

III-410 気泡シールド工法におけるレキ混り掘削土のポンプ圧送実験

（株）大林組技術研究所 ○正員 羽生田 吉也
同 上 正員 藤 原 紀夫

1. ま え が き

気泡シールド工法は、土圧系シールドにおいて、気泡を土圧室付近に注入しながら掘進する方法であり、切羽圧の一定保持が容易、スムーズな掘削が可能など様々な利点がある。気泡が混った状態の掘削土は流動性に富むので、ポンプ圧送で坑外へ連続的に搬出できれば、施工能率を更に上げる事ができる。

この実験は、川砂とレキ混りの現場発生土を用いて気泡を加え、6B×214 mの管路をピストン式ポンプで圧送したものである。以下に、実験の内容と結果について報告する。

2. 実 験 方 法

2.1. 実験設備と圧送方法 圧送用管路は SGP 6B × 214mm で、図-1のごとく二連式のピストン型の圧送ポンプ NCP-7（主電動機45KW, 200V）とアジテータホップを介して閉回路型に構成する。

輸送土の作成はミキサに試料土を投入して水分調整後に5分間の混練りをし、アジテータホップ内に移送する。ポンプは、最大吐出圧55.5kgf/cm² に調整し、通常可変の吐出量を実験では圧送速度1～4速（吐出量；14, 20, 28, 35m³/Hに相当）と段階的に設定する。また、管内圧力および流量の測定には、ひずみ型圧力センサと電磁流量計を設け、パソコンによる自動計測を実施する。

2.2. 実験ケースと供試材料 ケースⅠでは川砂にミノソイルを加え、ケースⅡでは現場発生土に川砂およびミノソイルを加えて、表-1に示す試料土に調整する。各ケースでは、試料土中の細粒分、気泡の混合比（気泡混合率λ；VOL%）を、最初に多くして徐々に減らす。最後に気泡だけを追加注入して気泡の効果をみる。気泡はD0フォームD 3%水溶液に起泡添加剤の1%Wt分を添加した起泡材を10倍に発泡して用いる。

3. 実 験 結 果 と 考 察

3.1. ケースⅠ 細粒分を調整した川砂の気泡土の性状は、輸送時に含水比w=27～29%、スランプ値で20～24cmであった。図-2に4速で圧送した際の管内圧力と距離との関係を示す。

細粒分が24%から19%に低下すると管内圧力も下がり、吐出圧力で40kgf/cm² から30kgf/cm² になった。この間、気泡混合率λが小さくしたがスランプは増えており、砂分の微増により粘着力が低減したものと判断され、細粒分を更に少なくしても圧送可能と推定された。次に、気泡混合率λを14%から50%に上げると、吐出圧力は20kgf/cm² に下がった。

管内圧力は、λ=20%以上で同一の配合状態にあれば、圧送速度によらずほぼ一定であった。

試料土番号 (土質呼称)		(川砂)	(現場発生土)	(ミノソイル)	実験ケースⅠ用			実験ケースⅡ用		
					①	②	③	④	⑤	⑥
粒 度 特 性	礫分(2000μm以上)%	11	38	—	11	8	10	23	16	27
	砂分(74-2000μm)%	88	56	10.0	65	69	71	40	52	57
	シルト分(5-74μm)%	1	6	39.5	4	5	1	21	16	7
	粘土分(5μm以下)%			50.5	20	18	18	16	16	9
	最大粒径 mm	9.52	50.8	—	9.52	4.76	9.52	50.8	38.1	50.8
土粒子の比重 Gs		2.749	2.729	2.70	2.771	2.767	2.781	2.786	2.764	2.759

