

第四章 基礎工事用機械

(Machinery for foundation building)

凡そ如何なる構造物を築くにも先づ其の基礎を設けねばならぬ、更に基礎を築く前には如何なる基礎を適當とするか構造物設置場所の地質を調査せねばならず、地質が判明し然る後杭打其他の方法に依り地盤の支持力を増加し其上に基礎が築かるゝ事となる、基礎工事用機械とは是等の工事に關する設備を網羅するものである、又今日構造物の基礎は殆んど其全部が混凝土製であるも混凝土工事用の機械は別に之を第五章に譲り本章に於ては其材料たる砂及砂利の採集、製出並びに其篩別装置のみを記述するものである。

第一節 試錐機械 (Boring machines)

地表又は岩盤に孔を穿ちて砂、岩石の粉末若くは岩心(Core)を採集し夫れに依り地下の構造を推定し、或は岩石が一個の岩盤より成るか岩塊の集合より成るかを判断し、或は孔を穿つ器具に感ずる抵抗力の變化に依り地下の状態を探知する方法を名付けて試錐法と云ふ。試錐法には調査の目的に依り地下僅に數十尺の状態を知れば足る事もあり、或は深さ數百尺以上に涉り地殻構造の調査を要する事もあるも大別して衝撃式試錐法(Percussion boring)と廻轉式試錐法(Rotary boring)とに別られる、而して此兩法には次の如き種類がある。

(甲) 衝撃式試錐法

上總掘試錐法

鐵棒試錐法

動力衝撃試錐法

(乙) 廻轉式試錐法

ロータリー試錐法

金剛石試錐法

キヤリツクス試錐法

衝撃式試錐法は綱或は鐵棒の端末に取附けたる器具を以て、地表に衝撃を與へつゝ次第に孔を深く穿つ方法であり、此の場合には鑿孔せる試片は粉末狀に採取せられる、但粘土の如き軟質の試料ならば圓柱狀の塊として取出す事も出来る、廻轉式試錐法は凡て錐機を廻轉しつゝ土壤岩石に孔を穿ちつゝ掘進する方法であり、就中ロータリー法は主として石油井の開鑿に用ひられ、金剛石試錐法及キヤリツクス試錐法は岩心の採取を目的とするものである。

第一項 上總掘試錐法 (Kazusa boring)

之れは從來深井の鑿孔に用ひられたる方法なるも、普通の地質調査には此方法にて足り 500 呎位の深さの手掘を行ふ事が出来る、ヘゴと名付け孟宗竹の表皮を以て作りたる繩の端末に諸種の試錐用器具を取附け、此繩を上下しつゝ鑿孔を行ふものである、杉丸太と繩とを以て簡單なる足場を組立て之に直徑 2 間位の木製捲車を支持し、器具を引揚ぐる際には人が捲車内に入りて之を廻轉しヘゴを表面に捲揚げる、錐の上下運動を案内せんがため足場の頂上に長さ 3 間乃至 4 間の丸竹或は繪の丸材二三本を繋りて作りたる弓を水平に緊縮し、其弦の中央より繩を吊してヘゴの途中に繋り着け、地上約 2 間の高さに設けたる臺上に一人或は二人が立ち此繩を上下して錐の衝程を案内し、地上に立てる他の二人は錐鐸に取附けたる横木を握り、上下しつゝ約 45 秒間に一回の割合にて孔の周圍を廻るのである。此の如くして次第に掘鑿の進む時はヘゴを捲車に捲付けて錐器を引揚げる、錐器には最初は鐵鐸の尖端を鑿狀に作りたるものを用ひ、後には鐵管の下端を刃先狀に尖らして瓣を設けたるベラー(Bailer)一名砂啣筒なるものを孔底に吊下げる。水と土砂とは掘進と共に管内に進入するを以て、砂啣筒を地上に引揚げたる時は之を横にして掘鑿物を流出して地質を調査するのである。

此作業中屢孔壁の崩壊せんとする事があり之を防がんがためには、絶えず濃厚なる粘土水を孔壁に注ぐのである、孔内は常に満水せしめ時々砂啣筒を卸して孔底迄の浚渫を行ひ且つ孔内を搔廻して上部迄濁る可くする、孔壁の崩壊を最完全

に防ぐにはケーシングチューブ (Casing tube) を打ち込みつゝ鑿孔を行ふのである、此管は普通亜鉛板製なるも亦竹製のものもある。

錐錐を上下する衝程の長さは地質に依り異なるも 1.5 尺乃至 2 尺であり、衝程数は毎分 30 回乃至 50 回である、但粘土層の場合力強く打込む時は往々錐が膠着して抜け悪き事がある、其他作業中道具を落し或は錐器の脱落する事がある、此の如き際は故障用道具なるものを孔底に卸して之を引揚ぐるのである。

上総掘試錐作業は深さ 150 尺位迄は合計 5 人にて足るも、それ以上とならば 6 人を要する、而して一日の全作業時を 10 時間とせば實際錐器の上下に費したるは 4 時間であつて他の 6 時間中錐器の捲卸及掘鑿物の取出に 4 時間、食事及休息に 2 時間を要する割合となるのである。

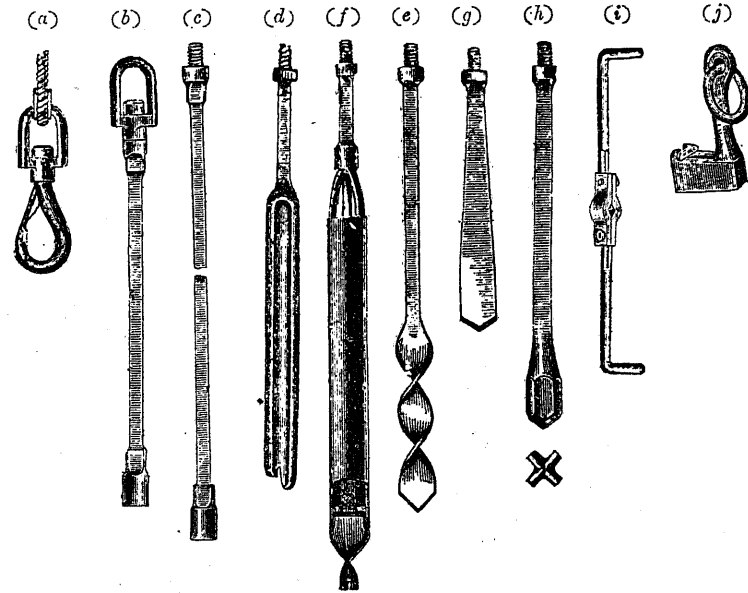
錐進の程度は地質に依り著しく相違し、最軟の土壤又は軟質の粘土ならば毎時 30 呎乃至 60 呎なるも、硬質の粘土層ならば 10 呎乃至 20 呎、砂層には 5 呎乃至 10 呎、軟質の岩石には僅に 1 呎乃至 2 呎位である。

上総掘にて一層深き鑿孔を行はんとするにはヘゴにては強度の不足することがある、此の如き際はヘゴの代りに鋼索を使用する、又ヘゴにては直径の大なる孔を穿ち難きも、鋼索を用ふるときは強度なる故比較的大なる孔を穿つことが出来る。

第二項 衝撃式試錐用器具 (Tools for percussion boring)

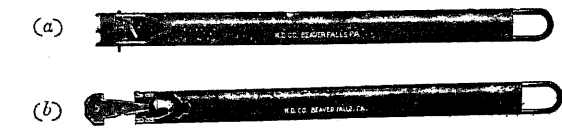
一般に衝撃式試錐法は錐錐又は錐器の重量に依り地表に衝撃を及ぼし、次第に鑿孔を進むるものであり、直立せる櫓の頂上に設けたる溝車に纏はしめたる麻繩の一端に錐器を取付け、他端を上下し以て錐器の運動をなさしむるものである。而して直径 3 吋乃至 5 吋迄は手力に依り直に繩を上下し得可きも、それ以上とならば繩の末端を作働梁 (Working beam) なるものを經て綱胴 (Rope reel) に捲附け、手力又は動力に依り作働梁を搖動して綱を上下せしめ以て錐器に運動を與ふるのである。

第 86 圖は衝撃式の試錐用器具を示す、櫓の頂上の溝車に架せられたる麻繩の一端に彈鉤 (Spring hook) (a) を取付け、之に轉環錐 (Swivel rod) (b) を連ね其末端に孔の深さに應じ、數本の錐錐 (Boring rod) (c) を捻込み、(c) の他端末に (d)(e)(f)(g) に示す如き諸



第 86 圖

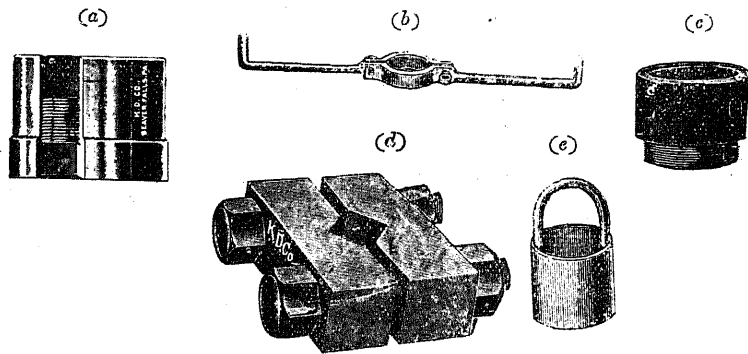
種の器具を取付け、(d) は轉錐 (Auger) (e) は螺錐 (Worm auger) (f) は螺瓣錐 (Worm-nose auger) (g) は V 型平鑿 (Flat-V chisel) (h) は十字型鑿 (Cross-chisel) である、此内 (d) は軟質の粘土、(e) は硬質の粘土、(f) は砂層又は砂利層に適する器具である、(f) には底に一の瓣があつて鑿孔したる土砂は、自ら瓣を押揚げて管中に入り管を引揚ぐる際は瓣は自ら閉塞する、(g) 又は (h) は岩盤或は岩塊に遭遇したる際之を破壊す可き器具である、錐錐を廻轉するには、(i) に示す錐柄 (Rod tiller) なるものを之に締附けて廻轉し、錐錐を引揚ぐるには摺子 (Lifting dog) (j) を使用する、此の如くして鑿孔の進むに従ひ土砂は第 87 圖の (a) 又は (b) に示す砂唧筒 (Sand pump or Bailer) を以て取出すのである。是等の砂唧筒は囊の上總掘法に用ふる



第 87 圖

ものと殆んど同一であり、土砂は掘進と共に管底の瓣を押揚げて自ら進入し、地質を調査す可き試料に供せられる、此兩種中 (a) は平瓣 (Flat valve) を備へ (b) は突込瓣 (Dart valve) なるものを備へる、(a) は粗き砂粒にて餘り水分なき場合に適し (b) は水多き場合に適當する、之れは平瓣を存するものは地上に傾けねば水分は出でざるも、突込瓣のものは地上に於て垂直に突かい直に水分が排除せらるゝからである。

鑿孔の深き増加するに従ひ、孔壁の土砂崩壊するを以て普通は鑿孔に先だち直径 3 吋乃至 5 吋の鋼管を打込み其内部を鑿孔し、管の沈下と鑿孔とを同一速度にて進行せしむるので



第 88 圖

ある。鋼管は其末端に第 88 圖 (a) に示す沓 (Shoe) を捻込み穿入を容易ならしめ、管柄 (Pipe tiller) (b) を緊締して之を廻轉すると共に管の上末端には打込縁 (Driving flange) (c) を捻込み上方より錘を落すか、若くは打込緊子 (Driving clamp) (d) を締附けたる錐錘を上下し之に打撃を與へて沈下する、而して所要の深きの鑿孔を終りたる後、管を引抜くには管の上末端に捻込みたる管吊 (Pipe hanger) (e) なるものを捲揚機を以て捲揚ぐるか、若くは起重器を使用して徐々に引抜くのである。

上記は砂啣筒に入り來りたる粉末狀の土砂に依り地質を調査する装置なるも、泥土或は粘土の如き軟質の場合に限り岩心筒 (Core barrel) なるものを錐錘の末端に接続し土壤を此の内に押し込み圓筒狀として試片を採取する事が出来る。

衝撃式の試錐機械中動力を用ふるものは、普通一切の設備が車臺上に載せられ一個所の作業を終らば他に移動し得可く作られる、動力には蒸汽機關又は内燃機關を用ひ作働梁を上下に振動せしめ、綱胴に捲かれ槽頂上の溝車を経て垂下し端

末に上記各種の試錐用器具を取附けられたる綱に上下の運動を與ふると、綱胴を廻轉し孔底深く進入せる綱を捲揚げる作用とを行ふものであり、或は此の上に更に自力走行を行ふものもある。

第三項 金剛石試錐機械 (Diamond boring machine)

地下數百尺乃至二三千尺にも及ぶ岩石の調査を最も正確に行ふ方法は、黑色金剛石を植え込みたる錐冠 (Crown) と名附くる短管を錐管の最下部に捻込み岩石を壓迫しつゝ廻轉し、其の研磨作用に依り圓柱狀の試片即ち岩心を折取るのである。而して研磨の際錐先が發熱するを以て絶えず地表より壓力ある水を供給し、其の部分冷すと共に此の水にて洗はれたる岩粉の性質並びに錐管の廻轉及び進入度の變化に依りても地質の變化を判斷する事が出来る、又衝撃式の試錐法は垂直下向に限り行ひ得可きも、金剛石試錐法は水平にも或は上向にも行ふことが出来るのである。

金剛石試錐機械は錐機、錐進装置、捲揚装置、啣筒及び原動機の各部より成り一個所に据附く可きものと可搬式のものとのある、又一臺の機械に金剛石試錐と衝撃式試錐と兩種の装置を備へ表土又は軟弱なる地質中には衝撃式を用ひ岩石に達したる時之を金剛石試錐に置換へ以て岩心を採集す可きものもある。

