

III-477 泥水加圧シールド工法における砂質地盤中での噴発圧の推定（その1）

五洋建設(株) 正会員 日野 泰伸
同 正会員 小石川 功
同 浅岡 宣明

1. はじめに

近年、泥水シールド工法においてシールドトンネルを施工する場合、土被りが小さい、他の構造物に近接しているなど条件が悪くなって来ている。その中での研究課題の1つである、泥水の噴発現象にスポットをあて実験を行なった。本実験は、第23回土質工学研究発表会において発表した『泥水シールド工法における噴発現象について』ものを、より明確にするために泥水の噴発へ至るメカニズムを解明することに主眼をおき、アクリル板にて土槽を作成し、砂地盤について実験を行なった。

2. 実験装置及び条件

実験で使用した土槽は、シールド機を縦横に切断した形を模型化したものであり、噴発のメカニズムを解明することを主に、アクリル板で作成した。また泥水吹き出し口は、横断の場合ポーラス管で、縦断の場合ポーラス板を前面・上下面に配置した。

使用した試料は、千葉県富津市産山砂であり諸物性を表-1に示す。泥水は、クニゲルV1・クレイサンドを清水練りしたもので、比重 $\rho \approx 1.1$ 、ファンネル粘性 $F_v \approx 30s$ 、イーロードバリュ- $Y_v \approx 5lb/100ft^2$ である。

計測項目は、図-1・2に示すように、地表面変位・間隙水圧・泥水圧を測定した。また、差圧計にて泥水流入量を測定した。

加圧方法は泥水タンクを使用し、コンプレッサーにより空気圧で行なった。また加圧速度は $4gf/cm^2/min$ であり、実験は泥水の地表面噴出時をもって終了とした。実験終了後地盤をスライスし、泥水の浸透・逸泥状況を観察した。

実験ケースは、土被り比 $H/D=0.7, 1.0, 1.5, 2.0$ の4種類、地盤密度 $\gamma_d \approx 1.5, 1.6, 1.7$ 相当の3種類を組み合わせを行なった。

3. 実験結果及び考察

泥水の地表面へ噴出に至る過程は、図-3の様に泥水圧が単調に増加しピーク（噴発）を向かえる。泥水圧が減少し、地表面へ泥水が噴出（噴出）する。間隙水圧・土水圧ともに、噴発時前後より発生し、その後増加を続け噴出へいたる。図-4に $\gamma_d \approx 1.7$ の場合の噴発泥水圧と土被り比の関係を示す。噴発泥水圧は土被り比と2次比例関係であるように思われる。

密度が高い場合の噴出時の、地中・地表面変位状況を図-5に、密度が低い場合の状況を図-6に示す。密度の高い場合浸透域・逸泥域が噴発前後より発生し始め拡大する。

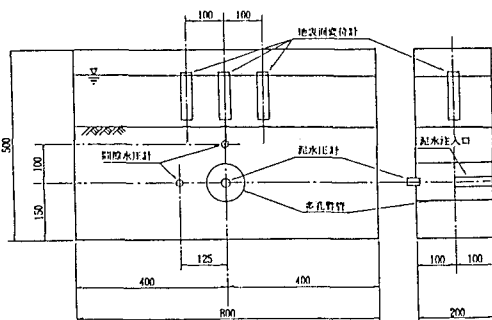


図-1 横断実験土槽

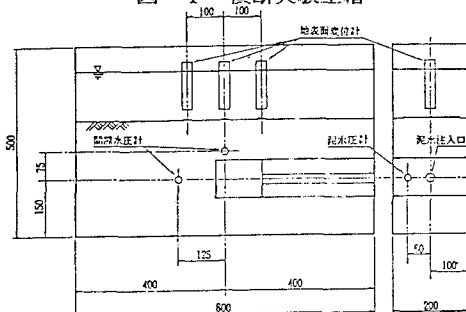


図-2 縦断実験土槽

表-1 試料物性

項目			
最大粒径 (mm)	2.00	γ_d (t/f/m ³)	γ_t (t/f/m ³)
60%粒径 (mm)	0.54	1.5	1.94
30%粒径 (mm)	0.32	1.6	2.00
10%粒径 (mm)	0.18	1.7	2.06
不均係数 U_c	3.0	実験応力レベルでの ϕ	
曲率係数 U_c	1.0		
土粒子の比重	2.679		

e	k (cm/s)
0.875	3.70×10^{-2}
0.797	3.29×10^{-2}
0.699	2.61×10^{-2}
0.643	2.40×10^{-2}
0.625	1.72×10^{-2}
0.580	1.69×10^{-2}

