

前田建設工業㈱技術研究所 正員 ○平野 富佐夫

〃 土木部 〃 堀内 敏行

〃 技術研究所 〃 伊藤 雅夫

1. まえがき

ブラインドシールドにおいて、取込率を左右する大きな要因としては種々考えられるが、その中でも特に今回、先端推進力とシールド機械前面に加わる土圧力とのバランスによるものを考えてみたい。そこでこれらの関係を明らかにする手がかりとして、シールド機械前面に土圧計を設置し先端推進力を求め、推力計より求めた全推進力との比較検討を行ない、併せて周面抵抗力についても検討を行なった。

2. 地質および土質

測定現場の地質は、図-1の土質柱状図に示すように、シールドスプリングライン付近に層境を有し、上部層に比較的強度を有する粘土層、下部層に軟い粘土質シルトを有する特殊な掘削断面である。この掘削断面の上部層、下部層の土質性状は、表-1に示すとおりである。

表-1

		上部層	下部層			上部層	下部層
粒 度	砂 分 (%)	19.0	3.0	比 重		2.685	2.666
	シルト分 (%)	50.0	73.0	含水比 (%)		54.2	100.1
	粘土分 (%)	31.0	24.0	単体重量 (g/cm^3)		1.73	1.53
コン テ ン ス ン ス	液性限界 (%)	49.2	67.4	一軸圧縮強度 (g/cm^2)		0.69	0.48
	塑性限界 (%)	32.3	41.2	粘着力 (Kg/cm^2)		0.3	0.23
	塑性指数 (%)	16.9	26.2	内部摩擦角 (度)		0	0

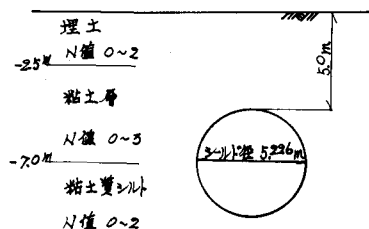


図-1 土質柱状図

3. 測定

測定は、シールド機械前面に設置した土圧計の測定、シールド機械本体に取り付けてある圧力計の測定および油圧ポンプとフローコントロールの中間に設置した推力計の測定である。

土圧計と推力計の測定は、静ヒズミ測定器、動ヒズミ測定器および電磁オシログラフを使用し、圧力計の測定は、吐出定常時の圧力計の目盛りを読み記録した。

4. 結果および考察

4.1 土圧分布状況

図-2に示すように土圧計を4個設置し、各土圧値を求めると、 $\#4 (17.9 t/m^2) > \#2 (16.5 t/m^2) > \#3 (14.7 t/m^2) > \#1 (9.8 t/m^2)$ の順になる。

一般に土圧分布は、開口部付近で小さくなり、開口部より遠ざかるに従い大きくなると考えられるが、今回の結果ではこのような傾向は見られない。他の測定現場でこのように土圧計を設置し、土圧分布の比較を行なったが、その時点では上述の傾向が見られた。

今回の結果で、スプリングラインの $\#4 > \#2$ の傾向については、妥当であるが、上位、中位、下位の方については、考えられる土圧反力の傾向を示していない。この原因として次のようなことが考えられる。

1) スプリングライン付近に層境を有し、かつ上層と下層の土質性状(強度、コンシステンシー)に大

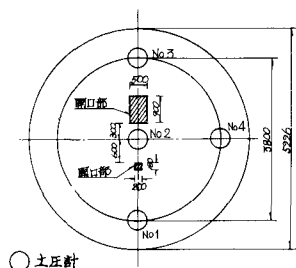


図-2 土圧設計設置図

きな差異を有しているため、上層の非流動性土砂をそれなりの推力で掘削する必要があったためと思われる。

2) 下層の掘削については、下層土質が非常に流動性が高いため（液性指数；上部で12.9%、下部で22.5%）大きな推力が必要でなかったためと思われる。

以上のような点を考慮するならば、前述の一般的土圧分布と符合する。

4.2 全推進力

シールド推進時の全推進力を求める式は、一般に次式がよく用いられる。

$$P = P_f + P_t$$

$$= \pi \cdot D \cdot L \cdot C + \frac{\pi}{4} \cdot D^2 \cdot n \cdot \gamma \cdot \left(H + \frac{D}{2} \right) \dots\dots\dots (1)$$

