

小型基礎 壓氣潜函送氣方式概要

正會員 松本光夫*

要旨

従来実施せられたる潜函基礎工法に於ける一元的送氣方式即ち空氣壓縮機により發生せられたる低壓壓縮空氣を空氣溜槽に貯溜し、單一主管により氣閘及び潜

函作業室とに同時に送氣する單一送氣方式に對して、二元的送氣方式即ち空氣壓縮機により高壓及び低壓壓縮空氣を發生せしめ氣閘と潜函作業室とに分離送氣する分離送氣方式の可能性と經濟性を述べ、單一、分離兩送氣方式の送氣理論とその實際を比較し、單一分離兩方式を併

用せる綜合送氣方式を概説する。

第一章 送氣方式とその所要空氣量

單一送氣方式 従来実施せられ居る送氣方式にして圖-1の如く空氣壓縮機により發生せられたる壓縮空氣は空氣貯溜槽を経て單一主管により空氣調節室に至り送氣壓力及び送氣量を調節しつゝ、潜函作業室と氣閘とに送氣する。

分離送氣方式 従來の送氣方式と趣を異にし、氣閘と潜函作業室とに對して送氣系統を別個のものとし、氣閘には高壓壓縮空氣を、作業室には低壓壓縮空氣を送氣する方式にして人氣閘には作業室内低壓壓縮空氣を送氣する圖-2の如し。

然して各送氣方式とその所要空氣消費量を時間-空氣量曲線により示せばその送氣理論は次の如くである。

第一節 單一送氣方式に於ける所要空氣消費量

1 作業室の排水を完全にすに一時的に要する所要空氣量 Q_I m³/分

作業室に浸水せる水を排除するに要する空氣量にして、排除すべき水の抵抗に打ち克つべき壓力を必要とし時間-空氣量曲線にて示せば圖-3の如くにして、

$$Q_I = \frac{Pv(1+L)}{t} \text{ [m}^3\text{/分]} \dots\dots\dots (1)$$

Q_I ……作業室の排水を完全にすに要する空氣量 [m³/分]

V ……作業室容積(堅管等を含む) [m³]

L ……安全係數 0.2~0.3

t ……函内の水を排除するに要する時分[分]

P ……函内蓋對壓力 [atm]

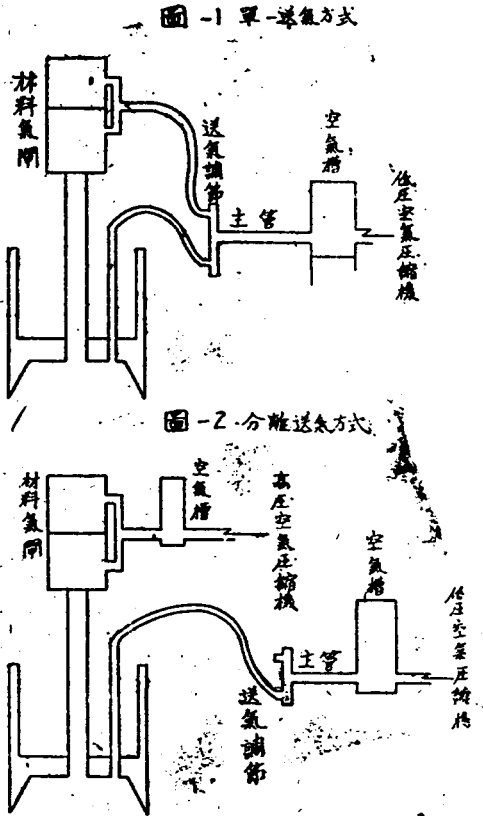


圖-1 單一送氣方式

圖-2 分離送氣方式

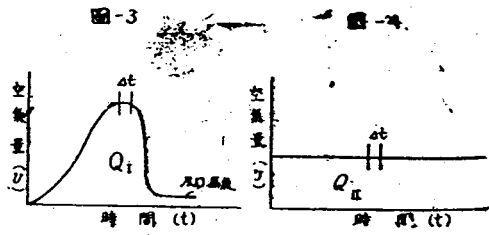


圖-3

圖-4

* 滝鐵施設局參事

$P=1+p$

p …指示壓力 [atm]

である。

II. 函内作業人員の保健上必要な空気量

Q_{II} [m³/分]

