

# コンクリート混合機の混合機構と改良型混合機の設計に就いて

准會員 丸 安 隆 和\*  
學生員 佐 藤 千 晴\*\*

要 旨： 従来使用されてゐるコンクリート混合機には種々の型式種類があるが、最も廣く使用されてゐるのは水平回轉圓筒型のものである。この水平回轉圓筒型の内部に於ける各粒子の運動状態を調べ、この水平圓筒を更に高回轉を與へる事によつて充分混合の目的を達し得る事を確め、之の點を基礎として、今までのものより小型にして一層製造能力の大なる混合機を設計し、その一例を示したものである。

## 目 次

第 1 章 緒 論	第 5 節 土壓論から見た案内羽根の混合作用に及ぼす效果
第 2 章 回轉水平圓筒の混合機構	第 6 節 結 論
第 1 節 緒 論	第 4 章 設計の一例
第 2 節 混合操作の實驗的考察	第 1 節 回轉圓筒の設計
第 3 節 コンクリート混合機の所要回轉數について	第 2 節 操作系統及附屬設備
第 3 章 混合機構の理論的考察	1 バケツ送り
第 1 節 單一粒子の運動	2 計量操作
第 2 節 圓運動及び平衡運動状態に於ける粒子群の運動	第 3 節 動力系統
第 3 節 圓運動を終り飛行落下する粒子の運動	1 動力使用の方法
第 4 節 1 回轉に要する時間及軸方向に進む距離及製造能力	2 水平回轉圓筒の回轉裝置
	3 骨材及セメント運搬裝置
	4 自動計量裝置
	第 4 節 所要動力の算定

## 第 1 章 緒 論

コンクリートを材料として施工する諸種の構造物をその目的に従つて各所に急速に施工せんとする爲に必要な要件は種々あるが、その中で、運搬が容易にして而も多量のコンクリートを製造し得る様なコンクリート混合機を作成する事も確にその要件の一つであると思ふ。従来コンクリート工事で最も大規模なものは堰堤工事であつたのであるが、之等の工事は長年月かゝつて然も一定の場所に固定した現場を持つてゐた爲に充分今までの如き混合機を以てしても間に合つてゐたのであるが、工事の目的及其の施工期間に一大飛躍をなすべきである現在に於ては明かに混合機の改良も 1 つの大きな問題であると考えた。そこで著者は、混合機内部に於ける混合機構について種々検討を行ひ、理論的には今までの混合機よりも遙かに能率のよい混合

機の可能なる事について確信を得たので、その案をここに御紹介し、諸先輩からの隔意なき御批評と御教示を御願したいと思ふ次第である。勿論、これは未だ設計をすませただけであつて實際の成果については未だ不知數であるので、著者が現在小型模型を作つて實驗を行ふべく着々準備中である。

扱、従來の混合機について一瞥して見よう。混合機を作業の上から分類して見ると、連続ミキサーと同分ミキサー (Batch mixer) となり、今日最も多く用ひられてゐるのは同分ミキサーである。然し、多量のコンクリートを製造する爲には、同分ミキサーを用ひたのでは到底その目的を達する事が出来ないであつて、充分混捏されると言ふ條件の下に連続的なミキサ

\* 工學士 京城市大助教授

\*\* 京城市大理工學部土木科學生

一を使用した方がよい事は明である。故に著者は材料の挿入からコンクリートの排出まで凡て連続的に行ひ得る如く改良した。

更に、混合機は其の能力の大なるに比べて充分可搬が容易である事が必要である。従來の圓筒型ミキサーを眺めて見ると其の諸元は表-1 の様になつてゐる。

表-1. 圓筒型ミキサーの寸法

種別	名稱	ドラム 回轉	ドラムの 徑×長さ	機 械 の 全長×全幅	機 械 の 全高	モーター 馬力	重量
	r.p.m.	cm cm	cm cm	cm	cm		kg
4 切	19	94 × 75	224 × 150	240	3	1 700	
6 "	18	105 × 82	240 × 174	280	5	2 000	
8 "	17	115 × 90	260 × 180	297	5	2 300	
10 "	16	126 × 100	287 × 180	316	7.5	2 800	
14 "	15	142 × 107	313 × 203	340	10	3 800	
21 "	15	155 × 135	346 × 234	390	15	5 600	
28 "	14	180 × 147	396 × 305	480	20	6 100	

即ち、〇〇堰堤の工事は現在の土木工事現場としては極めて優秀な設備を有し、その混合機も 28 切のもの 8 臺にて、1 日平均 4 000 m<sup>3</sup> を施工してゐたのであるが、ウォセクリーターを併用せる同工事場の混合工場は極めて巨大なものであつて、到底容易には移動し得られるものでない事は周知の事である。こゝに著者の設計せるものは、長さ 1.80 m、直徑 1.20 m の圓筒を本體としこれに自動計量装置等の附屬設備を含めて一切の混合装置を 1 臺の貨物自動車に積載し得る如くし、而もその能力は毎時 40 m<sup>3</sup> 即ち略 50 切ミキサーに相當する如きものたらしめたのである。

此等の諸點よりして、もしかゝる混合機が充分利用可能な事が認められるならば、大陸に、一嶼島に幾多の而も多量のコンクリートを必要とする如き構造物が急速に施工せられんとする時には、自動車のもつ機動性と相俟つて極めて優秀なる成績を収めるであらう事を信ずるのである。之に重ねて諸先輩方の御教示を御願ひする次第である。

## 第 2 章 回轉水平圓筒の混合機構

### 第 1 節 緒 論

コンクリートを或ミキサーに依つて與へられたる割合の配合を以て造らんとする時に、其の混練の状態及一定の時間内に於ける混練量に影響を及ぼす原因の主なるものは

1. 毎分の回轉數

2. 砂利の粒の大小及び其の供給方法
3. 供給水量及其の供給の方法
4. 各材料を圓筒内に供給する順序

等である。この中、2, 3 の項については例へば Hatt<sup>(1)</sup> 等の研究があり、4 については吉田博士等の研究があつて、此處では重要な問題ではない。1 の項については、従來の混合機では表-1 に見る様に 14~19 r.p.m. 位であつて、圓筒の徑の小なるものほど回轉數が早くなつてゐるが、回轉數が此よりも大になれば却つて其の混合度が減退するものと考へられてゐたのである。然し、回轉圓筒内の粒子の運動状態を観察すると判りと次の 4 つの状態に區分する事が出来るのである。即ち比較的 low 回轉に於ては、回轉圓筒壁によつて引上げられた粒子が、圓運動を終了して粒體面を混亂流下し、再び圓筒壁の作用を受けて運動する様な状態を繰返す。回轉數がこれより増大すれば、圓運動を了した粒子が略拋物線状をなして飛行落下する状態に移るのであるが、この兩運動の境界状態が臨界運動状態である。

更に、回轉數が増加すると粒子の飛行路は次第に擴大して圓運動を了した粒子が前に圓運動を開始した相應點に飛行落下、再びこゝより先と同一回轉半徑を以て圓運動を開始する状態に入る。斯る状態に於ては、粒體面上の混亂流下は先づ全然認められないのであつて、此が平衡運動状態である。更に回轉數がこれ以上増大してくると、粒子の運動は極めて不安定になり、甚しく振動する状態を経て、遂に、圓筒壁面固着の状態に達するのである。

従來の混合機では、回轉數が増大し材料が壁面固着の状態に入ると、各成分が其の質量等の關係から各々分離して回轉状態を續けるものとし、自ら之に制限を加へ、所定の高さまで上昇した時自然に落下させ、之を繰返して練上げて居つたのである。

著者が今こゝで提案せる混合機は、更に回轉數を増大し全部が壁面固着の状態となつたものを、搔落鋸を以て積極的に落下せしめ、その鋸の位置及形を適當にする事によつて、1 回轉毎に落下する各粒子の相對的な位置を最大に変化せしめ、混合度の高きコンクリートを製造せんとするのである。尙爾後實驗的な考察をなすに當つて使用する値は凡て大山博士の論文<sup>(2)</sup>に依

(1) W.K.Hatt.: Test of Concrete Mixer, Proc. of A. C. I. Feb. 1921

(2) Oyama: Sc. Pap. I. P. C. R. 34 (1936) p. 1267  
37 (1940) p. 17

るものである。

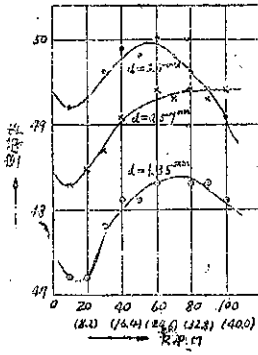
第2節 混合操作の實驗的考察

大山博士は内徑 200 mm 長さ 460 mm で内面を仕上げた鑄鐵製の水平圓筒にて、一端を平面硝子板で蔽ひ、それを通じて内部粒子の運動の状態を観測し得る如く装置し、試料として石灰石を粉碎し之を篩分けして其の徑 3.5 mm, 1.35 mm, 0.57 mm の 3 種につき實驗されたのであるが、此等の實驗の結果から、著者が今提案せんとする混合機にて充分混合し得る事が説明出来るのである。

