ジョルト型込機の動作⁽¹⁾

(昭和 12 年 2 月 21 日 広島地方講演會に於て講演)

正員 田中重芳⁽²⁾

摘 要

ジョルト型込機の動作を明かにするため、シリンダの直径 76 mm, テーブルの廣さ 508×406 mm, 空気圧力 5.62 kg/cm² の型込機を試作し、スクキーズ型込機に就て行つた実験⁽³⁾と同様の条件の下に空気圧力を変へ、テーブル上の荷重を変へて毎分のジョルトの回数及びジョルトの高さを記録した。ジョルトの回数は空気圧力が増せば減じ、テーブル上の荷重が増せば減ずることを知つた。ジョルトの高さは第1撃は高く、第2撃以下は急に低くなり、第3撃以後は一定の高さとなる。第1撃も第3撃以後も空気圧力が増せば高くなり、テーブル上の荷重が増せば低くなる。上下動は單なる自然投上げ、自然落下ではない。

シリンダ内の空気のインデケータ線図をとつて見た。第1撃は第2~3撃よりも仕事量が大きく、空気圧力が増せば仕事量は大きく、テーブル上の荷重が増しても大きくなる。

砂の締まる速さ即ち砂の面の落込む深さとジョルトの回数との関係をグラフに表せば双曲線に似た曲線を得、その曲線は空気圧力、砂の面に置いた蓋板の重さの影響を受ける。

木型のない場合と簡単な木型ある場合につき型の硬さの分布を調べるとスクキーズよりもなほ均等となり殊にシリンダの様な上端面の平坦な木型ではスクキーズよりも遙かに均等になる。

最後にジョルト・スクキーズの硬さの分布を調べた。木型の形に依てジョルトとスクキーズとの夫々の特長も欠点も現はれることを知つた。

1. 実験の目的

ジョルト型込機もスクキーズ型込機と同様に、構造及び取扱法の説明はあるがその動作を説明したものはない⁽⁴⁾。その動作は極めて簡単な様で実は複雑であり、しかも自ら法則に依て運動する様に見へるから実験に便利な形の簡単な小型の機械を試作し各種の実測を行つた。

(1) 空気圧力と荷重とに依てジョルトの回数が変化することからその変化の約束を見出すのが第1目的である。

(2) 空気圧力と荷重とに依てジョルトの高さに変化があるからその変化の約束を見出すのが第2目的である。これは第1回のジョルトの高さは第2回以後のジョルトの高さよりも著しく高いから、各別に調査して見た。

(3) シリンダ内の空気の仕事を見出すためにインデケータ線図を画かせて空気圧力や荷重が仕事量に及ぼす影響を見出すのが第3目的である。

(4) ジョルトが進行するにつれて砂が如何に締まるかを調べ既記スクキーズの場合直角双曲線に従ふ法則⁽³⁾はジョルトの場合にも當嵌まるや否やを調査するのが第4目的である。

(5) 鑄型の硬さの分布を調べるのが第5目的である。木型のない場合及び簡単な木型(円錐、半球、シリンダ)のある場合を調べてスクキーズとの比較をするのが目的である。

(6) ジョルトとスクキーズとの作用の特長を併せて施し、所謂ジョルト・スクキーズ式で砂を締めてその硬さの分布を調査するのが第6目的である。

2. 実験用ジョルト型込機と実験設備

米国 Mumford Moulding Machine Co. (Hanna Engineering Works) の設計を参考し、広島高等工業学校で試作したシリンダの直径 76.2 mm, テーブルの廣さ 508×406 mm, 空気圧力 5.62 kg/cm² のジョルト型込機を実験に供した。

第 1 図

第1図三方コック A を開けば空気は弁 B が開いてゐるから曲り管 D を経てシリンダに通じ、ラムに設けた曲り通路 E を経てラムを押上げる。然らばラムに捻込んだピン G は弁 B を押すことが止むから B は小さい通路 C から入る空気で押上げられて空気の供給を止める。その後は空気の膨脹でラムが上昇する。上昇が進行すれば E は排気口 F と重なるから大気圧に下る筈であるが、その前にラム・テーブル及びその上の荷重のために落下し始める。従てかなりの背圧があるから單なる自然落下ではない。落下すれば再び空気弁 B を押開き上記の運動を繰返す。運轉中にラムが回轉せぬ様案内ピン H を植あ合の孔に嵌めてある。こゝにラム、テーブル、案内ピンの総重量 45.6 kg である。

(1) Action of a Jolt Type Moulding Machine. (2) Sige-yosi TANAKA, Member. The Hiroshima Technical College. 広島高等工業学校. (3) 機械學會論文集 2, 7 (昭 11-5) (4) E. S. Carman's Foundry Moulding Machines に極めて簡単な説明がある。