潜函内作業人員の保健上必要な空気量は定常的なものと考へらるを以て

$Q_{II} = A \cdot N$ [m³/分]……………(3)

A……1人當り保健上必要な空気量[m³/分]

N……作業人員

にして、時間-空気量曲線にて示せば圖-4の如し、然して函内作業人員の保健上必要な空気量より潜函所要空気量を算定するときは

$\eta Q_{II} = \eta \cdot A \cdot N$ ……………(2)

ηQ_{II} = ……函内作業人員の保健上必要な空気量より定むる所要發生空気量 [m³/分]

η ……………係数 3~4

A……………1人當り保健上必要な空気量 [m³/分]

N……………想定作業人員

III. 潜函作業室の排水を完全に維持せしめつゝ且つバケツトを出入せしめ作業をなすに必要な空気量

Q_{III} [m³/分]

a. 氣潮に於て消費する空気量 Q_e [m³/分]

材料氣潮に於て消費する空気量を平均消費空気量にて示せば圖-5の如くなるも、實際には圖-6の如き時間-空気量曲線にて示さる。

圖-5

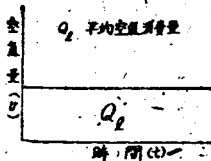
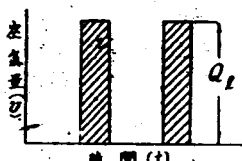


圖-6

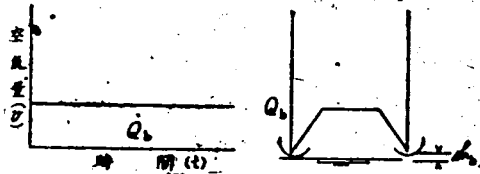


b. バケツトの出入無き場合に作業室の排水を完全に保つための空気消費量 Q_b [m³/分]

之の場合の空気消費量 Q_b は圖-7の如く定常的のものにして、刃口下 Δhb だけ水面は下降し $Q_b m^3/分$ に刃口に於ける漏氣となり、 Q_b 及 Δhb は地盤、送氣壓力及び送氣量により異なる。

茲に Q_b ……バケツトの出入なき場合の漏氣

圖-7



Q_{II} ……函内作業人員の保健上必要な空気消費量

とせば

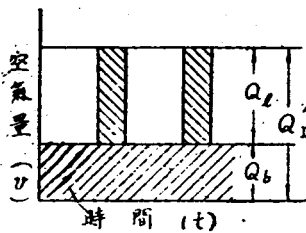
$Q_b > Q_{II}$ の場合 排氣の要無し

$Q_b < Q_{II}$ の場合 排氣を要す。

c. バケツトの出入をなさしめつゝ且つ作業室の排水を完全に保つための空気消費量 Q_{III} [m³/分]

i. $Q_b = Q_{II}$ と假定し、 $Q_b \sim Q_b + Q_e$ 漏氣をなさしめバケツトの出入をなさしめる場合

圖-8 Q_{III} 時間空気量



Q_e ……氣潮に於て消費せらるゝ空気量 m³/分

Q_b ……刃口に於ける漏氣

とすれば

$Q_{III} = Q_e + Q_b$

にして、氣潮に送

氣する場合と送氣せざる場合の水面下降状態は

Δhb ……刃口を原點とする水面下降量

$\Delta' b_{III} \Delta h_e, \Delta h_b \dots Q_{III} Q_e, Q_b$ に相當する水面下降量

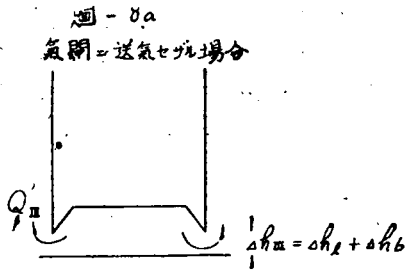
に表せば

イ) 圖-8a氣潮に送氣せざる場合には

$\Delta' b_{III} = \Delta h_e + \Delta h_b$

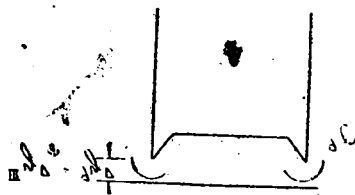
$Q_{bIII} = Q_e + Q_b$

ロ) 圖-8b氣潮に送氣する場合に



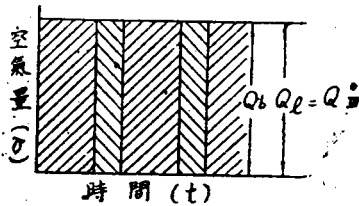
$\Delta h_e \rightarrow 0$
 $\Delta b'_{bIII} = \Delta b_b$
 $Q'_{III} = Q_b + Q_e$

