

ニューマチックケーソン沈下中の圧縮空気 消費量の推定方法

平川 修治*
(脩士)

On the estimation method of compressed air consumption
during pneumatic caisson sinking

Shuji HIRAKAWA*

ABSTRACT

There are several methods in estimation of compressed air consumption during pneumatic caisson sinking. It is required in the estimation of compressed air consumption by the methods under the same conditions.

In this paper, it is proposed the methods which is able to estimate accurately the compressed air consumption during pneumatic caissons sinking at this moment.

1. はじめに

ニューマチックケーソンの沈下中において消費される圧縮空気量の推定方法については、従来から数種の算定方法が提案されてきているが、今日にいたるも、いまだにその方法が統一されていない。

工事計画などに利用されているこれらの推定方法によると、同一条件のニューマチックケーソン工事でも、その推定結果がかなり相違しているため、採用数値に問題が多々ある。過去において、筆者は当時では最も合理的であると考えられる推定方法を提案したが、こうした点を考慮して、ケーソンの刃先からの漏量の推定値を含め、算定方法に課題が残されていることを述べた。

以来、室内実験や現場での資料集取につとめてきたものの、現場から提供される資料があまりにも乏しいため、的確な推定方法を提示するまでにはいたっていない。

本文は従来の推定方法によりえられた空気量の計算結果の相違点と、これらの結果が生じた要因などを究明するとともに、少なくとも現時点では妥当性があると考え

られる推定方法を提案したものである。

2. 従来の推定方法式と同一施行条件下での算定結果

従来用いられてきているニューマチックケーソンの施工における消費圧縮空気量は、基本的にはブレンネットによって示された方法を踏襲してきており、これに推定方法の提案者独自の考察や経験などを加味して提示されている。しかしながら同一提案者の方法として紹介されているものでも、以下に示すように3種類にもなっている状態で、当然推定量にもかなりの差異が生じている。

本来、ニューマチックケーソン工事における圧縮空気の消費量（コンプレッサの容量決定に必要な基本空気量）は作業気圧 (p_w , Kgf/cm²) とエアプラント（コンプレッサ室）からケーソンの作業位置までの圧力低下を充足する空気圧 (p_f , Kgf/cm²) を考慮した送気本管圧力 p (Kgf/cm²) のもとで、以下の空気消費量（自由空気に換算）を推定して求められる。すなわち、

*土木工学科 (Department of civil engineering)

- ①送気管の継手からの漏気量 (Q_1 m³/min)
- ②シャフトやエアロックの継手から漏気量 (Q_2 m³/min)
- ③作業中ケーソンの刃先から漏出する空気量 (Q_3 m³/min)
- ④エアロックのドア開閉に伴う損失空気量 (Q_4 m³/min)
- ⑤ワイヤボックス周辺部から漏出する空気量 (Q_5 m³/min)
- ⑥高気圧作業安全衛生規則第16条で定められた、作業室内の炭酸ガスの分圧が0.005Kgf/cm²を超えないようにするための換気量 (Q_6 m³/min)

(ただし少くとも $Q_3 > Q_6$ であれば Q_6 は考える必要はない。)

などであり、各ケーソンについての消費空気量を、作業の進捗状態に応じて積みあげた値 (Q m³/min) から、所要送風自由空気量 (ΣQ m³/min) を求め、これにもとづいて予備のコンプレッサを含めたコンプレッサの所要台数を決定するのが常道である。しかるに現状では必ずしもこの方法がとられていない。

本章では消費空気量の推定式として紹介されてきているものを列記し、あるニューマチックケーソン工事を仮想して、これに各推定方法をあてはめた結果、どのような相違を示すかを検討する。

2.1 従来の推定方法

各種推定方法(推定式)において、消費空気量の各項目を互に対比しやすくするために、原典に示されたものを分解して示すことにする。

(1) 飯吉の式-I^{3),4)}

$$Q_1 + Q_2 = (0.5 \sim 1.0) \beta \cdot S \cdot \lambda_1 \quad (1)$$

式中 S : ケーソンの刃口外周長 (m)

