

c. 最大主応力度 (引張)

実物ダムに換算した満水位 490 m の場合の最大主応力度, すなわち, 最大引張応力度は 図 33-11 に示すとおりで, その最大値は, 下流面測点 5 に生じ, 37.35 kg/cm² になっている。この値は相当大であるからひびわれを生ずるおそれが大であるので, 本設計の堤体の形状寸法を修正する必要があると思われる。

d. 最大せん断応力度

満水時水位 490 m における最大せん断応力度を求めると, その最大値は下流面測点 15 に生じ 34.16 kg/cm² に達している。この値はやや大であるが, コンクリートの品質を適当に選定することより許容し得るものと思われる (図 33-9, 図 33-10, 11 参照)。

34. 自動揚水機現場試験について

旭川開発建設部 宮本三郎
阪木一之

§1. 結 論

自動揚水機が現在本州山間僻地で僅かに利用されているが, 北海道においては使用される段階になつておらず, その性能および設置条件などの現場試験のデータは少なく, 僻地の無水地帯の揚水計画に組み入れたいと思ひ, 昭和 31 年より試験し, 試験結果を 1 部 32 年度農業土木学会に発表済であるが, 更に昨年度揚水性能の再検討, 冬期間運転試験, 連続運転による故障の検討, 揚水管ジョイントの改良などを行ない, その結果を報告し, 参考に供したいと思う。

§2. 試 験 要 領

| 機 種 | D ₂ 型 | D ₂ 型 | D ₂ 型 | D ₃ 型 | D ₃ 型 |
|----------|------------------|------------------|---------------------------------------|---|---|
| 試 験 地 | 空知郡南富良野村落合 | 空知郡南富良野村落合 | 上川郡当府町緑郷 | 上川郡当麻町緑郷 | 上川郡当麻町緑郷 |
| 試 験 期 間 | 昭和 31 年 8 ~ 10 月 | 昭和 32 年 11 月 | 昭和 33 年 8 月, 昭和 34. 1 ~ 3 月 | 昭和 32 年 7 ~ 10 月 | 昭和 33 年 6 ~ 8 月 |
| 取 水 源 | 落合地区幹線水路頭首工取水 | 落合地区幹線水路頭首工取水 | 当麻地区左岸幹線水路調節口 | 当麻地区左岸幹線水路調節口 | 当麻地区左岸幹線水路調節口 |
| 導水管落差 | 25 m | 2.7 m | 3.14 m | 3.14 m | 3.14 m |
| 導水管傾斜角 | 7°30' | 8°5' | 6°30' | 6°30' | 6°30' |
| 導水管径 | 2 吋 | 2 吋 | 2 吋 | 3 吋 | 3 吋 |
| 導体使用材料 | ガ ス 管 | ガ ス 管 | ガ ス 管 | 鋳 鉄 管 | 鋳 鉄 管 |
| 導体使用長 | 19.20 m | 19.20 m | 28.0 m | 28.0 m | 28.0 m |
| 揚水管径 | 25.0 mm | 25.0 mm | 0~90.3 m 25 mm 99.30~211.2 m 40 mm | 0~101 m 40 mm 101~146 m 30 mm | 0~101.4 m 40 mm 101.4~184.35 m 30 mm |
| 揚水管使用材料 | 硬質ビニールパイプ | 硬質ビニールパイプ | 硬質ビニールパイプ | 硬質ビニールパイプ | 硬質ビニールパイプ |
| 導水管ジョイント | ガス管ソケット | ガス管ソケット | ガス管ソケット | 鉛コーキング | 鉛コーキング |
| 揚水管ジョイント | テーパージョイント | テーパージョイント | ビニールパイプを熱処理して直接接合接着剤ダソロップ, スーパーボンド | ビニールパイプを熱処理して直接接合接着剤スロン, タンローブ, スーパーボンド | ビニールパイプを熱処理して直接接合, 接着剤タンロップ, スーパーボンド |