図8-図
送気セザル=閉気



置III] $Q_x = Q_b = Q_{II}$ と假定し、バケツの出入をな
 せしめ $Q_e = Q'_{III}$ の送気をなす場合、即ち気閉に送気
 をなすときは漏氣をなせしめざる場合

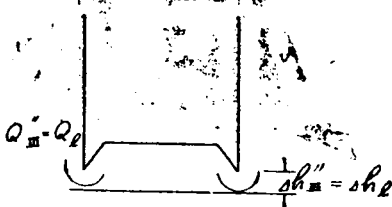
図-9 Q_{II} 時間空氣量



1) 圖-9a 氣閉に送氣せざる場合には

$\Delta b'_{III} = \Delta h_e$
 $Q_{III} = Q_e$

圖-9a
氣閉=送氣セザル場合

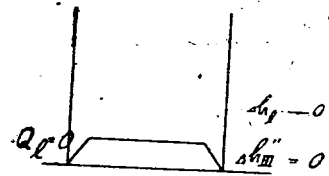


(ロ) 圖-9b 氣閉に送氣する場合には

$\Delta h_e \rightarrow 0$
 $\therefore \Delta b'_{III} = 0$
 $Q'_{III} = Q_e$

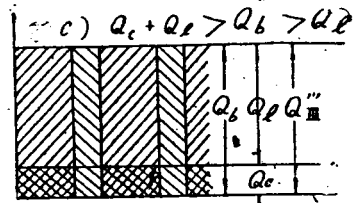
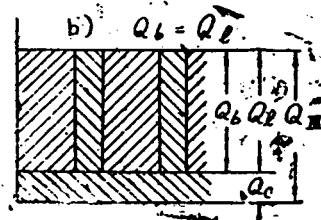
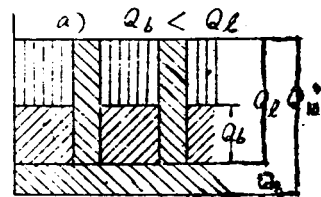
圖-9b