錐機は試錐を行ふ可き部分即ち錐冠、錐管、岩心管、岩心引揚管及び泥管等を總稱するものであり就中、錐冠は全装置中最も主要なる部分である、直径 $1\frac{1}{2}$ 吋乃至 6 吋位迄の軟鋼管であり管壁に數個乃至十數個の黑色金剛石を植え込む、此の黑色金剛石にはボルツ (Boz) と稱するものとカーボン (Carbon) と稱するものと二種あり、ボルツは廉價なれども幾分カーボンに劣り又脆くして破碎し易き故、普通はカーボンの方が使用せられる、カーボンは灰黑色又は輝黑色塊狀をなし劈開性なく強靱である、普通の裝飾用無色の金剛石と共に南米ブラジルより産し、其の天然の大ききは 2-3 カラットより 700-800 カラットに及ぶものもある。

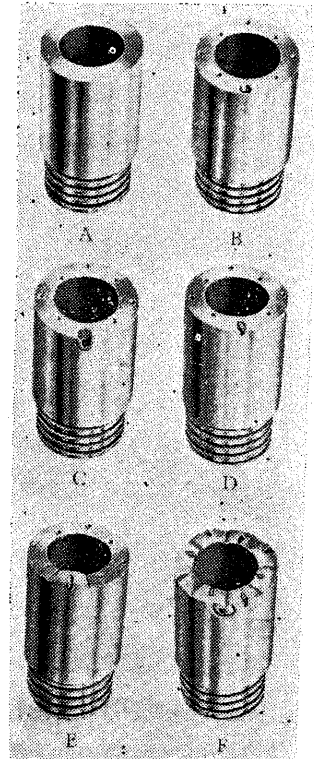
【註】 1 カラット (Karat) = 約 0.2 グラムに當る。

錐冠管壁の厚さは國に依りて相違し、英米に比し瑞典式には薄き管壁の錐冠を使用する、而して管壁の厚きものには一個 2~3 カラットのを 6~8 個植え込み管壁の薄きものには一個 $1\frac{1}{2}$ ~2 カラットのを 10~16 個植え込むのである。

第 89 圖は瑞典製 Clarius 型試錐機に於ける錐冠の金剛石植込順序を示すものであつて、今八個の金剛石を植え込むものとせば (A) に示す本来の短管に (B) の如く外壁に接近して、四個内壁に接近して四個の孔を穿ち之を (C) の如く擴大し、銀箔にて包みたる金剛石顆を植え周圍より鑿 (Chiesel) を以て締め (D) の如き状態となし、次に上方より送られたる水が外方に流通せんがため (E) に示す如く隣接顆との間に水溝を穿つ、此の如く内外各四個宛の石顆を植え込みたる状態は (F) に示すが如くである。但水溝は此の如くせず、管壁に深き溝を斜に切り込みて設けらるゝ事もある、此金剛石を植込むは全く特殊の技術であつて、其巧拙は著しく金剛石の生命に影響を及ぼし、實際に於て岩石研磨のため磨耗するよりも、錐冠よりの脱出取扱不注意不熟練による損失の方が多いためである、而して金剛石顆が數百尺以上の孔底に於て紛失せば、之を探索す可き種々の器具を用ふるも其発見は甚だ困難である。

錐管は直徑 $1\frac{1}{2}$ 吋乃至 $2\frac{1}{2}$ 吋長さ 10 呎乃至 15 呎に至る鋼管であり、兩端に螺旋を刻み掘進の深くなるに従ひ、聯結片を隣接錐管の間に捻込みて次第に連続する、而して聯結鋼の直徑は錐

鋼と同一のものもあれば錐鋼の直徑よりも大なるものもある、而して接続の際管が孔底に墜落するを防がため、地表機械臺の前部に安全緊子 (Safety clamp) なるものを据附ける、之は一の萬力であつて錐管を一個宛接続し、若しくは引揚



第 89 圖

げて外取さんとする際には、其の部分以下を緊締して墜落を防ぎ錐管の廻轉中は之を弛める。而して管揚卸の際は第 90 圖に示す引揚金具 (Lifting swivel) を最上位の管に捻込み索を以て檣頂上の溝車より吊下げる、又管接続のためには囊の第 86 圖 (i) 若しくは第 88 圖 (B) に示せる如き器具を使用する。

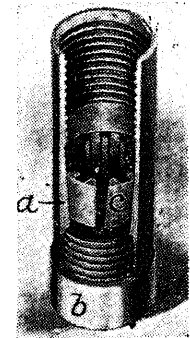
岩心管 (Core tube) なるものは錐冠の直上に捻込まれ、下方より次第に昇り来る岩心を案内する長さ 5 呎乃至 10 呎の管であり、聯結片を以て錐管に結合せられる、普通其の外徑は摩擦を減ぜんがため、錐冠より僅に小に作られる、岩心管の内部には岩心引揚管 (Core lifter) なるものが挿入せられる、之は一方が開放して内面周圍に數個の突起を有する圓錐形の短管であつて岩心管を引揚ぐる際周圍より岩心を緊締し、岩心を折取りて共に引揚ぐ可き作用をする、第 91 圖に於て (b) は錐冠 (a) は岩心管 (c) は岩心引揚管を示すものである。



第 90 圖

沈泥管 (Sediment tube or Mud tube) なるものは岩心管の直徑が錐管の直徑よりも小なる際、岩心管直上の聯結片に於て錐管の外部に捻込まる可き管である、蓋し岩心管よりも錐鋼の方が細き時は上部の孔壁が壊れ、錐管の廻轉及び引揚げが困難となるを以て此の管を捻込む時は此の困難を防ぐ事が出来る、孔壁と岩心管との間の空隙を昇り來りたる水は錐管端末の廣き空隙ある位置に來り速度急に減するを以て、水中の固形物は沈泥管と錐管との間の環狀部に沈澱する、而して沈泥管岩心管を岩心と共に引揚ぐる時は、岩心に於ける岩盤性質の相違を沈泥管に沈澱せる粉末に依り更に正反對の順序を以て反覆探知し得可き事となるのである。

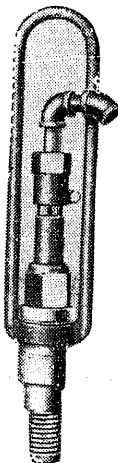
鑿孔の進むに従ひ孔壁崩壊して作業を妨げ、又は錐管を埋没せんとする患あるに依り、先づ以て套管 (Casing tube) を打込み然る後其の内部を鑿孔するのである。



第 91 圖

る、然るに之を打込む時は夫れより以下の錐管及び錐冠の直径は次第に減少するを以て套管は可成管壁を薄くし、一度打込む毎の直径を少くする、套管は試錐作業終らば全部引揚げる。

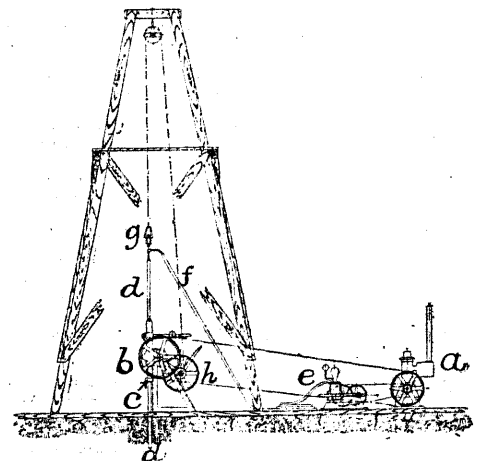
金剛石試錐作業に最も必要なるは豊富なる清浄水の供給であり、之なくして作業は不可能である、水は錐冠の熱焦するを防ぐのみならず、水色の變化に依りても岩質の相違を判断し得可きを以て無色透明であらねばならぬ、而して之を錐管に注入するには第92圖に示す廻旋給水軸 (Water swivel) なるものを其の頂上に捻込み護謨管を以て双組唧筒即ち所謂ウオントン型唧筒の排出管との間を結合する。



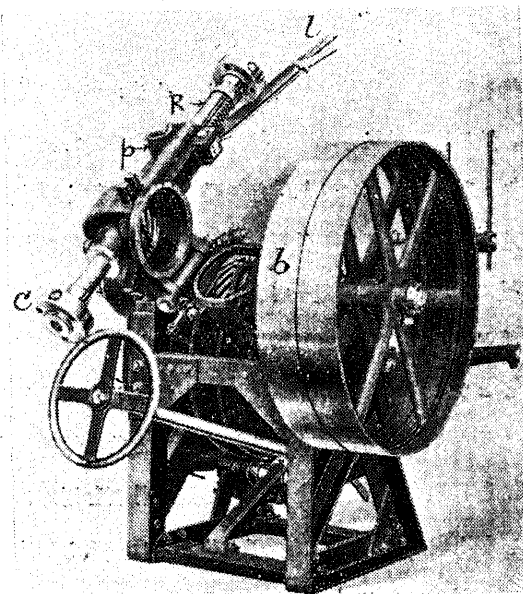
第 92 圖

錐器の給進装置なるものは、之に廻轉と進行とをなさしめ、並びに其調節をも行ふ装置であり、之に手送式、重力式、差働式、水壓式の四種類ある、手送式は錐の廻轉を手動又は動力を以て行ひ進行を手にて行ふものである、但し手動と自動とを共に行ひ得可きものもある、重力式給進法に於ては錐管は一の直立圓筒の内部に挿入し其の上部又は下部に於て固定せられ、該圓筒は傘齒輪装置に依り、動力を以て廻轉すると共に其の表面に設けたる長き縦溝に沿ひ上下する事が出来る、従つて鑿孔の進むに従ひ圓筒は之に固定せられたる錐管の重量に依り次第に下降する、而して錐管未だ短く重量輕き間は之に重錘を取付け又鑿孔進み錐管の重量過大とならば、平衡装置に依り錐冠に加はる壓力を調整するのである、差働式一名螺旋式給進法は垂直螺旋管上に取付けられたる齒數の僅少宛相違する齒輪相互の嚙合に依り、錐の一廻轉毎に微細の給進を行ふものであつて、錐管は螺旋管内を通り其の下端のチャックに取付けられ螺旋管と共に廻轉する、水壓式給進法は錐管の上端末が一の水壓管内を上下する唧子に結合せられ此の唧子の上下兩側に加へらるゝ水壓力の増減に依り錐管の給進を調整するものである。

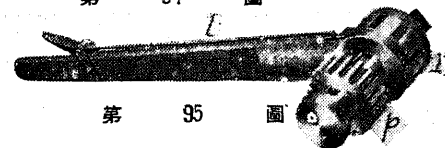
第93圖は一個所に据附けたる瑞典 Clarius 型手送式の試錐機械全装置を示す、内燃機 (a) の廻轉は調車 (b) を經てチャック (c) 及び捲揚胴 (h) に及ぼされ、給水は蛇管 (f) 廻旋給水軸 (g) を經て錐管 (d) の上端末に供給せられる、此の試錐機械は第94圖に示すが如く調車 (b) 軸上の中央に斜齒輪があつて、之れがチャック (c) 軸上の斜齒輪に嚙合ひ該軸上のチャックに締附けられたる錐管に廻轉を及ぼすのである、調車軸の他端には摩擦輪があつて、其の接觸に依り鋼索を捲かれたる胴 (h) に廻轉を傳へる、而して圖に示す如く縦軸が蝶番に依り傍に開かるゝ時は胴 (h) のみが廻轉するのである、而して錐管の給進は軸の表面に設けたる齒鏢と齒輪との嚙合に依り行はれる、即ち第95圖に示す如く小齒輪 (p) は柄 (l) の端末にある刺齒輪 (r) と同軸にあつて、(l) にて (r) の齒幾板かを送る時は (r) は齒鏢 (R) に嚙合ひ以てチャック鏢と共に錐管を上下せしむるのである。



第 93 圖



第 94 圖



第 95 圖

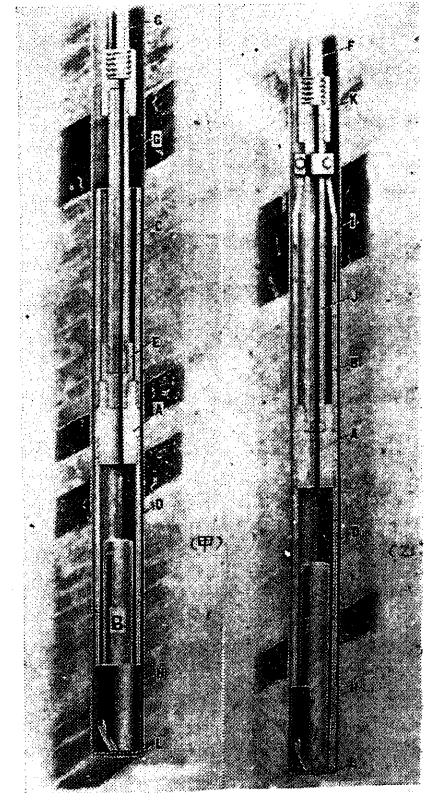
金剛石試錐法は黒色金剛石の代價甚だ高く、然も磨耗に依るよりも紛失に依る損害著しきものあるに依り、硬度の頗る高き金屬の粒を以て、之に代る可きものがある、此の内に於て *T. N.* メタルと稱し販賣せらるゝものは硬度は金剛石の 96% 乃至 98% に當るタングステンの炭化物であり、其の代價は金剛石の百分の一を錐冠に植え附けたる一切の價代も金剛石を用ふるものに比し、僅に $\frac{1}{90}$ 乃至 $\frac{1}{50}$ に過ぎず之れに *T. N.* メタルと *A* と *B* との兩種あり、*A* は比較的軟質の岩石、*B* は硬質の岩石に適當する、比重は黒色金剛石一カラットの容積と *T. N.* *A* メタル重量一瓦と殆んど同様であり、黒色金剛石顆 $1\frac{1}{2}$ カラット植附の錐冠には此の金屬顆 2 乃至 $2\frac{1}{2}$ 瓦可成大粒のものを使用する、而して錐冠の直徑 $2\frac{1}{2}$ 吋位は八粒、 $3\frac{1}{2}$ 吋位は十二粒を植込むのである、植込の方法は金剛石に比し甚だ簡單であつて、普通の如く孔を穿ち粒を植え然る後其の周圍に銀鐵を施し瓦斯吹管又は揮發油トルチランプの火焰を吹付けて管壁に熔着せしめ、然る後隣接粒との間に排水溝を設けるのである、又磨損せる錐冠より *T. N.* メタルを除去するには新鮮なる硝酸液中に暫く浸す然る時は鐵は溶解し粒は直に脱落する、而して其の性質は變化しない、取扱ひ其の他にては一般の金剛石試錐機械に於けると凡て同一である。

