

III - 5

ブラインド・シールド工法における地表沈下および取り込み率の測定

前田建設工業 技術研究所 正員 小林健郎

" " " 伊藤雅夫

" " " 岩本 哲

1 緒 言

シールド工事における地表面の沈下や、隆起現象の原因としては種々考えられるが、その中で最も影響があると思われる取り込み率とブラインド・シールドにおいて測定し、取り込み量、取り込み率および沈下との相関関係を検討した。

2 工事概要

シールド工事区間は、埼玉県中川流域下水道中央幹線管渠築造工事のオニエ区にあり、埼玉県草加市の産業道路直下延長約300mである。

シールドトンネルの断面は、セグメント外径4,900mm、内径4,500mm、仕上り内径4,000mm、セグメント厚さ200mm、幅は900mmである。シールド機はブラインドタイプとし、その寸法は外径5,030mm、テール板厚40mm、テールフリアランス25mm、長さ4,750mm、開口部900mm×760mm（開口比は、4%）である。

坑内圧は0.3kg/cm²で、土被りは約6mである。

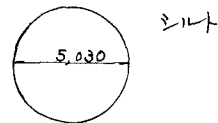
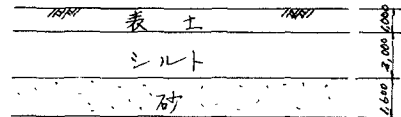
3 地 質

3-1 地質概要

地質は沖積層から成り立っており、表層部に薄い粘土層をもち、それより以深はともに砂と粘土層から構成されている。

砂層はともに細砂およびシルト混り細砂から成っており、N値は1~12の範囲にあり、一般的にゆるい。

粘土層は沖積層の主体をなす地層で、ともにシルトおよび砂質シルトから成っている。N値は0~2で極めて軟弱な層で貝殻片を多く含んでいる。シールドはこの粘土層を通過する。



3-2 土質試験結果

シールドが通過する粘土層の土質試験結果は次の通りである。

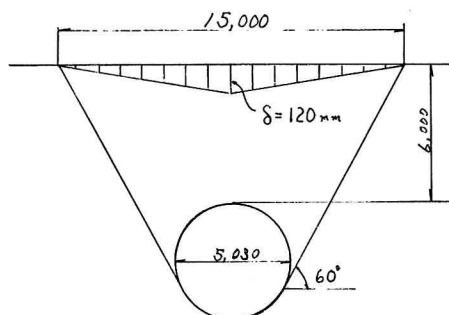
自然含水比 (w)	56.6%	単位体積重量 (γt)	1.68 g/cm ³
砂 分 (S)	27%	粘 着 力 (c)	0.03 kg/cm ²
シルト 分 (M)	48%	液 性 限 界 (WL)	42.2%
粘土 分 (C)	25%	塑 性 限 界 (WP)	28.7%

4 測定

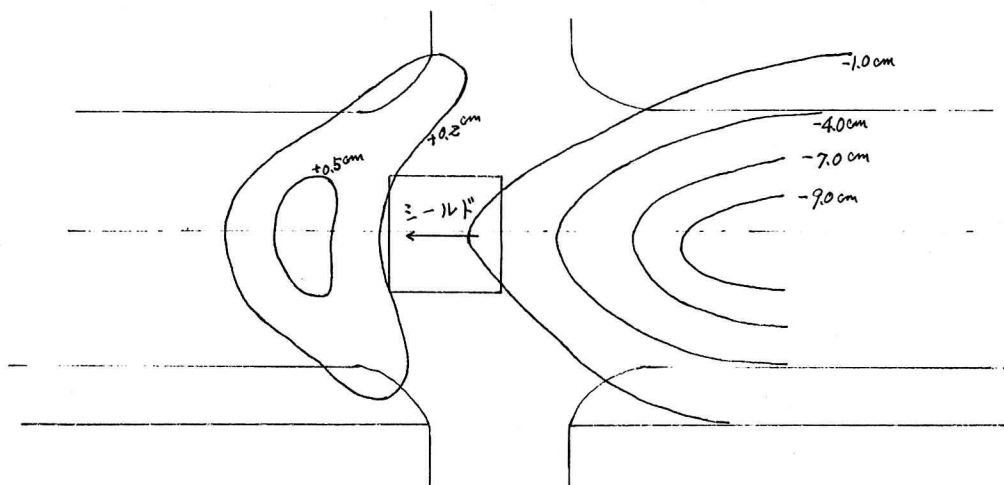
4-1 地表沈下測定

シールド推進に伴う地表面の沈下量と測定するため、縦横に、5mピッチに70ヶ所の測点と設置し、レベルを用いて行った。

横断方向の沈下は右図に示すように、その範囲はトンネル中心線より左右に7.5m離れた15mの間である。これはトンネル下側部から仰角60°の持線方向の範囲内にあった。



