

III-488 泥水式シールドの処理プラント規模に対する確率論的評価に関する一考察

東京電力(株) 正会員 桑原 弘昌 海老沼 保文  
清水建設(株) 正会員 後藤 徹 ○鈴木 誠

1. はじめに

都市域に建設される地中送電用トンネルは、都市機能の高度化に伴って、近接構造物・埋設構造物に対する影響、交通障害や工事による振動・騒音等の地域環境問題からシールド工法・NATM等で施工される頻度が高くなってきている。シールド工法の一工法である泥水式シールドは、シールドチャンパー内にベントナイトを主成分とする圧力を有する泥水を満たして、泥水圧と切羽面の地山に対する不透水性の壁面形成の作用およびカッタヘッドによる地山崩壊の抑制力を利用して、掘削を行うものである。このとき、掘削土砂は泥水とともに排泥管を用いて坑外の泥水処理プラントに搬出され、泥水と土砂に分離される。泥水処理プラントの2次処理装置として用いるフィルタプレスの規模は、掘削土砂の細粒分含有率で決定される。そこで、本研究では土質調査・試験結果から確率論的手法により細粒分含有率の空間的な分布を推定し、泥水処理プラントの規模の評価を試みたものである。なお、今回の検討では泥水処理量を濾過面積で評価することとした。

2. 細粒分含有率の推定

土質調査のボーリング位置とシールドの路線を図-1に示す。図中の○印はボーリング位置を示す。細粒分含有率の推定手法は地盤統計学で用いられているクリッキング(kriging)を用いる。クリッキングは推定値の不偏性と推定誤差分散を最小にする線形推定法であり、推定位置がボーリングから離れるに従って推定誤差が大きくなる傾向がある。試験結果より、細粒分含有率の平均値は11.0%、標準偏差値は4.5%であった。また、空間的な相関特性を表す自己相関関数は試験結果から次式を仮定した。

$$\rho(\Delta x) = \exp(-\Delta x / 300) \quad (1)$$

ここで、 $\Delta x$ は水平方向の距離である。細粒分含有率の推定値と推定誤差を図-2に示す。実線が推定値を、波線が推定値±推定誤差を示している。推定誤差が小さいところは、推定位置とボーリング位置の相対距離が短いところである。

3. 濾過面積の予測

細粒分含有率 $F_c(\%)$ からフィルタプレスの容量である濾過面積 $A_u$ を求める式は、日進リング数を $R$ とすると、一般的な施工実績等を参考に次のように与えられる。

$$A_u = 2.0 \times R \times F_c \quad (2)$$

ここで、 $A_u$ と $F_c$ は線形関係にあることから、細粒分含有率の推定誤差と濾過面積の予測誤差は線形関係となる。図-3に $R=6$ と $R=7$ のときの濾過面積の予測値と予測誤差

