する土質がほとん

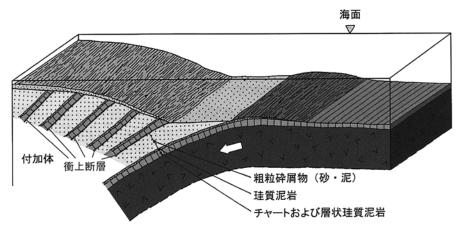


図-1 付加体のよる地盤形成モデル例<sup>2)</sup>

どで、掘削困難な地山が多く存在した。 推進工法の普及過程において挑戦し てきた掘削困難な地山は、次のような 地山であった。

- ①崩壊性の高い地山
- ②岩盤、巨石地盤
- ③粘土、砂、礫、岩盤層が混在する複 合地盤
- ④土以外の地中物
- ⑤腐食土層などの軟弱土

これらの掘削困難な地山に、推進技 術はどのように挑戦し、現在ではどの ように対応できているのであろうか。

### 3 崩壊性の高い地山

均等係数≦5、細粒分含有率≦9% 以下は、切羽安定性が悪く、崩壊性が 高い地盤とされている。崩壊性の高い 地山は地表面沈下や陥没等の危険が常 に付きまとい、同時に周辺埋設物や建 物に被害を及ぼす可能性がある。さら には地山崩壊影響から推進精度悪化が 発生しやすい。このようなトラブル発 生が懸念される崩壊性の高い地山への 対応は推進工法の大きな課題であり、 重要構造物が近接する場合は、崩壊性 の高い地山では掘進機の上部に地盤改 良を要することが多くなる。

地山崩壊の高い地山では特に、切羽 での圧力を一定に保持することが必須 となる。細粒分含有率の低い地山では 少しでも圧力バランスが崩れると、容 易に地山は崩壊してしまうためであ る。しかし、一般的な切羽面の圧力制 御機構は、掘削面より後部のチャンバ 隔壁内の限られた部分で土圧、水圧を 測定した結果から行われるため、隔壁 内の圧力バランスを完璧な状況に保つ ことに無理がある。つまり崩壊性の高 い地山においては、チャンバ内の圧力 検出だけでは、地山は不安定な状態に なりやすいのが現状であり、他の手法 を実施することが必要不可欠であると 考える。

表-1 セミシールド工法の適用土質と補助工法(2001年版)<sup>3)</sup>

表6.3.2 セミシールド工法の適用土質と補助工法

			光光			手捌り式			半 機 械 捆 り 式			機 補り式			プラインド式			泥水式			±	圧式	色逝	進工法			泥機式		
地質					推進工法			推進工法			推進上法			推進工法			推進工法			土压推進工法			退土社推進工法			推進工法			
分類	地	質	N値	含水量 (%)	抽助工法			補助工法			補助工法			補助工法			補助工法			補助工法			補助工法			補助工法			
	ъ				無	有	種別	辴	宥	種測	無	有	種別	無	有	種別	無	有	種別	無	有	種別	無	有	種別	無	宿	種別	
		·粘土	0 0~2 0~6 5~10	100~150 80以上	× × ×		A A A	× × ×	×	A	×	× × O	A	× 004	-	A	× △ △ △		A A A	х Д О		A	× 4 4 4	0	A A A	× △ △	잉	A A A	
	ロ ー ム · 砂質ローム 砂質ローム	・粘土	10~20 10~25 20以上	50以上	004	-		000	-		400	- 3			× ×		000	-		000	-		000	-		004	1 1		
<b>敷</b>	土丹	泥岩	50以上	2014 F	×	-		0	-		0	_		×	×		-	-		-	-		-	-		-	-		
質	シルト粘土 ル ー ズ 締 ま っ	な砂	10~15 10~30 30以上	20以下		Δ	B A·B A·B		×			Δ,	A·B	×			040	- 0	A	044	<u>۸</u>	A A	000	1		000	-		
盂	機いる 締まった 玉石混じ 玉石混じ	砂礫	10~40 40以上		Δ ×	의	A∙B A∙B	Δ	00	A·B A·B A·B A·B	△ ×	O ×		×	× × ×		Δ 0 0 4	- Δ	A A A	4444	Δ	A A	0004			0004	-		

- - 無:補助工法を使用しない場合 〇:原則として条件に適合する。 有:補助工法を使用した場合 △:適用にあたっては検討を要 ○ ・ が期として条件に超合する。△ : 適用にあたっては検討を要する。※ : 原則として条件に適合しない。
- A:薬液注入工法 B:止水工法(ディーブウェルI・ウェルポイントエ・圧気工法)
- : 特に使用しなくてもよい。 2) 主工法の選定は〇が揺ましいが、部分的に土質が異なり適用せざるを得ない場合も含めて表示してある。





写真一2 掘進機に装備された薬液注入設備 (その1) 4)

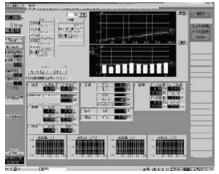


写真-1 掘削排土計測管理システム3)

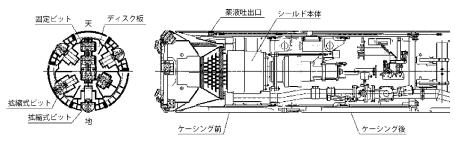


図-2 掘進機に装備された薬液注入設備 (その2) 5)