

27. セグメント清掃とその周辺機器

鶴見製作所 窪 泰人・埜田 忠治

*水城 文生

1. まえがき

下水道 電力、共同清等、シールド工事は全国各地で盛んに行なわれて居ります。今回弊社に於いて開発しましたセグメント清掃機は、こうしたシールド掘削工事の際に伸縮管付近及びセグメント裏込め注入時の洩れた泥水、セメントミルクが台車レール下に堆積した泥土を流体輸送方式にて排除しようとするもので、開発以来多くの現場にて御使用頂き、高い評価を受けて居ります。こうしたインバート清掃作業は、従来人介戦術で堆積した泥土をスコップで袋に詰め、これを台車に積んで抗外へ運搬する方法で行って来ました。その後、真空ポンプを利用した流体輸送がスタートした訳ですが、この際を通りの方法が生まれました。一つはシールド構内に直接機械を持ち込み、堆積した泥土を真空ポンプの吸引力を用いて一度バケツに納め、これを構外へ排出する方法か又は一度吸引した土砂をポンプにて揚送するものが派生するに至った。他の方法としては発進抵抗に装置を設置した真空機械と掘進時に使用した送排泥管とを接続して清掃作業先端約1000m程度の距離を連続清掃する事が出来る方法の二つがあります。前者の特長は清掃場所に於ける吸引力が強く、高い作業性が得られる反面後方へ泥水を送る方法に難点がある他、作業段取りとして足場板及び完了区間の配管を作業区間から取り外す際に狭い場所での作業性、安全性の面にも難点がある様に想われ、又後方圧送に際しての機トラブル発生の要因と成り易かった。これは狭所に於ける作業性を高める為に機械を小型化する事を優先した事が事故の起因とも考えられます。後者の場合の特長は狭いシールド構内へ機を入れずに後方に設置した装置に送排泥管を接続するだけでよく、先端作業場所への状態はサクションホースにて作業が出来る軽便な物として作業性、安全性面を従来の装置をはるかに上回る性能が得られるに至った。

2. 機製作に当るその着眼点

上記の二つの方式の中から、機製作に当る後者を選び製作に当った。又後方へ設置する事に対して送排泥管(通常4^φ程は6^φ)を通して吸引するため、適正な吸気量(過大な吸気量では吸気量自体の圧損が発生する)を決める事と、充分なる真空度が得られる様な事から水封式真空ポンプを採用し、さらに吸引した泥水、特にセメントミルクの硬化したものをタンク外へ排出する事が最も重要な要素であるため、硬化したものを水中ポンプ下方に取り付けられた攪拌羽根車を粉碎する事をトラブルを防ぐ事を考えた。又作業性を考慮し連続運転に対して十分なる配慮を行う事により、使い易い機とする事を多くの現場を頂いた御意見をもち込んで居ります。