(a) 単一粒子の場合

単一系の粒子につき實驗を行つた結果、圓筒の回轉數と空隙率との關係は圖-1 に示す如くである。即ち、この實驗値は試料を 5 分間回轉し其の靜止後粒體の見掛の容積を硝子越しに計り其の空隙率を算出せるものである。之によれば回轉數が 10~20 r. p. m. で最も小さく回轉數が増加すれば急激に増加し、 $n=50\sim60$  r. p. m. 附近で最大、それより漸減するが、其の割合は  $d$  の大なるもの程激しい。之より判る事は各粒子共同回轉數が相當に大で表面固着の状態になるに及べば非常に緻密な状態に近づく事である。

圖-1. 圓筒回轉數毎分と空隙率との關係



(b) 二成分系の場合

議論を進める前に根本的な問題である混合と言ふ事の内容を明かにする必要がある。混合とは互に離れて存在する 2 種又は其れ以上の物質の各粒子を混合作用によつて互に異種の粒子を最も接近せる位置に持來り、且逆に同一物質各粒子を其の系内に於て互に最も離れた位置に配列する操作と解する事が出来る。然る時は同種の粒子は遠く離れ、異種の粒子が最も接近せる位置に存在する配列を完全に混合してあると言へるのであるが、かゝる理想的な場合は、大粒子間の空隙に一樣に小徑粒子の存在する様な場合である。然して一樣に埋められてあるもの程、全見掛比容積<sup>(3)</sup>は小で

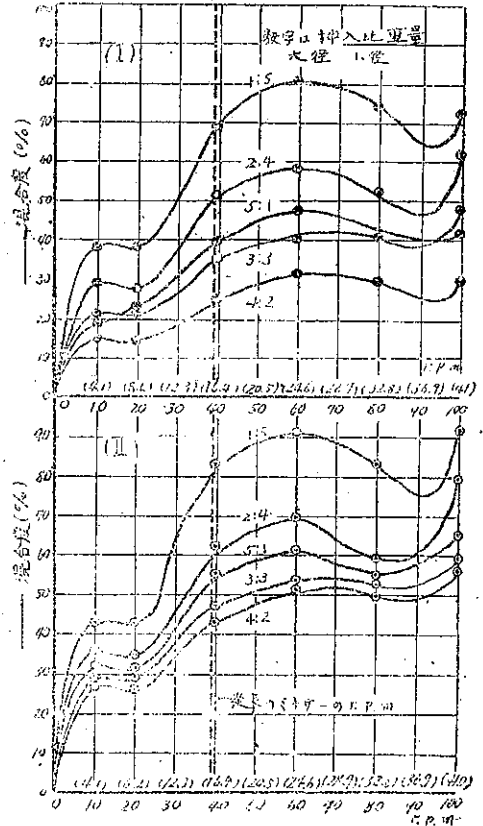
(3) 見掛比容積とは、 $s$  を單位體積當りの重量  $v$  を空隙率とすれば

あるから、見掛の比容積の小なる程混合度がいよと言ふ事になる。故に、見掛比容積を比較して、その粒體の達し得る最小見掛比容積との比をとれば、其の試料の受けた混合作用の効果を比較する 1 つの方法とする事が出来る。

此處で問題となるのは、最小比容積の値であるが、圖-2 (a) が 2 成分系の粒子の中  $d_1/d_2=\infty$  の場合を標準とし、圖-2 (b) は Westman and Higill が圓筒形容器の縦振動によつて充填した實驗値<sup>(4)</sup>を選んで混合作用の効果を比較したものである。これによれば低回轉に於て達し得られる混合度は低く、r. p. m. = 10

圖-2. 混合度と圓筒回轉數との關係  
粒徑比  $d_1:d_2=3.5:0.5$

( ) 内は  $D=1.20$  m に換算せる r. p. m.



$$V_s = \frac{1}{s(1-v)}$$

にて與へられるものである。

(4) Westman & Higill: Journ. Am. Ceram. Soc. 13 (1930) p. 767.

附近より r. p. m. = 20 付近までは、寧ろ回轉數の増加に伴つて混合度が急激に増大し、粒子が拋物線落下状態を開始する r. p. m. = 60 附近に於て最大となり、更に定常運動状態の回轉數附近になると再び減少するが壁面固着の状態即ち r. p. m. = 100 附近に到れば更に上昇してゐるのである。この點が今改良型混合機に利用せんとする點であつて、今まで再び混合度の減少するとのみ思はれてゐた高速回轉を更に増大し、r. p. m. = 100 以上の壁面固着の状態になれば、如何なる配合のものも凡て急激に混合度を増すものである事が確認出来るのである。

第 3 節 コンクリート混合機の所要回轉數について

水平回轉圓筒中を等速回轉運動をなしてゐる粒體に關係するのは遠心力のみであるから、この項を比較して前節に述べた實驗値の半徑と所要混合機の半徑とから混合機に必要な回轉數を定めて見る。

後章に於て著者の計畫せる混合機は諸種の條件から直徑 1.20 m の圓筒となしたが、圖-2 の回轉數を半徑 = 60 cm のものに換算すれば ( ) 中に示す如き値となる。此より本計畫に於て r. p. m. = 50 を與へるとすれば、これに相當した實驗値は約 r. p. m. = 120 となり、既に壁面固着の状態に入つた相當混合度の高い所にある事を知るのである。參考の爲に從來使用されてゐるミキサーの状態を調べて見ると次の如くになり圖-2 から判斷すれば相當混合度の高い點にある事が判るのである。

表 2.

種類	r. p. m.	徑 (m)	換算回轉數
10 切	16	1.25	40
14 "	15	1.43	40
21 "	15	1.55	42

第 3 章 混合機構の理論的考察

第 1 節 單一粒子の運動

圖-3 に示す如く半徑 R なる水平回轉圓筒が、角速度  $\omega$  にて回轉してゐるものとする。任意の點 B に 1 粒子がある時

$$m \frac{d(V-v)}{dt} = -mg \sin \theta + F \dots \dots \dots (1)$$

$$m \frac{(V-v)}{R} = s - mg \cos \theta \dots \dots \dots (2)$$

但 s: 束縛力 F: 摩擦力  $V: R\omega$

v: 迂りによる粒子の回轉速度

然して、摩擦力和粒子の受ける重力の切線方向の分力の釣合ふ點では  $v=0$  故に、 $F=\mu \cdot s$  であるから

$$g \sin \theta - \mu \left\{ \frac{(V-v)^2}{R} + g \cos \theta \right\} = 0 \dots \dots \dots (3)$$

式 (3) を解いて、 $\theta = \theta_0$  を求めれば、 $\theta_0$  までは粒子は迂る事なく  $R\omega$  の速度で回轉するが、 $\theta > \theta_0$  になれば粒子は迂り乍ら回轉する事になる。即ち、減速度 v の作用を常にうけ乍ら上昇し、 $s=0$  なる點 c に於て始めて壁面を離れて落下する事となる。即ち點 c は

$$\frac{(V-v_1)^2}{R} = g \cos \theta_1$$

なる  $(V-v_1)$  を求めればよく、式 (1) 及 (2) を聯立して解く事によつて  $\theta_1$  を求める事が出来るのである。

第 2 節 圓運動及平衡運動状態に於ける粒子群の運動

(a) 圓運動をなす粒子群の運動

圓筒内の 1 粒子 D が角速度  $\omega$  を以て回轉してゐるものについて先づ考へて見よう。遠心力と重力との合力を R とすれば、粒體の形成面は R に垂直でなければならない。然るに、圖-4

より

$$a: r = m\omega^2: mrv\omega^2$$

$$\therefore a = \frac{v}{\omega^2} \dots \dots \dots (4)$$

故に、 $\omega$  が一定であれば  $a =$  一定となり、従つて粒體の形成する面は  $OP=a=$ 一定なる點 P を中心とする圓弧とならねばならぬ。

(b) 平衡運動状態附近の粒子の運動

この場合粒子が圓筒壁面を離れる位置を求める必要はあるが、その點 A (圖-5 参照) は、式 (2) から  $s=0$  として

$$\sin \theta_1 = \frac{\omega^2 r}{g} \dots \dots \dots (b)$$

圖-3.

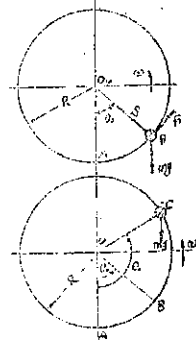
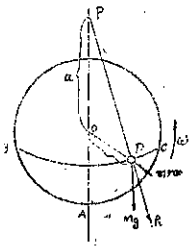


圖-4.



より  $\theta_1$  を求めればよい。その理由は、この場合には単一粒子の運動と異り、後續せる粒子に押されて一定回轉速度  $\omega R_1$  で常に回轉運動をなし、束縛力  $s=0$  なる點 A に於て始めて飛行運動をなすものと見做すことが出来るからである。更に、この場合粒體の形成する面は圖-5 に見る如く、P 點を中心とする圓弧に對

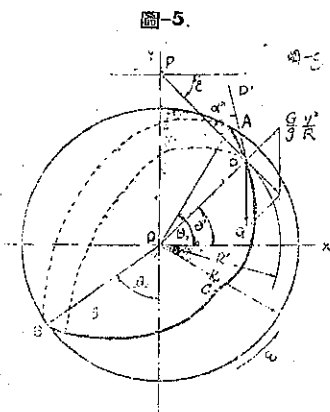


圖-5.

