U.D.C. 622.674:622.644 621.86.065.3:621.86.078.2 534.1

# 鉱山用卷上機および附属設備に関する技術向上について (第1報)

The Improvement of Engineering Pertaining to the Mine Electric Winder and the Attached Plant (1)

デスタンスロープとケージ間の相対横揺れの実測-

重 遠\* 橋 石

#### 内 梗 槪 容

竪坑ケージのガイドレールには固定式(木製,鉄製)フレキシブル式(ワイヤーロープ使用)があり 一長一短があるが昔からそれぞれ実用されている。

ロープガイドに張力を与えるために吊下重錘(多く使われる)かスプリング(あまり使われない)が 使われる。

吊下重錘が少ないとケージの横揺れが増すから、古くから吊下重錘は 100m 当り1t が良好であると 伝えているのみで他に研究文献がないようである。

ケージの横揺れ実測のような実験は時間的ならびに経費的制約を伴い繰返再度行うことは、また他の 現地で異る条件で行うことも容易に出来ないのが一般である。筆者は大掛な難実験を克服して興味ある 横揺れのオシログラム(世界最初と思われる)がえられたからつぎの結論を述べている。

(1) ロープガイドを使つたときの水平方向の加速度値は非常に小さい。

言

- (2) ケージの横揺れは非常に不規則である。負荷ケージ重量が半減すると横揺れは揚方向25%,卸 方向 50% くらい減るようである。
- (3) 横揺れ値の最大は y方向正荷重全速揚の時 11 cm, x方向同じく卸の時 6.6 cm であった。
- (4) 本実験の立坑ではガイドロープの吊下重錘は 0.65t/100m で良さそうであつた。



緒

竪坑ケージのガイドレールには固定式(木製,鉄製)フ レキシブル式(ワイヤーロープ使用)があり一長一短で あるが、昔からそれぞれ実用されている。ロープガイド は古くから英国に発達したものらしく, 我国でも既設の ものが十数台以上あり,最近実施されるものが多い。

**ロープガイドに張力を与えるために吊下重錘(多く使** われる) かスプリング (あまり使われない) が使われる。 吊下重錘が少ないとケージの横揺れが増すから, 古くか ら附加重錘は100m当り1tが良好であると伝えられて いるのみであまり研究文献(1)~(3) がないようである。ガ イドロープの経済的吊下重錘の決め方を求めるため実験 したいと念願しておつたところ,日立製作所製の新竪坑 設備が日本炭砿高松三坑入気竪坑に完成した。この竪坑 において, デスタンスロープに対するケージの相対運動 を実測する好機会に幸いめぐまれたので,経済的吊下重 錘およびケージ相互間またはケージ竪坑内壁間の走行遊 **防決定のための基礎データとして取纏めた。** 

ケージの横揺れ実測のような実験は時間的ならびに経 費的制約を伴い繰返再度行うことやほかの現地で異る条 件で行うことも容易にできないのが一般であるが、大掛 りな難実験を克服して興味ある横揺れのオシログラムが 得られたので報告する次第である。

日立製作所亀有工場 \*

# 〔II〕実験用竪坑および巻上機 附帯設備の要項

(1) 竪坑(第1図参照) 福岡県若松市 所 在 日本炭砿株式会社高松炭砿第三 名 坑 婜

---- 51 ----

## 442 昭和 31 年 3 月

日 立 評 論

#### 第38卷第3号

第 1	表	関	係	ワ	1	ヤ	~	P		プ	表
Table	e 1.	Lis	st	of	W	ire	R	lop	es	Us	sed

No.	用	Ì	金	構	造	撚	方	直 径	破断強度 (t)	単位重量 (kg/m)	数	374 m分 ロープ 自 重 (t)	吊下重錘平均 (t)	張力  (t)	安全率
1	巻	F	邗	6F	(1+12	+12)	Ζ	44	119.8	8.269	2		oli	_	
2	ガイ	下月	Ħ	7	本	撚	Z	32	29.5	5.095	8	1.91	2.457	4.367	6.7
3	デスク	タンスト	Ħ	19本	、撚内	外反	対 Z	36.1	41.7	6.22	2	2.32	2.416	4.736	7.6
									1	1				1	



第2図 ガイドロープ, デスタンスロープ配置図

竪坑(入気) 竪坑の大さ 内径 × 運転深度 × 坑底坪下=  $6.5 \mathrm{m}\phi \times 350.2 \mathrm{m} \times 12 \mathrm{m}$ 坑口, 坑底, 中段なし 昇降積卸口 (2) 附帯設備 櫓 高×脚幅×ガイドロープクラン (鋼 製) プ高= $32.8\,\mathrm{m}\times8.8\,\mathrm{m}\times18.7\,\mathrm{m}$ 直径= $3.5 \text{m}\phi$ ヘッドシーブ ロープ緊張角度 上綱 52°30′ 下綱 51°18′ (3) ワイヤーロープ ロープ仕様を第1表に配置を第2図に示す。 (4) ケージ(第3図参照) 鋼製,伸縮扉付,側鈑穴明鈑使用 縦×横×高=3.5m×1.75m×2.3m 1段デッキ 重量 (ケージ)+(ショックアブソーバ)+