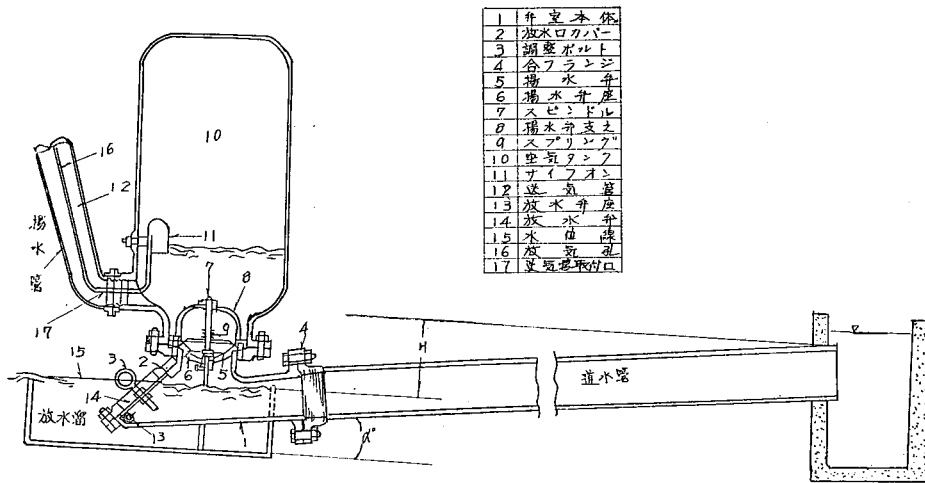


図 34-1 ポンプの構造および位置図

ポンプ据付けに当っては導水管および揚水管のジョイントには細心の注意をはらつてコーキングを行ない、揚水管の途中で上下の彎曲をなくして空気の停滞を防ぎ、取水口にはスクリーンを設け、ゴミ類の流入を防ぎ、また機械は基礎コンクリートを打ち衝撃による機体の振動をなくしてできるだけ揚水の効率をあげるようにした。

§3. 夏期性能試験

1. 揚程と揚水量の関係

D₂型およびD₃型の揚程と揚水量の関係は昭和31~32年度の試験結果は次表のとおりである。

| 材 積 | D ₂ 型 | | | | D ₃ 型 | | |
|-----------|------------------|--------|------|-------|------------------|--------|--------|
| | 31 年 度 | 32 年 度 | | | 32 年 度 | | |
| 導水管落差 (H) | 2.5 m | 2.7 | 2.7 | 2.7 | 3.14 m | 3.14 m | 3.14 m |
| 揚水管落差 (h) | 36.9 m | 20.0 | 30.0 | 36.9 | 23.54 | 35.50 | 42.17 |
| 倍 率 (h) | 14.0 | 7.4 | 11.1 | 14.2 | 7.4 | 11.3 | 13.4 |
| 放水弁打数 (n) | 25 回/分 | 〃 | 〃 | 〃 | 23.0 | 〃 | 〃 |
| 揚水管長 (l) | 109.7 m | 57.6 | 23.0 | 109.7 | 101.0 | 129.0 | 146.0 |
| 揚水量 (Q) | 4.4 l/min | 12.0 | 12.0 | 6.6 | 21.4 | 7.5 | 4.1 |

以上のように試験条件が異なるため、D₂型とD₃型の性能差がわからず33年度は試験条件を同じにした。結果は表34-1, 2および図34-2のようになり揚程が高くなると急激に揚水量が減少している。また、揚程が倍率 $\left(\frac{h}{H}\right) = 3$ 以下になると圧力のバランスが崩れ運転不調になり運転を中止した。

2. 放水弁打数と揚水量の関係

D₃型にて放水弁打数と揚水量の間に図34-3の関係が認められた。すなわち、打数が少ない程揚水量が多く、打数の増加にしたがい揚水量は減少している。ここで水源が多く取り得る所は効率が低くても揚水量の多い、少ない周期に水源が少ない所では効率のよい多周期にもつていつたらよいと思う。なお、D₃型については23回、D₂型では25回より打数を少なくすると運転を中止した。