氣閉=送氣セザル場合



iii $Q_b \leq Q_{II}$ と假定し、 $Q_e = Q_c + Q_e$ の漏氣をなせし
 めバケツの出入をなせしめる場合

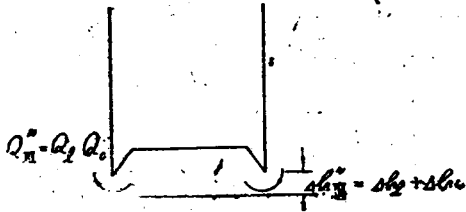
圖-10 Q_{II} 時間空氣量



1) 圖-10a 氣閉に送氣せざる場合には

$\Delta b'_{III} = \Delta h_e + \Delta h_c$
 $Q'_{III} = Q_e + Q_c$

図-10a
気閉・送気する場合

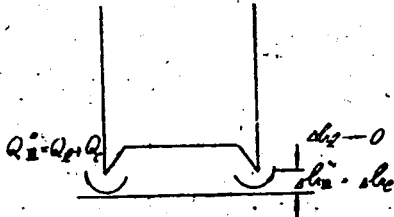


ロ) 図-10b 気閉に送気する場合

$\Delta h_e = 0$
 $\therefore \Delta h_m = \Delta h_c$
 $Q_m = Q_e = Q_c$

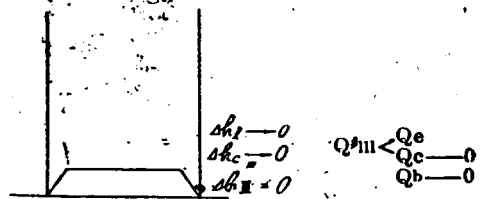
図-10b

気閉・送気する場合



ハ) 気閉に送気せる場合にして、 $Q_e = Q_b + Q_c$ なるときは図10-cの如くである。

図-10c



ア 漏気

Q'_m 、 Q''_m 、及び Q'''_m の各場合に於け刃口（堅管等の漏気を含むも無視す）漏気を時間空気量曲線にて示せば図-11の如し

刃口下水面の下降状態は21圖の如し

以上の理論に於ては簡明ならしめるため気閉堅管及び潜涵側面等よりの漏気は無きものと考え。

第2節 分離送気方式に於ける所要空気消費量

1. 潜涵作業室の排水を完全にすに一時的に要する所要空気量 Q_1 m³/分

図-11 漏気時空気量曲線

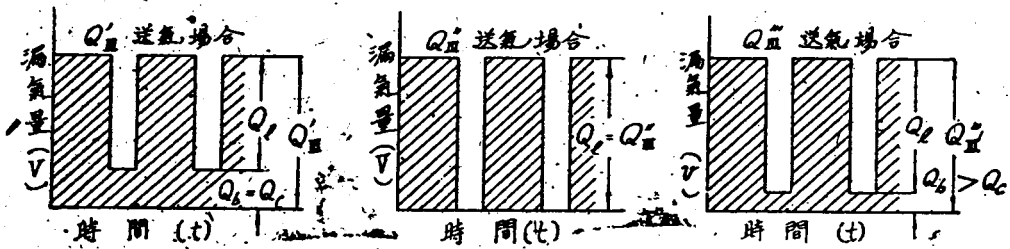
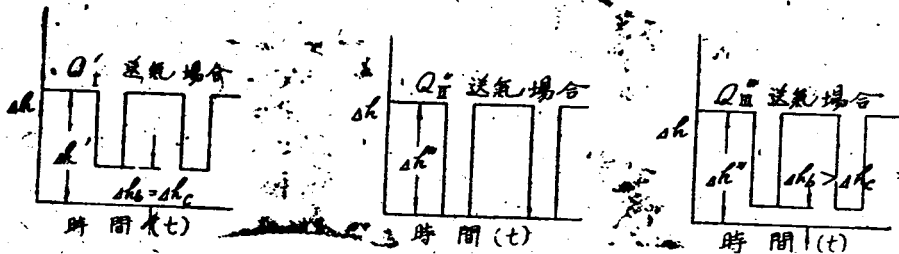


図-12



II 潜函内作業人員の保健上必要な空気量

Q_{II} m³/分

I 及び II 共に単一送気方式に於けると同様にして圖-3 圖-4の如し。但し II の場合に於て、分離送気方式に於ては氣閘に於て消費せらるる空気は別個の系統によるを以て次の條件を満足せしむれば足る

$Q_{II} \leq Q'_{b}$

但し Q'_{b} ……刃口下漏氣量 m³/分

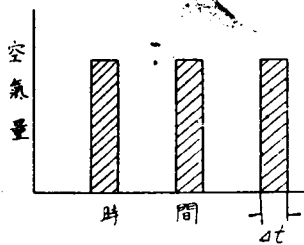
III. 潜函作業室の排水を完全に維持せしめつゝ、且つバ

ケットを出入せしめ作業をなすに必要な空気量

Q_{III} m³/分

a. 氣閘に於て必要な空気量 Q_{em} m³/分

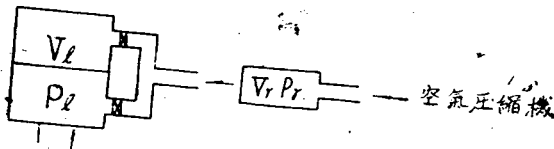
圖 -13



- V_e ……氣閘の容積 m³
- p_e ……氣閘壓力指示壓力 P_{atm}
- V_r ……空氣貯溜槽の容積 m³
- P_r ……空氣貯溜槽壓力 $p_{r atm}$

とせば次の關係あり。

圖 -14



$$P_r = \frac{V_r + V_e}{V_r} p_e \dots\dots\dots ()$$

$$V_r = \frac{p_e}{P_r - p_e} V_e \dots\dots\dots ()$$

上式より氣閘の大きさ決定せらるるときは空氣貯溜槽の大きさ、その壓力及び送氣壓力も決定せらる。

然して氣閘に於て消費せらるる空氣量及び貯溜せらるべき空氣量等の關係は圖 a 及び圖 b に示さるる如く

氣閘に於て消費せられる空氣量 $Q_e \leq$ 空氣貯溜槽に貯溜せられる空氣量 Q_r

となる。

然して、 $Q_r = \frac{V_r(P_r - P_r)}{t} \dots\dots\dots ()$

P_r ……所要一次壓力

P_r ……= 次壓力 (兩全壓力)

t ……送氣時分

により空氣貯溜槽に貯溜せられる空氣量 Q_r は定まる。

第3節 綜合送氣方式に於ける所要空氣消費量

此=綜合送氣方式とは單一、分離送氣方式を併用せるものにして、通常の場合には分離送氣方式により、機械の故障等により分離送氣方式不能となりたる時直ちに單一送氣方式に切換へる方式である。