Fig.2. Location of the Guide Rope and the Distance Rope



第3図 ケージ 附属 概略 図 Fig.3. Sketch of the Attachments to the Cage

 $(\vec{r} \, s \, v \, f \, v \, d \, z \, v \, d) = 2.71 \, t$ 

(注) ショックアブソーバ:以下略 Sa 作動させた

とき Sa 生, 作動せぬとき Sa 殺という

荷重 乗員 42 人,あるいは硬(ずり:鉱山用語,掘 削石の意)積載鉄製炭車(自重=0.965t) 1輛 デスタンスロープ受ローラガイド,フェンダ付

(5) ケージレシーバ

鋼製,坑口坑底にあつて積卸時ケージの横揺れを防止する。

### (6) 巻 上 機

型式 SD-NPA<sub>P</sub> 単胴複巻,歯車1段減速,マガジ ンドラム付,下方支点圧気ブレーキ操作 ロープ張力×不平衡張力×直径×速度=8.3t×5.3t× 44¢×5.5m/s

ドラム径×幅×鍔径=3.5 mφ×2.1 m×3.638 mφ, 減 速比=1/13.3 直流電動機 250 kW±600V, ±400 rpm

### [III] 実験の方法および測定器具

実験に使用したおもなる測定器および方法は下記のご とくである。第4図は測定器具系統図を示す。

(1) オシログラフ(以下略 OSC という) 記録用,三栄測器製製番 4 PO-004 16 エレメント ガルバノメータ,電磁制振,固有振動数 200~

鉱山用巻上機および附属設備に関する技術向上について(第1報)



第4図 測 定 器 具 系 統 図 Fig.4. Systematic Diagram of the Measuring Instruments

DV-3型 No. 1025 測定成分 X,Y,Z

![](_page_2_Figure_4.jpeg)

第6図 ケージ 横 揺 れ 測 定 概 念 凶 Fig.6. Outline of Survey of the Swaying of the Cage

![](_page_2_Figure_6.jpeg)

443

![](_page_2_Figure_8.jpeg)

#### 固有振動数と被測定物の振動数との比

第5図加速度計特性曲線 Fig.5. Characteristic Curve of the Accelerometers

感度 6mm/mA 160~ くらいまで使用可能なり。

(2) 加速度計

ケージ振動記録用,梅北製 DU-3 振子重量=1,200g
制振度 1/13 計器倍率=10 固有振動数=10へ,
測定範囲 ±0.1g=±2mm 最大 ±0.5g 方向XY
Z三成分

特性曲線を第5図に示す。取付位置は第6図の測定器 台(ケージにアングルを渡して熔接し特に作つてある)の 中央部近くにしつかり取付けてあつて,ケージの一部の 鉄鈑のびりびり振動を示さないように考慮してある。本 器は記録用紙にインキで記録するものである。

他に固有振動数約 30 の加速度計を併用し OSC に 接続してある。

(3) 光電管式歪計<sup>(4)</sup>

櫓歪測定用,オシログラフ上の倍率=6×104

![](_page_2_Figure_18.jpeg)

第7図 ケージ加速度記録の概念図 Fig.7. Outline of Records of the Acceleration of the Cage

#### 感度=1×10<sup>-5</sup>mm

A側ケージのヘッドシーブのベアリングにロープの張 力に比例した力が作用する。A側用ヘッドシーブは最上 位置にあるから低位置にあるB側シーブの影響を直接う けない。この力によつて櫓のメンバに歪が生ずる。

この歪を上記の歪計(第4図参照)で測つたから歪計 の観測値がロープの張力を示すことになる。

(4) ケージ横揺れ測定装置

**第6図**ケージ横揺れ測定概念図に示すごとく, デスタ ンスロープに対するAケージの水平関係運動を摺動変位 計によつて x, y 方向の記録をとつた。ケージ運行によ る本装置の作用をまえもつて丹念に調査したら良好であ った。可動部分はきわめて軽く, レバーは長く, 支点は

 444
 昭和 31 年 3 月
 日 立 評 論
 第 38 巻 第 3 号

変位計に近接させてある。幸に 測定AケージはBケージおよび デスタンスロープに遠ざかる傾 向が大部分であつたから実状に 近い記録がえられたと思われ る。(デスタンスロープは静粛に 近かつたと考えられた。)

(5) ケージ,巻室間ケーブ

ル

第二種キャプタイヤケーブル 4心入,外径15.4¢

[IV] 実験記録の概念

(1) ケージの加速度記録の概念

Aケージ内に設置した加速度 計の記録の概念を揚の場合につ き第7図(前頁参照)に示す。

(2) オシログラムの概念 オシログラムの概念を揚の場

合につき第8図に示す。 モーターマーク1回転相当深 <sub>庶</sub> π×3.502 \_0 897-

![](_page_3_Figure_10.jpeg)