第四項 ショット式試錐機械 (Shot boring machine)

ショット式試錐機械なるものは、熔解したる鐵鑊を急に冷水中に投じ凝固せしめて作りたる硬度の甚大なる散彈を水と共に錐管の底に送り、其の研磨作用にて岩心を採取する装置であり、黒色金剛石を用ふる試錐法に比し經費頗る小である。但し軟質の岩石には彈子が岩石中に侵入し研磨作用を行はざるを以て此の機械は不適當である。

第 96 圖 (甲)(乙) は米國 Ingersoll-Rond 會社製ショット式試錐機械に於ける鑿孔裝置を示すものである。(甲) は岩心管の直徑 $3\frac{1}{2}$ 吋即ち岩心の直徑 $2\frac{1}{2}$ 吋迄の試錐、(乙) は直徑 $3\frac{1}{2}$ 吋以上の岩心管を用ふる場合の設備を示す。(甲) に於ける (*G*) は錐管、(*D*)

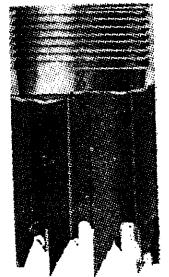
は岩心管 (*C*) はキャリックス (Calyx) と名くる管、(*A*) は岩心管栓 (Core barrel plug)、(*E*) は聯結片、(*H*) は錐先 (Cutter or Bit)、(*L*) は散彈 (Calyxite or Shot) である、又 (乙) 圖はキャリックス (*B*) の上にキャリックスホルダー (Calyx holder) (*J*) なるものを連ね其の上に錐管を接続する點のみが異り、其の他は凡て (甲) 圖に於けると同一である、錐先は岩心管の下部に取附けられたる短管であつて、之に幅 1 吋長さ 3 吋位の溝が斜に切られ壓力水及び散彈を出し易くする、地上に於ける錐管の廻轉及び給進機構は金剛石試錐法に於けると殆んど同一であり、錐管、岩心管、錐先を廻轉すると同時に水と共に散彈を錐冠に供給する、此散彈は錐先に斜に切られたる溝より孔底と錐先との間に出て研磨作用に依り環狀の溝を鑿進し、岩心を岩心管中に採集するのである、又岩粉は水と共に錐先及び岩心管と孔壁との間を昇り、速度急減



第 96 圖

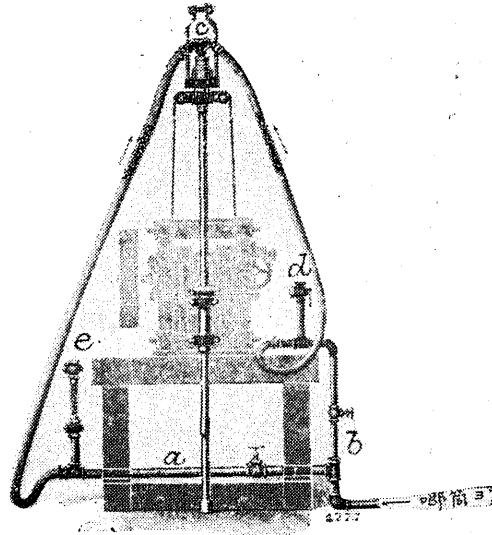
のため固形物は岩心に於ける岩石の層と全く反對の順序にてキャリックス内に沈澱する、即ちキャリックスなるものは囊の所謂沈泥管と同一であり、此沈澱物に依りても岩石の性質を探知すると共に、岩粉が錐管の周圍に固着し、其の廻轉を妨ぐる作用をなすものである、最初地表には一般の衝撃式の最初に用ふると同様の錐先を以て鑿ち始め、次に軟質の岩石の間は第 97 圖に示すデビスカッター (Devis cutter) なるものを用ひ、硬質の岩石に達してより散彈を使用するのである。

第 98 圖は錐管の頂上より水と散彈とを供給する装置を示す、唧筒より導かれたる水管は (*a*) と (*b*) とに分れ、其の太き方 (*a*) は太



第 97 圖

き護設管を以て壓力水のみを送り、細き方 (b) の途中には散彈を供給す可きホッパー及び閉閉瓣を有する枝管 (d) を設け、此の散彈は水と共に連続し他の護設管を以て錐管の頂上より供給せられる、岩心が次第に岩心管に進入し其高さが岩心管の頂上より數吋の下に達したる時は、錐管の廻轉を停め、水の供給を多くして錐先並びに岩心管の外周を洗滌し、次に (a) 管の途中に設けたる枝管頂上の瓣 (e) を開き、碎石の粉末を水と共に供給する、然る時は此石粉



第 98 圖

は水壓に依り岩心と錐先との間に挟まるゝを以て、錐管を二三廻轉せば、岩心は其の根本より折れ岩心管内に挟まれたる儘引揚げらるゝのである。

今此のショット式試錐法を金剛石試錐法と比較するに、散彈は黑色金剛石に比し元より安價であり、金剛石顆を錐冠に植え込む如き特殊の技術を要せず、一體の構造金剛石試錐機械に比し堅牢にして粗き使用に耐え、又錐管給進装置の調整も金剛石法程の精密度を必要とせないものである、又本試錐法の特長とする所は金剛石法にて不可能なる漂石の貫通を本法に於ては行ふ事が出来るのである。然し本ショット式の不便とするのは、金剛石法は上向傾斜或は水平任意の方向の鑿孔を行ひ得可きにショット式にては殆んど垂直に限られ、唯僅に傾斜し得可きのみである、又一體に機械の構造金剛石試錐法に於けるものよりも大仕掛にして、組立及び据附に手数を要し、且つ金剛石法にあつては直徑小なる岩心の採取に適するもショット法にては該して直徑大なる岩心を切取るに適當する、従つて錐管運轉用の動力費は金剛石を用ふるものに比し大である、此の如く彼我優劣はあるも設備の費用は金剛石試錐法に比し甚だ小なるを以て今日土木工事の地質調査或は

温泉の探索用等としては廣く使用せらるゝ様になつた。

第二節 杭打機械 (Pile drivers)

構造物の基礎を築造せんがため、杭を所要の深さに打込むに要する設備を杭打機械と謂ふ、杭には木杭あり混凝土杭あり、鐵杭あり又混凝土杭には既製のもの場所打即ち現場に於て打込みつゝ次第に作らるゝものとある。

一般に杭打作業の目的は杭に依り上方の荷重を支持するか、周圍の土砂を壓迫して地盤の耐重力を増加するか、土砂の崩壊を防ぐか、又は水流を締切るか何れかであり、目的の異なるに従ひ之に對する設備も亦相違す可きである。

杭打法には衝撃法 (Percussion method) 射水法 (Water jet method) 扭込法 (Screw down method) の三種がある、衝撃法は杭頭に衝撃力を加へて之を沈下せしむる方法であり、人力或は機械力に依り錘を或高さより杭上に落すか、又は蒸汽力或は空氣力にて作用する錘が杭頭に急激なる錘撃を加へつゝ杭と共に沈下する方法である、射水法は杭の長さに沿ひ上方より壓力ある水を其の尖端に噴射し周圍の砂を排除し杭をして自ら沈下せしむる方法である、扭込法は杭の尖端に直徑大なる螺旋翼を有する鑄鐵製の杓を取附け杭に廻轉力を加へ、其の捻込に依り之を沈下する方法であり、時としては同時に射水法を用ふる事がある、而し地盤が砂質にして衝撃法を以ては杭を打込み難き場合に用ひらるゝ方法である。

第一項 落重杭打機械 (Drop weight pile driver)

人力にて杭に打撃を加ふるに用ひらるゝ最简单なる器具は掛矢 (Beetle) 及蝟 (Rammer) である、掛矢は直徑四五寸長さ八九寸の椀又は樺製の棒であつて、之に三尺内外の柄を取附け唯小なる標識杭等の打込に用ひられる、蝟は樺又は椀製長さ 1.2 尺乃至 1.5 尺の棒に 4 尺内外の柄を縦に 2 本乃至 4 本取附け棒の端末には鐵輪或は竹輪を嵌め數人にて取扱ふ、一人の力量は普通 3 貫目に限らるゝを

以て 4 人扱のものは重量 12 貫が限度である、2 尺内外の衝程にて長さ一間位迄の木製杭打或は割栗砂利の搗固めに用ひられる、更に強力なる杭打装置は眞棒一名胴突と眞矢とである。眞棒と謂ふは直径 1 尺内外長さ 12 尺内外の樺或は桎製の棒であり、其下端には鐵輪を箵め上端には二本の長き柄を取附ける、櫓は丸太を以て組立てられ頂上に二個の溝車を取附け棒に取附けられたる二本の繩を此溝を纏ひて下方に卸し其末端に各多数の子繩を取附け各人が調子を整へて、此子繩を一本宛引き或高さ迄引揚げて落すのである、櫓の頂上には一人の工夫ありて柄の末端を介錯して眞棒の傾くを防ぎ、地上に於ける他の一人は眞棒の下端に結ばれたる繩を取りて棒の位置を正すのである、此方法は末口 5 寸乃至 6 寸長さ 24 尺以下の基礎杭の打込み若くは割栗石砂利等の搗固めに用ひられる。

眞矢は鑄鉄製の錘 (Monkey) を用ふるものであり其重量は 60 貫乃至 90 貫、形状は圓筒形又は圓錐截頭體である、中央には錘の上下を案内す可き鐵錐の貫通するための直径約 2 吋の孔が設けられ上部には引繩を結ぶ可き 2 個乃至 4 個の環が鑄込まれる、櫓の頂上の横木には 2 個の溝車を取附け、錘に結ばれたる繩を此溝車を経て下方に導き、多数の子繩を之に取附けて引揚ぐるは眞棒の場合と同一である。杭の頭には鐵錐の尖端を支ゆ可き淺き孔が穿たれ櫓上には眞矢持と稱し鐵繩の脱出を防ぐ工夫一名従事する。

上記眞棒及眞矢に於て子繩を引く一人の出し得可き人は男子は 3 貫女子は 2.5 貫を限度とし、一回の引揚げ高さは 3 尺内外である、而して一個所に幾人迄が従事し得可きかは繩を引き得べき位置の面積に關し、一面坪につき 6 人が限度であり夫れ以上の人數とならば、子繩の方向が傾き過ぎ鉋撃の効果が其割に増加しないのである、此の如くして一個所の杭打を終る時は櫓を他の位置に動かす。

人力に依り引揚ぐる錘一回の衝程高さには此の如く限度あるを以て、強力なる杭打を行ふ事は出来ぬ、従つて一層大なる作業には捲揚機を運轉して錘を鐵錐に沿ひ、或高さ迄昇らしめ急にクラツチを外して胴の逆轉に依り、錘を墜落せしむ

る方法、若くは木製或は鐵製櫓の導柱に沿ひ動力を以て錘を高く引揚げて墜落せしむる方法を用ふるのである。此場合に於て櫓は角材又は型鋼を以て堅固に三角形に組立てられ水平及對角材を以て之を補強する、正面には錘の上下を案内す可き二本の導柱 (Leader) を設け、其頂上には杭の引揚げ及錘の上下のため一個又は二個の溝車を取附ける、櫓は所要長さの杭を打込むに足る高さを有すると共に充分安定にして然も必要に應じ移動が容易であらねばならぬ、普通底には板を敷き此上に汽罐汽機、電動機、捲揚機等を据附けて安定を保たしめる、又移動に便ならんがため櫓は數本の鋼管を横たへたる上に据附け此鋼管上に位置を轉じ得可くし、或は廻旋移動起重機の車臺と同じく四輪を以て支へられたる車體上に廻轉すると共に、道路上又は軌道上に位置を轉じ得可くするのである。

錘を落すには之を綱に取附けたる儘にて行ふ方法と、錘が所要の高さに昇らば綱より放して墜落せしむる方法とある、後の方法に依る時は索より放れて落ちたる錘を再び引揚ぐる手数を要し毎分の鉋撃回数は二三回に過ぎず、又墜落の途中に於て導柱より脱出する事なきに非ざるを以て、今日は殆んど綱に取附けたる儘捲揚機の逆轉に依り鉋撃を繰返す方法のみが用ひられる、此場合に用ひられる、捲揚機は最簡單なる單胴のものであつて、曩に第 38 圖に示したる如く挺 (a) を向側に押す時は (f) は木片 (h) に噛合ひ原動機の廻轉は齒輪 (g) より胴 (e) に傳はり索を捲込み錘を引揚げる。而して其一定の高さに昇りたる時は急に (a) を手前に引く然る時は (f) と (h) とは放れ胴は急に逆轉して錘を墜落せしめ、再び挺を押す時は錘は再び上昇する、此方法を反覆し毎分十四五回の鉋撃を行ふ事が出来る。

第二項 汽力杭打機 (Steam-acting pile hammers)

汽力杭打機械なるものは汽笛、唧子、蒸汽弁の自動操縦機構より成り汽笛と唧子との内何れかゞ鉋の作用をなして杭頭に打撃を與ふると共に、杭の沈下するに従ひ全體は櫓頂上より懸垂せられ導柱に沿ひ杭と共に下降するものである。今落