H_0 : 水中の深さ (m)

$$\lambda_1: \lambda_1 = \left\{ 1 + \frac{m(H_0 + n)}{10.33} \right\}$$

β, m, n : Table-1 に示す値

0.5~1.0: 割増し係数で、飯吉はこれをもって送気管系統の損失空気量に充当している。

$$Q_3 = \beta \cdot S \cdot \lambda_1 \quad (2)$$

$$Q_4 = l \cdot \frac{2 \cdot V_e \cdot N}{60} \cdot \lambda_1$$

式中 l : マテリアルロックの数 (マンロックをのぞく)

V_e : マテリアルロックの容量 (m³)

N : バケットの1時間あたりの排土回数

Table-1 values of β, m and n

土質	β	m	n
荒い粒性土	0.10	1.0	4
細かい粒性土	0.08	0.8~0.9	3
粘性土	0.05	0.6~0.8	2
塑性土	0.025	0.3~0.6	1

飯吉は $V_e = 5.5$ m³, $N = 20$ とおき

$$Q'_4 = 3.7l \cdot \lambda_1 \quad (4)$$

とおき実用式として

$$Q_{1,2} = \{(1.5 \sim 2.0) \beta \cdot S + 4.2l\} \cdot \lambda_1 \quad (5)$$

としている。

$$Q_6 = 0.7M$$

式中 M : 作業員数

ただし式(5) > 式(6)の場合、式(6)は考慮しない。

(2) 飯吉の式-II

(飯吉精一氏の送気量算出式)^{5),6)}

ケーソン沈下中

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 \text{ (または } Q_6) \quad (7)$$

Q_4, Q_6 のいずれか大きいほう

ケーソン沈下休止中

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 \quad (8)$$

$$\text{式中 } Q_1 + Q_2 = \alpha F \cdot \left(1 + \frac{H_0}{10.33} \right) \quad \alpha = 0.01$$

F : 作業室周辺の壁面積 (m²)

$$Q_3 = (1.5 \sim 2.0) \beta \cdot S \cdot \lambda_1$$

$$Q_4 = l \cdot \frac{2 \cdot V_e \cdot N}{60} \cdot \lambda_1$$

$$Q_6 = 0.7M$$

ただし Q_6 については言及していない。⁷⁾

(3) 飯吉の式-III (飯吉氏の実用式)⁷⁾

$$Q = (1.5 \beta \cdot S + 4.2l) \lambda_1 \quad (9)$$

$$\text{式中 } Q_1 + Q_2 = 0.5 \beta \cdot S \cdot \lambda_1$$

$$Q_3 = \beta \cdot S \cdot \lambda_1$$

$$Q_4 = 3.7l \cdot \lambda_1$$

$$Q_5 = 0.5l \cdot \lambda_1$$

$$Q_6 = 0.67M \text{ ただし } Q > Q_6$$

作業休止の場合は $Q = Q_1 + Q_2 + Q_3$ とする。

なお m, n, β は Table-2 に示す数値を用いる。

Table-2 values of β, m and n

土質 \ 係数	m	n	β
玉石・岩	1	4	0.1
礫質土	0.9	3	0.09
砂質土	0.8	2	0.07
粘性土	0.7	2	0.05

コンプレッサの容量は予値をかねて、式(10)を標準とする。

$$\frac{\text{コンプレッサ有効容積}}{\text{所要空気量}} \geq 1.5 \quad (10)$$

(4) その他の式^{8),9)}

この式は送気本管の送風圧 (p Kgf/cm²) をもとにまず空気の圧縮比 λ_1 を求めている。すなわち作業気圧 (p_w Kgf/cm²) と配管延長にもとづく圧力降下を充足する圧力 (p_l Kgf/cm²) の和を p とし、

$$\lambda_2 = \frac{1+p}{1} \quad (11)$$

(1気圧をほぼ1Kgf/cm²としている)

として計算し、以下のように消費空気量を推定する。

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 \quad (12)$$

(Q₅は考慮していない)