No.	用	途	重錘数	重錘の重さ <i>W</i> <sub>w</sub> (t)	口 重(t)	ー プ 」 張 力 (t)	100 m 重錘の重さ	当 り   張 力 (t)
					Wr	$T = W_{\omega} + W$	$r = W_{\omega}/3.74$	T/3.74
1	ガイ	ドロープ	22	2.223	1.91	4.133	0.593	1.1
0	15 1	1* C	01	0 100	1 01	1 000	0	

度=13.3	=0.827 m
(注) 3.502	は実測値
ドラムマーク1回	転相当深度
$=\pi \times 3.502 = 11$	m

(3) 吊下重錘

実験中吊下重錘はおのおの上

ガイドローブ 2 21 2.123 1.91 4.033 0.5681.08 3 ガイドロープ 2.123211.91 4.033 0.568 1.08 ガイドロープ 4 202.0241.91 3.934 0.5411.05 平 -均 2.123----0.5675 -----\_ 5 デスタンスロープ  $10 \times 2$ 2.056 2.324.376 0.55 1.17

張力(t) T: 櫓内部に設置したロープ取付部の張力 t 張力(t) T/3.74: 深度 100 m 当りの平均張力 t

部2箇ずつ以外はすつかり水没していたから浮力を考えて修正すると第2表の通りである。

## 〔V〕実験の結果

本実験中はすべて Sa は殺してある。巻上機の速度制 御はワードレオナード方式で, ロープ速度は中速であり 加うるに HTD 増幅発電機を有し, プログラム速度に合 せて運転されているから速度の急変段階が起つたり, 巻 上機用ロープの縦振動, 横振動と原動機の強制振動とが 共振してケージの運動に加働するようなことはないよう である。

(1) 正規荷重揚卸全速時のケージの加速度

**第9.1図**は正規荷重揚,**第9.2図**は同卸時のケージの 加速度記録の一例を示す。

揚の場合はAケージは坑底から坑口へ,卸の場合は坑口から坑底へ,記録はともに左から右方へ進行を示す。

コントローラハンドルを停止から起動方向に動かすと

第3表ケージ振動の最大加速値 Table 3. Maximum Acceleration Values of the Vibration of the Cage

+		41.º 15th	起	助 時	竪坑	中 央	減	速 時
л		揚	卸	揚	卸	揚	卸	
左	右	加速度 <b>g</b> ~	$\left \begin{array}{c}\pm0.08\\8\end{array}\right $	微動 7	微動 8	0 0	0.18	微動 8
F	ፑ	加速度 <b>g</b> ~	+0.1 0.9	-0.03	0 0	0 0	+0.2	+0.2
前	後	加速度 <b>g</b> ~	0 0	0 0	0 0	0 0	0.4	微動 3

~: 每秒振動数

ハンドルに取付けてあるローラが加速カム上を通過する から一定加速度で起動できるようになつている。減速も 同様である。本図に相当するオシログラム(ケージ,コ ース元の加速度も記録してある)は省略したがカムに合 せて普通運転した場合である。

----- 54 ------

# 鉱山用巻上機および附属設備に関する技術向上について(第1報)

験条件 Sa 殺 声重 正規荷重	ドラム起動				上下	、動加	速度						ドラ1	」停止	0.28	
架度 坑底から坑口 軍転 力ムに合せて揚げ					前役	发動加	速度								-0.28 -0.28 -0.28	
					第	9.1	$\boxtimes$									
	0 5	10	15 20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80 8	85
***					左右	与動加	速度							15	·	
一般条件 Sa 殺 简重 正規荷重	ドラム起	動			上丁	下動加	速度					K*	ラム停止	7	14g 22g	
架度 抗口から抗底 軍転 力ムに合せて普通運転					前往	发動加	速度	20						12	14g	
					第	9.2	2									
	第9図	9.1 9.2	正 規 正 規	荷荷	重重	揚卸	ケケ	-	ジ 加 ジ 加	速速	度 度	記記	録 録			
	Fig.9.	9.1	Accel Norm	eratio al Lo	on Re oad	ecor	ded	from	a Cag	e Ho	oistin	ıg w	ith			
		9.2	Accel Norm	eratio al Lo	on Re oad	ecor	ded	from	Cage	e Lov	verii	ng w	ith			

値は第3表のごとくである。これからつぎのことがわか

叩速 っか 3.

445

る。 ロープガイドを使つたときのケージの加速度は (a) きわめて小さい。全速途中ではほとんど振動はない。

(b) 揚卸の起動時すなわちケージがケージレシーバ 内を摺動離脱する際,多少の振動が伴うが 0.1g を出な V.