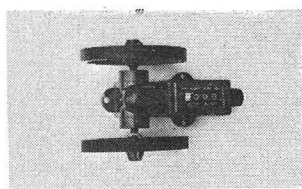
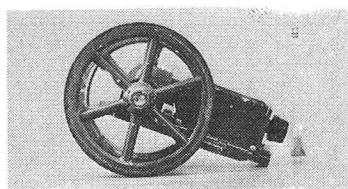
縦断方向の沈下曲線は、測定点にシールド機械が到達するまではまず先行沈下と起し、次に先行隆起が生じ、シールド切羽が到達するところには徐々に沈下が生じ、テール通過後急激に沈下している。テール通過後は4日までは沈下曲線は急であるが、それ以後はゆるやかな曲線と示している。最大沈下量はトンネル中心線上で約120 mmであった。下図はシールド機械の位置の変化に伴う等沈下曲線と示す。



4-2 取込み率の測定

取込み率の測定はブラインド開口部から出てくる土塊の断面積と長さで測定し、体積と算出することによって求めた。

長さの測定には回転数と長さに変換するローラ付測定器を用いた。



測定は1リング単位で3リング行い、取込み率の計算は1リング分の体積でブラインド開口部から出た土の体積と除いて求めた。これは乱れがいていない土の単位体積重量と 開口部から吐出された乱れがいて土の単位体積重量とがほぼ等しいという測定結果に基づいたものである。下に単位体積重量と取込み率の測定結果を示す。

表-1 単位体積重量測定結果

乱した試料	1.71	1.68	1.72	1.73	1.70	1.65	1.69	平均
								1.70 ³ / _{kg}
地 山	1.69	1.71	1.70	1.69	1.68	1.71	1.66	1.69 ³ / _{kg}

表-2 取込み率測定結果

リング数	長さ	吐出土断面積	体積	取込み率
324 ^R	41.7 ^m	$0.62 \times 0.7 = 0.43$ ^{m²}	17.94 ^{m³}	100 [%]
327	48.6	$0.55 \times 0.7 = 0.38$ ^{m²}	18.95 ^{m³}	106
329	54.2 18.2	$0.62 \times 0.65 = 0.40$ $0.59 \times 0.65 = 0.38$ ^{m²}	20.56 ^{m³}	115
平均				107

5 結果の検討

(1) 今回の試験目的は、ブラインド・シールドの取込み率の測定にあった。すなわち、ブラインド開口部から取込む土の形状が一定であることを利用して、これにローラーをあて取込み土量と測定する方法とを用い、取込み率と測定できるかどうかと検討し、あわせて土質、推力、地盤沈下との関連と検討するのが目的であった。

従来、ブラインド・シールドにおいて、地表への影響の主原因は取込み土量の過不足にあるといわれていたが、実際の取込み土量と測定する簡易で精度のある測定方法がなかった。

今回の測定方法は、ブラインドの開口部にカウンター付のローラーを設置し、吐出土にローラーと接触させることにより、自動的に土の流出長さと測定し、断面積と乗することにより、取込み土量と求める方法で、切羽において取込む土量と簡単に直観できる利点があると考えた。

しかし、実用上問題はないが、また取込んだ土の単位体積重量の変化がないか、等の問題があった。今回の実地試験となったが、試験の結果は、単位体積重量の変化はほとんど差がなく、使用上もさして大きな問題はなく、この方法で取込み率の測定が容易にできるという結論と得た。

(2) 取込み率〔表-2〕に示す通り107%となり、多少取込み過ぎの結果となつてゐる。7%のオーバー土量は約1.4m³となる。

取込んだ土の性質については、単位体積重量と粘着力について測定を行つたが、単位体積重量は地山と開口部からの吐出土とはほとんど差はなかった。

粘着力はコーンペネトrometerにより測定を行つたが、開口部より1.0mまでは地山の半程度に減ずるが1.0mより先方はあまり地山と変動はなかった。

(3) 先行沈下、先行隆起はシールドの切羽における土圧と推力の分布が、台形と四角形状との差により起るものと思われる。すなわち、静止土圧の台形分布に対し、推力は等分布として作用するため、シールド上端では

推力が静止土圧より大きいため前方に地山を押しこむことになり、それが地表へ隆起となって表われる。逆にシールド下半では静止土圧が推力より大きいために、前方の地山を切羽と呼び込み、先行沈下と起きるものと考えられる。

(4) ブラインド・シールドにおける推力は、スキュアリングと切羽抵抗とに分けられる。切羽抵抗の目安としては切羽にかかる静止土圧とすることが一般的である。

今回の突推力が430～440 tonであり、計算値は473 tonである。これより計算値に対して突推力は92%程度となっており、これが多少取込み率が多くなっている原因ではないかと考えられる。

6 結 言

今回の測定がブラインド・シールド工法において、工事取込み量を簡易に測定できる見通しがたったが、今後多くのデータを収集し、適正な開口比、推力による適正な取込み量と管理する必要がある。また、それが沈下と小さくすることにつながると思う。

最後に、本測定を行おうにあたり、御協力、御指導いただいた所玉原中川流域下水道工事事務所関係諸氏にお礼申し上げる次第である。