

Ⅲ－B176

高有機質土層のシールド掘進における地盤沈下量の予測

戸田建設㈱ 正会員○甘利 裕二，添田 弘基，中嶋 昭宏

1. はじめに

近年の都市土木工事では、地上部の家屋や交通量の制約で、地上から事前に十分な対策工を講じられないケースが多い。このような場合、シールド掘削にともなう地盤への影響を精度良く把握し、必要な対策を準備しながら掘進を進めていくことが必要になる。

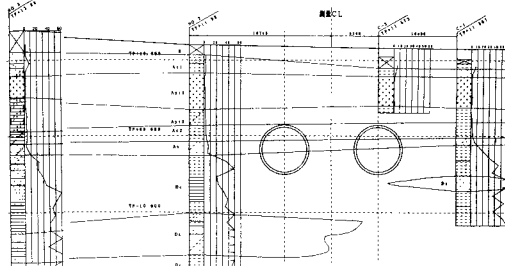
本報では、高有機質土層のシールド掘削にあたり、地盤沈下量の予測解析を行うとともに、その解析結果を掘進管理に結びつけるべく、各種の解析を試みたのでここにその結果を報告する。

2. 地盤条件

解析対象地盤は、上部から沖積粘性土層、高有機質土層、砂質土層、洪積シルト層で構成されている。特に、高有機質土は鋭敏比10と乱れに対して極めて敏感で、シールド掘削部上部に厚さ4～5mで堆積しており、掘進にともなって大きな沈下が生ずるものと懸念された。（図－1、表－1参照）

表－1 土質定数

地層	層厚(m)	単位体積重量 (kg/cm ³)	ポアソン比	変形係数 (kg/cm ²)	粘着力 (kg/cm ²)	内部摩擦角 (度)	圧縮指数 Cc
B	2.1	1.5	0.40	20	0.2	5	0.58
A _{u-1}	1.5	1.4	0.40	15.4	0.32	0	1.39
A _{u-1.1}	3.9	1.2	0.45	18.8	0.36	0	3.20
A _{u-1.2}	2.0	1.2	0.45	28.1	0.35	0	2.11
A _{u-2}	1.8	1.4	0.40	38.8	0.40	0	1.16
A _s	1.8	1.7	0.40	20	0	20	
D _c	2.2	1.5	0.30	500	1.0	27	0.87
D _s	1.2	1.9	0.30	500	1.0	25	
D _c	2.4	1.5	0.30	500	1.0	27	0.87
D _s	3.3	1.9	0.30	500	1.0	25	



図－1 土層横断面図

3. 解析手法

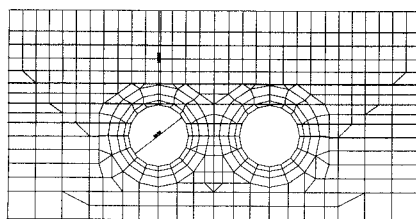
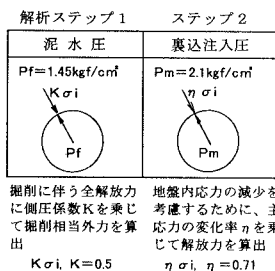
シールド掘削解析では、掘削による地盤への影響を応力解放率で評価し、有限要素法(FEM)を用いて沈下量を予測する方法が広く用いられている。しかし、この応力解放率では、切羽沈下～マシン通過時沈下～テールボイド沈下に至る沈下過程を表現できず、また地盤の隆起現象についても明解な説明ができないため実際の掘進管理に適用することができない。さらに、当該地盤のように軟弱粘性土及び高有機質土を主体とする地盤では、シールド通過後に生じる圧密沈下のウェイトが大きく、掘削時の乱れから最終的な圧密沈下量を予測する手法が必要になる。

このため、本報では泥水圧、裏込注入圧を直接荷重として作用させる方法を用いた。圧密沈下に関しては、掘削時のせん断ひずみから攪乱の程度を推定し、圧密沈下量を予測する方法を採用した。¹⁾

解析モデルは平面ひずみ・弾塑性モデルで、解析コードは SANC を用いた。塑性域の判定は修正 Mohr-Coulomb の破壊基準による。

(図－2 参照)

また、予測沈下曲線は、3次元弾性解析を行い、縦断方向の沈下特性曲線を求めて作成した。



図－2 解析モデル

キーワード：シールドトンネル，FEM 解析，現場計測，高有機質土

連絡先：東京都中央区京橋1-7-1 戸田建設㈱ 土木工事技術部 TEL.03-3535-1614 FAX.03-3564-0475

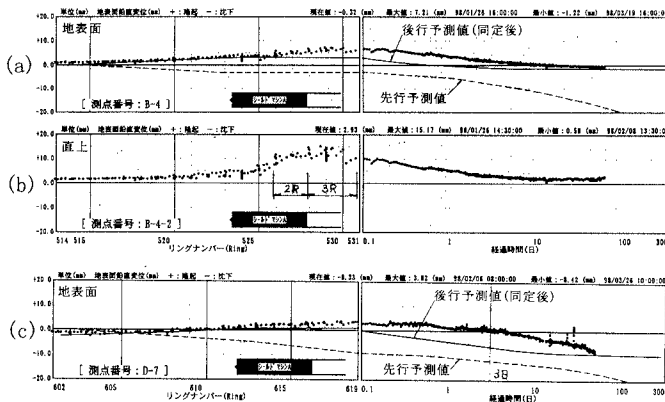
4. 解析結果と考察

解析結果を図－3に示す。先行シールドでは解析値と実測値に大きな差を生じた。このため、逆解析を行い高有機質土の地盤定数を同定したところ、変形係数は $19 \rightarrow 120 \text{ kgf/cm}^2$ 、ポアソン比は $0.45 \rightarrow 0.50$ となった。さらに、圧密沈下量を算定するせん断ひずみ領域を塑性域に限定し、後行シールドの変位量を再度予測した。（図－4参照）

実測値と解析値を比較すると、切羽到達時の地表面変位量はほぼ一致をみた。しかし、マシン通過にともなって実測値はしだいに隆起する傾向を示し、解析値とのひらきが大きくなった（図－3a）。マシン通過にともなう地盤隆起は裏込注入によるところが大きい。当該地盤のように極めて軟弱な地盤では、裏込注入圧の影響が注入リング近傍だけにとどまらず、前2リングから後3リングあたりまで広範囲に及んでいる（図－3b）。さらに、各リングの裏込注入圧が相乗的に作用し、軟弱層に長期間影響を与えているものと考えられる。

地盤の隆起状態はテール通過3日後まで継続し、その後沈下に転じ、推定圧密曲線に近づいていく傾向を示しており、掘進時の乱れをせん断ひずみで評価した算定方法がほぼ妥当であったものと思われる（図－3c）。

また、地盤沈下量の横断分布をみると、シールド直上方向では上層に向かって沈下量が減少しているが、シールド側方部では上層に向うにつれて沈下量が増加しており、圧密沈下が進行していることを示している。（図－5参照）



図－3 実測値と解析値の比較