表 34-1 D₂ 型 揚水性能表 (昭和 33 年度)

| 導水管落差 (H) (m) | 揚水管落差 (h) (m) | 倍率 $\left(\frac{h}{H}\right)$ | 揚水管径 (d) (mm) | 放水弁打数 (n) | 揚水管長 (l) (m) | 揚水量 (Q) (ℓ/min) |
|------------------|------------------|-------------------------------|------------------|-----------|-----------------|--------------------|
| 3.14 | 11.4 | 3.63 | 25 | 27 回/分 | 68.60 | 21.4 |
| " | 12.55 | 4.03 | " | " | 72.30 | 21.2 |
| " | 13.65 | 4.35 | " | " | 75.05 | 19.6 |
| " | 14.79 | 4.71 | " | " | 78.30 | 18.2 |
| " | 15.09 | 4.80 | " | " | 81.30 | 18.2 |
| " | 17.80 | 5.67 | " | " | 85.50 | 16.6 |
| " | 19.80 | 6.31 | 40 | " | 90.30 | 15.4 |
| " | 21.60 | 6.88 | " | " | 95.10 | 14.2 |
| " | 23.00 | 7.32 | " | " | 98.50 | 12.2 |
| " | 24.30 | 7.74 | " | " | 101.50 | 10.8 |
| " | 25.80 | 8.22 | " | " | 104.60 | 8.8 |
| " | 27.10 | 8.63 | " | " | 107.60 | 8.4 |
| " | 30.00 | 9.55 | " | " | 114.20 | 8.2 |
| " | 31.90 | 10.16 | " | " | 117.80 | 7.7 |
| " | 36.41 | 11.59 | " | " | 129.20 | 6.7 |
| " | 42.40 | 13.50 | " | " | 144.10 | 5.0 |
| " | 51.20 | 16.31 | " | " | 166.70 | 5.0 |
| " | 52.22 | 16.63 | " | " | 170.10 | 4.1 |
| " | 56.00 | 17.83 | " | " | 178.80 | 3.6 |
| " | 65.10 | 20.73 | " | " | 200.30 | 3.5 |
| " | 66.00 | 21.02 | " | " | 204.70 | 3.4 |
| " | 68.50 | 21.82 | " | " | 211.20 | 3.3 |

表 34-2 D₃ 型 揚水性能表 (昭和 33 年度)

| 導水管落差 (H) (m) | 揚水管落差 (h) (m) | 倍率 $\left(\frac{h}{H}\right)$ | 揚水管径 (d) (mm) | 放水弁打数 (n) | 揚水管長 (l) (m) | 揚水量 (Q) (ℓ/min) |
|------------------|------------------|-------------------------------|------------------|-----------|-----------------|--------------------|
| 3.14 | 11.68 | 3.72 | 40 | 25 回/分 | 70.60 | 40.4 |
| " | 14.05 | 4.47 | " | " | 75.30 | 36.0 |
| " | 15.49 | 4.93 | " | " | 80.00 | 31.2 |
| " | 16.76 | 5.34 | " | " | 84.70 | 28.8 |
| " | 19.84 | 6.32 | " | " | 89.40 | 27.3 |
| " | 20.87 | 6.65 | " | " | 94.10 | 23.8 |
| " | 23.01 | 7.33 | " | " | 97.75 | 23.2 |
| " | 24.25 | 7.70 | 30 | " | 101.40 | 20.7 |
| " | 26.55 | 8.46 | " | " | 105.05 | 20.0 |
| " | 28.25 | 9.00 | " | " | 108.70 | 19.2 |
| " | 29.75 | 9.44 | " | " | 112.35 | 17.5 |
| " | 30.69 | 9.77 | " | " | 116.00 | 16.0 |
| " | 32.85 | 10.46 | " | " | 119.65 | 14.5 |

| 導水管落差 (H) (m) | 揚水管落差 (h) (m) | 倍率 ($\frac{h}{H}$) | 揚水管径 (d) (mm) | 放水弁打数 n | 揚水管長 (l) (m) | 揚水量 (Q) (l/min) |
|------------------|------------------|----------------------|------------------|---------|-----------------|------------------------|
| 3.14 | 33.87 | 10.79 | 30 | 25 回/分 | 122.30 | 14.8 |
| " | 34.85 | 11.09 | " | " | 125.95 | 13.1 |
| " | 37.10 | 11.82 | " | " | 129.60 | 12.7 |
| " | 38.20 | 12.17 | " | " | 133.25 | 11.6 |
| " | 40.10 | 12.77 | " | " | 140.55 | 10.8 |
| " | 42.70 | 13.60 | " | " | 144.20 | 9.9 |
| " | 43.85 | 13.76 | " | " | 147.85 | 9.8 |
| " | 44.85 | 14.28 | " | " | 151.50 | 9.5 |
| " | 46.45 | 14.78 | " | " | 155.15 | 8.9 |
| " | 47.68 | 15.18 | " | " | 158.80 | 8.5 |
| " | 49.28 | 15.69 | " | " | 162.45 | 8.1 |
| " | 50.75 | 16.16 | " | " | 166.10 | 8.1 |
| " | 52.70 | 16.78 | " | " | 169.75 | 7.2 |
| " | 54.50 | 17.36 | " | " | 177.05 | 6.8 |
| " | 57.27 | 18.25 | " | " | 184.35 | 6.7 |