して D 點の形成面は、粒體の形成面は、粒體の息角  $\alpha$  だけ傾くまでこわれないから

$$\angle PDD' = \frac{\pi}{2} - \alpha = \alpha'$$

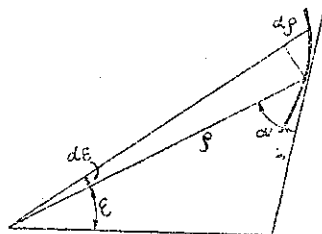
なる一定の角度に傾斜する。所がこの様な曲線は次の様にして求められる。

圖-6 に示す如く、  $k = \tan \alpha' = \frac{\rho}{dE}$

$$\therefore \frac{d\rho}{\rho} = \frac{1}{k} dE$$

$$\therefore \rho = ae^{\frac{1}{k}E} \dots \dots \dots (6)$$

圖-6.



即ち、これは對數螺旋曲線であつて、A 點は飛行開始點、B 點は飛行終了點であり、この 2 點が決れば BC、AC 曲線は 2 つの對數螺旋曲線にて表はし得る事となる。但しこの場合の極は、勿論  $x=0, y=y/\omega^2$  である。

(c) 壁面固着程度の高回轉をなす場合

粒體が壁面固着の状態となれば各粒子は壁面を離れる事なく、粒體の附着する厚さも略一樣なる環状形をなすに到る。然し圓筒内の挿入量が環状體の容積以上となれば、圖-7 の影線を施した部分を生じ、其の面は P を極とする對數螺旋曲線をなし、飛行落下する部分を生ず。要するに、かゝる程度の高回轉をなせば壁面に向つて各粒子が進まんとし細粒子は、粗粒子の間隙を充填するに到り、適當の粒度を有する骨材であれば完全に最大密度の状態にまで達し得るのである。然して、先の餘剩部分が生ずれば混合操作を亂す結果となるから、完全に固着の状態となり得る點から其の混合機的能力も自ら制限される事になる。

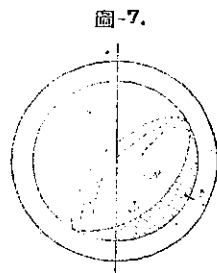


圖-7.

第 3 節 圓運動を終り飛行落下する粒子の運動

(a) 一般理論

Fisher<sup>(5)</sup>, Davis<sup>(6)</sup>, Barch<sup>(7)</sup> 等はボールミルに對する理論に於て、粒子の自由落下する運動を拋物體の運動として取扱つたが、Haultain and Dyer<sup>(8)</sup> 及 Bleibtreu<sup>(9)</sup> は實驗値と理論値とが一致しない事を述べてゐる。更に Gow, Campell and Coghill<sup>(10)</sup> は實驗結果より Fisher 等の理論的假定の誤りである事を指摘し、自由飛行部に於ける粒子は各々獨立に拋物體として運動するのではなく、常に後續せる粒子群に押されて、圓筒回轉運動と同一なる一定速度を有する運動をなすものと考へた。又飛行落下する時は圓運動をなす時よりも粒子は互に接近する。即ち圓運動部分に於ては各粒子は互に充分なる間隔を有してゐるが、飛行部分では殆んど各部分が接觸してゐるのである。而して粒子の間隔が變化すれば當然粒子速度にも變化を來すことになる。

(5) H. Fisher: V. D. I. 43 (1902)

(6) E. W. Davis: Trans. Am. Inst. Min. Met. Eng. 61 (1919) p. 250

(7) W. Barch: Tech. Mech. Therm. Dyn. 1 (1930) 121

(8) Haultain and Dyer: Trans. Am. Inst. Min. Met. Eng. 69 (1923)

(9) Bleibtreu: Chem. App 13 (1931) 115

(10) Gow, Campell and Coghill: Trans. Am. Inst. Min. Met. Eng. (1930) No. 326

圓周速度  $V$  なる場合、粒徑  $d$  にして  $x$  なる間隔を有する粒子群が單位時間に 1 點を通過する粒子の數は

$$n = \frac{V}{(1+x)d}$$

若しそれが各粒子が相接觸して常に後續せる粒子群に押されて運動する状態になれば

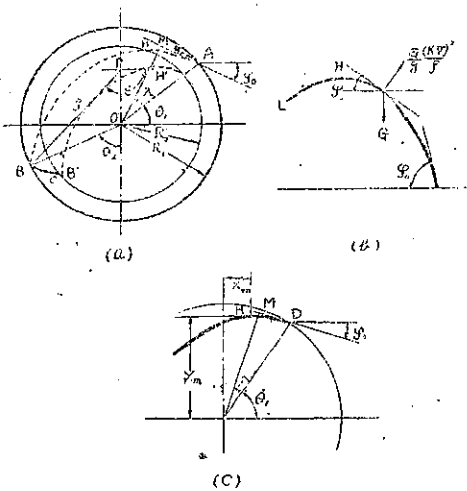
$$n = \frac{KV}{d} = \frac{V'}{d}$$

運動が平衡してゐる爲にはこの兩者が相等しく  $K = \frac{1}{1+x}$  となり、飛行粒子は  $V$  より小なる  $V'$  なる周邊速度を有すると考へられるのである。

(a) 高速回転の場合、搔落鋸を設けた時の粒體運動状態

圖-8(a) に示す如く、壁面固着状態に於ける粒體は A なる搔落鋸によつて阻止せられて、 $\lambda$  だけ方向が變換され、AHB なる飛行曲線を描いて落下する。而して BC の間は對數螺旋曲線となりその後は前と同様に壁面固着の状態のまま圓形表面を形成して A まで進む。A' 點で離れた粒子も同様にして B' 點に落下し以下同様の運動を繰返すことになる。

圖-8.



示す。

この粒子の運動が平衡の状態にある爲には

$$\frac{d}{g} \cdot \frac{(Kv)^2}{\rho} = G \cdot \cos \varphi \quad \dots\dots\dots (7)$$

$$\therefore \rho = \frac{(Kv)^2}{g} \sec \varphi \quad \dots\dots\dots (8)$$

便宜上この方程式を極切線方程式に書直して

$$p = p(\varphi) \quad \dots\dots\dots (9)$$

こゝで  $\varphi$  は曲線上の 1 點 D に於ける切線が X 軸となす角、 $p$  は極から其の切線に引ける垂線 OM の長さである。然る時は、曲率半径は

$$\rho = p(\varphi) + p''(\varphi) \quad \dots\dots\dots (10)$$

にて示され、この微分方程式を解いて

$$p = \frac{(Kv)^2}{g} [(A + \log \sec \varphi) \cos \varphi + (B + \varphi) \sin \varphi] \quad \dots\dots\dots (11)$$

$$\frac{dp}{d\varphi} = \frac{(Kv)^2}{g} [(B + \varphi) \cos \varphi - (A + \log \varphi) \sin \varphi] \quad \dots\dots\dots (12)$$

所が飛行開始點 A に於ては、搔落鋸の方向により切線方向  $\varphi_0$  が與へられる。然しこの點は粒子と鋸と衝突する事になり、 $e_1 V \sin \lambda$  ( $e_1$ : 反撥係數) なる撥返り方向の速度があるが、これは後續粒子の爲に打ち消され  $KV \cos \lambda$  なる速度で切線方向に飛出すことになる。今

$$\lambda = \frac{\pi}{2} - (\varphi_0 + \theta_1)$$

$$p = OM = R_1 \cos \lambda = R_1 \sin (\varphi_0 + \theta_1)$$

$$\frac{dp}{d\varphi} = MD = R_1 \sin \lambda = R_1 \cos (\varphi_0 + \theta_1)$$

之を式 (11) 及 (12) に代入して係數 A, B を求めれば

$$A = a \cos \varphi_0 - b \sin \varphi_0 - \log \cos \varphi_0 \quad \dots\dots\dots (13)$$

$$B = a \sin \varphi_0 + b \cos \varphi_0 - \varphi_0 \quad \dots\dots\dots (14)$$

$$\text{但 } a = \frac{g}{(Kv)^2} R_1 \sin (\varphi_0 + \theta_1)$$

$$b = \frac{g}{(Kv)^2} R_1 \cos (\varphi_0 + \theta_1)$$

頂點 H の座標を  $x_m, y_m$  とすれば

$$\left. \begin{aligned} y_m &= p(\varphi_0) - \frac{(Kv)^2}{g} [A] \\ x_m &= \frac{dp}{d\varphi} (\varphi_0) = \frac{(Kv)^2}{g} [B] \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (15)$$

次に A' 點に來た粒子の運動について考へて見よう。A' の粒子の運動方向は A の粒子と同様に、 $\varphi_0$  なる角度の方向に飛び行くものと考へる。然る時は

A'H' 線は

$$p = \frac{(Kv')^2}{g} [(A' + \log \varphi) \cos \varphi + (B' + \varphi) \sin \varphi] \quad \dots\dots(11')$$

$$\frac{dp}{d\varphi} = \frac{(Kv')^2}{g} [(B' + \varphi) \cos \varphi - (A' + \log \varphi) \sin \varphi] \quad \dots\dots(12')$$

但  $v' = \omega R_2 \cos \lambda$

$$A' = a' \cos \varphi_0 - b' \sin \varphi_0 - \log \cos \varphi_0 \quad \dots(13')$$

$$B' = a' \sin \varphi_0 + b' \cos \varphi_0 - \varphi_0 \quad \dots\dots(14')$$

茲に

$$a' = \frac{g R_2}{(Kv')^2} \sin(\varphi_0 + \theta_1)$$

$$b' = \frac{g}{(Kv')^2} R_2 \cos(\varphi_0 + \theta_1)$$

同様に H' の座標は

$$x_{m'} = \frac{(Kv')^2}{g} (B'), \quad y_{m'} = \frac{(Kv')^2}{g} (A') \quad \dots(15')$$