(c) 揚卸の減速時すなわちケージがケージレシーバ に入り接触滑動停止する際,揚のときは左右方向 0.18g, 前後方向 0.4g ともに振動数は7~程度, 卸のときはと もに小さくなつている。

(d) (c) と同一条件のとき上下方向の加速度は揚卸 ともに 0.2g でほとんど同じであり、振動数はともに 4~ であった。揚のときはケージ浮上り(負加速度)を 示し, 卸は加働力 (正加速度) を示す。

(e) 揚減速時は三成分とも加速度が急に大きくなつ ているのは(第9.1図

他の多数記録からみると大体においてガイドロープを 使用したときのケージの加速度はほとんど無に等しく, きわめて円滑な運動をなしている。終点のケージレシー バに入ると水平 0.4g くらい (このときのケージ速度V は大体1m/sである。)の加速度が見られるが、これは接 触の状態によるためこの値は相当変化があろう。なお並 列に使用した加速度計の記録はほとんど一致していた。

以上でケージの加速度の程度がわかつたから, つぎに ケージの横揺れについて述べる。

(2) 正規荷重および空ケージの揚卸全速時のケージ 横揺れ

第10.1図(次頁参照)は正規荷重揚,第10.2図(次頁参 照)は同卸時,第10.3図(次頁参照)は空ケージ揚,第 10.4図(次頁参照)は同卸のオシログラムである。

揚の場合はAケージは坑底から坑口へ,卸の場合は坑

右端) ケージがレシー バに到着接触したため である。この接触のと きのロープ速度は 1.2 m/s (オシログラムに よる) であつて 3.5 秒 後ドラムは停止してい る。

第4表正規荷重揚時のケージの横揺れ値 Table 4. Swaying Value of Loaded Cage Hoisting

方	+	4	è	行	程	(83 s)		全	速	期	間 (41	.5s)
向	-	摇変位 ×時間 (cm.s)	摇時間 (s)	平均摇 a(cm)	最大摇 cm a(max)	$a \max_{a \neq a}$	全行程当 平 均 摇 (cm)	摇変位 ×時間 (cm.s)	摇時間 (s)	平均摇 a(cm)	最大摇 cm a(max)	$a \max_{a \neq a}$
x		71.0	63	1.13	1.5	1.33	0.86	41.0	35.6	1.15	1.5	1.3
	+	24.0	20	1.2	2.4	2.0	0.2	1.75	2	0.88	1.0	1.1
y	-	252	63	4.0	7.5	1.9	3.0	190	39.5	4.8	7.5	1.6

\_\_\_\_ 55 \_\_\_\_

日 立 評 論 第 38 巻 第 3 号

![](_page_5_Figure_2.jpeg)

第 10.1 図

![](_page_5_Figure_4.jpeg)

第 10.2 図

![](_page_5_Figure_6.jpeg)

第 10.3 図

![](_page_5_Figure_8.jpeg)

第 10.4 図

第10図	ケー	ージ	の構	語	れオ	シロ	ガラ	ム	
10.1	Æ	規	荷	重	揚				
10.2	Æ	規	荷	重	卸				
10.3	空	ケ	-	2	揚				
10.4	空	ケ		~	卸				

ロから坑底へ,記録はともに左から右方へ進行すること は前に同じ。これらに相当するケージの加速度記録はな いがほとんど前出第9.1図および第9.2図と同様と考え て良い。

(A) 測定の結果

(a) 正規荷重揚全速(第10.1図)

起動するとケージは x 側は (一) に多く揺れる傾向あ り, y 側は始め +2.4 cm 揺れが全速の 60% 速度のと きに  $-4.5 \text{ cm} \times 3 \text{ s}$  となり,以後 (+) に少し揺れ全速 (起動後 24 s,深度 280 m) で -6 cm の揺れとなつた。 (注)  $-4.5 \text{ cm} \times 3 \text{ s}$ : ケージ揺れの値が 3 秒間 -4.5 cmの位置にあつたことを表わす。

Fig. 10. Oscillograms of the Swaying of the Cage

10.1 Hoisted with Normal Load

10.2 Lowered with Normal Load

10.3 Hoisted with No Load

10.4 Lowered with No Load

----- 56 -----

全速期間中は大部分 (一) x 側に揺れ,突然 +3.8 cm×1s (最大揺 れ深度 100m) となり, y 側は起動 31 秒後+1 cm×2s となつたほか は全部(一)で深度 190 m, 100m にてそれぞ れ -7.5 cm (最大揺 れ) を示した。

減速 (深度 50m) に 入ると x 側は +2 cm を示し (-)(+)(-) (+)(-)を繰返す。 y 側は揺れ -4, -2, 0 cm である。

ヘッドシーブ,ロー プ巻込口張力は起動直 後の縦振動周期1秒く らいで進行とともに漸 減し,減速途中の周期 は0.5秒くらいである。 揺れと時間の関係を調 べると第4表のごとく である。表中の揺れ変 位×時間 cm.s はオシ ログラムの面積をプラ ニメータで測つて算出 したものである。