重杭打法に比し汽力杭打法の勝る點を列擧せんに(1)汽筒内に於て唧子の行ふ衝程距離は短くして回数多く、即ち一定時間の打撃數甚だ多きを以て、短時間に多數の強力なる杭打を行ふ事が出來、(2)錘を高き位置より落さば杭頭を損傷するのみならず、打撃の効果を殺ぐも汽力錘は墜落する距離短く一回宛杭頭に加ふる衝擊力は少きため此の如き虞がない、(3)落重杭打法を粘土層又は砂層に行ふ時は打撃と打撃との間の時間大なるため、最初の打撃に依り一旦攪拌せられたる杭周囲の土砂は安定の状態に復し、杭打の効果甚だ小なるも汽力杭打にては打撃が連続的なるを以て土砂が原形に恢復する餘裕を與へず、杭との摩擦を減じ其沈下を容易ならしめる、(4)落重法は最初に於ては錘の墜落距離最後に於ては最大であり、杭に加ふる打撃力は次第に變ずるも汽力杭打機械に於ては、唧子一回の衝程距離の一定なるを以て錘撃力は常に一定である、(5)重き錘を高き位置より落す時は杭を傾くる事あつて之を修理する手数を要するも、汽力錘では常に同一距離の衝程に依り一回宛小なる沈下をなさしむるに依り杭を傾くる虞少い、(6)落重杭打法に於ては傾斜杭打を行ふも其効果は甚だ僅少である、然るに汽力錘を用ふる時は有効なる傾斜杭打を行ふ事が出来る。

汽力杭打機械には單働 (Single-acting) のものと複働 (Double-acting) のものがある、單働は唧子の下側みに蒸汽が働きて錘を持上げ、其衝程の最後に於て蒸汽は排出し錘は自重のみにて墜落するものであり、複働は唧子上方衝程の端末に於て之を持上げたる蒸汽の排出すると共に、新しき蒸汽は唧子の上側に入り錘の重量に加ふるに、此下向の蒸汽壓力を以て打撃を行ふものである、従つて嚴格なる定義に於ける汽力杭打機械は複働のものに限り單働のものゝ錘撃作用は一般の落重杭打法に於けると同じく唧子、唧子鐸及錘の死重のみに依り行はれ、蒸汽は唯是等の重量を一定の衝程距離に持揚ぐる作用を行ふのみである。

汽力杭打機械の全重量 (W) は靜止重量 (W_s) と、可動重量 (W_m) とに別つことが出来る、可動重量は杭頭に打撃を加ふる全重量であつて、唧子とラムとが

錘の作用をなすものではその重量であり、汽筒壁が錘の作用をなすものでは汽筒壁の重量である、又靜止重量は前者に於ては汽筒壁の重量後者に於ては唧子の重量である。而して杭に加ふる運動のエネルギーは此可動重量に依るものであつて靜止重量は常に杭頭に加はり、錘撃の際反動のため機械の跳ね上らるを防ぐ作用をなすものである。但杭の沈下に際し W_s と W_m とは共に位置のエネルギーを之に加へるものである。

今單働のものと複働のものとを比較するに、複働は錘が墜落する際其死重の上に蒸汽の壓力が加はるを以て、單働に比し打撃に要する時間少く、且つ一定時間の衝程數多くなるのである。従つて一定時間杭に同一のエネルギーを與ふるためには、複働に於ては輕き錘撃重量を以て短き迅速なる打撃を之に與ふる可きに、單働に於ては重き錘撃重量を以て長き緩なる打撃を之に與へることとなるのである。又此兩種の汽力錘に於ける靜止重量と可動重量との關係に就ては、單働撃作用が可動部分の自重のみに依り行はるゝを以て、普通此重量は靜止重量ほど同量に作らるゝも(但メンク型は可動は靜止に比し甚だ大なり)複働に於て錘撃作用は可動重量と共に之に加はる下向の蒸汽壓力を以て行はるゝに依り、可動重量は靜止荷重よりも甚だ輕く作らるゝのである。又複働に於ては靜止重量となるを要する他の理由がある。何となれば下向に加ふると同一の壓力は上向にも汽筒の上端に作用し、靜止重量に反し之を持揚げんとする、若し此上向の壓力が靜止重量よりも大とならば、之を持揚げ其杭頭に載せられて打撃の際跳ね上らんとするを防ぐ作用を妨ぐる事となるからである。

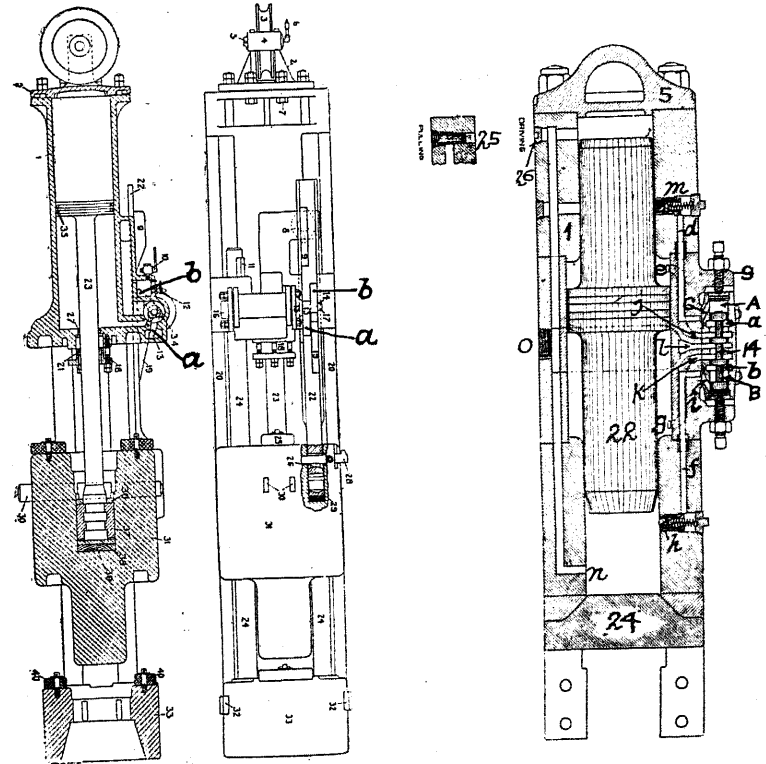
此の如く複働汽力杭打機械は錘の昇降に費さるゝ時間少きを以て、毎分の錘撃回数多く其結果は一定時間に打ち得可き杭數を増加し得可く、且つ杭周囲の地質が元の状態に恢復す可き時間の餘裕を與へざる事となる、之れに對し單働のものは從來の落重杭打法に於ける錘の持揚げを汽力に依り一層迅速に行ふものである、之れを以て從來の木杭の打込み又は場所打混凝土杭の打込み等には下記ヴァ

ルカン型若くは其他の單働汽力鎚にて足りるも、鋼矢板又は鐵筋混凝土既製杭は複働の機械を以て、迅速なる鎚撃を加へねば充分なる効果を奏すること困難である。

今日本邦に於て用ひらるゝ汽力杭打機械には、單働、複働各數種あるも僅に油谷式が純國産の複働機たる以外は全部外國品である、是等中單働の代表的のものは米國ワーリントンヴァルカン型 (Warrington vulcan steam pile hammer)、複働の代表的のものは米國マツカーナテリー型 (Mckiernanterry double acting pile hammer)、同ユニオン型 (Union pile hammer) 及同イグストリアル型 (Industrial steam pile hammer) であり、猶此外に單働には獨逸メンク型 (Menck steam pile hammer)、複働には米國ナショナル型 (National steam pile hammer) 等あるも他の型式程多くは用ひられない様である、又上記の諸型式中單働ではメンク型、複働ではイグストリアル型が唧子が静止し汽筒が鎚と共に杭に打撃を及ぼす可き可動重量である以外は、凡て汽筒が静止し唧子が可動のものである。

第 99 圖は米國ワーリントンヴァルカン型單働汽力杭打機械の構造を示す、全體は溝車 (3) を以て樁の頂上より懸垂せられ導柱に対する位置を案内せんがため、兩側に溝鋼 (20) を取附ける、汽筒 (1) は溝鋼 (20) 及び下端の底片 (33) と一體に結合せられる、唧子は汽筒の内部を上下し、其の唧子錐 (23) の下端には楔 (30) を以てラム (31) を結合する、(15)(16) は汽筒と一體なる瓣室であつて、内部には水平軸上に振動す可き瓣 (34) を備へる、此の瓣錐の外部には上方の挺 (b) 及び下方の挺 (a) を有する搖動腕 (13) が堅く挿入せられ一方ラム (31) には楔 (26) を以て上方の突起 (9) 及び下方の突起 (19) を有する直立平板 (22) が固定せられる、而して汽罐よりの蒸汽はゴム管を以てフランジ (8) に連り汽筒壁に沿ひて設けられたる溝より瓣室に導かれる。

今圖に於てラム (31) が下方の打撃衝程をなすものとする。然る時は上方の突起 (9) は下方の挺 (a) に觸れて瓣 (34) を時針と反對の方向に廻轉する。然る時は蒸汽は唧子の下方に入りて上方の衝程を始める。此の如くしてラムが或高さ迄昇る時は、下方の突起 (19) は上方の挺 (b) に觸れ瓣 (34) を時針の方向に廻轉せしめる。然る時は汽筒の下部に入りたる蒸汽は排汽口に通じて逃れ出ると共に、ラムは自重にて降り、鎚撃衝程を行ふのである。故に



第 99 圖

第 100 圖

ラムが衝程する距離は、突起 (9) と (19) との間の距離を以て自ら制限せられる。(24) は栓 (32) を以て底板 (33) に固定せられたる柱であつて、ラムの上下動を案内するものである。

此の如く本機に於ては或高さ迄昇りたるラムが自重にて墜落せんがためには唧子下方の蒸汽が排出するを要し、其反壓力は唧子の下降を妨ぐるのである、従つて杭頭に加はる實際のエネルギーはラムの重量 W より此反壓力を減じたるものなる可き筈である。

第 100 圖は米國マツカーナテリードリル會社製複働汽力鎚の縦斷面圖を示すものであり、本機の最特長とする所は狭き場所の作業に適す可き全體が細長き長方形に作られ、又鎚を以て直に杭頭を打たず下方の金敷板なるものを杭頭に載せ、ラムを以て此の金敷板を叩

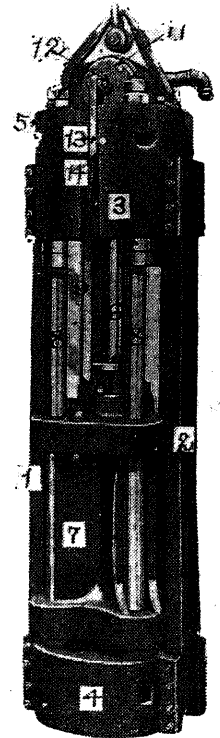
き、間接に鈍撃を加ふる事である。元來此の汽力鏈は壓縮空氣に依り作用する鑿岩機の動作を元として工夫せられたるものなる可く、従つて氣筒に對する蒸汽(又は空氣)の出入を司る瓣は鑿岩機に於て用ひらるゝと同一の絲捲形瓣(Spool valve)である。全體は周圍の長方形框即ち汽筒壁(1)、上端の蓋子即ち全部を懸垂す可き金物(5)、底板(24)、及び汽筒の一面に取附けられたる瓣室(9)より成る。(m)及び(h)は汽筒壁内の通路ラム衝程距離の上下兩端に於て設けられたる球瓣であり、常に彈機に依り汽筒の内方に向ひ押し、蒸汽を氣筒に通ぜんとするもラム(22)が此の球に觸るゝ時は、彈機に反して右方に押され、瓣室に密着して蒸汽を閉塞する。汽罐よりの蒸汽は汽室(9)の片側に導かれ其の上方の(a)と下方の(b)なる空所に進入する、此の(a)と(b)とは直徑 $\frac{1}{8}$ の小孔と傾斜溝(c)(c)とに依り(a)(b)上下の室(A)(B)に流通する、今此の圖に於て蒸汽は室(a)より $\frac{1}{8}$ 吋の小孔と傾斜溝(c)とに依り、瓣(14)の上方端部に働き之を降下せしめる、従つて蒸汽は主要通路(j)より出口(e)を経て汽筒に入り、唧子の上方に作用して、下方衝程をなさしめる、其の際唧子の下方にありし蒸汽は出口(g)より主要通路(k)排汽通路(l)を経汽筒左側の出口(o)より大氣中に排出する、而して圖の如くラムが未だ下方衝程を始めざる際には、下方の(b)にありたる蒸汽の一部は $\frac{1}{8}$ 吋の小孔と傾斜溝(i)より通路(f)に出て開かれたる状態にある球瓣(h)よりラムの下方に入り、向側の排汽口(n)を経て出口(o)より空氣中に排出するも、ラムが降り瓣(h)を右に押す時は、其瓣室は閉され、蒸汽の逃出は停止する、ラムが將に下方の衝程を終らんとせば、上方の球瓣(m)は彈機のため左方に押出さるゝを以て、今迄通路(d)に封鎖せられたる蒸汽は、汽筒内に逃入する、然る時は通路(d)に於ける蒸汽の壓力は通路(f)に於ける其の壓力よりも低くなるを以て瓣(14)は自ら昇り主要通路(j)は排汽通路(l)に連るを以て、今迄ラムの上側に作用したる蒸汽は(l)を経て排出し、同時に瓣室内の蒸汽は下方の室(b)主要通路(k)及び出口(g)を経てラムの下方に入り、其の上方衝程を始めしめる、而して此の衝程の端末に於て下方の球瓣(h)がラムの表面より放れ左方に押出さるゝ時は下方の通路(f)内の壓力は上方の通路(d)内の壓力よりも低くなるを以て瓣(14)は再び自ら下方に動くのである。