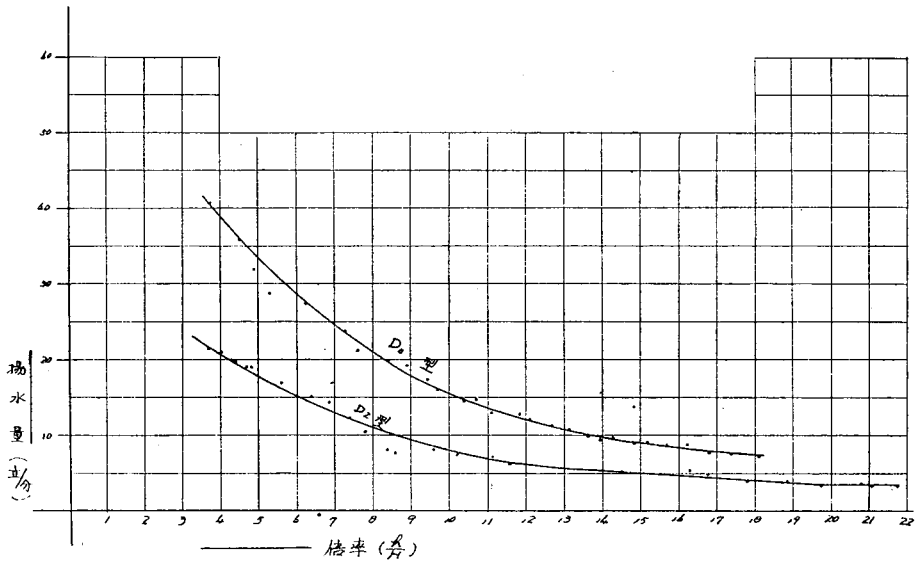


图 34-2 揚水性能图 (昭和 33 年度)

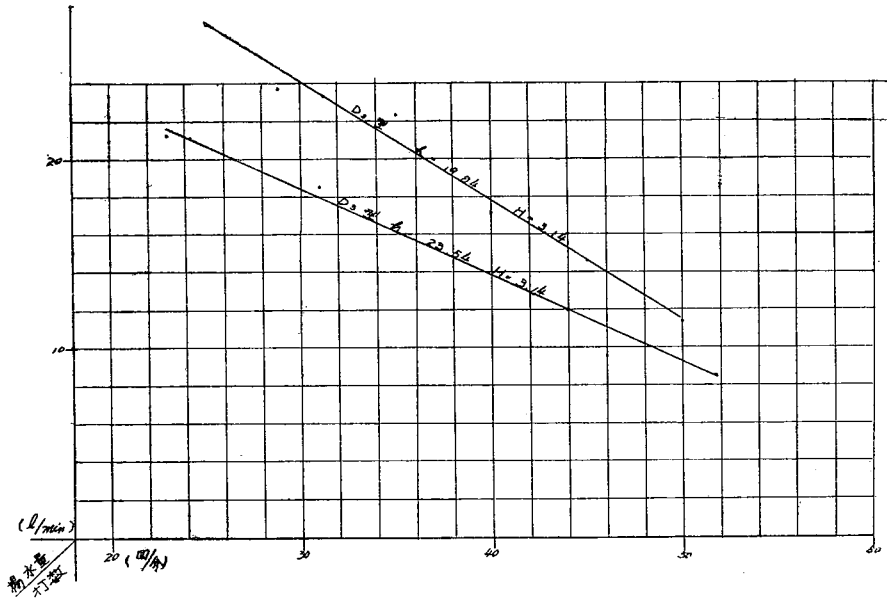


図 34-3 放水弁打数と揚水量の関係

§ 4. 運転に必要な源流量の測定

D₃型において 32 年度揚程 23.54 m, 揚水量 21.4 l/min 最大揚水時に導水管入口の取水槽の水位を一定にし放水槽から流れるポンプ放水量を放水溝で三角堰で測定, 放水量とその時の揚水量の和を運転に必要な源流量とした。