H 及 H' 点を過ぎれば、粒子は水平速度  $Kv$  で抛出された運動をなす。然して、B 点の座標を  $(x_b, y_b)$  とすれば、HB の抛物線の方程式は H 点を頂点として

$$y = \frac{1}{2} g \left( \frac{x}{Kv} \right)^2 \quad \dots\dots(16)$$

となり、圓筒の方程式は

$$(x - x_m)^2 + (y - y_m)^2 = R_1^2 \quad \dots\dots(17)$$

であるから、式 (16) 及 (17) より

$$p x^2 + (1 - 2p y_m) x - 2x x_m = R^2 - x_m^2 - y_m^2 \quad \dots\dots(18)$$

但  $p = \left( \frac{g}{2Kv} \right)^2$

を解く事によつて得られる。

以上の如くにして求めた曲線が圖-9 の如くなつたとすれば、A 点よりその切線に垂線を描き、その線上の I 点 C を中心とし、なるべくこの飛行路に一致する如き圓弧を畫きこれを以て振落飯とするのである。更に、この振落飯の内面に案内羽根をつけ (圖-9 及 10 参照) 粒體の運動をこの案内羽根によつて少し宛前進せしめる様にする。然る時は、振落飯の受けるモーメントが滅じ、振動もなくなり粒體が混亂される事なく、整然と混合作用を繰返し乍ら、連続的に排出口まで前進するのである。

尙この案内羽根をつければ式 (11), (12) にて

$$v = v' \cos \lambda \cos \beta \quad \beta = 2^\circ \sim 3^\circ$$

となり、前進方向には  $Kv \sin \beta$  に進むが、これは一種の螺旋運動の如くなる。

圖-10.

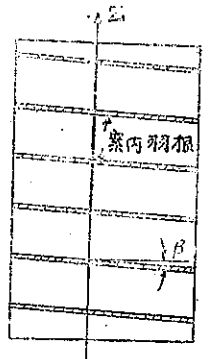
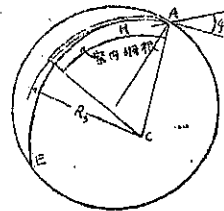


圖-9.



第 4 節 1 回轉に要する時間及軸方向に進む距離及製造能力

(1) 1 回轉に要する時間

以上述べた通り、高速回轉による混合機内の粒體の運動は大體 3 つに分けられる。

- (i) 壁面に沿ふ圓運動
- (ii) 各粒子の連続推進による等速飛行
- (iii) 飛行頂点よりの抛物落下飛行

であるが、その中で

(i) に要する時間  $t = \frac{\theta_1 + \theta_2 + \pi/2}{\omega} \quad \dots\dots(19)$

(ii) は圓運動を終了して頂点に到るまでの飛行時間であり

$$\begin{aligned} ds &= \rho d\varphi \\ \therefore t_2 &= \int_0^{\varphi_0} \frac{ds}{Kv} = \frac{1}{Kv} \int_0^{\varphi_0} \rho d\varphi \\ &= \frac{1}{Kv} \int_0^{\varphi} \frac{(Kv)^2}{g} \sec \varphi d\varphi \\ &= \frac{Kv}{g} \log \left[ \frac{1 + \sin \varphi_0}{1 - \sin \varphi_0} \right] \quad \dots(20) \end{aligned}$$

(iii) は

$$t_3 = \frac{x_b}{Kv} \quad \dots\dots(21)$$

而して内側の粒子も同様に

(i)  $t_1' = \frac{\theta_1' + \theta_2' + \pi/2}{\omega} \quad \dots\dots(19')$

(ii)  $t_2' = \frac{Kv'}{g} \log \left[ \frac{1 + \sin \varphi_0}{1 - \sin \varphi_0} \right] \quad \dots\dots(20')$

(iii)  $t_3' = \frac{x_b'}{Kv'} \quad \dots\dots(21')$

故に、粒子が 1 回轉するに要する時間は

$$T = t_1 + t_2 + t_3$$

$$T' = t_1' + t_2' + t_3'$$

にして内外粒子が 1 回轉する間に  $T - T'$  だけの位相の變化をなすことになる。

(2) 前進する距離

$$\left. \begin{array}{l} \text{外側粒子 } K\alpha(t_2 + t_3) \sin \beta \\ \text{内外粒子 } K\alpha'(t_2' + t_3') \sin \beta \end{array} \right\} \dots\dots\dots (22)$$

だけ 1 回轉中に前進する事になるのであるが、この點でも亦内外粒子が 1 回轉毎に位相の相違を起すことになる。

(3) 製造能力

運動が平衡状態にあれば、各部分を單位時間に通過する量は一定である。故に壁面固着の粒子の数を  $A$ 、飛行中のそれを  $A'$  とすれば

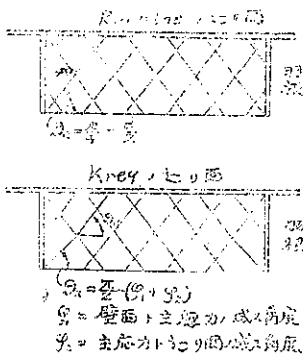
$$\frac{A}{A'} = \frac{t_1 + t_1'}{(t_2 + t_2') + (t_3 + t_3')}$$

$$\therefore \text{製造能力} = A + A' = \frac{T + T'}{t_1 + t_1'} \times A \dots\dots\dots (23)$$

第 5 節 土壓論から見た案内羽根の混合作用に及ぼす效果

搔落飯に植へた案内羽根の間を飛行する粒體に土壓論を適用すれば壁面に接する所では、Rankine に従へばその送り面は  $\frac{\pi}{4} - \frac{\alpha}{2}$  であり、Krey に従へば  $\phi = \frac{\pi}{2} - (\phi_1 + \phi_2)$  となる。粒子の種類、 $AA'$  の長さ等が決まれば ABC 及び A'B'O' の送り面が決定される。この送り面に於ては、平衡の破れる状態が他の位置よりも早く来る。従つて ABCD 及び A'B'O'D' の部分が先に落ちる事となる。そして此處に於ても亦 1 回轉毎に粒體の各粒子の相対的な位置の變化が促進

圖-11.



される事になるのである。従つて、混合作用も案内羽根の爲に亦一層促進せられる結果となる。

第 6 節 結 論

結局、今までの混合機は殆んど同分式であつて回轉數も極めて低く、能力の割に形も大であつた。然るに水平圓筒を相當高回轉させ、壁面に材料が固着の状態に到れば、その混合度著しく上昇して行く事が、大山博士の實驗から明にされたのである。故に之の事實をコンクリート混合機に適用し、更に搔落飯を用ひて表面固着状態のコンクリート材料を積極的に搔落しこれに落下した粒子の位置を相対的に充分變化せしめる事によつて充分混合の目的を達し得られるであらうと想像したのである。更に、これを連続的に操作せしめ得る如くすれば、製造能力が今まで使用されてゐるミキサーに比べ相當大なる事を認めて、こゝに改良型ミキサーを提案した次第である。而して、その各部の機構、回轉數、製造能力等を理論的に定めて見たのであるが、前にも述べた如くこれは案であつて、尙實際に使用し得られるか否かについては一層の研究を要するのである。

第 4 章 設計の一例

以上各項に於て述べた所により、著者が提案せんとする改良型混合機の大要は盡されたのであるが、實際數學的に之を示す爲にこゝにその 1 例を設計して見た。その第 1 の條件として、この混合機はその附屬設備と共に凡て 1 臺の貨物自動車に積載し得る事を基として設計したのであり、従つて、今こゝに述べる設計例も貨物自動車に積載した状況にある混合機を示す事にした。

第 1 節 回轉圓筒の設計 (附圖参照)

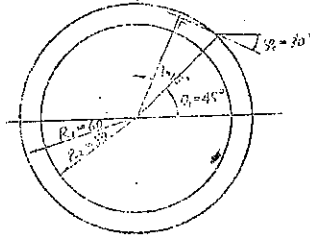
ホッパー(I)より挿入される材料は回轉圓筒内に設けた圓盤に衝突して圓筒壁面に落下する。この材料が前記の要領により混合作用を受け乍ら螺旋運動を受けつゝ混合操作を続け出口へと進んで行く。この場合搔落飯に取付けた案内羽根(B<sub>1</sub>) (附圖-2) は前進方向に 15° の角度をなし、入口より出口までに 50 回の混合操作を繰返すことになる。出口では突起飯 (D) によつて方向が變る様にし樋 (E) を通つて外部に排出される。

圓筒の回轉は齒車によるのであるが、其の支承は、附圖-1, 3 に示す如き (J) なる支へ轉子 4 個を用ひた。この回轉は容易な程よいので、軸承 (K) にはローラー軸承を作用した。尙、これを固定する爲に固定環 (C) を施した。



搔落板(B)をボルトでフレームに固定したのは、摩損のため搔落板と圓筒とが離れた時任意に之を調整し得る爲である。

圖-12.