## 第5表 正規荷重卸時のケージの横揺れ値 Table 5. Swaying Value of Loaded Cage Lowering

方	+		全	全 行		程 (76 s)			速	期	間(39.5	5 s)
向	-	摇変位 ×時間 (cm.s)	摇時間 (s)	平均摇 a(cm)	最大摇 cm a(max)	$a \max_{a \neq a}$	全行程当 平 均 摇 (cm)	播変位 ×時間 (cm.s)	摇時間 (s)	平均摇 a(cm)	最大摇 cm a(max)	$a \max_{a \neq a}$
		40.2	48	0.84	2.0	2.4	0.53	22.6	24	0.94	2.0	2.1
x	+	41.8	28	1.5	6.6	4.4	0.55	30.2	15.5	1.95	6.6	3.4
	+	1.17	2.6	0.5	1.4	2.8	0.02	0.33	0.7	0.5	0.7	1.4
y		429	73.4	5.8	11.0	1.9	5.6	204	38.8	5.3	11.0	2.0

第6表空荷揚時のケージの横揺れ値

Table 6. Swaying Value of Unloaded Cage Hoisting

方	+		全	行	程	(81 s)		全	速	期	間 (41.	5 s)
向	-	摇変位 ×時間 (cm.s)	摇時間 (s)	平均摇 a(cm)	最大摇 cm a(max)	$a \max_{a \neq a}$	全行程当 平均摇 (cm)	摇変位 ×時間 (cm.s)	摇時間 (s)	平均摇 a(cm)	最大摇 cm a(max)	$a \max_{a \neq a}$
	-	62.4	53.6	1.17	1.9	1.6	0.77	37.0	29.5	1.25	1.8	1.44
x	+	32.2	27.5	1.17	3.0	2.6	0.4	16.8	12	1.4	2,3	1.64
	+	15.1	16.5	0.92	3.6	3.9	0.2	2.75	2.5	1.1	1.6	1.45
y		134	64.5	2.1	5.4	2.6	1.65	101	39	2.6	5.4	2.1

第7表 空荷卸時のケージの横揺れ値 Table 7. Swaying Value of Unloaded Cage Lowering

方	+	3	2	行	程	(75.5 s	)	全	速	期	間(4	) s)
向	-	摇変位 ×時間 (cm.s)	揺時間 (s)	平均摇 a(cm)	最大摇 cm a(max)	$a \max_{a \neq a} a$	全行程当 平 均 摇 (cm)	摇変位 ×時間 (cm.s)	摇時間 (s)	平均摇 a(cm)	最大摇 cm a(max)	$a \max_{a \neq a}$
	-	39.7	53	0.75	1.4	1.9	0.53	20.3	26	0.78	1.3	1.7
x	+	21.4	22.5	0.95	2.4	2.5	0.28	13.8	14	1	2.4	2.4
	+	4.15	8	0.52	1	1.9	0.06	0	1	0	0	
y		128	67.5	1.9	5.2	2.7	1.7	98	39	2.5	5.2	2.1

(b) 正規荷重卸全 速(**第10.2図**)

起動するとケージは *x* 側揺れ +0.5 cm×4s から -1 cm についで 0, *y* 側は大きく -7 cm×1 s となり0に復 してまた -4 cm 揺れ て全速(起動後23.5秒, 深度76m)となる。全 速期間中は *x* 側は0か ら以後(+)から(-) が長く(+)(-)を経 て大きく +6.6 cm(最 大揺れ 44 秒目,深度 187m)に揺れて次(-) (+)交互する。*y* 側は 第8表 ケージの横揺れ値一覧表 Table 8. Swaying Value of the Cages

水平	+				掦				卸		
十 方 向		条	件	平均摇 a(cm)	最大 据 a (max <sup>cm</sup> )	$a \max/a$	全行程当 平 均 摇 (cm)	平均摇 a(cm)	最大播 a(max <sup>cm</sup> )	$a \max/a$	全行程当 平 均 摇 (cm)
	1	正	荷	1.13	1.5	1.33	0.86	0.84	2.0	2.4	0.53
		全	速	1.15	1.5	1.3		0.94	2.0	2.1	
	-	空ケ	- ジ	1.17	1.9	1.6	0.77	0.75	1.4	1.9	0.53
		全	速	1.25	1.8	1.44		0.78	1.3	1.7	-
x		ĨΈ	荷	0.83	3.8	4.6	0.2	1.5	6.6	4.4	0.55
		全	速	1.7	3.8	2.3		1.95	6.6	3.4	
	+	空ケ	- ジ	1.17	3.0	2.6	0.4	0.95	2.4	2.5	0.28
		全	速	1.4	2.3	1.64		1.0	2.4	2.4	8
		ΤĒ	荷	1.2	2.4	2.0	0.3	0.5	1.4	2.8	0.02
		全	速	0.88	1.0	1.1		0.5	0.7	1.4	-
	+	空ケ	- ジ	0.92	3.6	3.9	0.2	0.52	1.0	1.9	0.06
		全	速	1.1	1.6	1.45		0	0		-
¥		正	荷	4.0	7.5	1.9	3.0	5.8	11.0	1.9	5.6
		全	速	4.8	7.5	1.6	-	5.3	11.0	2.0	
	_	空ケ	- ジ	2.1	5.4	2.6	1.65	1.9	5.2	2.7	1.7
		全	速	2.6	5.4	2.1		2.5	5.2	2.1	