ここで、 $\left\{ \begin{array}{l} P : \text{全推進力}, P_f : \text{周辺抵抗力}, P_t : \text{先端推進力}, D : \text{シールド外径}, H : \text{土被り厚さ}, \\ L : \text{シールド機械長さ}, n : \text{静止土圧係数}, C : \text{土の粘着力}, \gamma : \text{土の単位体積重量} \end{array} \right.$

今、 $D = 5.226 \text{ m}$ 、 $L = 4.5 \text{ m}$ 、 $C = 2.6 \text{ t/m}^2$ 、 $n = 1$ 、 $\gamma = 1.73 \text{ t/m}^3$ 、 $H = 5 \text{ m}$ とし、全推進力 P 、周辺抵抗力 P_f 、先端推進力 P_t を求めると、次のようになる。

$$P = 474.4 \text{ ton}, P_f = 192.0 \text{ ton}, P_t = 282.4 \text{ ton}$$

(1)式で求めた計算推進力と表－2に示す各推進力とは、比較的

符合しており、取込み状況の土圧としては、静止土圧付近の取込み状況であることがうかがえる。

今、(1)式で求めた全推進力と推力計より求めた全推進力とを比較すると、（圧力計より求めた全推進力は、吐出定常時の推進力であるため、全体の推進力を掌握していない）約20 ton程度の違いがある。表－2に示した各リングの全推進力は、施工性を重視して取り出した値であることに着目するならば、約20 ton程度の違いがあるものの、施工性の観点からすれば(1)式より求まる全推進力の付近が比較的施工しやすい推進力であることがうかがえる。

4.3 先端推進力

推進計より求めた全推進力の平均値より、前面土圧計より求めた先端推進力の平均値を引くと $P_f' = 159 \text{ ton}$ の周辺抵抗力が求まる。

一方、(1)式より求めた周辺抵抗角は $P_f = 192 \text{ ton}$ であり、(1)式の方が33 ton 過大に評価した数値になっている。

今、(1)式の第1項の土の粘着力 C をどの程度低減させれば、満足し得る周辺抵抗力 P_f' に成り得るかを計算すると、約17%の数値が求まる。

この(1)式の周辺抵抗力 P_f の低減率が17%という数値は、今回の測定結果より得られた値であり、定量的な数値でなく、今後、室内実験および現場計測により定量的な傾向をつかんで行きたいと思っている。

5. あとがき

シールド機械に推力計と土圧計を取り付け、それらより求まる全推進力、先端推進力より、シールド推進時の土圧分布状況、および計算推進力と実測推進力との比較を行なったが、今回のように推進力と土圧計の両者を用いて測定したのは初めてであり、今後、このような室内実験および現場計測を行なうことにより、これらの関係を明らかにして行きたいと思っている。

参考文献

- 1) ブラインドシールドにおける先端土圧の測定について；白沢，他 第12回土質工学研究発表会
- 2) ブラインドシールドにおける地盤変位について；平野，他，第11回土質工学研究発表会
- 3) ブラインドシールドの前面土圧分布について；森，加藤，第10回土質工学研究発表会

表－2 各推進力

Ring 数	圧力計より全推進力	推力計より全推進力	前面土圧計より先端推進力
414	506	495	324
420	461	453	295
421	459	425	315
422	480	—	257
423	469	420	293
425	473	451	289
426	481	427	286
428	439	439	288
437	510	517	330
439	452	460	320
440	521	483	298
平均	477	457	298