

(財) 銭高組 正 貞 松 本 計 三

1. まえがき

泥水加圧式シールド工法における切羽の安定は、掘削機と泥水によって保たれる。更に掘削土砂は循環泥水の流送輸送により搬出される。そこで当工法において泥水の占める役割は大きく、その効果、その作用の解明が必要とされる。また掘削壁面が連続的に切削されるので、切羽の泥水作用とその状態、浸透範囲を把握し適切な管理が必要とされる。そこで特に問題とされる不透水係数の大きい粗粒地盤において、泥水加圧による不透水層の形成及び浸透に関してガラスビーズを使用した室内モデル実験を行った。

2. 実験装置及び実験方法

実験装置は、図-1に示す内径30cm、高さ60cmの試料槽を用いた。試料槽には、粒径0.2, 0.5, 1.2, 4.8%のガラスビーズを深さ45cmまで詰めモデル地盤とし、各径毎にモデル1~4(以下M1~4)とした。モデルは一樣に間隔比 $e=0.5$ となるように作成し、表面から5cm毎に5ヶ所水圧計を設置した。加圧量は0.2MPaとし、30分加圧した。使用した泥水材料は、市販のベントナイト(群馬産200#)、CMC、粉末粘土、透水防止剤(綿実殻粉末)である。表-1に流動特性を示す。

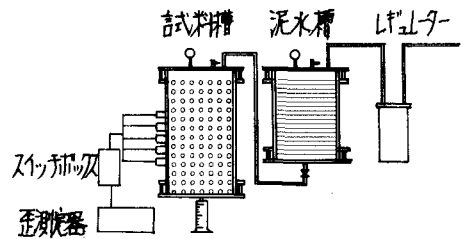


図-1 実験装置

表-1 泥水流動特性

試料	径	HEV (MPa)	S (%)	2.V (MPa)	P.V (MPa)	Y.V (dyn/cm ²)
1	D 10	27.8	106	78	70	717
2	B 13	53.0	167	155	130	2391
3	B C 6 C 1	86.0	108	160	125	3348
4	B C 8 C 01	36.0	105	240	190	4782
5	D 8 C 20	33.0	115	188	155	2109
6	D 5 C 20	34.8	115	180	150	2890
7	B 8 C 10 C 0.5	45.4	109	213	165	4533
8	B 5 C 10 C 01	51.3	110	205	150	5251
9	B 10 C 0.1	59.6	111	250	190	5739
10	B 10 C 25	43.0	105	210	190	1913
11	B 10 C 0.5	—	106	175	200	2391
12	B 10 C 0.1	—	105	230	200	2959
13	B 10 C 0.1 C 25	—	111	350	240	11478