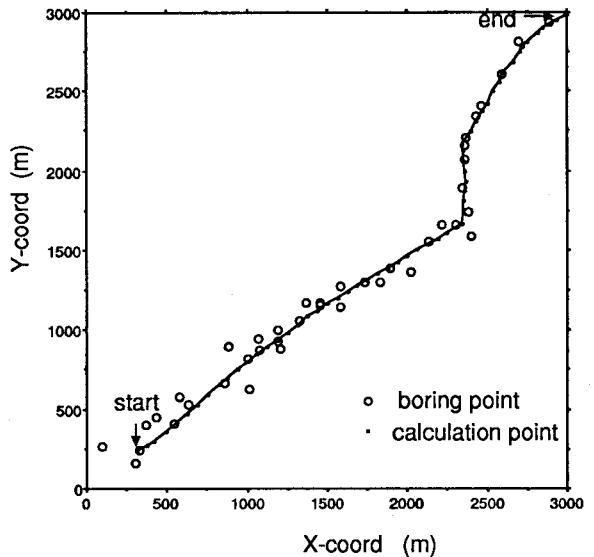


図-1 ボーリング位置とシールドの路線

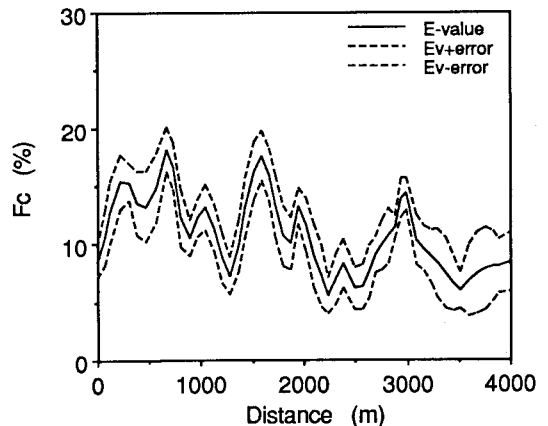


図-2 細粒分含有率の推定値・推定誤差

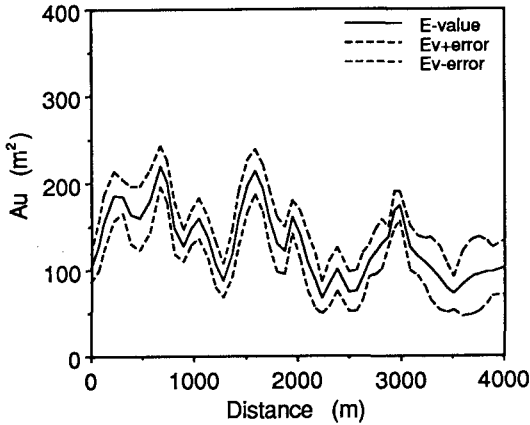


図-3(a) 濾過面積の推定値・推定誤差 (R=6)

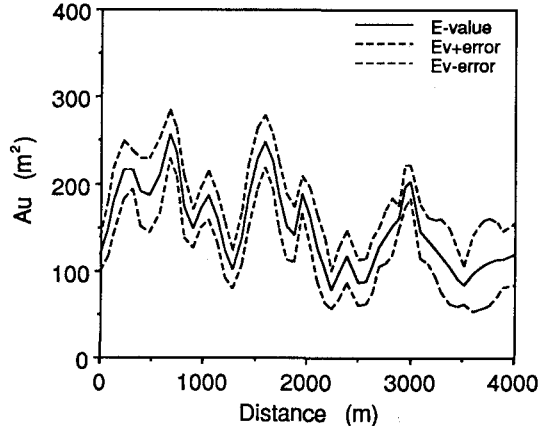


図-3(b) 濾過面積の推定値・推定誤差 (R=7)

を示す。式(2)より $R=6$ の値は $R=7$ の $6/7$ となる。すなわち、日進リング数を少なくすれば、必要となる濾過面積も小さくなる。濾過面積は細粒分含有率と線形関係にあるため、全体的には図-2と同様の傾向を示している。

#### 4. 処理プラント規模に対する評価

超過確率ではオーダーが異なることから、ここでは比較しやすいように濾過面積の推定値からの離れを推定誤差で割った値(ここでは安全性指標 $\beta$ と呼ぶ)を用いて評価する<sup>3)</sup>。濾過面積を $260\text{m}^2$ と仮定した処理プラントのに対する超過確率は、安全性指標 $\beta$ を標準正規確率分布関数に入力し、1.0から引くことにより求めることができる。図-4に安全性指標を示す。安全性指標が大きくなるほど、濾過面積 $260\text{m}^2$ を超過する確率が小さいことを

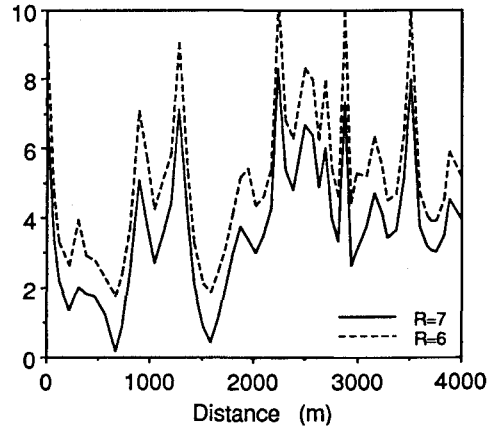


図-4 安全性指標

を示している。当然のことながら、 $R=7$ の方が $R=6$ より大きな超過確率を示しており、処理プラントに余裕がないことがわかる。また、 $700\text{m}$ と $1600\text{m}$ の地点では $R=7$ のときに余裕がほとんどないといえる。

確率論的にシールドの区間 $4000\text{m}$ を考えたときの超過平均長は、 $R=7$ のとき $120\text{m}$ 、 $R=6$ のとき $8\text{m}$ となる。超過する可能性は、図-4の安全性指標が小さい地点、すなわち余裕が少ない地点で高いが、必ずしもそこで超過するものではない。

#### 5. おわりに

本報告では、土質調査・試験の細粒分含有率のデータから、泥水式シールドにおける処理プラント規模の確率論的な評価を行ない、ある程度の方向性を見いだすことができた。今後は、これらの方法を用いて合理的な土質調査・試験や処理プラント規模を決定していくとともに、実際の工事において、処理プラントに余裕がなくなる区域での掘進速度の調整等の事前予測や処理プラントの容量を決める一手段として考えている。

#### 参考文献

- 1) 矢野：シールド工法，鹿島出版会，1981。
- 2) Journel & Huijbregts：Mining Geostatistics，Academic Press，1976。
- 3) Cornell：Structural Safety Specification Based on Second-Moment Reliability，Sym. Int. Assoc. of Bridge and Struct. Engr.，1969。