ただし Q₃ > Q₅ の場合は

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_4 + Q_5 \quad (13)$$

式中 Q₁ = λ₂ · q₁

$$q_1 = \begin{cases} \phi 100\text{mm送気管}100\text{mあたり}0.08\text{m}^3/\text{min} \\ \phi 150\text{mm送気管}100\text{mあたり}0.12\text{m}^3/\text{min} \\ \phi 200\text{mm送気管}100\text{mあたり}0.16\text{m}^3/\text{min} \end{cases}$$

$$Q_2 = \lambda_2 + q_2$$

q₂: エアロック、シャフトの継手からの漏気量で、継手1個あたり平均0.04m³/minとして継手の個所数を乗ずる。

$$Q_3 = \lambda_2 \cdot \beta \cdot S$$

βはTable-3に示す数値

$$Q_4 = l \cdot \frac{V_e}{t} \cdot \lambda_2$$

tはエアロックの開閉間隔(分)

$$Q_5 = 0.67M$$

Mは作業員数

Table-3 values of β

土質	β
玉石混じり砂利	0.150
砂混じり砂利	0.105
砂	0.071
シルト質細砂	0.014

2. 2 同一施工条件下における推定空気量の算定結果
いまFig.-1に示すような、3基沈下のニューマチックケーソン工事において、平面寸法がことなるケーソンを2つのケースに分け、施工条件をTable-4のように設定する。

これらの仮想ケーソン工事に2・1にのべた各種の算定方法をあてはめ、空気の推定量を算出するとTable-5に示すようになる。Table-5から、かなりの差異がみられる。

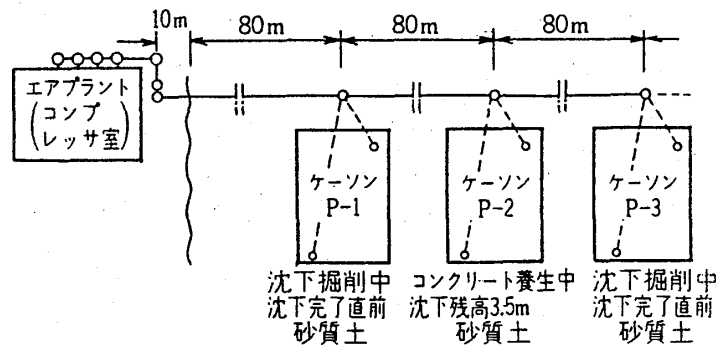


Fig-1 layout of imaginary caisson sinking works

Table-4 working condition of caisson sinking

ケース ケーソン番号	Case-1		Case-2	
	P-1, P-3	P-2	P-1, P-3	P-2
ケーソン平面寸法 (m)	10×25	10×25	6×25	6×25
マテリアル・ロック数	2	2	1	1
マン・ロック数	1	1	1	1
ロック1基あたりのシャフト本数(本)	14	14	14	14
ケーソン外周長 (S:m)	70	70	42	42
作業室内周面積 (F:m ²)*	318	318	114	114
刃口高, G.W.L以下 (m)	25	21.5	25	21.5
掘削方式	0.5m ³ パケットによるキャリア排土 (12回/時間)			

