

早稲田大学理工学部 正員 森 麟
佐藤工業(株) 正員 石原金洋
早稲田大学理工学部 学生員 ○ 菊藤征剛

1. まえがき 本研究は、地盤中にシールド機軸を推進する場合、推進抵抗の発生するメカニズムを明らかにするため、模型シールドパイプを砂地盤中に推進させ、その時の抵抗と種々の面から研究したものである。

2. 実験方法 図-1に示すような実験装置及びシールドパイプを用いて、砂地盤中にパイプを推進させた時の、推進抵抗及び地表面の変位を測定した。地盤は山砂を、均一に締め固めて、密度 1.8 g/cm^3 、含水比 18% となるようにした。なお、切羽に板圧をかけたり、パイプ内に圧気を用いて、推進した場合の推進抵抗も測定した。

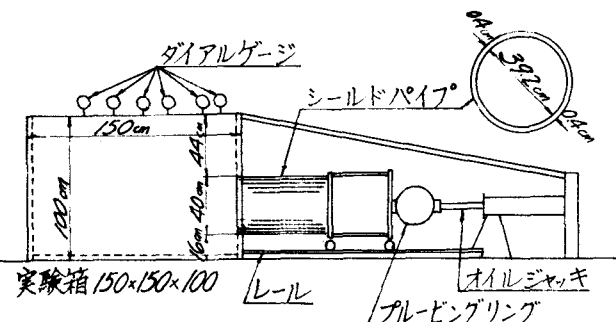


図-1 実験装置及びシールドパイプ

3. 実験結果の考察 地盤中にシールドを推進させた場合、推進抵抗の構成要素は、図-2に示すように、外面抵抗 F 、内面抵抗 X 、刃先抵抗 Y であり

$$Q = F + X + Y \quad (1)$$

で表わすことができる。図-2における P は、切羽に作用した板圧あるいは圧気圧であるが、板圧の支点はシールド推進装置外にとり、圧気の反力は、あらかじめ測定値から引いてあるので、(1)式には含まれていないのである。

図-2 推進抵抗の構成要素

Q の構成要素のうち、 Y の発生機構は複雑であり、 $X+P$ の大きさによって非常に異なる特長がある。すなわち、 $X+P$ がある値(50 kg)以下ではシールドが推進しても Y は増加せず、 Q の増加分は F の増加だけである。これは $X+P$ が小さいと、パイプ推進に伴って、刃先附近の地盤はせん断破壊を起して、パイプ内に押しのけられてしまうからである。この場合の例として、 $X+P$ を 20 kg に保って推進させた時の Q と図-3に示す。更に進んで、パイプ内の土量が増加するか、切羽に板圧あるいは圧気を用いて、 $X+P$ が増加すれば Y も増加する。この時にはパイプ推進に伴い刃先が押しのけた土は、破壊するというより刃先前方に圧縮され、推進と共に圧縮される範囲が成長していくのである。この場合の例として、パイプ内の土を取りださずに推進させた時の Q を図-4に示す。切羽に作用する板圧あるいは圧気圧を更に増加させ、 $X+P$ を 500 kg 以上に大きくすると、この力が刃先附近の土をも上方に押し上げ、 Y は一定か、むしろ減少する