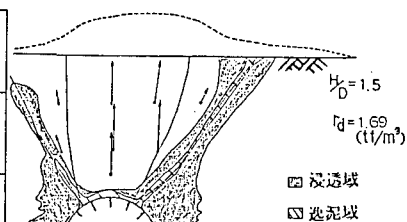
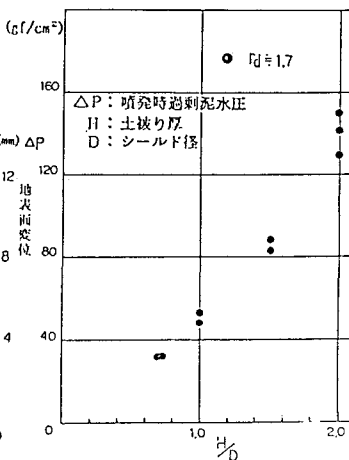
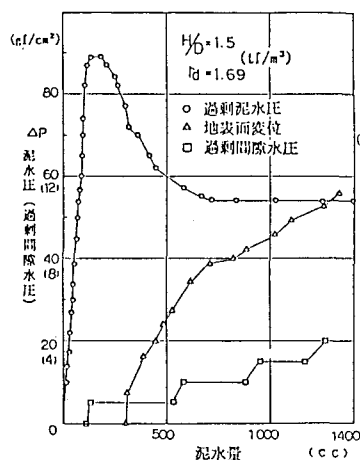


図-5 噴出状況（横断2）

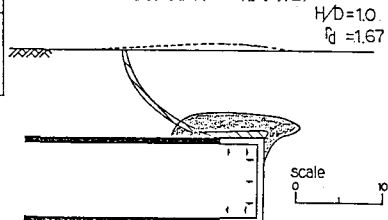


図-7 噴出状況（縦断）

表-2 切羽形状と噴発泥水圧

	SHIELD FACE	L/D	$\Delta P/\gamma H$
TYPE A		0.5	3.1
TYPE B		0.	3.1
TYPE C		0.15	5.9

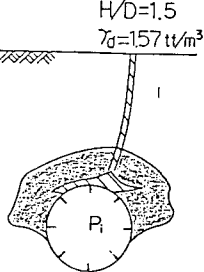


図-6 噴出状況（横断2）

図-3 圧力～泥水圧～変位関係 図-4 噴発圧～土被り比関係
逸泥域の圧力によりポーラス管上部の砂が隆起し始め、せん断面が表れる。その後せん断面内で隆起速度の差がしょうじ、内側にもせん断面ができ、外側せん断面に沿って泥水が地表面に噴出する。なお、土被りの小さい場合、隆起量が小さいため、内側のせん断面は読み取り難い。密度の低い場合、浸透域が噴発前後より発生し始め拡大してくるとともに、逸泥域も発生し始める。その後、図-6の様
図-6 噴出状況（横断2）
い場合は土被りに関係なく噴出状況は同じであるが、浸透域・逸泥域の発生する範囲が、土被りが大きい程下方・上方に広がっているのが特徴である。

また、縦断土槽実験における噴出時の、浸透・逸泥状況を図-7に示す。浸透・逸泥域の形成のしかたは横断の場合と同じである。縦断実験における前面浸透は、ほとんど発生しておらず上部に少し発生するのみである。また、表-2の様に加圧を前面のみ、上部にフードを付けた場合の実験結果を示した。結果よりフードを付けた場合、噴発圧が他の場合より高くなっており、噴発を防止する一つの有効な手段であると思われる。

実験結果より、噴発及び地盤の破壊形態は、密度の高い場合はブロック的噴発、密度の低い場合はスポット的噴発と、密度の差によって噴発形態は異なっていると思われる。

4. おわりに

実験結果より、泥水加圧シールドにおける噴発は、密度の違いによって噴発形態が異なる。また、その噴発形態は土被りにはあまり関係しないことがわかった。またこのことは、泥水の噴発を考える時にたいへん重要になると思われる。最後に本研究を遂行するにあたり、実験当初より多大な御指導をいただいた東京都立大学今田徹教授、超低圧三軸試験をお願いした東京大学生産研究所能岡文夫助教授、ならびに研究室の方々に深く感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 高橋靖昌, 浅岡宣明, 中本博次, 濱田和人, 日野泰伸, "泥水シールド工法における噴発現象について" 第23回土質工学研究発表会, 1988