

日本電信電話公社 正会員 奥 幸治

日本電信電話公社 正会員 岩瀬保昭

日本電信電話公社 山場泰雄

1. よえがき

現在、都道308号線(船堀通り)において上下2連シールド(延長9km)をブラインドシールドで推進しているが、本地盤は墨田泥層と呼ばれている極軟弱地盤でありシールド推進に伴う地盤沈下は避けられない。

従って、地盤沈下を極力押える為、シールド周辺地盤の乱れ、地山の崩落状況、地表面の沈下および土中の土の変化を時間的に捕える事により地盤沈下原因の推察をしたものである。なお、本稿においては下段シールド($T_6 \sim T_7$ 間1.2km)を対象にして報告する。

2. 工事および測定概要

表-1 土の分類および性質

i)土質-----GL0~-8mはN値15前後の非常に細かい細砂であり、GL-8~-15mはシルト質細砂であるが土粒子が非常に細かくN値的にも0~1とシルトの性質を示している。さらにGL-15m以下はシルト粘土が大部分でN値は0~2である。又、

深度	-5m	-10m	-15m	-20m	-25m	-30m
土質	盛土	細砂	シルト質細砂	砂質シルト	シルト	
N値	0	10	20	10	5	2

深度	含水比	湿潤重量	液性限界	塑性限界	砂	シルト	粘土	一軸圧縮	粘着力	反縮係数
-6m	51%	—	—	—	47	39	14	—	—	—
-11m	41%	1.78	38%	21%	55	29	16	0.45kg/cm ²	0.15kg/cm ²	0.23
-20m	60%	1.61	53%	25%	7	61	32	1.05kg/cm ²	0.50kg/cm ²	0.57

液性限界が含水比を上廻っている事より、非常に液性化しやすい性質を示している。

ii)工事施工方法-----外径300%のトンネルを土圧17~18mで0.025%の上り勾配に圧気併用のブラインド工法にて推進した。なお、裏込注入は早期のゲル化および初期強度が得られる様にミソイル・セメントに水がラスを加えセグメントがマシンテール脱出後、即時に注入圧3kg/cm²程度で注入した。

表-2 工事施工方法

土被り	マシン外径	セグメント外径	ジャッキ推力	開口比	土取量	圧気圧	裏込量	裏込配合	単位(2m ² 当り)
176m	3658mm	3350mm	520t	1.5%	96%	0.4kg/cm ²	230%	セメント:ミソイル:水:ラス	255kg:255kg:255kg:326kg

iii)測定方法-----地表面の土の変位、シールド周辺の地盤の乱れ、地山崩落状況等を測定した。

(a)地表面の沈下-----推進7日前から3ヶ月後までを測定した。

(b)土中の土の変位-----土中に沈下計、傾斜計を2~3m間隔にセットし、変位を測定した。

(c)シールド周辺地盤の乱れ-----シールドの上下左右4.5mの土質の一軸圧縮強度および含水比を測定した。

(d)地山の崩落状況-----セグメントがマシンテール脱出後から地山の崩落時間を測定した。

(e)土取量-----自動重量換算計により土取量を測定した。

(f)シールド推進停止時の沈下-----シールド推進により切羽前面の乱れた地盤の沈下を測定した。

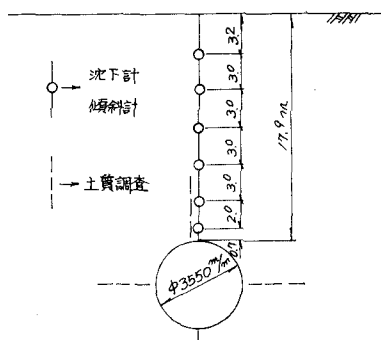


図-1 測定位置概要

3. 測定結果および考察

i) 地表面の沈下量——先行隆起は推進前3日(20m手前)から始まり、シールドセンターでは最大3%が測定された。沈下量は図-1の通りであり、3ヶ月後にはほぼ収束した。

推進後2週間までは比例的に沈下しており、沈下量の比は最終沈下量の50%であり、沈下体積比では $\frac{0.29}{0.16} \times 100 = 58\%$ となっている。この1次沈下後