* プレンネックは作業室天井スラブもこれに含めている。

Table-5 estimate volumes of compressed air

項目	算定式(イ)						算定式(ロ)						算定式(ハ)						算定式(ニ)							
	Case-1			Case-2			Case-1			Case-2			Case-1			Case-2			Case-1			Case-2				
	P-1, P-3	P-2		P-1, P-3	P-2		P-1, P-3	P-2		P-1, P-3	P-2		P-1, P-3	P-2		P-1, P-3	P-2		P-1, P-3	P-2		P-1, P-3	P-2			
H_0	25.0	21.5		25.0	21.5		25.0	21.5		25.0	21.5		25.0	21.5		25.0	21.5		25.0	21.5		25.0	21.5		25.0	21.5
m	0.85	0.85		0.85	0.85		0.85	0.85		0.85	0.85		0.85	0.85		0.85	0.85		0.85	0.85		0.85	0.85		0.85	0.85
n	3	3		3	3		3	3		3	3		3	3		3	3		3	3		3	3		3	3
p_c	-	-		-	-		-	-		-	-		-	-		-	-		-	-		-	-		-	-
p_l	-	-		-	-		-	-		-	-		-	-		-	-		-	-		-	-		-	-
$p = p_c + p_l$	-	-		-	-		-	-		-	-		-	-		-	-		-	-		-	-		-	-
λ_1	3.30	3.02		3.30	3.02		3.30	3.02		3.30	3.02		3.30	3.02		3.30	3.02		3.30	3.02		3.30	3.02		3.30	3.02
λ_2	-	-		-	-		-	-		-	-		-	-		-	-		-	-		-	-		-	-
α	-	-		0.01	0.01		0.01	0.01		0.01	0.01		0.01	0.01		0.01	0.01		0.01	0.01		0.01	0.01		0.01	0.01
β	0.08	0.08		0.08	0.08		0.08	0.08		0.08	0.08		0.08	0.08		0.08	0.08		0.08	0.08		0.08	0.08		0.08	0.08
Q_1	13.86	12.68		8.32	7.61		10.88	9.80		3.90	3.51		7.57	6.91		4.54	4.15		1.68	1.68		1.68	1.68		1.68	1.68
Q_2	-	-		-	-		-	-		-	-		-	-		-	-		-	-		-	-		-	-
Q_3	18.48	-		11.09	-		32.34	29.60		19.40	17.76		15.14	13.82		9.08	8.29		20.87	-		12.52	-		-	-
Q_4	24.42	-		12.21	-		14.52	-		7.26	-		22.87	-		11.43	-		9.24	-		4.62	-		-	-
Q_5	3.30	-		1.65	-		-	-		-	-		3.09	-		1.55	-		-	-		-	-		-	-
Q_6	15人 10.50	-		6人 4.20	-		15人 10.50	6人 4.20		6人 4.20	-		15人 10.05	6人 4.02		6人 4.02	-		15人 10.05	6人 4.02		6人 4.02	-		6人 4.02	-
Q	60.06	12.68		33.27	7.61		57.74	39.40		30.56	21.27		48.67	20.73		26.60	12.44		39.35	6.93		23.86	4.62		52.3	4.62
	132.8	-		74.2	-		154.9	-		82.4	-		118.1	-		65.6	-		85.6	-		52.3	-		-	-
$1.5\sum Q$	-	-		-	-		-	-		-	-		177.2	-		98.5	-		-	-		-	-		-	-

1) 表中の数値で上下限値で示されているものは平均値をとった。2) $\lambda_1 = (1 + \frac{H_c}{10 \cdot 32})$ で計算。3) * ケーソンの2基分計上。4) 単位は本文中の記号に明記している。

3. 空気量推定量の相違点に関する考察

Table-5に示したように、同一施工条件下での各推定式間において、相当量の空気消費量の差異がみられる。これらの要因については、まず作業気圧の設定方法に問題があることがあげられる。ニューマチックケーソン工事においては、法規によって刃口下面から50cm以上の掘越しが禁じられているので、特殊な作業条件をのぞいては、作業室内圧の上げ越しは、理論気圧を100%見積っても0.05Kgf/cm²である。また、通常の工事計画をたてる段階では、理論気圧と作業気圧はほぼ等しいものとして取扱うので、表中のm、nの値にこだわる必要はないものとする。なお、作業気圧は作業室で測定した値のもので、送気管に設置したゲージによって測定したものと差異がある。

以下各推定式ごとの各項についての考察結果をのべる。

3.1 推定式(1)について

(1) 送気管系統からの漏気量(Q_1+Q_2)として、ケーソンの刃先からの漏気量に提案者の決めたある係数を乗じた値をもって、これに置きかえているが、提案者が述べているような安全率と考えると、刃先からの漏気量の一部を送気管系統の損失量とするのは全く不合理である。また、 Q_1 ならびに Q_2 はそれぞれ別個のものとして考える必要がある。

(2) Q_1 はエアロックのドア開閉により消費される空気量を示す項であるが、本推定式では2回分の空気が消費されるように記述されている。ケーソンの排土作業中は、まず上ロックにバケットが釣り込まれ、上ドアが閉じられ、上ロック内に圧縮空気が充填された時点で、その内容積に相当する空気が消費されるのであり、バケットが作業室から上ロックまで吊り上げられ、エアロックの下ドアを閉じ、上ロック内の圧縮空気を排除しても、圧縮空気は消費されない。したがって本式による Q_1 は、示された値の1/2となる。