水平圓筒を 50 r. p. m. にして、コンクリートの息角を 40° とせる場合圖-12 の如く  $\varphi = 30^\circ$  に搔落板を取付けば、

$$V_1 = R_1 \omega = 3.14 \text{ m/sec}$$

$$v_1 = 3.14 \times \cos \lambda \doteq 3.0 \text{ m/sec}$$

$$\gamma_1 = \frac{(Kv_1)^2 (11)}{g}$$

従つて

$$\gamma_1 = \frac{(0.8 \times 3)^2}{9.8} = 0.565 \quad \text{又は} \quad \frac{1}{\gamma_1} = 1.76$$

式 (15) より

$$y_m = \gamma_1 A \quad x_m = \gamma_1 B$$

式 (16) より

$$a_1 = R_1 \frac{1}{\gamma_1} \sin(\theta_1 + \varphi_0), \quad b_1 = R_1 \frac{1}{\gamma_1} \cos(\theta_1 + \varphi_0)$$

$$\therefore a_1 = 1.02, \quad b_1 = 0.28$$

$$\therefore A = a_1 \cos \varphi_0 - b_1 \sin \varphi_0 - \log \varphi_0 = 0.89$$

$$B = a_1 \sin \varphi_0 + b_1 \cos \varphi_0 - \varphi_0 = 0.23$$

$$\therefore y_m = 0.89 \times 0.565 = 0.50 \text{ m}$$

$$x_m = 0.23 \times 0.565 = 0.13 \text{ m}$$

この點 H(x<sub>m</sub>, y<sub>m</sub>) から畫く拋物線は

$$x = Kv_1 t, \quad y = \frac{1}{2} g t^2$$

より

t	0.1	0.2	0.3	0.4
y	0.05	0.20	0.45	0.80
x	0.24	0.48	0.72	0.96

之より圓筒と拋物線の交點即粒子の落下點が定まり  $x_0 = 0.727 \text{ m}$  となる。

次に飛行粒子の描く曲線は  $\varphi = 10^\circ$  及  $20^\circ$  の場合について計算すれば、式 (11) 及式 (12) より

(11) K の値は平衡運動状態では 0.63 程度であるが壁面固着になると 0.8 程度となる。

$\varphi = 20^\circ$  の場合

$$p = 0.565[(0.89 - 0.063) \times 0.94 + (0.23 + 0.35) \times 0.34] = 0.553 \text{ m}$$

$$\frac{dp}{d\varphi} = 0.565[(0.23 + 0.35) \times 0.94 + (0.89 - 0.063) \times 0.34] = 0.17 \text{ m}$$

$\varphi = 10^\circ$  の場合

$$p = 0.565[(0.89 - 0.015) \times 0.985 + (0.23 + 0.18) \times 0.174] = 0.525 \text{ m}$$

$$\frac{dp}{d\varphi} = 0.565[(0.23 + 0.175) \times 0.985 - (0.89 - 0.015) \times 0.174]$$

$$\times 0.174]$$

$$= 0.141 \text{ m}$$

最内側の粒子は  $R = 0.50 \text{ m}$  として

$$v_2 = 3.0 \times \frac{5}{6} = 2.5 \text{ m/sec}$$

$$\gamma_2 = \frac{(Kv_2)^2}{g} = 0.41 \quad \text{又は} \quad \frac{1}{\gamma_2} = 2.45$$

$$\therefore a_2 = 1.18, \quad b_2 = 0.32$$

又

$$A_2 = 1.18 \times 0.86 - 0.32 \times 0.50 + 0.14 = 1.00$$

$$B_2 = 1.18 \times 0.50 + 0.32 \times 0.86 - 0.52 = 0.34$$

$$\therefore y_m' = 0.41 \times 1.0 = 0.41 \text{ m}$$

$$x_m' = 0.41 \times 0.34 = 0.14 \text{ m}$$

この H' 點より畫く拋物線は前と同様にして

t	0.1	0.2	0.3	0.4
y	0.05	0.20	0.45	0.80
x	0.20	0.40	0.60	0.80

等速飛行運動は

$\varphi = 20^\circ$  の場合 式 (11') 及 (12') より

$$p = 0.41 \{(1.0 - 0.06) \times 0.94 + (0.34 + 0.35) \times 0.34\} = 0.48 \text{ m}$$

$$\frac{dp}{d\varphi} = 0.41 \{0.69 \times 0.94 - 0.94 \times 0.34\}$$

$$= 0.13 \text{ m}$$

$\varphi = 10^\circ$  の場合

$$p = 0.41 \{(1.0 - 0.12) \times 0.985 + (0.34 + 0.18) \times 0.174\} = 0.44 \text{ m}$$

$$\frac{dp}{d\varphi} = 0.41 \{0.515 \times 0.985 - 0.985 \times 0.174\}$$

$$= 0.14 \text{ m}$$

$$\text{EC 曲線:} \quad \frac{\omega^2}{g} = 0.358$$

$x=0, y=0.358$  にて P 点が定まりこれを極とする。

B 點の極座標を  $\rho_0, \epsilon_0$  として  $\alpha$  を求める。

$$k = \frac{1}{\tan \alpha_1} = \tan\left(\frac{\pi}{2} - \alpha_1\right) = \tan \alpha = 0.84$$

又  $\epsilon_0 = 153^\circ = 2.67 \text{ rad}$

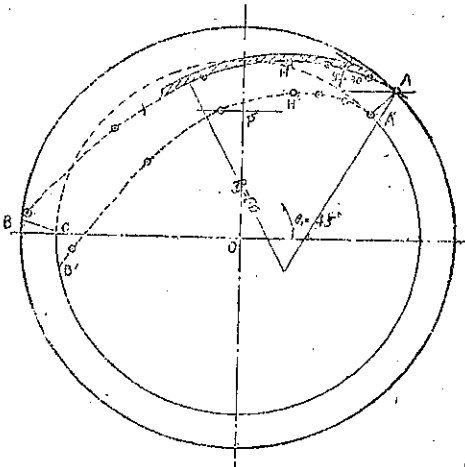
$$\therefore k\epsilon_0 = 2.67 \times 0.84 = 2.24$$

$$\rho_0 = 67.5 \text{ cm}$$

$$\therefore \alpha = \frac{67.5}{e^{2.24}} = 7.1$$

$\epsilon$	$150^\circ = 2.62$	$145^\circ = 2.53$	$140^\circ = 2.44$	$135^\circ = 2.36$
$\rho$	64.0	59.0	55.0	51.5

圖-13.



此等粒子の運動状態を圖示すれば圖-13 の如くである。

粒子が 1 回轉するに要する時間

(a) 外側粒子 式 (19), (20) 及 (21) より

$$t_1 = \frac{\theta_1 + \frac{\pi}{2} + \theta_2}{\omega} = 0.77 \text{ sec}$$

$$t_2 = \frac{Kv}{g} \log\left[\frac{1 + \sin \varphi_0}{1 - \sin \varphi_0}\right] = 0.27 \text{ sec}$$

$$t_3 = \frac{vb}{Kv} = 0.32$$

$\therefore$  全所要時間  $T = 1.36 \text{ sec}$

(b) 内側粒子

$$t_1' = 0.72$$

$$t_2' = 0.22$$

$$t_3' = 0.32$$

$$\therefore T' = 1.26 \text{ sec}$$

$$\therefore T - T' = 1.36 - 1.26 = 0.10 \text{ sec}$$

故に内側粒子と外側粒子とで 1 回轉中に 0.1 sec の位相差を生ずる事になる。

1 回轉にて前進する距離

案内羽根の前進角度を  $1^\circ 40'$  とすれば、1 回轉にて進む距離は

$$s = Kv \sin \beta \cdot T$$

$$\therefore \text{外側 } 240 \times \sin 1^\circ 40' \times 0.58 = 4.1 \text{ cm}$$

$$\text{内側 } 200 \times \sin 1^\circ 40' \times 0.54 = 3.1 \text{ cm}$$

この平均を 3.6 cm とすれば、大體 50 回轉、即ち 1 分間にて水平圓筒を通過する事になる。

線すり高

式 (23) より全挿入量

$$V = V_1 + V_2 = V_1 \times \frac{T + T'}{t_1 + t_1'}$$

$$\therefore \div \frac{1}{2} \left( \pi + \frac{\pi}{4} \right) \times (0.6^2 - 0.5^2) \times 1.74 \times 1.8$$

$$\div 0.675 \text{ m}^3$$

故に、1 分間の線すり高は

$$0.675 \times \frac{50}{50} = 0.675 \text{ m}^3/\text{min}$$

$$1 \text{ 時間には } 0.675 \times 60 = 40.2 \div 40 \text{ m}^3/\text{hr}$$

第 2 節 操作系統及附屬設備

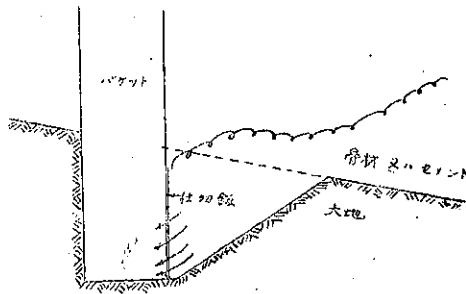
本コンクリート混合機は、その運動を始めるに先立つて先づ充分量の材料を準備する事は必要でかくする事によつて混合機の能力が十二分に發揮し得る事は、其の他凡ての多量生産を行ふ場合と同様である。

1 バケット送り

混合装置のすぐ周邊に砂利、砂及セメントと別々に分類して、附圖-1 に示す如くバケット送りの來る位置に集積して置く。バケットの來る位置には、圖-14 の如き凹地を作り置き、バケットによつて持上げられる骨材を小人数によつて容易に補充し得る如くする爲に外側に適當な傾斜を附して置く。バケット送りの送り量の調節は、附圖-3(ウ) に示す如き仕切板の開閉によつてこれを行ふ如くする。

混合装置を移動するに當つては、バケットは之を取外し水槽を積載せる自動車にて運ぶ如く計畫せり。従つて、バケット送り装置の固定はフレームの上面即ち貯藏倉の上面と中間に型鋼によつてブラケットを作り其れにつるす如くなし、下面は圖の如く地上に支持せしめる。

図-14.



