

## 1. 地盤工学的視点からみた日本における最近の地下建設事情

Geotechnical Aspects on Current Underground Construction in Japan

赤木 寛 一 (あかぎ ひろかず)

早稲田大学教授 理工学部社会環境工学科

## 1. ま え が き

日本側の基調講演の一番手として、シンポジウム初日10月29日(水)午前9時30分より、地盤工学的視点から見た日本における地下建設事情について講演を行った。講演内容は、国際地盤工学会 TC 28「軟弱地盤における地下建設技術専門委員会」における National Report 作成に向けて、2000年6月から2003年3月まで地盤工学会に設けられた「軟弱地盤における地下建設国内委員会(委員長、赤木)」でまとめられた報告書をもとにして準備した。

## 2. 掘削土留め技術

## 2.1 地盤変位と影響予測

現場実測結果の統計的処理データに基づいて、下記の掘削係数 $\alpha_c$ による軟弱地盤の掘削に伴う地表面変位予測法が提案されている。

$$\alpha_c = \frac{B \cdot H}{\beta_0 \cdot D} \quad \beta_0 = \sqrt[4]{\frac{E_s}{EI}}$$

ここに、 $B$ : 掘削幅、 $H$ : 掘削深さ、 $D$ : 根入れ深さ、 $E_s$ : 土のヤング率、 $EI$ : 壁の曲げ剛性

また、既存の高層ビルに隣接した箇所での面積20 000 m<sup>2</sup>、深度20 mの大規模掘削に伴う地盤変位予測に当たって、二次元と三次元有限要素法による解析結果事例を紹介した。

## 2.2 大規模掘削事例と地盤改良

最近10年間の日本における大規模掘削の統計データを紹介し、1987年頃に土留め壁深度が100 mを越え、現在までの最大壁深度140 m、最大掘削深度82 m、最大掘削面積50 000 m<sup>2</sup>(深度、30 m)であり、最近の大規模掘削時に用いられる土留め壁タイプは地中連続壁が主体であることを示した。

最近の特徴ある地盤改良工法として、控え壁型、先行地中梁型、自立型土留め壁の事例を示し、それぞれ $N$ 値ゼロに近い軟弱地盤でありながら掘削に伴う地盤変位の最大値を10 mm以下に抑えうることを実証した。

また、大規模事例として、首都圏外郭放水路用立坑の壁深度140 m、掘削深度73.7 mおよびLNG地下タンクの直径77.2 m、掘削深度70 mの掘削が綿密な現地計測に基づく施工管理によって成功したことを報告した。

あらたな掘削用建設機械として、多軸オーガー削孔機、鉛直または水平多軸回転掘削機、チェーンソー型連続掘削機、そして既設地下構造物下部の掘削が可能な透かし掘り工法を紹介した。

## 2.3 地下水処理と保全事例

近年の都市部における地下水位の上昇に起因する地下建設工事における地下水処理と地下水環境保全技術を事例とともに紹介した。

ディープウェル工法を利用した地下水処理事例として、東京湾横断道路川崎人工島掘削工事における水位低下のターゲットを明確にした多層のディープウェル工法の適用例と地下水環境の保全と放流先確保を目的とした汲み上げた地下水のリチャージ工法の事例を紹介した。

また、環七地下河川立坑掘削における薬液注入による底盤改良、地下鉄7号線都心部の駅部掘削で用いられた水中掘削工事を地下水対策の事例として取り上げた。

地下水環境の保全を目的とした特徴ある工法が採用された事例を2例示した。まず、京都市地下鉄における駅部構造物による地下水流動阻害を回避するために、SMW柱列壁に地下水の集水・涵養機能を設置した事例を紹介した。また、外郭環状自動車道練馬地区ではSMW壁の上部を撤去することにより、地下水流動阻害を回避した事例を地下水位の実測結果とともに示した。

## 3. トンネル技術

## 3.1 最近10年間におけるシールドトンネル施工に関する統計データ

シールドトンネルの施工数は、1990年の322件から1999年の115件にまで約3分の1に減少している。採用されているシールド工法別でみると、土圧式シールドの施工数が多い。土質別で見ると、礫質地盤では加泥式土圧式シールド、粘性土地盤では土圧式シールドが一般的である。土破りが大きく、地下水圧が高い地盤では、泥水式シールドの採用が目立つ。

## 3.2 シールドトンネル新技術

東京湾横断道路、地下鉄半蔵門線延伸および東京臨海高速鉄道工事におけるシールドトンネル新技術として、下記3種類の新技術の紹介を行った。

- 1) 凍結工法を利用した大型シールドマシンの地中ドッキング
- 2) 三連型マルチフェースおよび偏心多軸型シールドマシン
- 3) 親子型シールドマシン

また、シールドトンネル掘削に伴う地盤挙動に関する三次元有限要素法を利用した解析例とシールドマシンの力学的挙動解析手法を紹介した。

## 3.3 都市 NATM 新技術

1986年土木学会における標準的なトンネル工法とし

て NATM 工法が採用されて以来、各種の切羽安定を目的とした補助工法が開発されてきた。都市における具体的な NATM の適用事例として、下記の 4 箇所における特徴ある NATM 工法を紹介した。

- 1) 浅い土被りにおける NATM (神戸, 長田トンネル)
- 2) 大断面 NATM (鶴見川調整池)
- 3) 軟弱地盤における NATM (習志野台トンネル)
- 4) 二層式断面を有する NATM (圏央道, 青梅トンネル)

ネル)

#### 4. あとがき

2008年北京五輪に向けて、中国では各種の地下建設技術へのニーズが高い。今回の日本における地下建設技術の現状報告が、具体的な中日技術協力の成果として実を結ぶことになれば幸いである。

(原稿受理 2003.11.27)