(3) 式(6)を考慮しなければならない場合は、送気管系統からの漏気を含めると危険であるので、少なくとも刃先からの漏出空気量を比較の対象としておいた方がよい。

3.2 推定式(2)について

(1) 送気管系統からの損失空気量を $\alpha F \cdot (1 + Ho/10.33)$ として、作業室内壁面からの漏気量と関連づけているが、これも推定式(1)と同様不合理である。

ブレンネッケはその著書中で、下の値として“die Summe der inneren Wand-und Deckenflächen den Senkkastens in m²”と記述しており、もしこの項をとり入れるならば、天井スラブの面積も加算しなければならない。飯吉はその原点において、コンクリートの品質や打設方法の進歩している現今では、むしろ作業室からの漏気を考慮

する必要のないことを明記しており、現在では計算から除外するのが一般的である。さらに括弧内の式は $\{1 + \frac{m(Ho+n)}{10.33}\}$ として飯吉の推定式に合致させておくべきである。

(2) Q_2 の係数を(1.5~2.0)としているが、1.0とするのが正しい。

(3) Q_1 については、推定式(1)同様ロックのドア開閉による圧縮空気の消費量を2回分考えているので、これは1回とすべきである。

(4) ケーソンの掘削作業休止期間は、特殊な場合を除いて、刃先からの漏気防止措置が講じられているはずであるから、ほとんどの場合 Q_2 を考える必要はない。

飯吉の式が、どのような経過をたどって、こうした表現の推定式に変化したのか理解に苦しむ。本推定式によった場合、他の推定式よりも明らかに多量の空気消費量が算出される。

3.3 推定式(3)について

本推定式は「飯吉氏の実用式」とされているが、使用している係数やm、n、 β の値として、原著と異なった数値を使用している。本推定式によった場合、前2式より少ない空気の消費量が算出されるが、コンプレッサの所要台数を求める空気量として、1.5倍の安全率をとっているため、結果的には推定式中最大の空気量が算定される。また、本式の作業気圧を算出する項に、根本的な誤りがなされている点があることを指摘しておく。

3.4 推定式(4)について

本推定式は前記3式と異なり、該当する項目ごとに、消費空気量を積みあげたものであり、使用する数値や係数の検証結果いかんでは、かなり合理的な方法であるといえる。

(1) 送気本管の圧力を決定するにあたり、正しくは1気圧が1.033Kgf/cm²であるので、 λ_2 として $(1 + p/1.033)$ として厳密性をはかるべきである。また作業気圧は工事計画をたてる際、理論気圧にほぼ等しいものとする場合が多い。

次に p_1 の値として0.7Kgf/cm²を与えているが、送気本管の配管による圧力降下が0.35Kgf/cm²を超える場合、送気本管の内径を大きくするのが一般的であるので、安全を見越しても0.5kgf/cm²程度でよいのではなかろうか。

(2) 送気管の継手ならびにエアロック、ジャフトの継手からの漏気量は、近年継手方式が合理化され、漏気防止に極力つとめているので、現今ではこの値を超えることはまずあるまいと考えるが、原位置での測定成果の資料収集が急務であろう。