バケット送りの設計

石炭、鑽石等を運搬するバケットの速度は諸種の條件より  $v=0.3\sim 1.2$  m/sec 位を適當とすと言はれてゐる。今鎖齒車  $r=10$  cm 同轉數 60 r.p.m. とすれば  $v=0.67$  m/sec  $= 37.7$  m/min となるので大體これを標準としてバケットの大きいさを決定する。

(i) 粗骨材用バケット—圖-15 の如きデメンジョンとすれば

$$V=0.008 \text{ m}^3$$

$$\therefore 0.64 \text{ m}^3 \times \frac{1}{0.008} = 80 \text{ 杯/分}$$

故に、バケットの取付ける間隔は

$$37.7 \times \frac{1}{80} = 47 \text{ cm} \doteq 50 \text{ cm}$$

(ii) 細骨材用バケット—圖-16 の如き寸法によれば

$$V \doteq 0.003 \text{ m}^3$$

$$\therefore 0.28 \times \frac{1}{0.003} = 93 \text{ 杯/分}$$

故に、所要のバケットの間隔は

$$37.7 \times \frac{1}{93} = 40 \text{ cm}$$

(iii) セメント用バケット—圖-17 の如き寸法にとれば

$$V \doteq 0.002 \text{ m}^3$$

配合 1:3:6 を標準として

$$V \doteq 0.002 \text{ m}^3$$

$$\therefore 0.10 \text{ m}^3/\text{分} \div 0.002 \text{ m}^3 = 50 \text{ 杯/分}$$

故に所要のバケット間隔は

$$37.7 \div 50 = 75 \text{ cm}$$

2 計量操作

(i) 粗骨材の計量

粗骨材の計量は、1 分間に  $0.64 \text{ m}^3$  を送りこみ得る

如き送りネジ装置を用ひた。これによれば材料の調節はネジの同轉數を變化させるより外に調節不可能であるが、コンクリートの出來上り容積はその配合如何に拘らず略それに使用した砂利の容積によつて決るのであつて、練上り高を一定とすれば操作用砂利の調節は殆んど不要であるが故に、ネジ送り装置を用ひたので

圖-15.

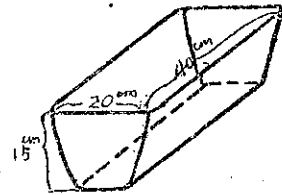
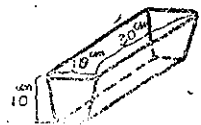


圖-16.



圖-17.

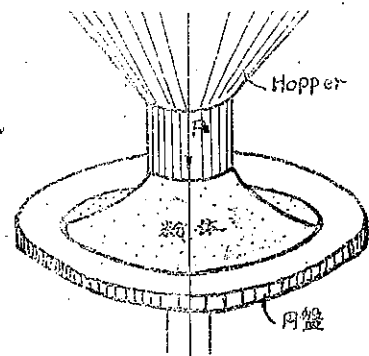


ある。本設計に於てはネジの直徑 24 cm, ピッチ 13 cm とし、これによつて骨材の送りこみが可能である。

(ii) 同轉圓盤による調節

ホッパーよりその下部にある圓盤上に粒體を落下させれば、圓盤が靜止せる場合には粒體はその息角と粒體上面より受くる壓力とによつて、 $\phi$  なる角度を有する圓錐體を形成する。所が今、圓盤が角速度  $\omega$  にて同轉してゐる場合には、この粒體のなす形狀は如何なるものになるかについて先づ考へて見る (圖-18)。

圖-18.



上面よりうける壓力  $P=0$  で粒體の息角  $\phi=0$  なる時、粒體の形成する面の切線が水平となす角を  $\theta$

とすれば、この場合  $\tan \theta = \frac{\omega^2}{g} x$  である。然るに  $\varphi \neq 0$  なる場合には(圖-19)

$$\theta' = \theta - \varphi$$

となり、従つて

$$\tan \theta' = \frac{\tan \theta - \tan \varphi}{1 + \tan \theta \tan \varphi}$$

$$\tan \varphi = k_1, \quad \frac{\omega^2}{g} = k_2$$

と置けば

$$\tan \theta' = \frac{k_2 x - k_1}{1 + k_1 k_2 x} = \frac{1}{k_1} \left\{ 1 - \frac{k^2 + 1}{1 + k_1 k_2 x} \right\}$$

$$\therefore \frac{dy}{dx} = \frac{1}{k_1} \left\{ 1 - \frac{1 + k^2}{1 + k_1 k_2 x} \right\}$$

之を解いて

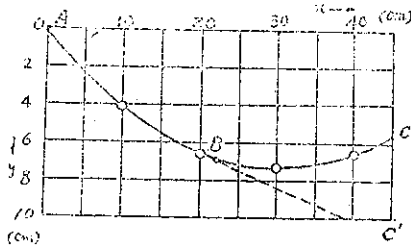
$$y = \frac{1}{k_1} \left\{ x - (k_1^2 + 1) \frac{1}{k_1 k_2} \log(1 + k_1 k_2 x) \right\}$$

今  $\varphi = 30^\circ, n = 40, \omega^2 = 17.4$  とすれば  $k_1 = \tan 30^\circ = 0.577, k_2 = 1.78$

$$\therefore y = \sqrt{3} x - 2.25 \log(1 + x)$$

之を圖示すれば圖-20 の如くである。然るに 1 點 B より外側にある粒子は迂り乍ら同轉を行ふ事になり、 $\omega' (< \omega)$  なる同轉速度で同轉するが、之の B 點より外側の粒子は略一定の遠心力を受けるものと考へられ、従つて BC 曲線は BO' なる直線を以て置換る

圖-20.



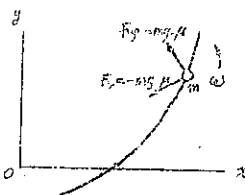
事が出来る。

この B 點は次の如くにして決定する事が出来る。即ち、圖-21 の如き同轉座標系を定め、 $\omega = \text{const}$  ならば運動方程式は

$$m \frac{d^2 r}{dt^2} = F_r + m r \omega^2 \dots (24)$$

$$0 = F_\varphi - 2m\omega \frac{dr}{dt} \dots (25)$$

圖-21.



茲に、 $F_r$  及  $F_\varphi$  は共に  $m\mu g$  である ( $\mu$ : 摩擦係数)。然る時は式 (24) は

$$\frac{d^2 r}{dt^2} = -\mu g + \omega^2 r$$

今  $\mu g = \omega^2 r$  とすれば

$$\frac{d^2 r}{dt^2} = \omega^2 (r - r')$$

$r - r' = R$  として

$$\frac{d^2 R}{dt^2} = \omega^2 R$$

$$\therefore R = a \cosh \varphi \dots (26)$$

次に式 (25) は

$$\mu g = 2 a \omega^2 \sinh \varphi \dots (27)$$

式 (26) 及 (27) は、 $\omega = \text{const}$  なる範圍を示すのであつて、之を解けば粒子の迂り始める點 B を定める事が出来る。即ち、

$$a = k_1 t = 0$$

$$\varphi = \omega t$$

$\mu = 0.2, a = 0.1$  として

$$\sinh \varphi = \frac{0.2 \times 9.8}{0.2 \times 17.4} = 0.563$$

$$\cosh \varphi = 1.149$$

$$\therefore R = 0.115$$

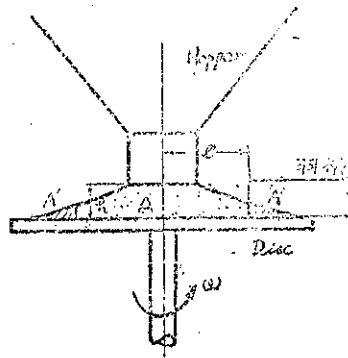
斯が

$$r' = \frac{R \cdot g}{\omega^2} = 0.112$$

$$\therefore r = 0.115 + 0.112 = 0.227 \text{ m}$$

$r$  は B 點までの半径であつて、 $r > 0.227 \text{ m}$  では遠心力  $= \text{const}$  となる。

圖-22.