2次沈下が始まり最終沈下量は24%で沈下体積は $0.76 \text{ m}^3/\text{m}$ となった。テールボイド量は $0.61 \text{ m}^3/\text{m}$ であるが、裏込量は230% (固形物として100%以上) 充填されているので、沈下の原因としては、(a)応力解放に伴う土の弾塑性変形による沈下、(b)シールド推進に伴う地盤の乱れによる圧密沈下が考えられる。図-2によれば推進後5日目では全体に地盤が沈下しているので原因としては(α)塑性変形による沈下の傾向を示しており、それ以後はシールド部の沈下量が急激に増加しているの(β)圧密沈下の傾向を示しているといえる。

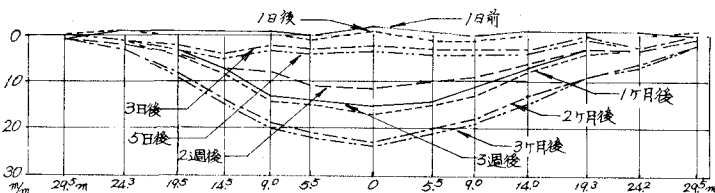


図-2 地表面の沈下量と時間の関係

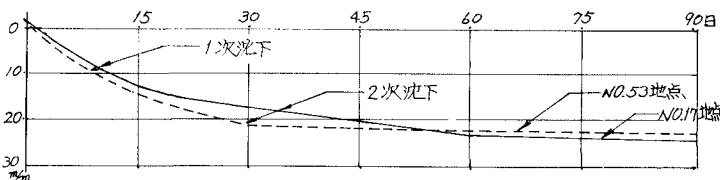


図-3 シールドセンター部の沈下量と時間の関係

ii) 土中の土の変位——沈下量はGL-9mまでは地表面と同じであるが、深くなるにつれて沈下量は増大しシールド直近部では6%の差が生じた。推進に伴う水平変位(推進方向)はシールドが17m手前きた時から生じ始め、最大8%の変位が生じた。

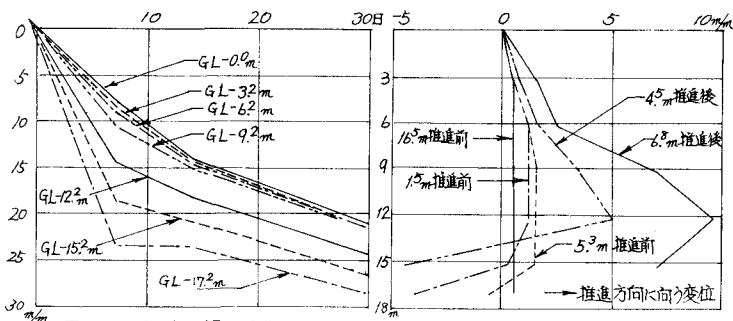


図-4 層別の沈下量と時間の関係

図-5 推進に伴う層別の水平変位

上部細砂層は即時に圧密沈下が生じているが沈下量の差としては1%程度であり地盤の乱れは生じていない。一方、下部粘性土層については8%の沈下量の差が生じており地盤としては非常に乱されている状態と云える。又、水平変位よりすれば推進前は地盤全体が前方に押しやられ多少の乱れが生じ、推進に伴う土は除々にシールド開口部およびテールボイドに呼び込まれ切羽付近の土はシールド上部2mの範囲で乱され、推進後は上部粘性土がマシンに引張れ非常に乱されている。以上より、沈下の原因としては粘性土の乱れが主なるものであり、特に推進後の地盤の乱れが大きいので、沈下防止対策としては推進後の地盤の乱れを即時に改良すれば解決出来る。現時点では推進後の早期裏込および薬液背面注入が最良と思われる。

iii) シールド周辺の乱れ——シールド下部においては殆んど乱されていないが、上部半断面部は非常に乱れており圧密沈下の原因となっている。又、地山の崩落時間は20~25分であり、地山の乱れは避けられないと思われる。

iv) 推進停止後の沈下——切羽前面の乱れによる

圧密沈下および土の水平移動による沈下が生じるが、5日前後で水平移動が復元し地盤が隆起している。

図-6 周辺地盤の軸圧縮強度

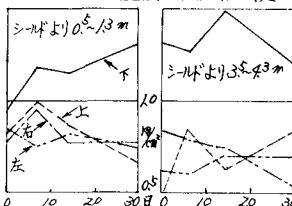


図-7 推進停止後の沈下量