1 人氣閘と材料氣閘を有する潜函の綜合送氣方式

圖 -15

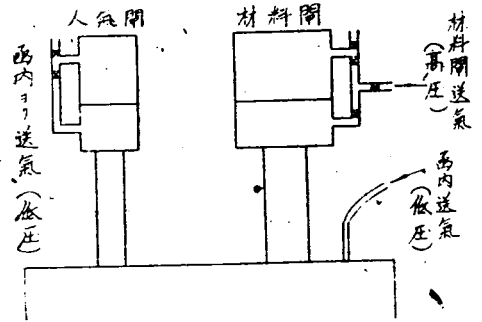
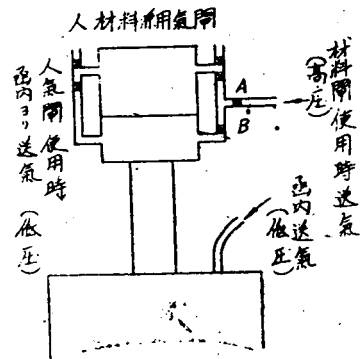


圖 -16



(圖-16)

II. 人氣開、材料氣開使用の場合の潜函の綜合送氣方式(-16)

I. II. の場合に於てA. Bなるコツクの轉換よりそれぞれの方式に轉換し得るを特色とす。

第三章 結 言

單一送氣方式と分離送氣方式に於ける所要空氣量を比較せば表-1の如し。

種 別	單一送氣方式	分離送氣方式
I 作業室の排水を完全にすに一次的に要する所要空氣量	Q_I	Q_I
II 函内作業人員の保健上必要なる空氣量	Q_{II}	Q_{II}
III 潜函作業室の排水を維持せしめつゝ且つバケットの出入をなすに必要なる空氣量	$Q_{III} = Q_e + Q_c$	$Q_{III} < \begin{matrix} Q_I & \text{高壓} \\ Q'b & \text{低壓} \end{matrix}$
a. 氣開に於て消費する空氣量	Q_e	Q_I 高低
b. 漏 氣	Q_c	$Q'b$

次に〇〇線〇〇〇橋梁工事に於ける實驗より一般的な結論を述べる。

〇〇線〇〇〇橋梁潜函基礎 表-2

潜函の大きさ	6m × 12m 矩形
函内作業人員	15名
函内氣壓	2 atm
送氣壓力	3 atm
氣開容量	5.5 m ³
作業室容積	105 m ³

- A. 單一送氣方式による場合の所要空氣量
 I. 潜函作業室内の水を一時的に排除するに要する空氣量 Q_I m³/分

$$Q_I = \frac{PV(1+\mathcal{L})}{t} \dots\dots\dots(1) \text{ により}$$

$$= 38 \text{ m}^3/\text{分}$$

但し、 $\mathcal{L} = 0.2$ $t = 10$ 分 函内指示壓力 = 2atm
 $V = 105\text{m}^3$

II 作業人員の保健上必要なる空氣量より潜函作業に必要なる空氣量 ηQ_{II} m³/分

$$\eta Q_{II} = \eta N \cdot A \dots\dots\dots(2) \text{ により}$$

$$= 32 \text{ m}^3/\text{分}$$

但し、 $\eta = 3$ $N = 15$ 人 $A = 0.7\text{m}^3/\text{分}1$ 人

III バケットを出入せしめつゝ作業を爲すに必要なる空氣量より定むる空氣量 Q_{III} m³/分

$$Q_{III} = \zeta S \dots\dots\dots(3)$$

ζ潜函函口1m當り所要空氣量(實施例による) $\delta = 1\text{m}^3/\text{分}$

S潜函刃口周長 36m により
 $= 36\text{m}^3/\text{分}$

よりて I. II. III の場合より、 $Q = 40\text{m}^3$ と定め表-3により所要機械設備容量は $M = 40 \times 5 = 200$ 馬力となる。