かくして出來た圓錐形粒體を圖-22 の如く、搔落鉢を挿入して所要量だけ採集するのである。

(i) 砂の計量 (0.28 m<sup>3</sup>/min)

$h=6$  cm,  $l=15$  cm とすれば, 1 分間に計量する量は Guldin の法則より

$$V = \pi \times 0.235 \times \frac{1}{2} \times 0.25 \times 0.048 \times 40 \\ = 0.276 \text{ m}^3$$

(ii) セメントの計量

$h=6$  cm,  $l=12$  cm として

$$V = \pi \times 0.173 \times \frac{1}{2} \times 0.17 \times 0.036 \times 40 \\ = 0.07 \text{ m}^3$$

かくして, 引極鉋の挿入長を適量に加減する事によつて任意量の材料がお互に調節混合される事になる。

### 第 3 節 動力系統

先にも述べた様に, 本設計例は 1 臺の貨物自動車に混合装置全體を積載し得る如く定めたので, 此の混合機に使用する動力も凡て貨物自動車の機関より取る如く計畫して見た。然し, 自動車の如何なる部分から取るかについては問題の存する所であつて, 先づ第 1 に考へられるのはハズミ車を利用して取る方法であるが, この部分は運轉臺の下部であり自動車でその構造が最も複雑せる部分であるので, 其の周囲の構造を根本的に改造せぬ限り不可能と思はれる。又何れから引出すにしても, クラッチ, クラッチ寄せ等を有する一聯の動力切換装置を必要とするのであるから, 混合装置に近い方で切換を行ふのが得策であり, 且空間も廣いのでこの方を採用した(附圖-1 参照)。

即ち, 後輪駆動軸を 2 つに割り, 其處に必要な應じて停車中は何時でも切換の可能な切換装置(M)を置いた。その部分の詳細はこゝでは主目的でないので省略する。

#### 1. 動力使用の方法

一般に斯くして引出した動力を使用するのに 2 通りの方法が考へられる。即ち

(i) 機関直結によるもの

(ii) 機関の動力を一旦發動機により電力に直して使用するもの

以下述べる理由により混合機を積載せる自動車には (i) の方法を採用した。即ち

(i) 被回轉體が常に一定の場所にある。

(ii) 全部低回轉であるから全部に電動機直結とすれば, reduction gear の装置が複雑になる。

(iii) 自動車には混合装置一式を積むのであるから,

發電機の様に重量が大で, 容積の廣いものを積む事は不利である事。

併し, 一般には資材の損失にはなるが, 斯の如き土木工作自動車には總て動力の切換装置を施す事が有利である。即ち, 不時の動力需要に對して任意に電動機によつて動力の供給をなす事が出来るからであつて, 本設計の如く機關直結のものであれば若しその自動車の機関に故障でもあれば, 忽ち全面的に作業の停止を餘儀なくされるからである。然るに切換装置によつて電力を起し得る如き遊休自動車のある場合には直ちに之に對處する事が出来る筈で, 土木工作用自動車には凡て切換装置を施して置く事の必要性を痛感する次第である。

#### 2. 水平回轉圓筒の回轉裝置

以上の如き切換装置によつて, ( $M_1$ ) 齒車を 1500 r.p.m. に回轉し, ( $M_1$ ) ( $N_1$ ) ( $N_2$ ) ( $O_1$ ) ( $O_2$ ) ( $A_2$ ) の一聯の齒車啮合せ裝置により 1200 r.p.m. より 300, 60 と回轉を落す。以上の如くにして ( $M_1$ ) が 1500 r.p.m. で回轉する限り, 水平回轉圓筒(A)は 50 r.p.m. の所要回轉をなすのであつて, これにより初期の目的 40 m<sup>3</sup>/hr のコンクリートが製造される事になる。

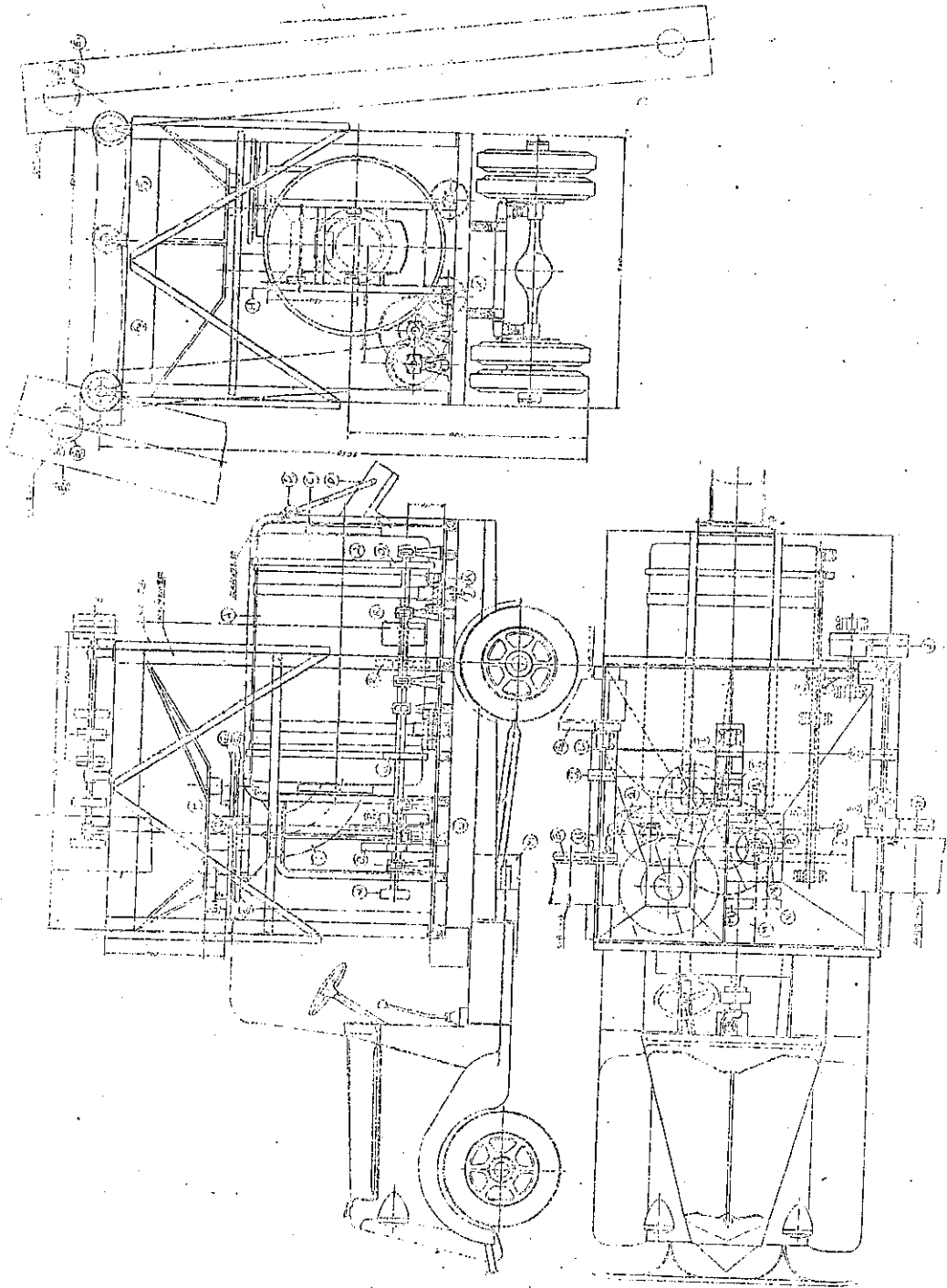
#### 3. 骨材及セメント運搬裝置

O 軸に取付けられたる齒車 ( $O_2$ ) より動力をとり ( $O_2$ ) ( $M_2$ ) ( $L_2$ ) ( $S_2$ ) ( $S_2$ ) ( $Eg_1$ ) により 300, 60 r.p.m. と回轉數を落し, 鉛齒車 ( $Eg_2$ ) を回轉鎖に取付けられたるバケットを一定速度で回轉して砂利 0.64 m<sup>3</sup>/min を貯藏倉 ( $Eg$ ) の中に運搬する。同様にして砂, セメントを夫々 0.28 m<sup>3</sup>/min, 0.1 m<sup>3</sup>/min を貯藏倉へ運ぶのである。途中, 固定調車, 遊び調車裝置を置き, 水平回轉圓筒とは別個に停止運動が可能なる如くにして置く。

