

Tunnelling-induced ground settlements in a groundwater drawdown environment- A case history
トンネル掘削に伴う地下水位低下が引き起こした地表面沈下事例

本論文はソウル市中心部より 20km 西方のハン川近傍にて NATM によりトンネル掘削した結果、地下水位の低下のより過度の地表面沈下を引き起こした事例を紹介する。

本トンネルは土被りが 25m 程度であり、地盤の透水係数は $2.4 \sim 3.8 \times 10^{-4}(\text{cm/s})$ と比較的高かった(図-1 および表-1 参照)。このためマイクロシラによるプレグラウティングを施工し、地下水位低下に対抗することとした(図-2 参照)

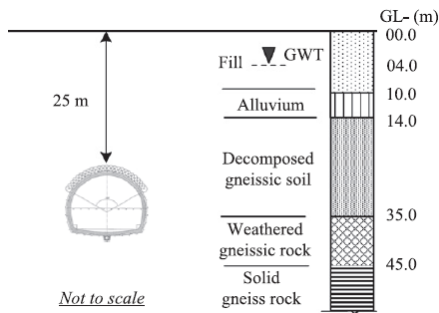


図-1 土層構成

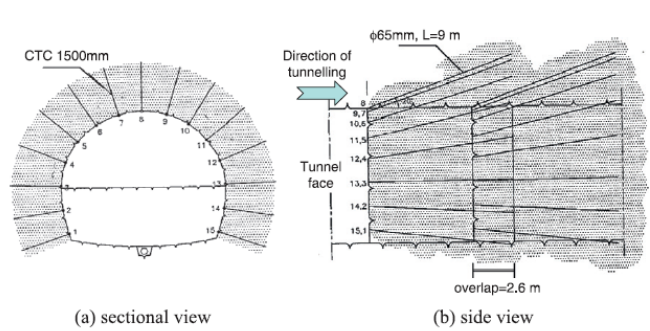


図-2 プレグラウティング施工範囲

Table 1
Geotechnical properties of soil/rock layers.

表-1 地盤物性値

Type	γ (kN/m ³)	c' (kPa)	ϕ' (deg)	E (MPa)	ν	e	K (cm/s)	S_s ($\times 10^{-3} \text{ m}^{-1}$)
Fill	18	0	27	5	0.40	0.4	3.8×10^{-4}	2
Alluvial	20	15	30	10	0.40	0.4	3.8×10^{-4}	1
Weathered soil	25	15	30	50	0.33	0.6	2.4×10^{-4}	0.2
Weathered rock	25	60	35	120	0.30	-	8.8×10^{-5}	0.08
Solid rock	26	100	35	200	0.25	-	5.0×10^{-5}	0.005

Note: γ = unit weight, c' = cohesion, ϕ' = internal friction angle, E = Young's modulus, ν = Poisson's ratio, e = void ratio, K = coefficient of permeability, S_s = coefficient of specific storage.

累積確率分布関数を用いた地表面沈下の予測式(1) (New and O' Reilly 1991) の計算結果と実際に計測された切羽離れ-地表面沈下関係を比較したところ完全に一致した(図-3 参照)。なお地表面沈下の実測値と一致した係数 i は $2.5D$ と求めたが、これは式(2) (Clough and Schmidt 1981) で求められる値の 5 倍である。

$$w = \frac{V_s}{\sqrt{2\pi i}} \exp\left[-\frac{y^2}{2i^2}\right] \left\{ G\left(\frac{x-x_i}{i}\right) - G\left(\frac{x-x_f}{i}\right) \right\} \quad \text{式(1)} \quad i = \frac{D}{2} \left(\frac{z_0}{D}\right)^{0.8} \quad \text{式(2)}$$

V_s : 単位切羽離れに対する地表面沈下量

x_i, x_f : トンネル開始点および切羽位置

本トンネルではプレグラウティングを実施したにもかかわらず、25m の地下水位低下が生じた(図-4 参照)。これはプレグラウティングの品質が期待したほどよくなかったことに起因する。また全地下水位の 65% が切羽到達時に低下しており、ポストグラウティングの効果はほとんど発揮されないものと想定される。

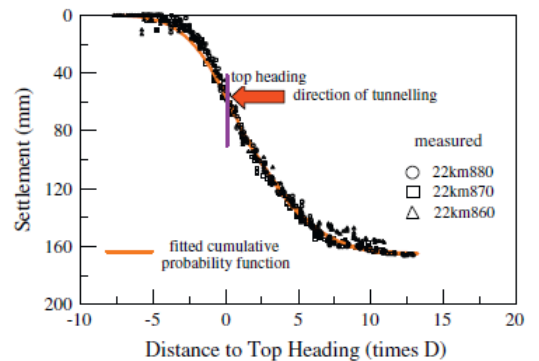


図-3 地表面沈下の実測値と予測値の比較

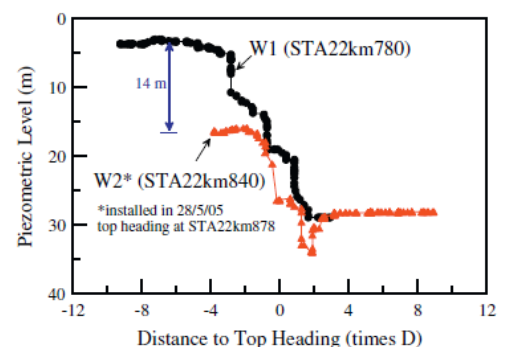


図-4 切羽離れと地下水位の関係