B: ベントナイト
C: 粘土
Co: 透水防止剤

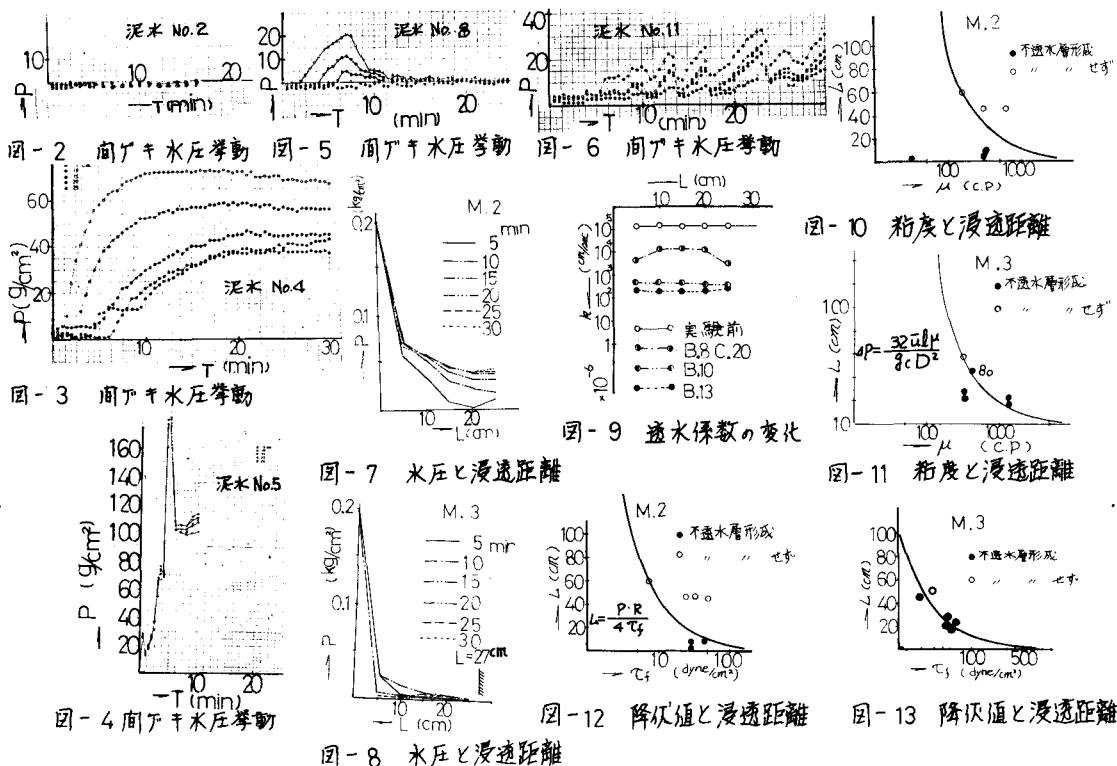
3. 実験結果

①モデル1 ($k=2 \times 10^2 \frac{\text{cm}}{\text{sec}}$); 流動性の良い低粘度の泥水を用いて行なったが、図-2に示すように5cm以下の水圧挙動はなく、浸透距離25~38cmの範囲で不透水層が形成された。

②モデル2 ($k=14 \times 10^2 \frac{\text{cm}}{\text{sec}}$); 図-3, 4に示すように、ベントナイト泥水、CMCを加えた泥水においては不透水層の形成はない。粘土・ベントナイト泥水で顕著な目づり現象が見られ、更にCMCを添加した混合泥水では、不透水層が形成され、浸透距離が98cmであった。

③モデル3 ($k=46 \times 10^2 \frac{\text{cm}}{\text{sec}}$); ベントナイト泥水、それにCMCを添加した泥水、ベントナイト・粘土泥水では、不透水層形成は見られず、図-5に示すように混合泥水で不透水層の形成が見られた。この場合浸透距離は、流動特性により異なるが20~30cmであった。透水防止剤を用いた場合、不透水層の形成は見られたが、地盤表面における網状膜を形成したマッドケーキであり浸透は見られず、他の泥水とは多少異なった状態であった。

④モデル4 ($k=55 \times 10^2 \frac{\text{cm}}{\text{sec}}$); ベントナイト泥水、混合泥水では全く目づり現象は見られず、不透水層の形成は見られない。混合泥水の場合、ベントナイト泥水に比べ浸透速度は小さく、間隔比充填むかり見られた。透水防止剤を使用した場合、図-6に示すように一時不透水層に近いものが形成されるが堅固なものでなく、間隔比水圧が上昇すると破壊し、また形成されると云うくり返しの現象が見られた。混合泥水に透水防止剤を添加すると、浸透距離5cmの範囲で不透水層の形成が見られた。



4. 検討, 考察

②浸透距離と周アキ水圧: 図-7, 8に示すように, 不透水層形成の有無により, 水圧挙動が大きく異なる。不透水層が形成されると, マッドケーキ等の不透水層を形成している因子に, 上部からの水圧が伝達され, 以後水圧上昇はない。この様に周アキ水圧の挙動により浸透範囲, 不透水層形成の有無が判断できる。

③地盤改良効果: 浸透により不透水層が形成された場合, その範囲で地盤改良されたと考えられる。不透水層の形成がなされない場合でも, ある程度地盤が変化していると考えられ, 透水係数について試算してみると, 図-9に示す様にかなりの変化が見られる。例えば 10^{-10} から 10^{-14} のオーダーまで変化している。この事より不透水層が形成されなくても, 浸透による地盤改良効果があると考えられる。

④流動特性と浸透: 間アキ比 $e \approx 0.5$ で各モデルを作成したが, 粒径の違いにより間アキ寸法は大きく異なり, 前述のような結果を得た。そこで浸透を細管中の粘性流体流動として, Hagen-Poiseuilleの式を適用し, 流動特性との関係を調べた。図-10, 11に示すように高粘度では比較的不透水層が形成されているが, 低粘度の場合, 大きくはずれた場合に不透水層の形成が見られる。これは, 粘土・速水防止剤を使用した場合である。次に, G・J・Jonesによる降伏値と浸透距離の関係式を適用してみると, 図-12, 13に示すようにM-2では左側の地域で不透水層形成があり, M-3では比較的良好に対応している。このように泥水の流動特性を調べる事により, ある程度泥水の浸透距離が推定され, 泥水の管理面において, 浸透量, 範囲の調整が可能となる。

5. おわりに

泥水加圧式シールド工法において, 粗粒地盤での泥水作用に周してモデル実験したが, まだ実際の地盤との相溶性等未解決の問題が多く, 今後更に実験・検討していく予定である。

<参考文献>

1. 化学工学便覧 丸善
2. 喜多・川地 “泥水シールド工法における泥水に関する研究” 大林組技報 No. 17, 1978
3. 玉不章天著 “流体工学Ⅱ” 共立出版
4. 三木, 他 “オリ回土質工学研究発表会講演集”, 1976.