本機で大切なのは弁 *B* の摺合せである。空気の漏洩があればラムを押上げたままであるから弁 *B* を自動的に開かず、ジョルトの作用が行はれず、若し行はれても背圧が多くてジョルトの効果が乏しいからよく入念に摺合せ、弁座とも外して水に浸しても気泡が出ぬ程度にしてから組立てた。

三方コックは迅速に全開、閉止の出来るやうに止めピンがある。コックのヘシの孔は6.4mmの錐を突通してある。テーブル上にマッチ・プレート又は木型を置き杵を伏せ鋳物砂を盛つて空気を通せばテーブルは空気圧力とテーブル上の重さとに應じて6~2cm上昇し、直ちに落下してフレームにテーブルを叩付けるから砂は慣性に依て締まる。砂は単に杵に盛つただけの場合と、上に重しを載せた場合とある。本実験には実験の都合上6.8kgの重し(蓋板)を載せてある。

次に実験設備を述べる。

鋳型杵、鋳物砂、圧縮空気はスクキーズ型込機の実験の場合⁽³⁾と全然同様である。カイモグラフも亦同様であるが、その回転速度は低速で9.0mm/sで走らせる場合にはジョルトの回数、テーブルの上昇の高さを読むに用ひ、高速で168mm/sで走らせる場合には上昇、降下の速度の変換の状況を見るに用ひた。鉛筆はテーブルに取付けたが、杵に置いた重しに鉛筆を取付ければジョルトに伴ひ重しの沈み程度即ち砂の上層の締まる状況が図示せられる。

鋳型杵に嵌める重し(蓋板)は砂の締まる速さに大きい影響がありその重さが大なればジョルトしないで重力のみでスクキーズが出来、重さ零ならばジョルトしても上層の締まり方が緩慢である。本実験に用ひたのは直径297mm、厚さ8mmの鋳鉄円板に4本の足を立て頂を輪で連絡したものを用ひ、カイモグラフ用の鉛筆がある。この重しが、ジョルトの作用中に杵の中で回転せぬ様に1本の浅い溝を設け、シリンダに小さいキーを取付けてその間溝に自由な滑り運動が出来る様にした。重しは6.8kgある。この鉛筆はカイモグラフに波を画いて砂の締まる速さの測定が出来る。この鉛筆は外してテーブルにも取付けられる。

3. ジョルトの回数

ジョルト型込機を運転してすぐ気の付くことは空気圧力及びテーブル上の荷重に應じてジョルトの回数に変化を生ずるのである。この3者の関係を先づ調査する。

空気圧力は空気溜のゲージで読み4.22, 4.92, 5.62, 6.33, 7.03 kg/cm²の5種に変へ、重さはテーブルに何にも置いてない場合(テーブルとラムとの重さ45.6kg)、その上に12.2kgの鋳鉄片を置いた場合(仕上げて坐りを良くしてある。総重量57.8kg)、鋳鉄を取除き代りにシリンダの杵とその底板とを置いた場合(重さ29.0kg、総重量74.6kg)、そのシリンダの中に6.8kgの重さの蓋板を置いた場合総重量81.4kg)、シリンダの中に重さ15.0kgの砂を詰め蓋板を置いた場合(総重量96.4kg)の五通りに変へた。

テーブルに鉛筆を取付けカイモグラフを低速度(9.0mm/s)で走らせ、30sの間叩かせた。これを夏、冬、春の三

季に涉り合計10回の読みを取つて平均を求めたのが次表である。

本表及び第2図の通りテーブル上の荷重が軽い時は叩く回数が多く、重い時は減るが、その減る割合は空気の低圧の場合に甚だしく、高圧になれば余り著しくない。又低圧

第1表 ジョルト型込機のジョルトの回数/mn

空気圧 力kg/ cm ²	4.22	4.92	5.62	6.33	7.03
ラム と 重 重					
45.6kg	294	280	272	242	234
	299	282	296	282	250
	292	284	290	270	252
	290	275	286	260	246
	290	270	280	288	222
	288	284	280	282	239
	296	298	300	308	298
	296	296	298	304	300
	288	278	258	248	274
	290	276	260	243	282
	* 292.3	282.3	282.0	272.7	259.7
57.8kg	288	274	266	240	238
	292	204	288	273	252
	270	266	282	270	236
	272	261	266	256	236
	272	262	270	262	236
	278	260	266	268	240
	280	276	281	290	284
	278	281	282	284	284
	275	270	266	246	284
	278	266	260	247	242
	277.3	266.0	272.7	263.6	256.2
74.6kg	266	262	264	252	224
	266	262	264	256	226
	268	270	248	248	242
	262	266	266	248	230
	259	260	256	236	226
	260	260	254	250	233
	264	264	268	278	274
	264	266	266	278	276
	260	252	254	272	238
	258	252	252	274	242
	262.7	261.4	258.6	259.2	241.1
81.4kg	260	260	256	244	224
	258	256	260	252	234
	246	262	243	240	230
	248	262	242	236	230
	256	260	248	234	236
	258	254	254	254	246
	260	262	264	276	268
	262	262	259	274	270
	258	253	252	258	230
	256	252	252	264	226
	256.2	258.3	253.0	253.2	239.4
96.4kg	254	254	252	246	231
	248	254	256	254	250
	190	258	186	234	242
	238	258	196	232	232
	246	250	262	236	256
	244	264	260	250	246
	246	254	258	266	274
	248	254	260	262	272
	248	252	258	260	254
	246	252	254	258	260
	240.8	255.0	244.2	251.1	251.7