放水量 $Q_1 = 2.54 \text{ l/sec (152.4 l/min)}$

揚水量 $Q_2 = 0.36 \text{ l/sec (21.4 l/min)}$

$Q_1 + Q_2 = 152.4 \text{ l/min} + 21.4 \text{ l/min} = 173.4 \text{ l/min}$

すなわち, 必要な源流量は 173 l/min となり揚水量の 9 倍位ある場所であれば, ポンプの最大揚水時ににおいて運転が可能と考えられる。なお, 揚水量が少なれば源流量も少なくともよいと思われるので, 各揚程において各放水弁の打数による放水量を測定し, 運転に必要な最小源流量を調べるべきであるが測定できなかつた。

§ 5. 冬期運転試験

北海道特に道北, 道東地方のような厳寒地におけるこの種ポンプ使用可否および防寒に要する経費の検討をするため, 厳寒期の今年 1 月~2 月に運転し下記試験を行なつた。

試験機種は D₂ 型を使用し, 設置条件は夏期試験と同じくし, ポンプ本体は古材利用による壁間に鋸屑を詰めた二重板壁の管理小屋を建て放水槽, および放水弁の凍結を防ぎ, 導水管は平均 70 cm の覆土を行なつた。

1. 揚水管を防寒しない場合

昼間気温 +2°C の時運転状態を測定し, 以後運転を続け気温の下るのを待つて揚水量と揚水管の凍結状態を測定した (表 34-3 参照)。

表 34-3 凍 結 状 態 表 (昭和 32 年 2 月 18 日)

| 気 温 (°C) | 水 温 (°C) | 放水弁打数 | 管 理 小 屋 室 温 (°C) | 揚 水 量 (ℓ/min) | 運 転 状 態 | 凍 結 状 態 | 揚 水 管 管 内 流 速 |
|-------------|-------------|--------|------------------------|------------------|---------|------------------|------------------------------|
| +2 | 0.5 | 27 回/分 | +1 | 16.0 | 正 常 | 凍 結 せ ず | 0.33 m/sec 色素投入法 による測定 |
| 0 | 0 | 〃 | +1 | 〃 | 〃 | 〃 | |
| -2 | 0 | 〃 | 0 | 〃 | 〃 | 〃 | |
| -3.5 | 0 | 〃 | 0 | 15.8 | 〃 | 〃 | |
| -5 | 0 | 〃 | -0.5 | 15.5 | 〃 | 管の周辺より 一部凍結始む | |
| -6 | -0.5 | 〃 | -0.5 | 12.3 | 不 調 | 〃 | |
| -7 | -0.5 | 〃 | -0.5 | 5.7 | 〃 | 管径の 1/4 程 度凍結 | |

上表のように揚水管を防寒しないで、運転した場合は $-6^{\circ}\sim-8^{\circ}\text{C}$ にて凍結を開始し運転は不調になった。

2. 揚水管を雪で防寒する場合

防寒費をかけないため雪中に揚水管を平均 70 cm 程度埋設して 1. と同じ条件で連続昼夜運転し凍結状態を観測したが、気温低下による凍結もなく 2 月 25 日 -20°C の寒波が襲来しても全然凍結しないで運転を続けた。

埋設深 70 cm の雪中温度は表 34-4 のとおりである。

表 34-4

| | | | | | | |
|---------|------------------------|------------------------|----------------------|------------------------|------------------------|-----------------------|
| 気 温 | -1.5°C | -3°C | -5°C | -7.5°C | -11°C | -13°C |
| 雪 中 温 度 | -0.5°C | -0.5°C | -1°C | -1.5°C | -1.5°C | -2°C |

したがって本試験には水路による冷水を使用したが、できれば温度の高い湧水が望ましく管の凍結防止には雪中埋設程度でよいと思われる。

§ 6. 故障、管理および利用面の検討

1. 故障、管理の検討

D_2 型については 32 年には、① 揚水弁破損 (揚水弁摩耗による)、② 放水弁破損 (ゴムパッキンの摩耗による) をみたが、昨年度は放水弁のゴムパッキンを使用しない改良型としたため故障はなくなり、 D_3 型については 32 年度に放水弁軸受部が少なく摩耗したが、33 年度もその連続運転を行なつたが、余り摩耗は進行しなかつた。また、揚水管のジョイントに 32 年はビニール・ソケットを使用すると、高圧のためしばしばはずれたが熱処理によるソケットなしの直接接合をすると、かなりの好結果が得られた。