(3) β の値は、対象が土砂であることから、ここに示されたような数値より、むしろ推定式(1)に近いほうが好ましい。

Table-6 proposal of estimation method of compressed air consumption

算 定 項 目	算 定 方 法														
①作業気圧, 送気管の圧力降下, 圧縮比など	$p = p_w + p_l$ (kgf/cm ²) p : 送気本管圧, p_w : 作業気圧, p_l : 送気管の圧力降下 (通常0.5kg/cm ²) $\lambda = \frac{1.033+p}{1.033}$ $p_l \geq (S.F) \cdot 1.21 \frac{L \cdot Q^2}{(1.033+p) \cdot d^{5.31}}$ で照査 λ : 空気の圧縮比 S.F: 1.5~2.0, L : 換算送気管延長 (m) (バルブは 6 m / 箇所) Q : 送気管の自由空気量 (m ³ /min), d : 送気管の内径 (cm)														
②送気管の継手からの漏出圧縮空気量 ($n_1 q_1$)	$q_1 = \begin{cases} \phi 100\text{mm送気管} 0.08 \text{ m}^3/\text{min}/100\text{m} & \phi 150\text{mm送気管} 0.12 \text{ m}^3/\text{min}/100\text{m} \\ \phi 200\text{mm送気管} 0.16 \text{ m}^3/\text{min}/100\text{m} & n_1 = \text{送気管延長}/100 \end{cases}$														
③エアロック, シャフトの継手からの漏出圧縮空気量 ($n_2 q_2$)	$q_2 = 0.04 \text{ m}^3/\text{min}/\text{箇所}$ n_2 : 継手の箇所数														
④掘削作業中刃先から漏出する圧縮空気量 (q_3)	$q_3 = \beta \cdot S \text{ m}^3/\text{min}$ β : 表による S : ケーソン, 刃口の外周長 (m) <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">β の概略値</th> </tr> <tr> <th>土 質</th> <th>$\beta \text{ m}^3/\text{min}/\text{m}$</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>シルト・粘土</td> <td>0.02</td> </tr> <tr> <td>細 砂</td> <td>0.05</td> </tr> <tr> <td>粗 砂</td> <td>0.08</td> </tr> <tr> <td>砂 礫</td> <td>0.10</td> </tr> <tr> <td>玉石・岩</td> <td>0.15</td> </tr> </tbody> </table>	β の概略値		土 質	$\beta \text{ m}^3/\text{min}/\text{m}$	シルト・粘土	0.02	細 砂	0.05	粗 砂	0.08	砂 礫	0.10	玉石・岩	0.15
β の概略値															
土 質	$\beta \text{ m}^3/\text{min}/\text{m}$														
シルト・粘土	0.02														
細 砂	0.05														
粗 砂	0.08														
砂 礫	0.10														
玉石・岩	0.15														
⑤エアロックのドア開閉に伴う損失圧縮空気量 ($n_4 q_4$)	$q_4 = \frac{V_r}{t} \text{ m}^3/\text{min}$ V_r : エアロック 1 基当たりの気密室容積 (m ³) t : ドア開閉の平均間隔 (min) (マンロックは含めない) n_4 : エアロックの基数														
⑥ワイヤボックスからの漏出圧縮空気量 ($n_5 q_5$)	$q_5 = 0.5 \text{ m}^3/\text{min}$ n_5 : ワイヤボックスの孔数														
⑦作業員の換気に必要な圧縮空気量 (q_6)	$q_6 = \frac{0.67M}{\lambda} \text{ m}^3/\text{min}$ M : 作業員数														
⑧所要自由空気量 (Q)	$q_3 > q_6$ の場合 $Q = \lambda (n_1 q_1 + n_2 q_2 + q_3 + n_4 q_4 + n_5 q_5) \text{ m}^3/\text{min}$ $q_3 < q_6$ の場合 $Q = \lambda (n_1 q_1 + n_2 q_2 + q_6 + n_4 q_4 + n_5 q_5) \text{ m}^3/\text{min}$ 掘削作業休止の場合 $Q = \lambda (n_1 q_1 + n_2 q_2) \text{ m}^3/\text{min}$														

(4) 本方式ではワイヤボックスの間隙からの漏気量が考慮されていないが、漏気防止材と使用しても、なお相当量の漏気量が観測されるので、是非ともとりあげる必要がある。

4. 合理的な圧縮空気消費量の推定方法の提案

前章で指摘したように、既往の圧縮空気消費量の推定式では、基本的には同一考えに基づいていながら、ある項目では過大に評価してみたり、推定式を簡略化する途上で、実状を逸脱したもの、さらにまた、独自の判断によって、原式を書きあらためたものなどがあり、推定値相当量の差異が現われている。

各推定式において、筆者が指適した点を単純に是正するならば、互に近い推定値がえられるはずであるが、推定式(1)~(3)における Q_1 および Q_2 に該当する事項は本質的に異ったものであるため、実状にあった方法で是非とも表現を改める必要がある。

こうした観点から、ニューマチックケーソン工事における圧縮空気の消費量の推定には、

①ケーソンの作業位置の土質に応じた作業気圧 p_w を推定することが先決事項であるが、これは地質調査結果から技術者が判断すればよいことである。しかし、ここで明記しておきたいことは、さきにも述べたように、ケーソンの掘削途中においては、高気圧作業安全衛生規則、第25条の3によって、刃口下面から50cm以上掘り越して

