

### III-68 実機データに基づくシールドトンネル切羽断面力の検討

長岡技術科学大学 学員 ○肥田 憲明, RAMDANI  
 長岡技術科学大学 正員 杉本 光隆  
 日本鉄道建設公団 正員 飯田 威夫  
 三菱重工業(株) 正員 大石 善啓

#### 1. まえがき

シールド工法において、切羽面の安定性は、トンネルの施工性に多大な影響を与えるだけでなく、シールド掘進機の負荷能力・姿勢制御性に対しても重要な意味をもつ。切羽安定に対して、Rankine, Terzaghi 村山等による理論が提唱されているが、実機データを用いた解析はほとんど行なわれていない。こうした状況をふまえ、本報告では、シールドジャッキ稼働状況、ジャッキ圧力等の実機データより得られた切羽面作用土圧について述べるとともに、既往の理論との関係を検討する。

#### 2. 解析方法

本報告では、シールドマシンが砂質土系地山を直線かつ水平に掘進中の状態を想定した。

解析方法を以下に示す。

- ① 上記を考慮に入れ、シールドマシンに作用する荷重を図-1に示すようにモデル化し、力とモーメントのつり合いより切羽面に作用する断面力(軸力、モーメント)を求める。
- ② 切羽での水平土圧分布形を台形分布と仮定し、上記で得られた切羽面に作用する断面力をもとに逆解析を行ない、軸力作用点偏心量・クラウン部、インバート部の水平土圧および土圧勾配( $\Delta\sigma_H/\Delta\sigma_V$ )を求める。

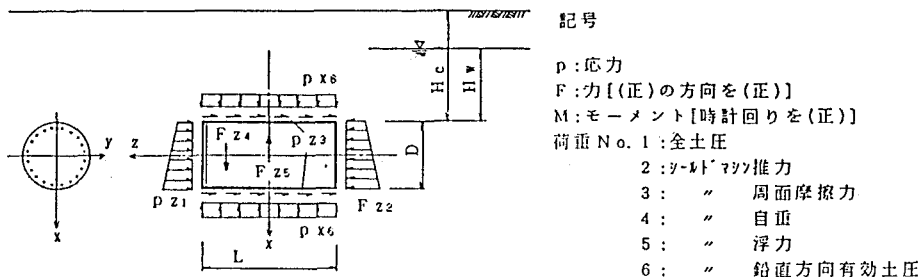


図-1 シールドマシン荷重状態

#### 3. 解析結果と考察

報告例のトンネル、シールドマシン、地山の諸元を表-1に示す。解析区間の地質は、シールド通過部でN値>50の風化花崗岩層、土被り部で沖積・洪積砂質土層である。また地下水位は、ほぼ平均的にGL-2.5mである。

切羽面に作用する断面力を図-2に示す。これより、以下のことがわかる。

- ① 切羽面に作用する軸力:

実機解析値は、Rankineの静止土圧および受働土圧より求めた両理論値の間にあつて、それ程大きく変動していない

表-1 トンネル、シールドマシンおよび地山の諸元

トンネル	延長 (m)	958.2	シールド	掘力 (t/1本)	300
	外径 (m)	10.2		ストローク (m)	1.2
	掘り残 (m)	1.0		常圧圧力 (kg/cm <sup>2</sup> )	3.50
	実機データ区間			数量 (本)	33
トンネル	STA.区間 (Ring No.)	12 <sup>o</sup> 550 ~ 12 <sup>o</sup> 580 (R420 - 450)	トンネル	総掘力 (tf)	990.0
				断面積 (cm <sup>2</sup> )	857.1
シールド本体	外径 (m)	10.2	地山	地盤高 (m)	103.95~104.01
	全長 (m)	9,099		土被り (m)	17.646~12.457
	自重 (tf)	985		単位重量 (t/m <sup>3</sup> )	2.022
	重心位置 (m)	3.52		粘着力 (kg/cm <sup>2</sup> )	0
				内部摩擦角 (°)	30

② 切羽面に作用するモーメント:

実機解析値は、切羽前面地山の主働破壊を想定した各理論値とラップするが、正負の範囲にわたり大きく変動している

③ 軸力作用点偏心量・クラウン部,インバート部水平土圧:

モーメントと同様の傾向があるとともに、一部では水平土圧分布形状が逆台形となっている

① 軸力: 泥水圧には、切羽前面地山の主働破壊防止および泥水圧変動のための安全率を見込むことによる過剰泥水圧が含まれること、また掘進中であるため、カッターフェイススラスト力が作用していること

② モーメント, 偏心量, 水平土圧: 軸力の変動がそれ程大きくないことから、シールドマシン蛇行修正のための鉛直方向地盤反力がシールドマシンに作用していること

また、取込率と軸力, 土圧勾配の関係を図-3に示す。これより、取込率と軸力, 土圧勾配には、ほとんど相関がないこと、土圧勾配は、-5~15の範囲にあって大きくばらついていること、取込率は、98~128%の範囲にあって大きくばらついていることがわかる。これらは、シールドマシン蛇行修正のための鉛直方向地盤反力は大きく無視できないこと、クローズ

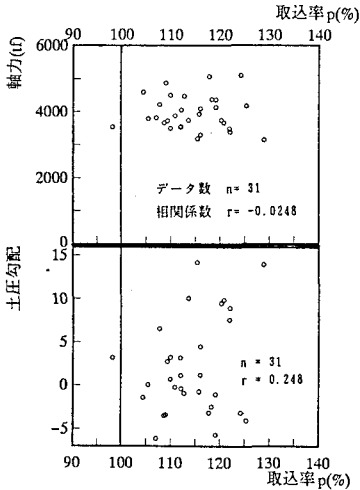


図-3 取込率と軸力, 土圧勾配の関係 ( $\mu=0.15$ )

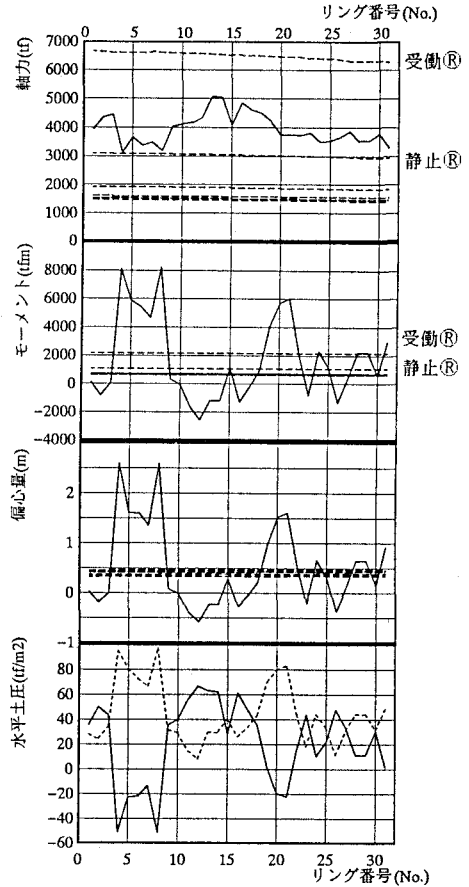
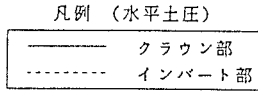
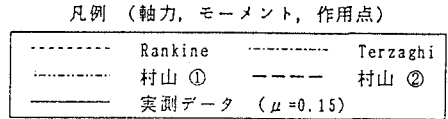


図-2 切羽作用断面力

ドシステムを前提に取込率の計算を行なったので誤差が大きくなったことのためと考えられる。

4. むすび

シールドマシン挙動のモデル化にあたっては、水平直線部であってもシールドマシン蛇行修正のための地盤反力は大きく無視できないため、モデルに取り込む必要があることがわかった。今後は、曲線部を含めた実機データの解析を行なうことにより、シールドマシン挙動のモデル化を行ないたいと考えている。なお、本研究は運輸省及び社団法人日本鉄道技術協会において実施した長大駅間・深層地下鉄道研究会の研究の一部として行なわれたものである。

[参考文献]

1. 奥園 清 : 泥水加圧シールド工法(2), トンネルと地下, Vol.13, No.5, 1982.
2. 栗原和夫 : 現場で役立つシールド工事, 出版科学総合研究所, 1988.