---- 57 -----

448	昭和31年3月	日	立.	評	論	第	38 考	: 第:	3 号
		100 C		HI	HILU			11	

大部分 (-) 3~7 cm の変化を示す。55 秒目, 深度 250 m 附近にて -11 cm×1s(最大揺れ) を示す。59 秒目, 深度 275 m 附近にて +1 cm×1s と逆に揺れたのみである。

減速 (63 秒目, 深度 295 m) に入ると x 側両揺れ交 互, 停止近く +3 cm となり, y 側は (-) 1~6 cm 程 度である。

ヘッドシーブのロープ巻込口張力は起動とともに大き く,以後あまり変化なく漸増している。

揺れと時間の関係を第5表(前頁参照)に示す。

(c) 空ケージ揚全速(第10.3図)

起動するとケージは x 側に 7 秒くらいで +3 cm (最 大揺れ) 揺れつぎに (一) (+) (一) と変わる。 y 側には 8 秒後, 交互に揺れ 22 秒目, 深度 278 m で全速となる。 全速中 x 側には大部分(一)にあり途中で(+)に 4 回10秒 間揺れ, y 側には同じく大部分(一) に揺れ 59 s 目, 深 度 75 m 附近にて -3 cm (最大) に揺れている。

減速 (64 秒目, 深度 50 m) に入ると, x 側には両揺 れ {(-) 多少多い} しながら停止するが, y 側には(-) 1~2 cm 揺れて0に復す。

揺れと時間の関係を第6表(前頁参照)に示す。

(d) 空ケージ卸全速(第10.4図)

第 9 表 ケージの横揺れ値(全幅値) Table 9. The Cage Swaying Value

		2	両		ŧ	密 (0	cm)			
No.	条件		i.	揚		卸				
		x	y	$\sqrt{x^2+y^2}$	x	<i>y</i>	$\sqrt[V]{x^2+y^2}$			
1	正荷全通	恵 1.96	5.2	5.56	2.34	6.3	6.72			
2	空ケージ全通	框 2.34	3.0	3.8	1.7	2.42	2.92			

ケージ重量比=<u>No. 1</u> No. 2=1.8

第	10	表	ガイ	Ł	P	-	ブ	デ	ス	4	ン	ス	口	-	プ	吊	下重	Ī,
金	垂の	実例																

Table 10. Example of Suspended Weights of the Guide Rope and the Distance Rope

at the set of	原動機	吊下重錘の	重 さ (t/100 m)
所在地略专	の電流	ガイド用	デスタンス用
M. S.	D.C.	$1.06 \rightarrow 1.27$	1.13  ightarrow 1.34
H.N.	A. C.	1.29	1.29
н. і.	A. C.	2.34	3.27
Н.Ү.	A. C.	0.64	-
U.O.	A.C.	1.27	1.27
M. M. Y.	D.C.	0.96	1.1
M. M. Y.	A. C.	0.53	0.75
M.T. 8	D.C.	$1.65 \rightarrow 1.8$	0.77  ightarrow 0.85
M.T. 4	D. C.	$1.49 \rightarrow 1.63$	$0.68 \rightarrow 0.75$
M. T. I.	D.C.	1.04	1
M. Y.	D. C.	1	1
M.H.1	A. C.	1.07	1.28
M.H.2	A. C.	1.07	1.28
N 3	D. C.	$0.66 \rightarrow 0.84$	0.64

起動するとケージは x 側にはほとんど (一) 側に揺れ, 5.5 秒目で (一) 1.4 cm 最大揺れの値である。また y 側 にはほとんど (一) 1 cm くらいにて増速している。全速 (22 s 目, 深度 75 m) になって x 側には交互にただし 大部分 (一) 側に揺れ, y 側には全速中全部 (一) 2~3 cm に揺れ最大揺れ -5.2 cm は 45 秒目, 深度 200 m 附近である。

減速(63秒目, 深度300m)に入り直ぐ x 側には +2.4 cm(最大)を示しつぎに -1.4 cm (最大)が2箇所あり, ついで(-)から(+)に揺れている。y 側には両揺れし 0に復す。揺れと時間の関係を第7表に示す。

(3) 結果比較

上記の結果を集計すると第8表(前頁参照)の通りで ある。

上段は全行程当りのもの,下段は全速期間中の分を示 す。第9表は全行程の平均揺れ a cm の両揺れ値,ほか に $\sqrt{x^2+y^2}$ を示す。 $\sqrt{x^2+y^2}$ は平面上で合成したケー ジの横揺れ値である。この結果をそのまゝまとめるとつ ぎのごとくである。正規荷重積から空ケージになるとす なわち積載ケージ重量が約 55%,(この場合空ケージ重 量にほとんど同じ)になると揚は 25%, 卸は 50% くら い揺れが減る。