はならなく、したがって、この高さに対応する理論気圧以上に作業気圧をあげても意味がない。

②次に、2. ①~⑥の各項について積みあげて圧縮空気の消費量をしてゆくが、作業室内面からの漏気は、特殊な場合を除き考慮する必要はない。なお、中埋コンクリート（底コンクリート）は、近年ほとんどコンクリートポンプが使用されているので、圧縮空気の消費量は非常に少なくなっている。また、中埋コンクリートの打設作業中は、他のケーソンの掘削作業を中止するなどして、掘削空気の消費量を極力おさえているので、これらを特に考慮する必要はないと考える。

などから算定すればよい。

上記の各項基本とし、さらに過去にえられた資料などから、推定消費量を提示するとTable-6に示すとおりである。

Table-6に基づいて、Fig-1ならびにTable-1と同一施工条件におけるものの推定圧縮空気消費量を試算すればTable-7のようである。

こうしてえられた圧縮空気消費量（所要空気量）から、作業中修理などで休止する予備を含めたコンプレッサの総台数を決定すればよい。

5. むすび

ニューマチックケーソンの工事計画にあたっては、技術者が知見し難い地盤を対象とせざるを得ないため、す

Table-7 estimate volume of compressed air by proposed method

項目	ケース	Case-1		Case-2	
	ケーソン	P-1,P-3	P-1	P-1,P-3	P-1
①	p_w	2.50	2.15	2.50	2.15
	p_l	0.50	0.50	0.50	0.50
	p	3.00	2.65	3.00	2.65
	λ	3.904	3.57	3.904	3.57
②	$n_1 q_1 (L \doteq 300m)$	0.48	—	0.48	—
③	$n_2 q_2$	1.80	1.80	1.20	1.20
④	$q_3 (\beta = 0.08)$	5.60	—	3.36	—
⑤	$n_4 q_4$	2.20	—	1.10	—
⑥	$n_5 q_5$	1.00	—	0.50	—
⑦	q_6	^{15人} 2.58	$(q_3 > q_6)$	^{6人} 1.03	$(q_3 > q_6)$
	Σq	21.68	1.80	12.80	1.20
	$\lambda \cdot \Sigma q$	84.64	6.43	49.97	4.28
	$Q \text{ m}^3/\text{min}$	91.1		54.3	

べてを定量的に処理することは至難のことである。したがって多くの事項について、経験や実績を重視する必要があることは言を待たない。

筆者は従来提示されてきた消費空気量の推定方法そのものを踏みにじる考えは毛頭もないが、文中にも述べたように、推定式中には合理性を欠く項目が散見されるので、現時点では比較的合理性があると考えられる推定方法を提示した次第である。

Table-6における q_1 、ならびに q_2 については現場試験をつみ重ね、より妥当な資料をえ、また β についても、現場での多くの資料収集結果と、研究室での試験結果とを対比し、よりの確な数値を把握したいと考えている。

〈参考文献〉

- 1) 平川：ケーソン基礎の施工，土木施工11巻4号，山海堂，p.73，昭和45年4月
- 2) L. Brennecke, Erich Lohmeyer：Der Grundbau, Dritter Band, VERLAG VON WILHELM ERNST & SOHN, p. 330~331, 1934
- 3) 飯吉：橋梁基礎工の堀削，沈下作業の理論的考察，土木学会論文集第66号・別冊1—1，p.29~34，昭和35年1月
- 4) 飯吉：基礎とずい道の堀削，技報堂，p.48~49，昭和41年5月
- 5) 土質工学会：ケーソン工法の調査・設計から施工まで，土質工学会，p.221~222，昭和55年5月
- 6) 白石，北条：ケーソン工法，鹿島出版会，p.64~65，昭和59年2月
- 7) 60年度版・建設省土木工事積算基準，「⑦ニューマチックケーソン工，9. 参考資料」，建設物価調査会，p.352~353，昭和60年度
- 8) 平川：ケーソン基礎の施工，土木施工11巻4号，山海堂，p.72~74，昭和45年4月
- 9) 白石：基礎工（II），技報堂出版，p.445~449，昭和47年8月