3 構造及び特徴

本機の構造は図1に示す様に、真空ポンプ、水中サンドポンプ、真空ポンプ用の冷却水タンク、セパレートタンク、吸気タンク、そして操作盤とから構成されています。

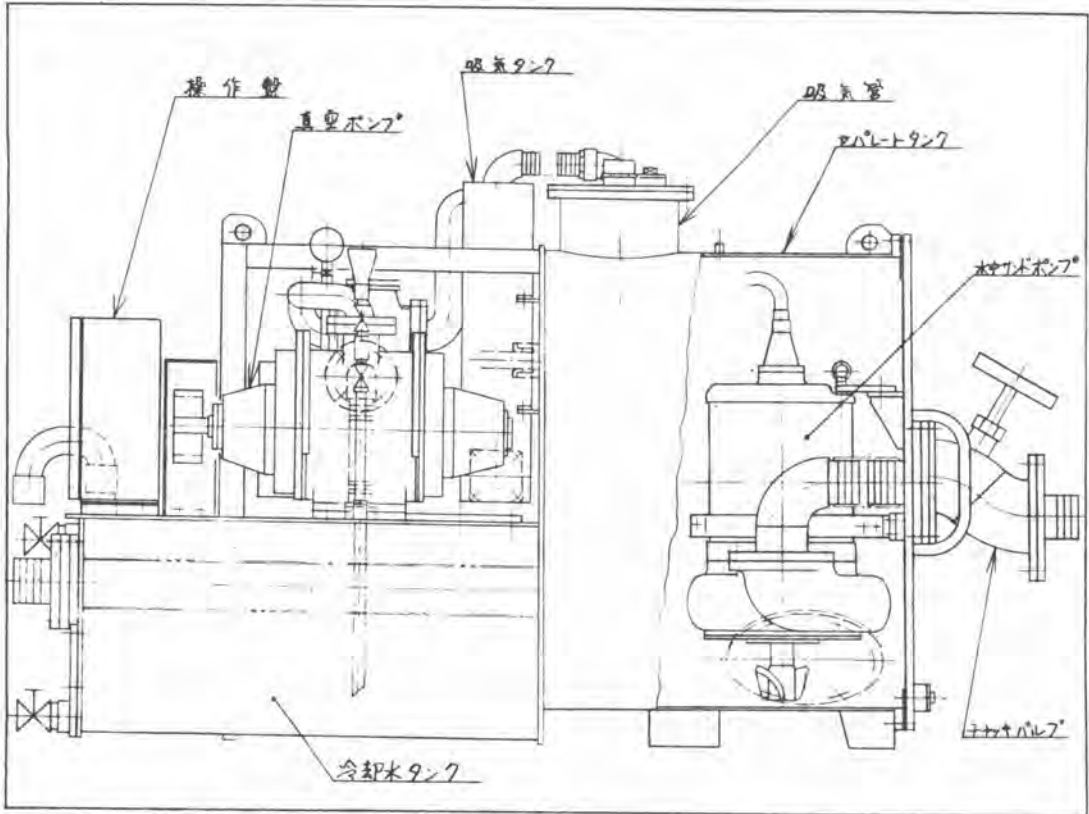


図1 構造断面図

本機内の流体の流れは、図2に示す様な流れとなります。真空ポンプの運転により、吸気タンク、セパレートタンク、吸水管の順で真空となり吸水管の先端より回収物(泥水、ヘドロ他)を吸引します。吸引された回収物は、セパレートタンク内に入り重力により気液分離され、土砂、ヘドロ等を含んだ液体のみ水中サンドポンプによって、タンク外の任意の所まで排送されます。

又、分離された気体は吸気タンクに入り飛沫を最小限におさえ真空ポンプに入ります。真空ポンプの排気水は冷却水タンクに入り、気体のみタンク外へ排気します。液体は冷却水タンクの冷却水(清水)により冷され再び真空ポンプの循環水として真空ポンプに入ります。

この一連の動作が連続して行われます。

次に真空ポンプ、水中サンドポンプはセパレートタンク内に装備された電極棒で、セパレートタンク内の水位により運転、停止が自動的に行われる様になっています。これは水中サンドポンプの排送量より、真空ポンプによる吸引量の方が多くなると場合などセパレートタンク内の水位がより真空ポンプへ泥水が入りこむ危険がある時(図3のAに水位が到達した時)、真空ポンプを停止させ、水位が下ると再び真空ポンプの運転を開始します。(図3のCの水位で再運転)

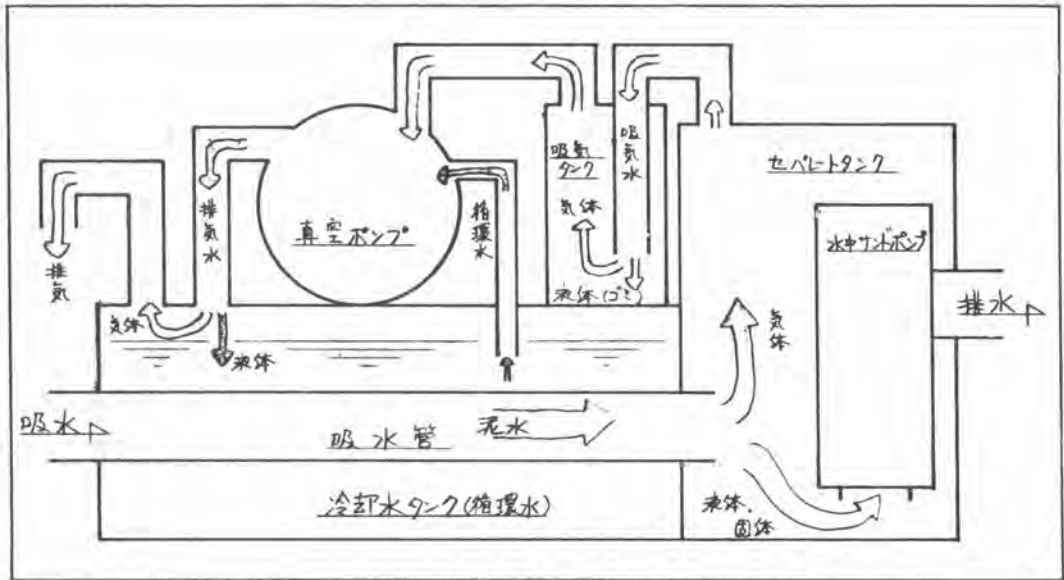


図2 装置内の流体の流れ

又、スーパーズ運転による水中サンドポンプの異常摩耗の防止や、安定排送の為水中ポンプは設定水位の範囲(図3のa~dの範囲)でのみ運転するようにしています。真空ポンプと排水ポンプを組合せた装置が一番問題となるのは、真空ポンプへの泥水の流入防止対策と連続的な吸水、排水です。前者の問題は、図1の吸気管によって飛沫を最小限におさえ、吸気タンクで異物を沈殿させる事によって、又、水位上昇時は真空ポンプを停止させる事によって真空ポンプを保護しています。