表-1 使用材料と試料土の土質性状

3.2. ケースⅡ 最大50mmのレキが混入する現場発生土を調整してレキ分25%前後で送ったこのケースでは、輸送時の含水比 $w=22\sim25\%$ 、スランプが $18\sim25\text{cm}$ であった。図-3に4速で圧送時の管内圧力と距離との関係を示す。細粒分を37%から18%まで下げると、管内圧力は 40kgf/cm^2 に上昇した。同時に、気泡混合率 λ が9%と少なくなったことから、気泡を増やして $\lambda\approx30\%$ 近くに調整したが、吐出圧力は実験中の最大値 50kgf/cm^2 を記録し、ポンプ能力は限界に近い状態となった。これは気泡が過剰になると、土砂の圧縮量が大きくなりすぎると思われる。これらの土砂は、消泡材を散布して気泡を消滅するとスランプ8cm前後となり、気泡がなくては圧送できないものであった。

4. む す び

(1) レキ混り砂質土において細粒分が少なくも18%あれば、その気泡土を圧送できる。

(2) レキ分が10%前後で細粒分が19%程度ある砂質土の場合には、気泡混合率を50%にすると管内圧力は $2/3$ になる。

(3) 最大レキ径50mmのレキ分が約30%、細粒分18%の場合には、気泡混合率 λ を10%前後におさえた方がよい。 λ を30%近くになると、土砂の圧縮量が過大となり圧力上昇を招く。

(4) 気泡混合率 λ が20%以上になると、圧力損失に対する圧送速度の影響は小さくなる。

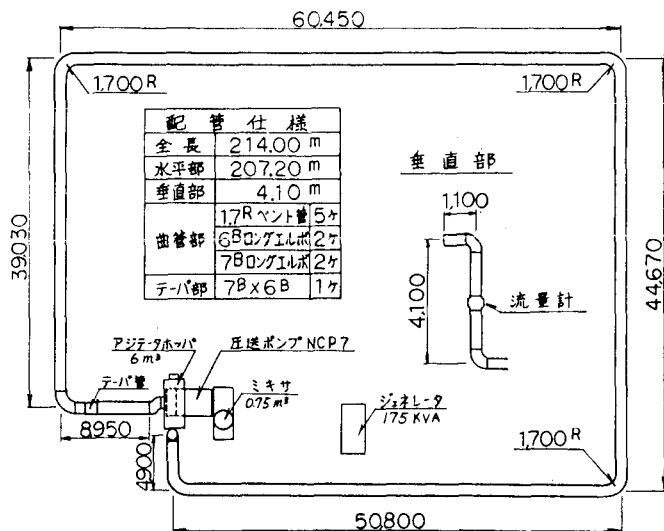


図-1 実験設備の配置図

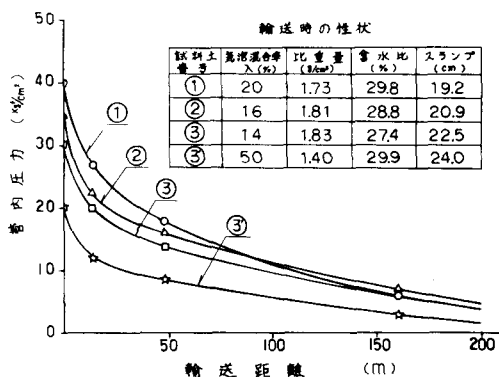


図-2 輸送土質性状と管内圧力（ケースⅠ）

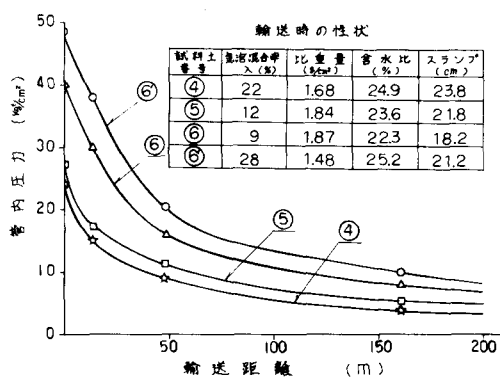


図-3 輸送土質性状と管内圧力（ケースⅡ）

参 考 文 献

- 1) 羽生田、藤原、山下：下水道工事への気泡シールド工法の適用、大林組技術研究所報、NO.32、(1986)、pp. 62～68
- 2) 斉藤、藤原、羽生田、田中：気泡シールド工法における掘削土の連続輸送に関する基礎実験、大林組技術研究所報、NO.27、(1983)、pp.107～111