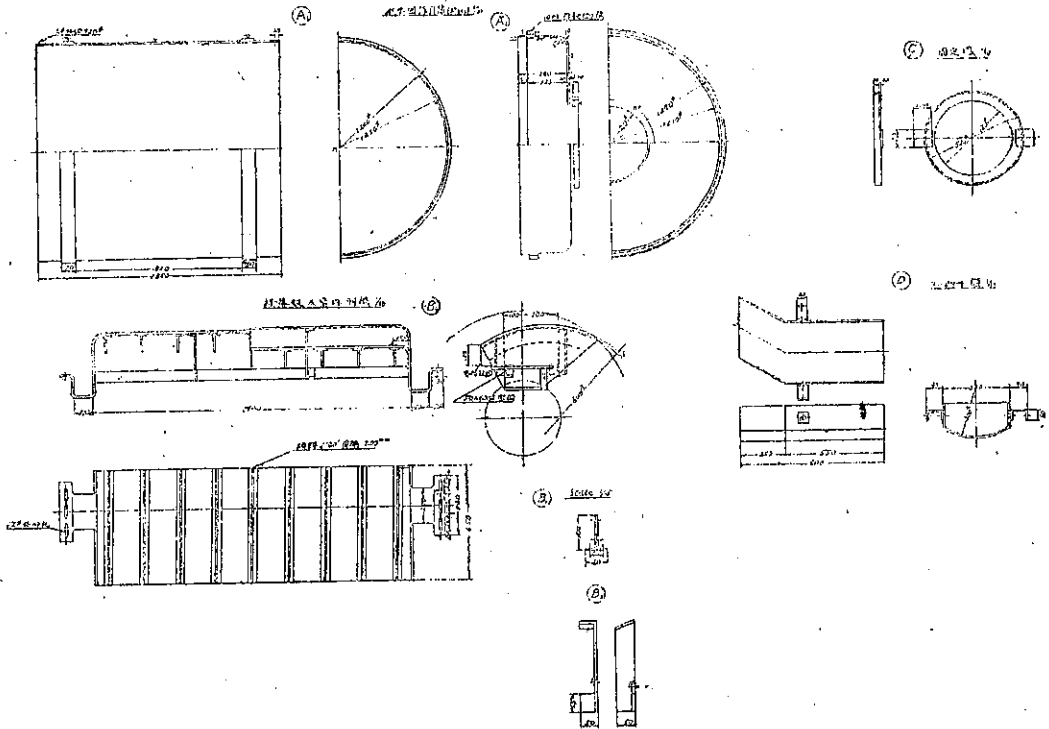
#### 4. 自動計量裝置

前述の如き機構の自動計量裝置を用ひるとして, 垂直回轉圓盤 ( $G_3$ ) ( $G_4$ ) 及砂利落し送りネジ ( $G_5$ ) が回轉する事になる。これも矢張り O 軸より ( $O_2$ ) 調車により動力を分離せしめる。即ち, ( $O_2$ ) ( $P_1$ ) 及 ( $P_2$ ) ( $P_2$ ) の 1 對の傘齒車により 100 r.p.m. でネジ棒を回轉せしめる。然して 1 分間に 0.64 m<sup>3</sup> をホッパー(I)の中に落下せしめる。砂及セメントは前節に述べた如く回轉圓盤によつて調節を行ふのであるが, P 軸の ( $P_2$ ) 調車より ( $R_1$ ) 調車, 1 對の ( $Q_2$ ) 傘齒車 ( $Q_2$ ) の正齒車を経て圓盤の下方に取付けてある ( $G_{37}$ ) ( $G_{32}$ ) 齒

附圖-1. 混 合 機 置 一 覽 圖



附圖-2. 混合装置一覽圖



車を 60 r. p. m. に同轉させホッパーより出てくる砂及セメントを遠心力によつて外方に飛出させ、これを揺落板で調節し乍ら下方のホッパー(J)に落すことになる。

第 4 節 所要動力の算定

同轉に要する動力は普通次式にて表はされる。

$$H = \frac{I\omega}{75}$$

茲に  $I$  = 極慣性モーメント,  $\omega$  = 角速度

一般に極慣性モーメントは内徑 =  $r$ , 外徑 =  $R$  の圓盤では

$$I = \frac{W}{2g} (R^2 + r^2)$$

(a) 水平同轉圓筒の同轉によるもの  
圖-23 の如く 3 つの部分に分けて見る。

$$I_1 = \frac{W_1}{2g} k^2$$

$$I_2 = \frac{W_2}{2g} (k_1^2 + r_1^2)$$

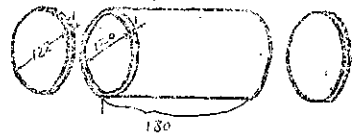
$$I = I_1 + I_2 = \frac{1}{2 \times 9.8} \{9.3 \times 0.61^2 + 550$$

$$\times \frac{1}{2} (0.61^2 - 0.60^2)$$

$$\div 23.0$$

$$\therefore H = \frac{I\omega}{75} = 1.61 \text{ IP}$$

圖-23.



(b) ドラムの齒車及支承輪の同轉によるもの  
簡單のため 2 種のを合して内徑 122 cm, 厚さ 3 cm, 幅 20 cm の輪帶として計算する。l

$$W = 7.2 \times 1000 \times \pi (0.64^2 - 0.61^2) \times 0.20 = 172 \text{ kg}$$

$$I = \frac{172}{2 \times 9.8} (0.64^2 + 0.61^2) = 6.85$$

$$\therefore H = \frac{6.85 \times 5.23}{75} = 0.48 \text{ IP}$$

(c) コンクリートの同轉によるもの

1 回の練上り高は 0.67 m<sup>3</sup> なるを以て、圓筒壁面全體に互り一様に表面固着の状態となつたものとして厚さを 10 cm とし

$W = 2.2 \times 0.67 \times 1,000 = 1,474 \text{ kg}$

∴  $I = \frac{1,474}{2 \times 9.8} (0.6^2 + 0.5^2) = 46.0$

∴  $H = \frac{5.23}{75} \times 40 = 3.21 \text{ HP}$

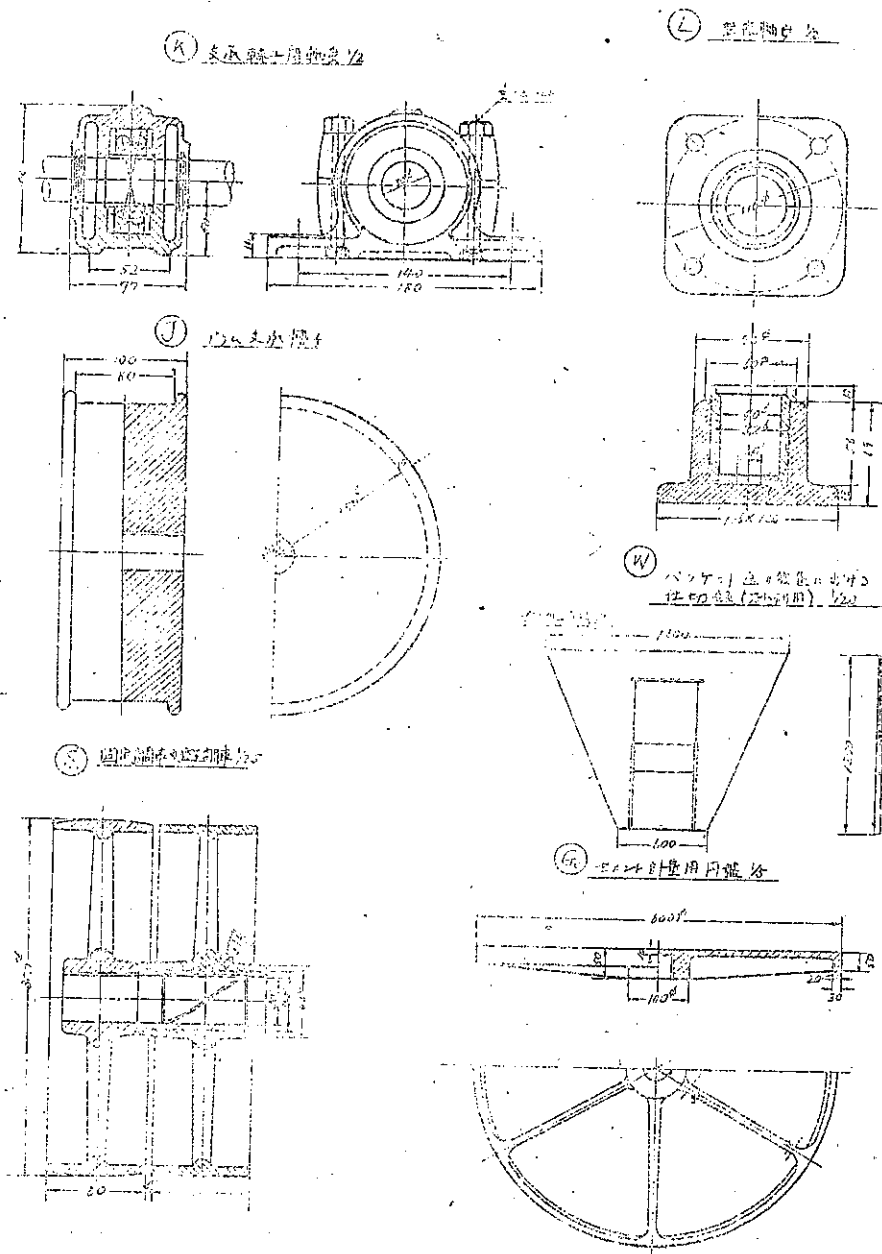
(d)  $O_1$  歯車の回転によるもの

厚さ 4 cm, 幅 6 cm,  $R = 50 \text{ cm}$ ,  $n = 300 \text{ r. p. m.}$

∴  $I = 1.45$

$H = \frac{31.4 \times 1.45}{75} = 0.6 \text{ HP}$

附圖-3. 混合装置一覽圖





齒車, 調車, 回轉圓盤, 軸等の平均所要馬力数を 0.3HP とすれば, 合計 25 個であるから 7.5 HP となる。

(e) バケツ送りによるもの

バケツにて貯藏槽に送る重量は 15 t/min

$$\therefore H = W \times \frac{1000}{75 \times 60} = 1.5 \text{ HP}$$

その他バケツ, 鎖及鎖齒車等によるものは, 材料と同程度のもので考へられ, バケツ送りに要する全馬力数は

$$H = 1.5 \times 2 = 3.0 \text{ HP}$$

(f) 全所要馬力

$$H = 1.61 + 0.48 + 3.20 + 0.60 + 7.5 + 3.0 = 17.4$$

この混合装置全体の摩擦損失其の他の損失を見込んで, 効率 60% とすれば

$$17.4 \times \frac{1}{0.6} = 29.0 \approx 30 \text{ HP}$$

(g) 自動車の能力

	いすゞ	トヨタ A	トヨタ	ニッサン A T 型
最高馬力	70	65	65	85
最高回轉數	2800	2900	3000	3400

築山潤二著 自動車工學 (山海堂 昭 14) による。

(昭. 19. 1. 11. 受付)