1m³/分の空氣を壓縮するに要する馬力數 表-3

指示壓力	2	3	4	atm
機械馬力	4	5	6	馬力

但低壓壓縮機、自由空氣量

B. 分離送氣方式による場合の所要空氣量

I. 潜函作業室内の水を一時的に排除するに要する空氣量 Q_I m³/分

$$Q_I = \frac{PV(1+\mathcal{L})}{t} \dots\dots\dots(1) \text{ により}$$

$$= 38\text{m}^3/\text{分} \dots\dots\dots t = 10\text{分}$$

$$= 19\text{m}^3/\text{分} \dots\dots\dots t = 20\text{分}$$

但し、 $\mathcal{L} = 0.2$ $t = 10$ 分~20分 函内指示壓力 = 2atm
 $V = 105\text{m}^3$

II 作業人員の保健上必要なる空氣量

$$Q_{II} = N \cdot A \dots\dots\dots(2) \text{ により}$$

$$= 10.5\text{m}^3/\text{分}$$

但し、 $N = 15$ 人 $A = 0.7\text{m}^3/\text{分}1$ 人

III 潜函作業室の排水を完全に維持せしめ且つバケッ

トトを出入せしめ作業をなすに必要な空気量

イ、気閉に於て必要な空気量 $Q_{em} \text{ m}^3/\text{分}$

$$Q_{em} = \frac{V_T(P_T1 - P_T2)}{t} \quad \text{よりして}$$

$$= 6.4 \text{ m}^3/\text{分}$$

但し $P_T1 = 7 \text{ atm}$ $P_T2 = 3 \text{ atm}$

$t = 2.5 \text{ 分}$ $V_T = 4 \text{ m}^3$

表 4

指示 圧 力	5	6	7	8	9
機 械 馬 力	6	7	7.5	8	8.5

但し 高圧壓縮機、自由空気量

故に表-4により、所要機械設備容量 $M = 6.4 \times 7 = 44.8$

即ち高圧壓縮機50馬力1臺を必要とす。

分離送気方式に於ける所要機械設備容量は

- a. 低圧壓縮機 50馬力 1臺
- b. 高圧壓縮機 50馬力 1臺
- c. 一時的に函内作業室の水を排除する爲には
 低圧壓縮機 50馬力 1臺 } を同時運轉をなす。
 高圧壓縮機 50馬力 1臺 }

註 低圧壓縮機とは指示壓力氣壓前後高圧壓縮機とは指示壓力8氣壓前後

次に單一送気方式と分離送気方式による場合を沈下基数により機械設備容量を示せば表-5の如し

表-5

沈 下 基 数	単 一 送 気 方 式	分 離 送 気 方 式
一基沈下の場合	3◎ L. P. 100 H P	1◎ H P. 50 H P 2◎ L. P. 50 H P
二基沈下の場合	4◎ L. P. 150 H P	2◎ H P. 50 H P 2◎ L. P. 100 H P
三基沈下の場合	4◎ L. P. 200 H P	3◎ H P. 50 H P 3◎ L. P. 100 H P
	但し 豫備壓縮機を含む	但し 豫備壓縮機を含む
	1基沈下 1◎低圧 100HP	1基沈下 1◎低圧 50HP
	2基沈下 1◎低圧 150HP	2基沈下 1◎低圧 100HP
	3基沈下 1◎低圧 200HP	3基沈下 1◎低圧 150HP

以上よりして單一送気方式に比し分離送気方式は

1. 地質による所要空気量の變化少きこと
2. 気閉の構造特に容積による空気消費量の變動少きこと
3. 潜函作業員の技術による空気消費量を規制し得ること
4. 分離送気方式に於て故障を生じるときは綜合送気方式により豫備壓縮機を運轉することにより安全に

單一送気方式に切採へることを得ること

等の特色ありて、潜函作業に於て特に小規模なる潜函工事に於ける機械設備費並運轉費の節減をなし得て潜函工事の實施を容易ならしむるものなり。

然して將來研究を要する問題は、気閉の簡易化と井筒と潜函気閉に利用すること、土砂の掘出機構及び配管の簡易化等に於て、特に機械施設の簡易化にある。