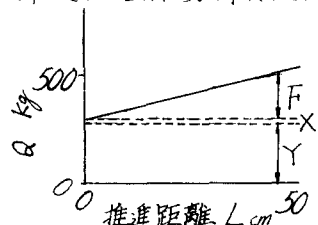


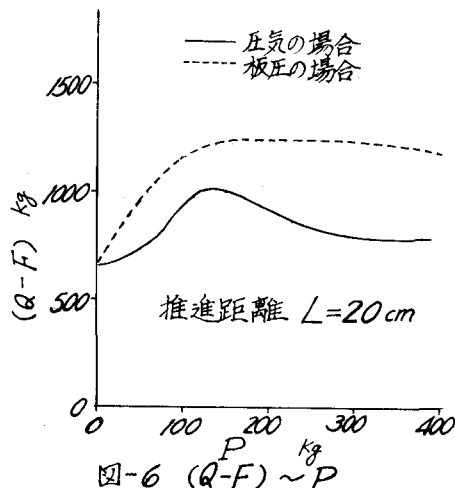
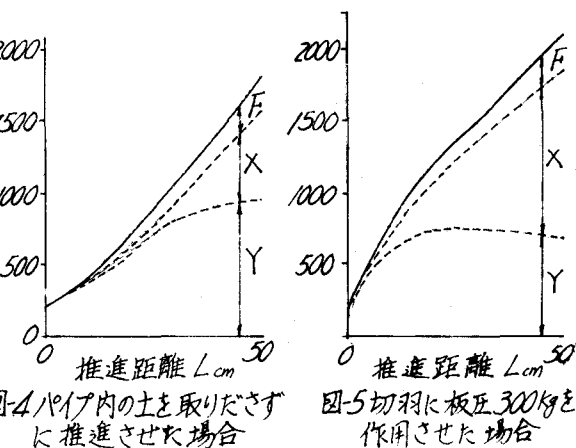
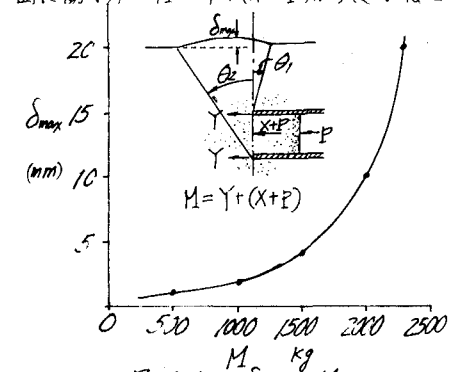
図-3 $X=20 \text{ kg}$ に保って推進させた場合

ようになる。この段階では、 Q の増加分は X の増加による。この場合の例として、切羽に、 $P=300$ kgの板圧を作用させた場合の Q を図-5に示す。以上のように、 Y と $X+P$ は相互に密接な関係があることが判明した。

X の大きさは、パイプ内の土量及び土の内部摩擦角、粘着力によって決り切羽に板圧あるいは圧気圧 P を作用させれば $X+P$ がパイプ内に入る土と密にして、 X はパイプ推進と共に付加的

に増加する。従って P が大きいほど X が大きくなり、 $Q-F$ も大きくなるが、実際には土の密度に限度があり、 P がある値を超えると X はほぼ一定値に達し、 Y は減少する傾向がある。従って図-6に示すように板圧 P が約100 kgまでは、 P の増加と共に $Q-F$ は増加するが、それ以後はむしろ減少する傾向がある。又切羽に圧気を作用させた場合、圧気圧は板圧のようにそのまま切羽を押える力としては働かない。これは前面地盤にも圧気が伝達されて、逆向きにも力が作用するからである。それ故、等しい板圧と圧気圧を作用させた場合には、図-6に示すように $Q-F$ は板圧の場合の方が大きい。同図において、圧気圧 P が100 kgを超えると $Q-F$ は著しく減少するが、これは圧気圧が大きすぎると、刃先前方の地盤を乱してしまって、 Y が減少するためである。

シールド推進に伴う地表面の変位の測定結果を図-7(a)(b)に示す。図によると、シールド先端面に働く力 $M=Y+(X+P)$ が大きいほど最大上昇高 δ_{max} も大きいし、又影響を受ける範囲も θ は



これは圧気圧が大きすぎると、刃先前方の地盤を乱してしまって、 Y が減少するためである。

シールド推進に伴う地表面の変位の測定結果を図-7(a)(b)に示す。図によると、シールド先端面に働く力 $M=Y+(X+P)$ が大きいほど最大上昇高 δ_{max} も大きいし、又影響を受ける範囲も θ はバラついているが、 θ_2 は大きくはなっている。

以上のような、推進抵抗の発生機構はシールド形状、大きさ、砂地盤の性質が変っても、本質的には同じであるが、細部に関してはそれらの影響をかなり受けられると思われる。