ガイドロープのみについて横揺れを観察すると, 坑口 ではケージを卸すとき坑底到着まで余り揺れないが, 揚 →変更後を示す。

って来るときはしだいに揺れ始め坑口レシーバにケージ が近付くとはなはだしく揺れて,取囲んだ形鋼枠を摺動 なぐり付ける状況であった。このため枠のベンキがはが れて光っている。その寸法はAケージの縦方向の坑壁側 でガイドロープ2本分につき y 方向でそれぞれ 0 cm, 17 cm, Bケージ y 方向 24 cm, 3 cm であったからこ れで揺れの程度がわかろう。微速で揚つて来るときでも 振動性の多いガイドロープ1本は x 7 cm, y 30 cm く らいの横揺れがあった。揚のとき巻上ロープの長さが減 少するにしたがつて,ロープの縦振動の振幅が卸のとき に比べて数倍にも達することが知られているようである が,これと何か関係があるのかも知れないが判然としな い。

つぎにガイドロープの上下動を吊下重錘部で観察する とケージを揚げるとき動きはなく,卸すとき3mm下方 に動いたがあまり動かないこともあつた。捻回振動は全 然なかつた。

ケージを坑底で受けて巻上ロープを弛め、ロープ端末の回転力を測つて見たが 2.5 m-kg 程度であつた。

第11表吊下重錘表

Table 11. Table of Suspended Weights

	4	計			画 実験			実	実 験 時 (大部分水没)		実 験		後 (Aケージ側のみ)			
No.	用 途	重	錘	100m 当重 錘 の 重 さ	-	-	プ	重	錘	100m 当重   錘 の 重 さ	重	錘	100m 当重 錘の重さ	-	-	プ
		数	重 $v_{\omega}(t)$ さ	$W_{\omega}/3.74$ (t)	安	全	率	数	重 さ $W_{\omega}(t)$	$W_{\omega}/3.74$ (t)	数	重 さ $W_{\omega}(t)$	$\begin{array}{ c c }\hline W_{\omega}/3.74 \\ (t) \end{array}$	安	全	率
1	ガイドロープ用	22	2.573	0.69		6.6		22	2.223	0.593	29	3.335	0.89		5.6	
2	ガイドロープ用	21	2.457	0.655	36	10 ( <del></del> 3)		21	2.123	0.568	27	3.105	0.83			, j
3	ガイドロープ用	21	2.457	0.655		-		21	2.123	0.568	27	3.105	0.83		-	a.
4	ガイドロープ用	20	2.341	0.625			.	20	2.024	0.541	26	2.99	0.8			š. ".
平	均		2.457	0.656		6.7			2.123	0.5675		3.134	0.8375		5.8	
重	量	붠	(%)	100				-	-	86.5		-	128			
重	量	比	(%)	-				-		100			148			F.

### (4) 検 討

巻上ロープは構造や荷重の大小によつて回転力を異に し、したがつてガイドに与える力を異にする。

ガイドロープ,デスタンスロープも吊下つた状態で多 少ぶらぶらしているだろうし,これとケージの関係運動 を記録したものであるからケージのみの正確な揺れとは いえぬであろう。

オシログラムでケージがひどく急に揺れて見えるのは 深度が 1/500 くらい, x が 1/1.5, y が 1/5 ぐらいの比 にそれぞれ異つた縮尺をしてあるからである。吊下重錘 は 0.65 t/100 m くらいの割で最大揺れ x 方向 +6.6 cm (正規荷重全速卸), y 方向 -11 cm (正規荷重全速卸) を示した。

![](_page_8_Figure_8.jpeg)

1t/100m と古くからいわれているのは,スチーム巻 上機時代にロープの縦,横振動にピストンのリズミック 作用による共振,速度の不円滑などの実技から決まつた ものと考えられる。現在発達した電気巻上機,殊にワー ドレオナード式制御の場合には,運転条件が非常に良い からケージ間隔 30 cm,ケージ坑壁間最小 65 cm の本 竪坑では前記の 6.6 cm や 11 cm の程度の揺れでは十分 な余裕間隔があるからこの程度の重錘で良かろうと思わ れる。

日本の実技例を第10表に示す。本表によると大低1t/ 100m 以上程度で少ないのは 0.6t が3例, 2t くらいの が1例ある。長く使つているうちケージがぶつかつたこ とがあつて重錘を追加した例も聞いている。余程悪条件 が重なつたものと思う。

元来ガイドロープ素線は磨耗して断線しにくいよう太 さ 10¢ ぐらいのものが使われているから強度も低く 50 ~60 kg/mm<sup>2</sup> 級の材質である。したがつて普通 1t/100 m のとき新ロープで安全率 5~6 にする常識であるから 重錘が多いと安全率も5以下になるが,あまり過重錘で あるとロープ外径がひどく磨耗したとき切断の危険も生 ずるから注意を要する。

![](_page_8_Figure_13.jpeg)