此の如く此型式の汽力鏈は通路(d)と(f)との端末に設けたる球弁(m)と(h)との閉閉に依り、自動的に糸捲瓣(14)を振動せしめ以てラムの上下運動を行はしむるものである。又運動の部分少なく構造簡單に且つ衝程數の最多きは本

機他種汽力鏈に比し優れる點である。然るに上記の如くラム上下衝程の端末に於て球瓣(h)又は(m)の開き居り、従つて蒸汽の一部が直接向側の汽筒壁より空中に逃出する缺點がある、之れは衝程を急速ならしめんがため止むを得ざる構造なるも、蒸汽消費量の比較的多しとせらるる原因である。

第101圖は米國インダストリアル會社製復働汽力鏈を示す。此型式は前二種と異り、唧子及び唧子鐸は静止し、汽筒が可動重量即ち鏈の作用をなして、杭頭に打撃を與ふるものである。槽の導柱に沿ひて降る可き兩側の溝鋼(1)(2)との間に上方のブロック(3)下方のバイルキャップ(4)とを取付け、更に二個の直立圓鐸(8)(8)を(3)と(4)との間に結合し、汽筒(7)が此の圓鐸に沿ひて上下す可くするのである。唧子鐸は二重の管より成り、圖に現はるゝ外側の方(6)は(8)より懸垂せられ、唧子の上部に捻込まれる。而して其の捻込まるゝ部分には、一の孔が穿たれる、又内側の細き方の内空唧子鐸は頂上の蓋板(5)より懸垂せられ、其下方端部は唧子を貫通して結合せられ、其の裏側に流通する。(11)は頂上に設けられたる横置の瓣室であつて、其の内部には横に摺動す可き唧子形の瓣があり、瓣の端部はピン(12)を以て直立の搖動挺(14)に結合せられる。(9)は汽筒の片側に固定せられたる垂直の案内鐸であつて、之に彎曲したる溝が穿たれ、搖動挺(14)の下端部は常に此の溝に挿入適合す可くせられる。即ち挺(14)はピン(13)を以て(3)に樞接せられ、其の下端部に於ける溝との接觸に依り搖動せられるのである。

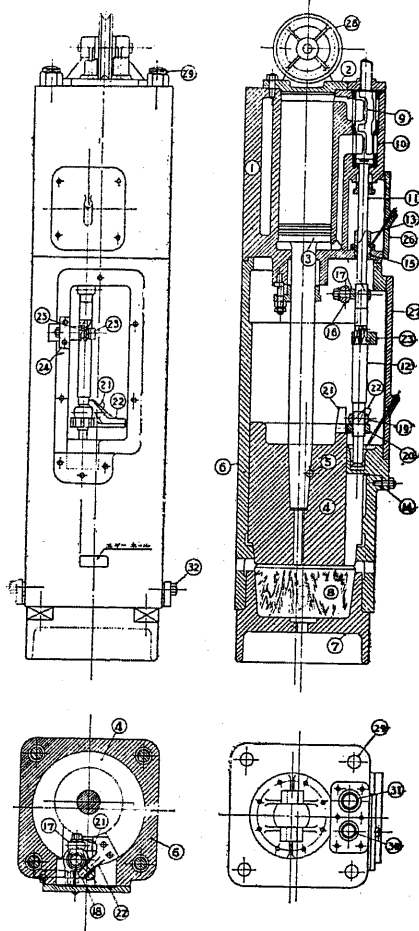
今汽筒が上昇し、或點に達する時は挺(14)が溝(9)に接觸する部分の彎曲に依り(12)は瓣と共に右方に動される、然る時は新鮮なる蒸汽は瓣室より二重の唧子鐸中内管を経て、唧子の下方に通ずると共に、其の上方にありし蒸汽は外管の下端に穿たれたる前記一つの孔より内外管の間を経て上昇し、瓣を経て大氣中に逃出し、之れがため汽筒は下降する。之れ即ち打撃衝程である。然るに此の衝程の端末に於て挺(14)の端部と鐸(9)との接觸部分の彎曲が反對となり、挺は搖動して瓣を左方に動す。然る時は内管は瓣を経て大氣に通じ、外管は汽罐よりの蒸汽に通ず。之れがため



第101圖

汽筒の下部に送られたる蒸気は内管を経て排出し、新鮮なる蒸気は内外管の間を降り、先の孔より汽筒の上部に供給せらるゝを以て、汽筒は上方の衝程を始むるのである。

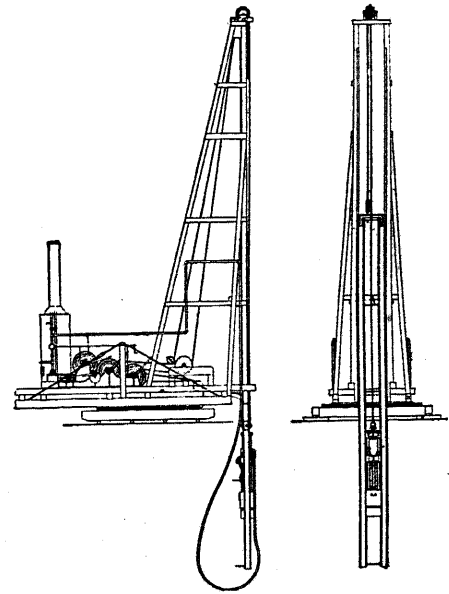
第 102 圖は大坂西谷工作所製復働汽力錠を示す、此機は日本本邦に於て設計せられたる唯一の純國産汽力錠である、其の動瓣装置はラムの上下に依り、一定範圍の角運動をなす可き瓣錐に依るものである。(10) は汽筒 (1) と一體に作られたる瓣室であり、此内には上下各二個宛の長孔の穿たれ、交互に給汽或は排汽の作用をなす可き椰子形の瓣 (9) が挿入せられる、其の瓣錐 (11) は下方直立の動瓣錐 (12) を經て外壁 (6) と一體なるブラケットに支持せられる。圖に示す如く錐 (12) の上方には (16) 下方には (19) なる一個宛のローラーが互に直角に取附けられ、又ラムの上部片側には (21)(22) なる二個の突起が設けられる。今ラム (4) が椰子 (3) と共に昇る時は其衝程の端末に於て突起 (21) はローラー (16) に觸れ、錐 (12) を瓣 (9) と共に上方より見て右方に廻轉せしめる。然る時は瓣に於ける上部の一方の孔は汽罐よりの蒸汽口 (30) に通じ、下部の一方の孔は排汽口 (31) に通ずる。依つて蒸汽は上方の孔より汽筒椰子の上部に入り、其の下部にありし蒸汽は下方の孔より管 (31) を經て排出し、椰子は打撃衝程を行ふ。然るに此衝程を終らんとする際ラムに於ける突起 (22) は錐 (12) に於けるローラー (19) に觸るゝを以て、錐は瓣と共に反對方向に廻される。然る時は瓣に於ける下部の他方の孔は汽罐よりの蒸汽に通じ、上部の他方の孔は大氣に通ずるを以て、椰子の上方にありし蒸汽の排出すると共に汽罐の蒸汽は椰子の下方に入り椰子は



第 102 圖

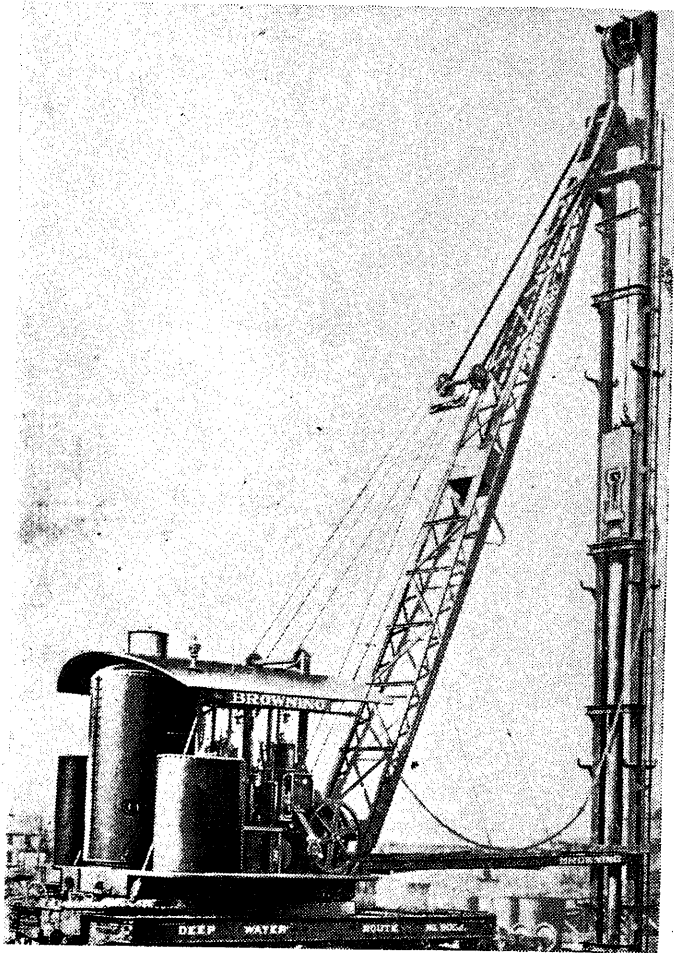
上方の衝程を行ふのである。此の如く本機に於て椰子の衝程距離は上下の軸子 (16) と (19) との間隔に依り自ら制限せらるゝ理である。

汽力杭打機械を使用するには特に設けられたる杭打用槽に依る場合と、廻旋移動起重機に依る場合とある、槽は木造若くは鐵梁製であり、杭分布の状態に應じ槽全體が容易に移動し得可きものならねばならぬ、又杭は臺より以下數尺乃至十數尺の深さに下降せしめねばならぬ事がある、此の如き際には固定基柱の下方に臨時の接足を接觸するか若くは懸垂したる導柱を錠と共に次第に下降せしむるのである。第 103 圖に示す構造に於ては、槽の導柱に沿ひて上下す可き案内框を錠と共に下降せしむるものである、圖に於て槽の底地上には數本の水平鋼管を横置し、捲揚機の取扱に依り全體は鋼管上を轉り杭に對し進退する事が出来る。



第 103 圖

廻旋移動起重機に依る場合には其の斜柱の尖端より導柱を懸垂し、之に沿ひて錠の下降を案内し、導柱の下方端末は横梁を以て之を起重機の車臺に緊締する、第 104 圖は此の如き場合の全装置を示すものであり、導柱を杭の位置に適合せしめんがためには、起重機の斜柱を起伏すると共に横梁を適宜に伸縮する、土留又は圍堰等築造のため矢板杭を打つ場合には、錠を收め得可き短き導柱を斜柱より懸垂し錠と共に杭上に下降せしむるか、或は全く導柱を用ひず隣接矢板を案内面



第 104 圖

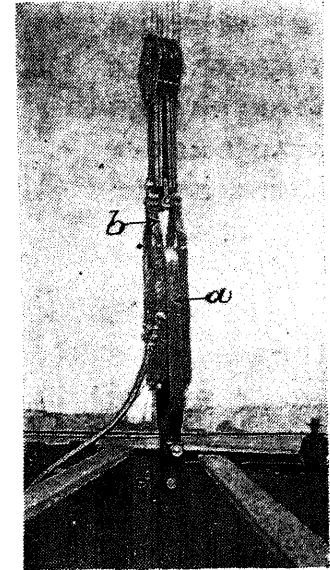
として、所謂段打を行ふのである。

水中の杭打作業には臺船上に設けられたる槽を使用する、此の場合に於て臺船の一方に槽を樹て他方には汽罐汽機等を据置き作業中の動搖を平衡せしめる。

第三項 杭拔出装置 (Pile pulling-out devices)

打込みたる杭を拔出すは其の周圍に加はる摩擦力の大きなるがため、之を打込む

時よりも、寧ろ困難なる場合が多いのである、但し拔出の最初に於て杭の表面と周圍の地盤との間の摩擦抵抗を幾分減するを得ば、其の以後は捲揚機の力のみに依り拔出す事が出来る。而して最も簡單なる方法は杭頭に緊締したる鋼索の端末を捲揚胴に捲附けて胴の廻轉を交互に反轉し杭に振動を與へて拔出すを容易ならしむるものなるも、作業不完全なるのみならず機械に衝擊を及ぼす事大である、然るに複働の汽力鏈を顛倒して用ふる時は杭を拔出す事が出来る。假令ば第 105 圖は曩に第 100 圖に示せるマツカーナン型汽力鏈を顛倒し鋼矢板を拔出す模様を示すものであつて、矢板と鏈とは (a) なる帶金物を以て結合し鏈と起重機のブロックとは (b) なる帶金を以て結合し、下方より上方に向ひ金敷板に打撃を加ふると共に常に捲揚胴を作用せしむるのである。而して此の場合に於て同型の鏈に於ては曩の第 103 圖に於ける栓 (26) を抜取り別の栓 (25) を捻込む、然る時は球瓣 (m) より出でたる蒸汽の一部はラムの端末と汽箱蓋との間に閉塞せられ、鏈を顛倒したる際啣子が衝程の端末に來りたる時の激動を緩和する事が出来る。



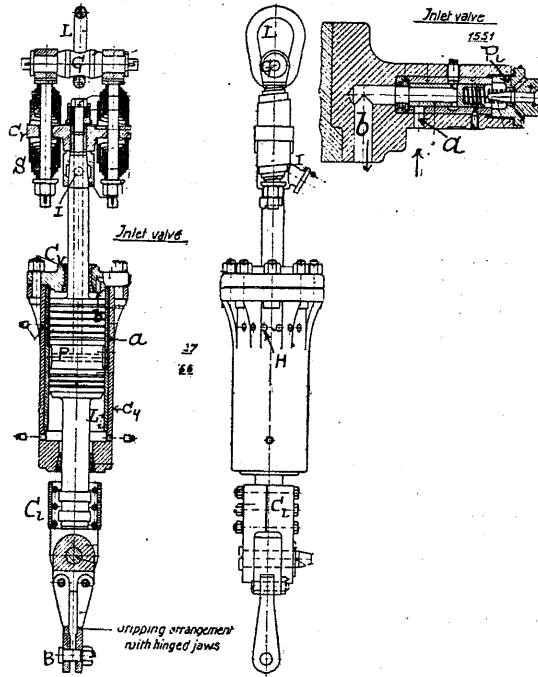
第 105 圖

複働汽力鏈を顛倒して用ふる時は杭を拔出す事が出来るも、鏈の全重量は啣子に働く蒸汽又は空氣の壓力に反對するを以て、其の效果の小なるは勿論である。然るに杭の拔出しのみ用ひらるゝ機械がある。