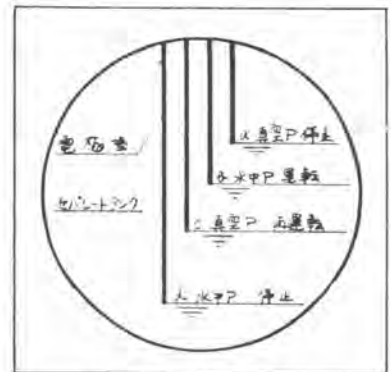


図3 水位による運転状態

後者の問題は、水中サンドポンプをセパレートタンク内に装備し、排出側にバルブを付けたことにより、連続的な吸排水を可能にしました。

装置の仕様

- | | |
|-------|--|
| 真空ポンプ | $\left\{ \begin{array}{l} 7.5 \text{ kW} \times 1750 \text{ LPM} \text{ 液封式真空ポンプ (Vベルト駆動)} \\ \text{最大真空度 } 740 \text{ mmHg} \quad \text{最大吸入量 } 3.8 \text{ m}^3/\text{min} \end{array} \right.$ |
| | |
| | $\left\{ \begin{array}{l} 11 \text{ kW} \times 1450 \text{ LPM} \text{ 液封式真空ポンプ (Vベルト駆動)} \\ \text{最大真空度 } 710 \text{ mmHg} \quad \text{最大吸入量 } 5.7 \text{ m}^3/\text{min} \end{array} \right.$ |
| | |

真空ポンプ2機種使用

排出ポンプ(水中サンドポンプ) 11 kW x 4 P

最大揚程 19 m 最大吐出量 3.2 m³/min (5 m時)

重量 1200 kg 寸法 幅 1170 mm、高さ 1320 mm、長さ 2200 mm

4 実施例

表 1 実施例

工事名略称	真空ポンプ出力 (kW)	シールド径 (mm)	吸泥管輸送 距離(m)	吐出揚程 (m)	備考
A 下水工事	7.5	1850	500	0	片番 50R
B 雨水幹線工事	7.5	4150	400	11	片番 20R
C 下水道幹線工事	7.5	2500	600	0	片番 35R
D 下水道幹線工事	11	2500	1000	0	片番 50R
E 下水道幹線工事	11	2000	485	0	片番 40R
F 下水道幹線工事	11	2150	800	0	片番 50R
G 幹線下水工事	7.5	1900	440	10	
H 下水工事	7.5	1850	600	0	下勾配 4‰
I 下水工事	7.5	2300	900	0	上勾配 $\frac{1.5}{1000}$
J 下水工事	11	2200	740	2	上勾配 $\frac{4}{1000}$

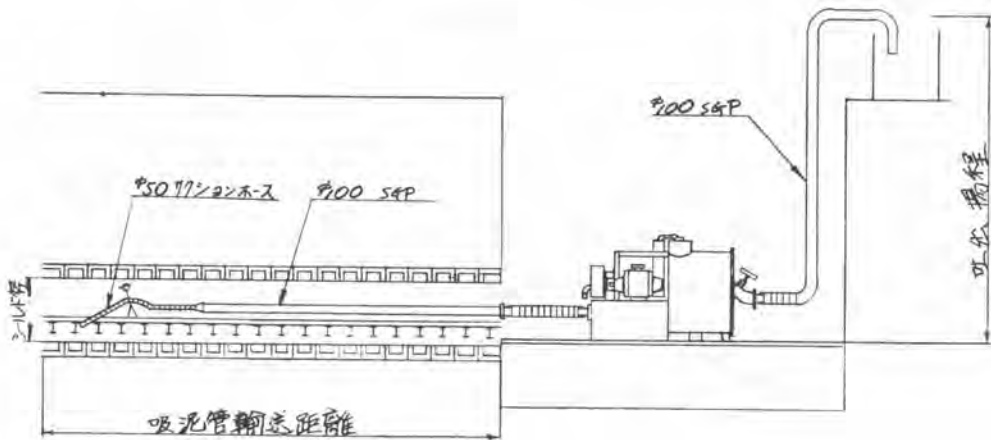


図 4 現場フローシート

5 考察及び今後の方針

上記の実施例より、真空ポンプ7.5kWで吸泥輸送距離600m下勾配4‰を考慮しますと、十分性能を発揮したものと考えます。又、真空ポンプ11kWで吸泥輸送距離1000m、処理量片番50R（シールド径2500φ）は、当初の目的を満足するものであり、現場に於ても十分期待できるものと考えます。今後は本機を小型化し（シールド径の半分に納まる寸法）掘進中に於ても、切羽ヘド口の吸取排除や伸縮管接続作業の泥水排除などの作業が行える装置の開発を考へております。