Fig.11. Connections Among the Cages, the Fender and the Rope

ケージの横揺れ衝突は各ケージ間,ケージ坑壁間の間 隙の大小や,ケージの安定度(縦横に対する高さの割合, 4本チェン吊,1本吊の方法,荷重の偏度)ガイドロー プ数,ケージ中心からのガイドロープ取付離度,取付離 度の不均一,回転力を異にするから巻上ロープの構造, 安全率(回転力に関係がある)重錘水没のおそれの有無, 通気の気流,振動の共振などにも関係あろう。

ソ連では竪坑断面決定における最小間隔を詳細に規格 として発表しているがロープガイドについてはつぎのご とく述べている。しかしデスタンスロープの有無による 区別はしてないようである。またケージ速度も与えてい ない。

コンクリート, 煉瓦支保のときスキップあるいはケージの相互間隔=250+H/2 ただし H=竪坑深度 m
 本式によると今回の竪坑では 250+<sup>350</sup>/<sub>2</sub>=425 となり
 本例の 650 より 225 すなわち 35% 少ない。

本実験終了引揚後間もなく昭和28年8月現地ではAケ ージ側ガイドロープに重錘を追加し,坑底は完全に排水 したところ『Aケージ側ガイドロープが逆に xy 方向と も,揺れが減少した。-x, -y 方向に少し揺れるのみ,

\_\_\_\_ 59 \_\_\_\_

430 昭和 31 年 3 月 日 丛 評 論	第38巻第3号
-------------------------	---------

またケージのフェンダーとデスタンスロープとの接触総幅は第11図(前頁参照)のごとくである』との報告があった。接触総幅は全行程中のケージとデスタンスロープとの最大接触幅を示している。上述の関係をまとめてみると第11表(前頁参照)のごとくである。

# 〔VI〕結 言

以上ケージとデスタンスロープ間の相対横揺れの実測 結果について記した。えられた結果をまとめてみるとつ ぎのごとくである。

(a) ロープガイドを使つたときの水平方向の加速度 値は非常に小さい。すなわち振動はほとんどない。ただ しケージが上下端の固定ガイドに入るときは大きい。

(b) ケージの横揺れは非常に不規則のようであるが 積載ケージ重量が半減すると横揺れが揚のとき 25%, 卸 は 50% くらい減るようである。

(c) ケージ速度が増せば横揺れは増すようであった が本実験では数値を確認していない。v=14m/sを15% 昇速したらケージが衝突した例も聞いている。したがつ て速度と重錘は比例の関係を持たすべきだろうと考えら れる。

(d) 本実測は片側ケージのみについてであるが平面 上で合成した全行程で平均のケージの横揺れの両振値は x 方向 2 cm ぐらい, y 方向 6 cm くらいであつた。 程度の揺れでは十分余裕があるからこれで良さそうであ る。

(g) 坑口附近のガイドロープの揺れはケージの運動 方向によつて異なる。ケージが遠ざかるすなわち卸すと きは坑底到着まであまり揺れない。ケージが近づくすな わち揚つてくるときははなはだしく揺れる。その揺れ幅 は最大 30 cm にも達した。

(h) 坑底附近のガイドロープはケージの運行中ほと んど動かないようである。

実験を行ったのは一竪坑についてのみである。今後機 会あるごとに実験検討を進めるならば現状に即した適当 な数値を決定できるであろう。しかしなかなか困難があ ろう。あまり重錘を増すことは安全率の点からローブも 太くなるし不経済である。

ガイドロープの横揺れ周期が一致し各ロープが同調 し、ケージを大きく揺らせないように吊下重錘は多少変 えるのが常識である。全く同一重錘でケージの衝突事故 を最近耳にしたが残念である。

今回のケージ横ゆれの実測は直流巻上機の性能試験, 竪坑ロープにかかる衝撃応力の実測につづいて施行した もので日本炭砿株式会社の御好意によるものである。

同所の関係各位また計画測定に関係された日立製作所 亀有工場の富田,細田,藤芳氏らの熱心な御協力に対し てここに謝意を表する。

(e) 各ケージ間あるいはケージと竪坑壁間の接触に 関係する横揺れ値の最大はy方向正規荷重全速揚のとき -11 cm x方向おなじく卸のとき +6.6 cm(ただし +6.6は竪坑の中央寄りの位置で両ケージが近づく方向にて) x方向 -2 cm であつた。-11 cm は中央から坑底寄り の位置である。

(f) ケージ間隔 30 cm, ケージ坑壁間最小 65 cm 吊下重錘 0.65 t/100 mの本竪坑では前項に示した値の

#### 参考文献

- (1) H. Bansen und K. Teiwes: Die Schaftförderung p. 210
- (2) Poole: Haulage and Winding p. 372
- (3) 三雲, 会田: 竪坑巻綱の振動について, 日本鉱
   業会誌, 66, 748 号, 425 頁(昭 25-9)
- (4) 富田: 振動応力測定用の KAII 型光電管式歪計,
   日立評論 33,5号,307~317頁(昭 26-6)

![](_page_9_Picture_22.jpeg)

![](_page_9_Picture_24.jpeg)