第 106 圖は獨逸國 Demag 會社製杭拔出機械 (Pile drawer) を示すものである。(P) は上方の内空の啣子鏢及び下方の實質啣子鏢と一體なる啣子で (Cy) は其外部の汽箱である。上部啣子鏢の端末はクロスヘッド (Cr) と緩衝彈機 (S) を經てガゼオン (G) に結合せら

れ G) は環 (L) を以て樁頂上の滑車を経て捲揚機の胴に捲かれる。又下部唧子鐸には摺金物 (Cl) をボルト締し、此金物の頸に矢板を挟みボルト (B) を貫通する。而して唧子唧子鐸は杭と共に、常に上方に引揚げられて静止し、之に對し汽笛が上向の打撃を與へて少許宛唧子を持揚げ以て杭を拔出す可きものである。上部の汽笛蓋 (Cv) の周圍には別に示すが如く、周圍に六個の給汽瓣を備へ、通路 (b) を以て唧子の上部に通ず、又別に通路 (a) を以て汽笛上半部に於ける其の外壁と内筒 (Li) との間隙に流通する。

今壓力一平方時に 5 氣壓乃至 7 氣壓の蒸汽又は壓縮空氣を内徑 2 吋以上の蛇管を以て入口 (I) に送るときは、上部内空の唧子鐸を経唧子中央の直徑小なる部分に出で通路 (a) より給汽瓣室に入り、瓣を右方に押す、然る時は (a) に入り來りたる蒸汽は通路 (b) を経て唧子の上部に進入する。之れがため汽笛は持揚げられ、其の下部の汽笛蓋を以て唧子の底に打撃を加へる。而して此上方衝程の端末より少しく手前に於て、唧子の上部に入りたる蒸汽は、汽笛壁の反對側に穿たれたる



第 106 圖

6 個の孔 (H) に通じ、大氣中に排出するを以て汽笛は自重に依り下降する。唧子が下降するときは孔 (H) は閉塞するを以て、蒸汽は再び唧子の上部に入り、上向の打撃衝程を行ふのである。

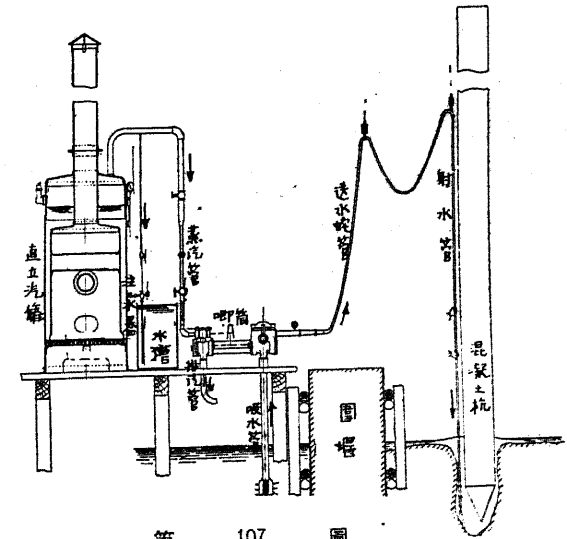
一分間の打撃数は、蒸汽又には空氣の壓力に應じ、170 回乃至 180 回、又一回の衝程距離は 180 糎乃至 190 糎である。然し地盤の狀況に依り、此以下の衝程にても足る事がある。此の如き際は栓 (Pl) の捻込に依りて給汽瓣背面にある彈簧の張力を加減し、該瓣の運動範

圍に依り唧子の衝程距離を調整するのである。

第四項 射水杭打装置 (Water-jet piling device)

杭を打つ可き地質が砂地なる時は、落重法又は汽力鎚にては工程の進まざるのみならず全く失敗に終ることがある、此の如き場合には杭の先端に壓力ある水を噴射し、杭周圍の砂を排除しつゝ其の重量により沈下せしむるか、或は同時に杭頭に他の死重を載せ又は鎚撃を加へる、此の装置を射水杭打法と謂ふ。又杭の上部に錘を落すに足るべき高さ、若しくは杭力鎚を用ふ可き高さのなき場合、或は附近の建築物に絶対に振動を及ぼすを忌む場合にも此の方法が用ひらるゝことがある。

此装置に最も必要なる條件は附近に水の潤澤なる供給の存する事であつて、多量の水を絶えず相當の壓力を以て杭頭に噴射せねばならぬ。一切の設備は直立汽罐一基、ウォツソングトン型二聯成唧筒一臺、長さ約 20 呎尖端を 30°乃至 40°に殺ぎたる内徑 $\frac{3}{4}$ 吋の噴射用瓦斯管數本、及び唧筒より壓力水を此瓦斯管に導く可き内徑 $\frac{7}{8}$ 吋の蛇管數十呎である、第107圖は設備の一般を示すものである。作業の方法は豫め槽を組立て所要の位置に杭を吊下げて地盤上に樹立せしめ、一人若しくは二人が射水管を握り其の下端の切口より杭の先端に向



第 107 圖

ひ水を噴射しつゝ周圍を突く、然る時は杭は自重に依り沈下を始むるを以て、所

要の沈下が終る迄此の方法を繼續する。水のため一旦排除せられたる砂は其の射出止む時は杭周囲の間隙を充填し、緻密の状態にて周囲より杭を緊縮し杭を動かすこと困難なるのみならず、射水管の拔出しにも抵抗力の大なる程度の堅き地盤となるのである。

鏢杭 (Disc pile) 及螺旋杭 (Screw pile) も亦砂地に於て一般の落重又は汽力杭打法の困難なる場合に用ひらるゝ杭であり、前者は鑄鐵製水平の圓盤後者は螺旋羽根より成る脊であり、之を鋼管製杭の尖端に固定し、豫め杭を沈下す可き位置に水を噴射し之を柔げたる後廻轉しつゝ沈下するか、又は壓力水を射出しつゝ捻込むのである、而して此の後の場合には脊の尖端に孔を穿ち杭身に沿ひ水を噴射せしめる。

第三節 砂、砂利採取及篩別装置

砂及砂利は土木工事に於て最廣く用ひらるゝ材料である、是等は天然に河底又は河岸に存在するものを使用し、山間僻陬の地に於て他方より運搬するの便なき時は現場に於て掘鑿せる岩石を破碎して用ふる事もあり、又工事の種類に依りては必ず破碎したるもの即ち碎石の使用を要する事がある。此の如く採取したる砂利又は産出したる碎石は篩別と洗滌とを施すを要し、附着せる泥土分並びに挾雜物を除去せざればセメント混凝土或は瀝青混凝土の骨材として膠着不充分である、但し瀝青混凝土の骨材として用ひらるゝ碎石は篩別を行ふも洗滌を行はざるが普通である、而して一般に篩別と洗滌とは同時に行はれる。

又砂は天然に存するものを採取したる時は、其の場所に於て同時に水洗と篩別とを行ひ碎石装置より篩別けられるものは、之を砂槽中に沈澱せしめて泥土分及び挾雜物を除去するのである。

第一項 砂、砂利採取の方法

天然に存在する砂、砂利を採集するには前章掘鑿機械に於て述べたる次の何れ

かの方法を用ふるものである。即ち(1)廻旋移動起重機を用ひて掘揚器を操縦する方法、(2)長柄掘鑿機を用ふる方法、(3)牽索掘鑿機或はスラックケーブル掘鑿機を用ふる方法、(4)連續鋤鏈掘鑿機を用ふる方法、(5)唧筒浚渫機を用ふる方法等である。第一の方法は地面又は河原より、直ちに砂利を掘揚ぐる場合に最も有効であり、斜柱の端末より懸垂せられ相當の深さ迄掘鑿することが出来る。第二の方法は砂利が厚き層をなして推積する場合に適當である。然し河原の表面僅に三尺位迄の深さにては充分に長柄の作用を發揮せしむること困難である。第三の方法は河原の表面より淺く砂利を搔集むるに適し、其の内スラックケーブル掘鑿法に據るときは砂利を搔取りたるバケツトを軌索に沿ひて、自ら篩別装置上に顛下せしめ、採取と同時に其の篩別を行ふに適當する。第四は普通臺船上に設けられ、水底を浚渫して砂利を採取するに適し、他の採取法に比し設備の費用大なるも砂利中に石塊の多く混入せる場合に有効である。第五の方法は水の供給充分であり、且つ砂中に吸揚唧筒の運轉を妨ぐる石塊の混入せざる場合に限りて用ひられる。又一切の設備は臺船上に設けられ、同時に篩別と洗滌とを行ふのである。

採取したる材料を篩別装置迄運搬する方法は、上記スラックケーブルを用ふる場合にはバケツトは軌索に沿ひ直ちに篩別機上迄持ち來らしめ、連續鋤鏈掘鑿機に於ては頂上のダンブラーより顛倒せるバケツトより砂利は直ちに篩別機に放下せらるゝも採取装置と篩別機との隔たるときは軌道上の運搬車、又は其の他の装置に依り運搬するを要する。而して一般に篩別けたる砂利は貯槽より運搬車に放下せらるゝを以て、篩別機は地表より相當高き位置に在る事となる。従つて材料を篩別機に送るには昇降機、輕運車、調帶運搬機、又は杓子運搬機等が用ひられる。

第二項 篩別機械 (Screening machines)

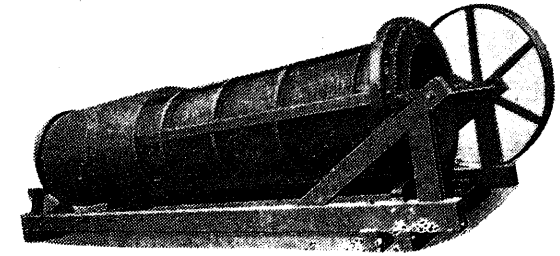
篩別機械には靜止型と運動型とある。靜止型は靜止せる篩であつて、其の最も

簡單なるは長方形の框に金網を張りたる篩 (Screen)、若しくは一定の間隔に平鍔或は圓鍔を併置したるグリズリー (Grizzly) なるものであり、之れを斜に靜置したる表面に材料を落すものである。構造最も簡單なるも篩別の能力少く、篩目の閉塞せらるゝ傾向がある。故に今日砂、砂利其の他鑛石、石炭等の篩別に用ひらるゝは凡て運動型の篩機である。此の種の篩機は廻轉篩別機 (Revolving screen or trommel) と振動篩別機 (Vibrating screen) とに別けられる。前者は圓筒形又は角錐形の篩が傾斜せる軸上に廻轉するか、或は圓錐形又は角錐形の篩が水平軸上に廻轉するものであり、後者は平面形の篩が水平或は傾斜して設けられ、前後若しくは上下の振動を行ふものである。而して何れも篩機の一方より送られたる材料を篩別けつゝ篩面に残れる材料を他方に送出すものである。(一般に篩目より下に落ちたるものをアンダーサイズ (Under size) 篩上に残りたるものをオーバーサイズ (Over size) と名づけられる)。

廻轉篩別機に於ける圓筒、廻轉軸の傾斜角、又は圓錐或は角錐表面の傾斜角は篩別の作用及び容量に大なる關係を有するものである。凡て材料は周縁に沿ひ或る高さ迄持ち上げられたるものが重力に依り滑り落ちんとする際、此の表面傾斜のため前方に進み、従つて材料は篩面に沿ひ鋸齒狀の曲線を描きつゝ篩機の一方より他方に運動を続け、其の間に篩別を行ふものである。而して篩機表面の傾斜角は其の大なる程材料通過の速度早く、材料が表面の一個所に停滯する時間少く、従つて篩別の能力大である。然し實際に於て此の角度は乾燥状態に於て篩別くると、温潤状態に於て篩別くるとに依り自ら定り、前の場合に於ては長さ一呎に付き 2 吋 (約 90°) 位、後の場合に於ては同 $\frac{3}{4}$ 吋乃至 $1\frac{1}{4}$ 吋 (約 4° 乃至 6°) である。又篩別機の廻轉數に就ては、或る範圍内には其の大なる程材料の進行する速度早く、表面に停滯する厚さ薄く、従つて篩別の作用良好である。然し廻轉が或る程度以上早くなる時は粒は遠心力のため、篩機の内面に附着したる儘共に廻轉し、篩別の作用不完を來す事となる。實際に於て篩機の廻轉數は實用

上最も適當なる場合を選ばれ、其の圓周速度は毎分 190 呎内外である。従つて其の直徑の大となるに従ひ廻轉數は減少するのである。此の如く廻轉篩機の能力は其の直徑の大小、廻轉數の多少、傾斜角の緩急等に關するものであり、與へられたる大きさの砂利の重量幾何噸 (一立方呎の重量を 100 封度と概算す) を一定時間に篩別つには幾何の篩別面積を要す可きかは、一に實際使用上の實例を参照して設計を施すものである。

第 108 圖は塵套 (Dust jacket) と圓筒に四種の孔を穿たれたる圓筒型篩機を示すものである、圓筒は全長を通せる隅鋼を以て結合せられ兩



第 108 圖

端底部の轉子上に支持せられ傘齒輪の嚙合に依り、調帶滑車より傳動せられる、而して圖に於ける左端を高く右端を低く据付け左端の漏斗(圖には取外されたり)より供給せられたる砂利は、最初其の内の最微粉を塵套を通過して下方に落ち其の他のものは小粒より大粒へと順次に篩別けられ、篩機の直下に設けられたる合計五種の砂利槽に放下せられ下端最大の孔を通過せざるオーバーサイズは篩端より排除せらるゝか或は後記の碎石機に送返さるゝのである。