管理には毎日 1 回観測に出かけ、放水弁調整ネジのゆるみ、スクリーンの掃除、管のジョイントの状態、放水面の加減を点検するのに 2~3 時間を要した。

2. 利用面の検討

(イ) 簡易水道用

農家 1 戸当たり 1 日の給水量を表 34-5 のようにすると、1 日 560 ℓ でこの外に損失を 50% 見込むと 1 日の必要供給量は $560 \text{ ℓ/日} \times 1.5 = 840 \text{ ℓ/日}$ 、これを 10 時間で揚水すると 1 分間 $840 \text{ ℓ}/10 \times 60 \text{ min} = 1.4 \text{ ℓ/min}$ 必要となる。

今、 D_3 型では $H=19.84 \text{ m}$ で 27 ℓ/min 揚水可能とすると 27 ℓ/1.4 ℓ = 19 戸分、 D_2 型では $H=19.80 \text{ m}$ で 15.0 ℓ/min 揚水可能とすると、5.0 ℓ/1.4 ℓ = 11 戸分が揚水可能と思われる (表 34-5 参照)。

表 34-5

| 種 目 | 員 数 | 単位用水量 | 全 水 量 | 種 目 | 員 数 | 単位用水量 | 全 水 量 |
|-----|-----|-------|-------|-------|-----|-------|--------|
| 人 | 5人 | 50ℓ | 250ℓ | 山 羊 | 2頭 | 5ℓ | 10ℓ |
| 乳 牛 | 1頭 | 150 | 150 | 鶏 | 50羽 | 0.2 | 10 |
| 馬 | 1〃 | 50 | 50 | 雑 用 水 | | | 50 |
| 豚 | 2〃 | 20 | 40 | 計 | | | 560ℓ/日 |

(ロ) 水田灌漑用

水田平均用水量を2.46ℓ/sec/ha (溝口博士実測資料) とする D₃型揚水量 27ℓ/min=0.45ℓ/sec 程度では 0.28ha しか灌漑面積を有せず、これらの機種1台では北海道の農家水田規模にマッチしないので不適當と考えられる。

(ハ) 地質調査ボーリング供給水

ボーリング用としては送水能力が 20ℓ/min あれば試錐可能と考えられるので利用も考えられる。

(ニ) その他

果樹園、畑地灌漑などの利用も考えられ検討すべきであると思う。

§ 7. 結 び

以上が自動揚水機の現場試験の概要であるが、これらの数少ない不備な試験データで結論を導くことは危険を伴うものであるが、この種ポンプが僻地における無水地帯の揚水計画にかなり利用され得ると思われる。

本試験において終始御指導をいただいた諸先輩に謝意を表したい。

35. ウブシ地区ポンプ客土工事計画について

留萌開発建設部 千葉正雄
大津利治

1. 計 画 概 要

本地区は天塩郡天塩町地区内天塩川下流左岸に展開する泥炭湿地がその大部分を占める 地区面積 4,131 町歩の原野であり、ウブシ団地 2,796.6 町歩、1,334.7 町歩の 2 団地よりなる。

本地区のポンプ客土施工面積は、全要客土面積 1,716 町歩 (ウブシ団地 1,071 町歩、円山団地 645 町歩) のうち、技術的また経済的に馬搬にては困難と思われる地区中央部の 1,109 町歩 (ウブシ団地 700 町歩、円山団地 409 町歩) を対象としている。送泥土量は、ウブシ団地 288,000 m³、円山団地 172,000 m³、計 460,000 m³ を予定し、その送土工事は、昭和 34 年度より 40 年にわたる 7 カ年の計画であり、客土面積が 2 団地にわたる関係上、昭和 38 年にはウブシ団地より円山団地へ送土機器の移設を行なうがこの両団地における客土工法は全く同様である。

本ポンプ客土計画の諸元は表 35-1 のとおりであつて、以下泥土化方式の決定までの経過について述べる。