廻轉型篩機中圓錐形又は角錐形のは之れを水平の軸上に支へ得可く、傳動の方法は圓筒型に比し簡單である、然し大小異りたる孔を一個の圓錐又は角錐上に穿つ時は直徑の小なる部分と大なる部分との表面速度異なるを以て、一方に於ては篩別の状態適當なるも他方に於ては不適當となる、又材料は最初孔の最小なる部分に多く停滯するを以て、之れは遠心力大なる孔の部分より其の儘脱出する傾がある、従つて普通此の形狀の篩機は短く作り表面には唯一種の孔を設くるのである、又圓筒或は圓錐に代ふるに角錐或は角錐の用ひらるゝは粒大の異りたる砂

利を要する場合容易に板を取へ得くせんがためなるも、是等は圓筒型に比し篩機内に於ける材料運動の状態一樣ならずして動搖を生じ易い、又時として圓筒、圓錐或は角錐、角錐型の篩機は孔径の異りたるものを二重若しくは三重に或る間隔を隔て、一軸上に固定せられ凡て同時に廻轉す可く作られたるものがある、此の場合には最大の孔を最も内方に設け各筒上に残りたるオーバーサイズは横の樋に取出すものである、然し此の構造にては外部の筒上の砂利程之れに働く遠心力増加し篩別の状態不良となる、従つて此の如き構造は据附場所を節約せんがため止むを得ず設けらるゝものと謂ふ可きである。

振動篩別機には搖動型 (Rocking screen) と衝動型 (Impact screen) との二種がある、搖動型は木製又は鐵製の長方形框に張られたる金網、或は孔を穿たれたる鐵板製の水平篩機であり、其四隅を垂直錐を以て吊り框の片側に取付けられたる水平のエキセントリック錐に依り水平に搖動せしめ、アンダーサイズを下方に落としオーバーサイズを前進せしむるものである、又衝動型は主として $\frac{1}{2}$ 吋以下の細粒を處理するに用ひられ同じく長方形の篩框であつて、之を 35 度乃至 45 度に傾斜し材料を上端より供給すると共に篩面に上下の振動を與へ、オーバーサイズを次第に下方に送ると共にアンダーサイズは篩目を通り下方に落下するものである。

今廻轉型篩機と振動型篩機とを比較するに、後者は其の全面積が篩別の作用をなすも前者は全内面の約 $\frac{1}{8}$ のみが篩別の作用を行ふのである、又廻轉型は振動型に比し、重量大に設備費及び運轉費が大である、然し振動型は廻轉型に比し多くの場所を占有し且つ建物に振動を及ぼす缺點があるに廻轉型は一般に廻轉遅く振動を及ぼす處が少い、従つて一般に切込の砂利を一時に各種の大きさに篩別くるには廻轉型の方が多く用ひられる。

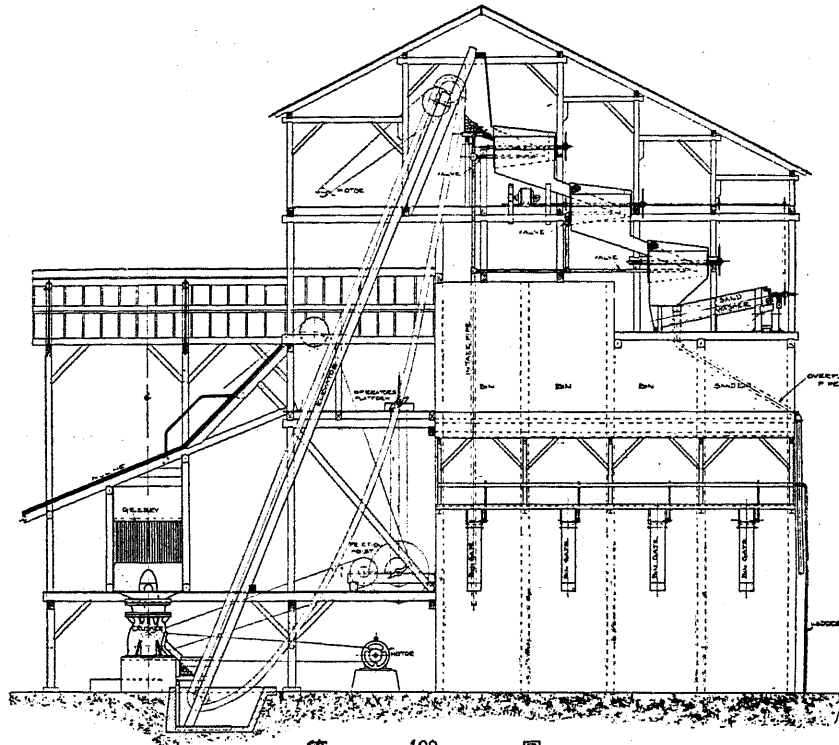
第三項 乾式篩別 (Dry screening) 及濕式篩別 (Wet screening)

砂利或は碎石を直に道路に敷均さるゝ場合、若くは瀝青混凝土の骨材として用ひらるゝ碎石を篩別くる場合には、乾式即ち水を用ひずして其儘に篩別けらるゝ

も其他の場合に於ては濕式の篩別即ち水を用ひ之を洗滌しつゝ篩別け、附着せる泥土分を除去せねばならぬ、但砂利は其粒の小なるもの程濕分多きを以て振動篩機にては $\frac{1}{8}$ 吋よりも小なる篩目、廻轉篩機に於ては $\frac{1}{2}$ 吋よりも小なる篩目のものを乾式にて篩別るは困難であり、必ず濕式に依らねばならぬ、又濕式に於て廻轉型は振動型に比し、砂利中に混入せる汚物或は泥土分の洗滌せらるゝ状態は良好であるも $\frac{3}{8}$ 吋以下 $\frac{5}{10}$ 吋目の篩別を行ふ時は孔の閉塞し始むる缺點がある、之に對し振動型は材料と篩面との間の摩擦及材料相互間の摩擦は、廻轉型に比し小なる故に、噴水の勢を藉らねば附着物の除去容易ならざるも、細粒と雖篩目の塞がる患は少いのである、故に $\frac{5}{16}$ 吋以下 30 篩目迄の濕式篩別は振動型篩機に限り $\frac{3}{8}$ 吋以上の篩別には廻轉型篩機の使用せらるゝが普通である。

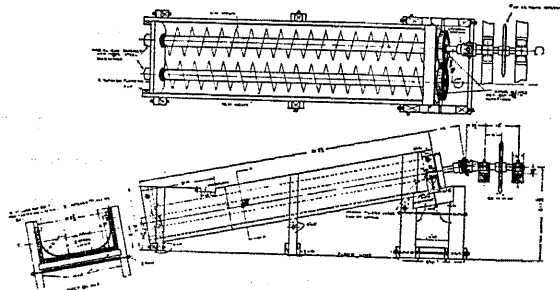
泥土分を含む砂利を完全に洗滌せんには各大さの篩目毎に水を注ぐ方法が有効である、故に濕式の篩別に於ては曩に圖示せる如き、一個の長き圓筒形篩別機を用ひず各粒大毎に別々の圓筒形或は圓錐形の篩別機を用ひ、アンダーサイズの篩別けらるゝ毎に別々に水を之に注ぐ方法が適當である、又砂利に著しき土或は粘土分を含む時は直ちに之を篩別機に送らず、豫め除塵筒 (Scrubber) を通過せしむる事がある、除塵筒なるものは鐵板製圓筒の内面に縦の方向に數條の隅鋼を取附けたるものであり、圓筒の廻轉と共に此隅鋼は砂利を次第に前方に送りつゝ射水に依り泥分を除去するものである。

第 109 圖は碎石機に依り破碎せられたる碎石に對し、濕式の篩別を行ふ全設備の一例を示すものである。傾斜軌道に沿ひ引揚げられたる輕運車は、案内金物に觸れて自ら顛倒し、割栗石又は玉石をグリズリー上に放下する。而して其篩面上に残りたるオーバーサイズは、環動碎石機 (後記) に導かれて破碎せられ一旦石溜に集められる。次に碎石は石溜よりコンテナスケットエレベーター (第 20 圖參照) に依り持揚げられ、漏斗を経て最高位の圓錐形篩機に於ける直徑の最小なる部分に送られる、一方洗滌用の水は下方の唧筒より吸揚げられ、此直徑の最小なる部分に噴射せしめる。然る時は砂利は篩機の傾斜面に沿ひ、水の噴射に逆ひ、直徑の大なる方に進行するを以て完全なる洗滌が行はれ、アンダーサイズは水と共に



第 109 圖

に篩目を通り次位の篩機に送られ、オーバーサイズは直下の貯槽に放下せられる。此の方法を三段の篩機に就き繰返し、其の都度水の噴射を受け、オーバーサイズは別々の貯槽に落され、最後のアンダーサイズと水とは第 110 圖に示す最下部の砂洗滌器に送られる。此の砂洗滌器は内面に薄鉄板の張られたる傾斜せる木製の樋であつて、此の内には全長を通じ二本の螺旋運搬器が反対の方向に廻轉する。而して最低位の廻轉型篩機を出でたるアンダーサイズか水と共に此の樋管の最低部に供給せら



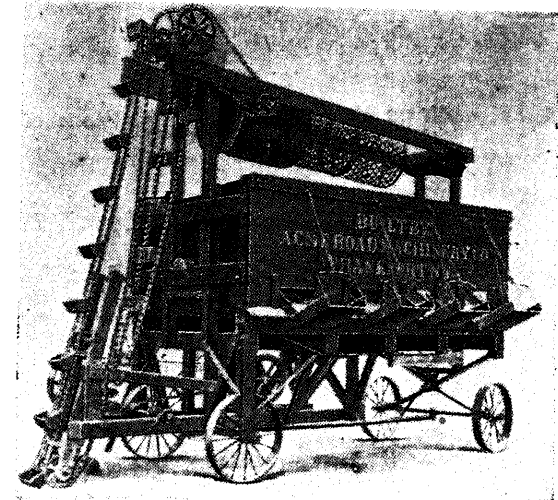
第 110 圖

れる時は浮遊せる挟雜物は水と共に流去せられ、砂のみを次第に繰揚げつゝ、最高部より直下の砂槽に集むるものである。

砂利篩別の最後に於て砂を洗滌蒐集する装置には上記の外沈砂槽 (Sand settling tank) なるものを用ふるものあり、又ドラッグクラシフオィア (Drag classifier) なるものを用ふるものがある。

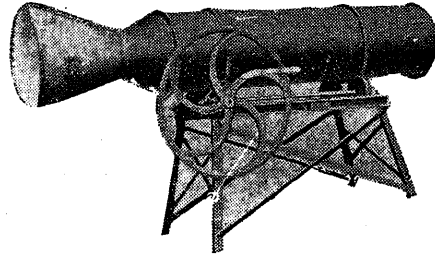
河底より砂又は砂利を採集すると同時に洗滌及篩別を行はんに、普通臺船上に装置せられたる連続鋤鏈掘鑿機を使用する。而してバケツトにて汲揚げたる材料は樋の頂上なるダンブラーより直下のグリヅリーに放下し、篩面上に残りたるオーバーサイズは玉石として排除し、アンダーサイズは順序に各所要篩目の廻轉篩機に依り篩別け、直下の別々の貯槽に貯ふるか若くは別々の樋に依り河岸上の運搬車に放下せしめる。而して洗滌用の水は唧筒に依り、河水を汲揚げ直立管及支管を以てグリヅリーの直下及各篩目より落ちたる材料が貯槽又は樋に向ふ直下に於て如露状或は扁平なる一平面状をなし、上向に噴射せしむるのである。又篩機が一個の長き圓筒若くは角嚮よりなる時は、最初の篩目は細小最後の篩目は最大であつて、其のオーバーサイズは最後に排除し、篩機が第 109 圖の如く別々の圓錐筒より成る時は、最初の篩目は最大最後の篩目は最小であつて、最初の篩面上に残りたるオーバーサイズは眞先に排除せら

るものである。



第 111 圖

道路工事等に於て切込砂利、又は古き路面を掘鑿せる表土を篩別けんには、第 111 圖に示すが如き可搬式の貯槽兼備の篩別機を用ふるが便である、バケツト・



第 112 圖

エレベーターの下端は之れを折曲げ、篩別つき材料中に進入せしむる事が出来、又碎石機を併置する時は現場に於て碎石を産出しつゝ篩別つき事が出来る。第 112 圖に示すものも同様の目的に用ひらる可き手廻の砂利洗滌機であつて圓筒形の部分は内部に隅鋼を螺旋状に取附けたる鐵板製であり、左端は金網製圓錐形の篩機である、今右端より砂又は砂利を供給し左端より管にて水を圓筒の内部に注入する時は材料は水勢に逆行し、螺旋板に沿ひ次第に左方に送出されつゝ洗滌せられ砂のみは金網の直下に落ち、篩面上に残りたる砂利は左方の端末より放下せらるるのである。

第四節 碎石機械 (Stone crushers)

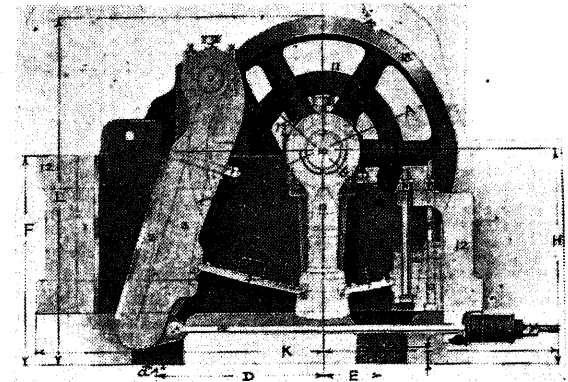
砂利の篩別を行ふ際最初のグリズリー上に残りたる玉石並びに篩別機上に残りたるオーバーサイズは之れを破碎して再び篩別つきことができ、又工事の種類上碎石のみを用ふることがある。此の如き場合には碎石機に依り、玉石又は割栗石を破碎せねはならぬ。更に工事現場の状態に於て、天然の玉砂利の供給不便なる時には掘鑿せる岩石より混凝土用の碎石砂利を製産し、猶其の篩別機の細小篩目を通過せるものを碎石ロール (Crushing roll) 又はボールミル (Ball mill) 等の機械にて細破し砂をも共に製産す可き場合がある。

碎石機は構造上顎型碎石機 (Jaw crusher) と環動碎石機 (Gyratory crusher) とに別たれる。前者は機に供給せられたる石塊が固定可動兩顎板の間に壓迫せられて破碎せらるゝものであり、後者は材料が固定せる插鉢状の周壁と其中央に振動する垂直圓錐とのために破碎せらるゝものである。

第一項 顎型碎石機 (Jaw crusher)

顎型碎石機は機械の架構に挿入せられたる固定の顎板一名齒板と、動力に依り振動する可動の顎板との間に石塊を供給し、之れを破碎するものであつて、作用上ブレイキ式碎石機 (Blake crusher) とドツヂ式碎石機 (Dodge crusher) とに別たれる。前者は可動の顎板は機械の上端に樞接せられ、其の運動は下方の端末即ち碎石の出づる部分に近づく程大であり、後者は可動の顎板は機械の下端に樞接せられ、其の運動は上方の端末即ち材料の供給せらるゝ部分に於て最大であり、碎石の出でんとする部分に於て最小なるものである。

第 113 圖はブレイキ式碎石機の直立断面圖及び側面圖を示す。(12) は鑄鋼又はセミ鋼製の堅牢なる架構であり、基礎上に固定せられる。架構の上方には軸 (9) 及び (10) を支ふ可き軸承を設け、後方端末には楔塊 (Wedge block) (17) 及び肘關節塊 (Toggle block) (16) を支ふ可き凹所を設ける、(1) は冷剛鑄鐵製の顎板 (Jaw plate) であり、止板 (check plate) (20) を以て架構の前面に固定せられる。(2) は (1) と双動し、石塊破碎の作用をなす可き振動顎板であつて、軸 (9) に樞接せられたる振動顎 (Swing jaw) (3) に挿入せられる。(13) はピットマン (Pitman) と名くる垂直錐であつて、偏心軸 (Eccentric shaft) (10)



第 113 圖

に樞接せられる。(13) 下方端末の両側には硬鋼製の坐金 (Toggle seat) (6) (6) を挿入し (6) と (3) 上の同様坐金 (4) との間及び (6) と (16) との間に鑄鋼又は冷剛鑄鐵製肘關節板 (Toggle plate) (5) 及び (7) を挿入する。而して (16) 及び (17) は各ボルトを以て梁構に取附けられ、ピットマン上下のため生ずる肘關節板左右運動の範圍を限定し、猶靜止振動、兩膠板間の間隙を調整し得可くするのである。牽張桿 (Tension rod) (19) 及び彈機 (8) は振動膠板の左方動を復舊せしむる作用をなすものである。今圖の如くピットマン (13) が最低の位置に在る時は左右の肘關節板 (5) と (7) とは傾斜するも (13) の上方に動くに従ひ、此兩者は次第に一直線上に存在せんとする。之と同時に板 (5) は左方に動き、振動膠板 (2) が石塊を壓迫する力は益々増加し、(5) と (7) とが一直線となりたる時は理論上 (2) は無限大の横壓力を發揮する事となるのである。之れ即ち肘關節接合 (Toggle joint) の性質であり、即ちブレーキ式碎石機は此理を應用して最大破碎力を發揮せしむるものである。

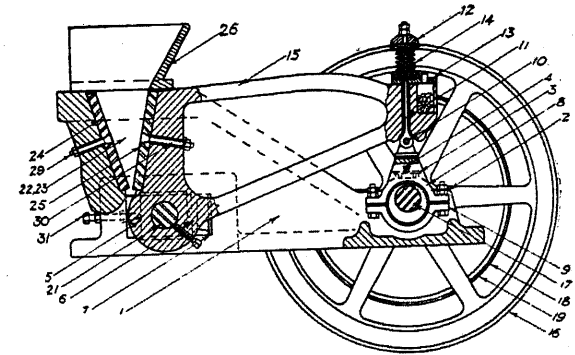
ブレーキ式碎石機の大きさは、石塊の供給せらるゝ部分に於ける膠板間の距離と、兩側止板 (20) の間の距離とを以て示さるゝものであり、例令ば 15"×9" の碎石機と謂はゞ膠板上端の間隔が 9 吋兩側止板間の間隔が 15 のものとの意である。又石塊の破碎せられて落下する出口を咽喉部 (Throat) と謂ひ、此の部分の間隙は即ち碎石の最大寸法を表はす標準となるのである。而して口の開き小なる碎石機程細粒の碎石が産出せらる可き割合が大である。然し膠板表面鋸齒の磨耗せると否とは産出粒の大きさに大なる關係を有し、其の新らしき間は $\frac{1}{2}$ 吋大のもの 14% を産出したるものも、其の古くして磨耗したるものは僅に 3% の産出に過ぎざりし例がある。

碎石量は岩石の種類並びに軸廻轉の速さに依り異り、又製造所の異なるに従ひ同一寸法の碎石機に於ても多少の相違がある。

第 114 圖はドツヂ式膠型碎石機を示す、(24) はボルト (29) を以て梁構 (1) に固定せられたる靜止膠板 (25) はボルト (30) を以て振動膠 (15) に取附けられたる振動膠板である。而して此 (15) は偏心軸 (17) の廻轉に依り上下すべきピットマン (8) より運動を

導かれ、彈機 (14) の壓力に抵抗して左方に動き以て上方より供給せられたる石塊を破碎する。下方咽喉部の開きは螺旋 (31) に依り軸函 (5) の位置を動かして調整することが出来る。

今ブレーキ式とドツヂ式とを比較するに、前者に於ては破碎作用は石塊供給口よりも咽喉部に於て大なるも、後者に於ては仕事の大部分は供給口附近に於て行はれ、夫れよりも下部は殆んど石塊相互の摩擦作用のみに依り破碎せらるゝ傾がある。而して實際の成績に依るに材料供給口の寸法同一なる此兩種膠型碎石機に



第 114 圖

於ては、同一消費馬力に付きドツヂ式の方が一定時間の碎石産出量小である。此の理由に依り此の式はブレーキ式の如く今日は廣く使用せられない。但し振動膠板運動の中心軸 (21) は咽喉部の附近に存するから、ブレーキ式に比し一様なる寸法の碎石を産出す可き特徴がある。

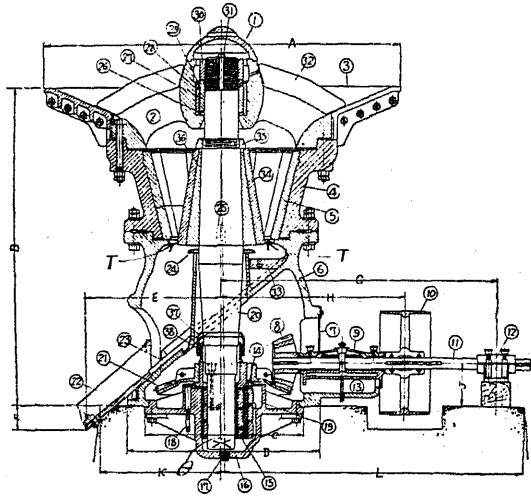
第二項 環動碎石機 (Gyratory crusher)

環動碎石機はコンケーブ (Concave) と名づくる固定の播鉢狀外壁の内部に於て、ヘッド (Head) と稱する直立圓錐柱が味噌播運動をなすことに依り、石塊破碎の作用を行ふものである。而してコンケーブの上部より供給せられたる材料は此の外壁に對するヘッド振動のため破碎せられつゝ次第に下降し、咽喉部より取出口に導き出さるゝものである。

第 115 圖は環動碎石機を示す、滑車 (10) 上に傳へらるゝ動力は其軸上の小傘齒輪 (8)

及び之に啮み合底版(16)上に支持せらるゝ大傘齒輪(21)を廻轉する。齒輪(21)は支軸圓筒(15)と共に廻轉し(15)には上端がスパイダー(Spider)(2)の中央より懸垂せられたる垂直軸(20)の下端が緩く偏心的に挿入せられる。軸(20)上部の外周には滿佈鋼又は白鉄製の極めて硬きヘッド(34)が挿入固定せられ、

挿針状の外壁、即ちコンケーブ(4)の内面にも同質の金属製筒(5)が挿入固定せられる、従つて滑車(10)が廻轉せば軸は其の懸垂せられたる(26)の部分を支點として、味噌摺運動を行ひ、上方のホッパー(Hopper)(3)より供給せられたる石塊を(5)と(34)との間に壓迫しつゝ破砕し咽喉部(T)より樋(22)に送出すものである。垂直軸及びヘッドが上方を支點として圓錐形



第 115 圖

を畫く頂角の二分の一なる θ 角を環動角と稱し普通約34分位である。又ヘッド運轉の際咽喉の一方は廣く、他方は狭くなる。此の狭き方を閉側(close side)の間隙廣き方を開側(Open side)の間隙と謂はれる。

此の如く此の碎石機に於てヘッドの表面は何れの位置に於ても作用をなすを以つて、曩の脛型碎石機は振動脛板が石塊に對し、壓迫を加ふる時のみ間歇的に作用をなすに對し、環動碎石機の作用は連続的である。従つて据付には彼に比し強固なる基礎を要するも運轉中の動搖は小である。

環動碎石機の寸法は普通其のコンケーブ上端の内徑とヘッド上端外徑との間隔並びにコンケーブ上端内面半圓周の長さを以つて示される。例令ば10'×40'の環動碎石機と謂はば間隔が10吋コンケーブ内面半圓周の長さ40吋の碎石機

との意である。

第三項 脛型碎石機と環動碎石機との比較

脛型碎石機の運轉は間歇的であつて、滑板は滑車全廻轉中の殆んど二分の一の間破砕の作用をなすも、環動碎石機の運轉は連続的であり、ヘッドは常にコンケーブの如何なる部分にも壓迫を加へる。又環動機に於ては供給せられたる石塊は初めコンケーブとヘッドとの間に架せられ梁の如くなり、其の上にヘッドの壓力を受くるを以て最初の破砕抵抗小である。従つて同一馬力に比し、環動機は脛型機よりも碎石量大である。又環動機より出る碎石は割合に方形に近きも、脛型機より出づるものは偏平となり易いのである。而して岩質が變開し易きものなる時に殊に此の傾きがある。又脛型機は作用間歇的なるを以つて重き節働輪を要し、廻轉を速かにしてエネルギーを貯ふるを要し、然も脛板は水平の往復運動をなすを以つて廻轉速かに過ぐる時は振動大である。之れに對し環動機は垂直に据附けられ、ヘッドは常に垂直に振動するを以つて運轉の動搖は少ないのである。

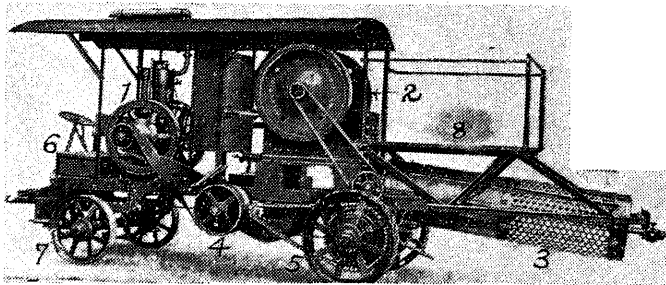
然るに一方脛型機は環動機に比し、代價安く其の脛板取替の費用及び手数は環動機に於けるヘッド並びにコンケーブ底部軸承等の取替又は修理に比較して小であり、据附面積は兩者大差なきも環動機の方が堅固なる基礎を要し、且つ垂直軸及びヘッドを上方に拔出さんには架空移動起重機、若くは絞轆等の装置を必要とする。然し脛型機は環動機に比し、代價は安きも産出額の多くなる程運轉費は後者の方が有利となる。従つて小規模の碎石工事には脛型機にて足るも、大量生産を要する場合には環動碎石機の使用を適當とするのである。

第四項 碎石及篩別装置 (Stone crushing & Screening plant)

碎石及び篩別装置一切排列の方法は、之を設く可き場所の地勢に適應す可きものたる可く、普通の平地に於ては曩に濕式篩別法の一例として第109圖に示したる如く碎石機は最も低き位置に据附け、碎石は一旦之れを溜槽に集めバケツトエレベーターに依り之れを高所の篩別機に送り、其の直下には貯石槽が作られ側面

又は底面に設けられたる扉を開き運搬車に放出す可くせられる。又装置を設く可き地勢が山腹の如き傾斜地なる時は、其の最上位に碎石機を置き篩別機、其の他の設備を順次に下方に設け重力に依り碎石が篩別け又は洗滌せられつゝ自ら輸送せらるゝに最も便である。

道路工事又は混凝土工事に於て現場に於ける小規模の碎石及び篩別を行はんに第116圖に示す如き可搬式の機械を用ふるが便である。圖に於て(1)は揮發油



第 116 圖

機關、(2)は膠型碎石機、(3)は圓筒型篩機、(4)は中間滑車、(5)は自力走行す可き衝輪、(6)は運轉臺、(7)は轉向輪、(8)は石塊置場である。(1)の廻轉は一旦(4)に傳はり、更に同時に(2)と(3)とに傳へられる。篩別機は車體より斜に後方に突出して取附けられ、三種乃至四種の篩孔を有し必要に應じ取代ふるも容易である。機械全體は毎時間約 $2\frac{1}{2}$ 哩の速度を以て自力走行する事が出来る。