* 太字は平均を示す(以下同じ)。

第 2 表 ジョルト型込機の第 1 ジョルトの高さ mm

空気圧 力 kg/ cm ²	4.22	4.92	5.62	6.33	7.03
ラム ミソ の荷重					
45.6kg	37.5	41	40	44	44.5
	38	46	43.5	49.5	58
	31	33	40.5	42.5	45
	31	33.5	36	46.5	46
	30.5	33	38	38	44.5
	29	34.5	39	38	48
	27	32	36	32	35
	29	34	38	33	35
	37	39	46	47	41
	39	47	48	48	43
	32.90	37.30	40.50	41.85	44.00
57.8kg	25	38	48	36	40
	32	35	37.5	44.5	50
	31	31	41	43	47
	28.5	34.5	38.5	47	43.5
	28.5	31.5	37.5	36	44
	29	32	36	38	46
	26	31	34	31	36
	28	32	34	32	36
	33	39	44	44	40
	37.5	42	46	45	46
	29.85	34.60	39.65	39.65	42.85
74.6kg	29.5	33.5	43	40	41
	32.5	32.5	33.5	39.5	48
	28.0	28.5	37	37	42.5
	26.5	32	38.5	37.5	45.5
	27.0	30.5	35	36	45
	28.5	30.5	34.5	37.5	40
	25	28	31	26	33
	26	28	34	27	33.5
	30	33	37	31	42
	32	35	41	31	43
	28.50	31.15	35.55	34.25	41.35
81.4kg	28	31	36	38	40
	30.5	31	35.5	41	46
	26	30	35.5	36	40
	25.5	29.5	33.5	28.5	40
	26	29.5	34	33.5	40
	27	30	35.5	35	41
	22	26	31	26	30
	24	27	32	27	32
	25	32	33	31	42
	30	33	38	34	43
	26.40	29.90	34.40	34.00	39.40
96.4kg	22	28	30	32	36.5
	28	30	32	39.5	43
	23.5	26	30.5	35	36
	23.5	27	30	33.5	34.5
	24	27	30	30	38.5
	24	27	33	31	36
	21	24	26	27	29
	21	25	27	28	27
	23	29	31	33	39
	24	30	33	33	38
	23.40	27.70	30.25	32.20	35.75

の場合は叩く回数が多く、高圧になれば少いことも明示せられてゐる。これは、テーブルの上昇する高さや密接な関係があるから後に改めて述べる。

4. ジョルトの高さ

第 1 ジョルトの高さ テーブルの叩く回数の変化と密
昭和 12 年 8 月]

第 2 図

第 3 図

第 4 図

接な関係あるのは、テーブルの上昇の高さである。空気圧力が高ければ高く昇り、テーブル上の荷重が大なれば低く昇る故に前と同様に空気圧力を 4.22, 4.92, 5.62, 6.33, 7.03, kg/cm² に変へ、テーブル上の荷重をラムの重さとも

45.6, 57.8, 74.6, 81.4, 96.4 kg に変へ、テーブルの一部に鉛筆を取付けて低速度 (9.0 mm/s) で走るドラムにカイモグラフを動かして見ると、テーブルの上昇の高さが図示せられる。これは即ち 1 mm のジョルトの回数を調査したグラフである。

この線図の中第 1 回目のジョルトは必ず高く、第 3 回目以下は必ず低くて一定の高さとなる。第 2 回目のは第 3 回目に較べて少し高いこともあり、等しいこともあり、少し低いこともあり不定である。故に先づ第 1 回目のジョルトの高さを調べて見た。

夏秋冬の三季に渉り 10 回実験してその平均値を求めて第 2 表及び第 3 図を得た。第 1 回目の上昇の高さは圧力が高さ程高く、テーブル上の荷重の少い程高く、荷重、圧力、高いで立体的のグラフを画けば傾斜せる平面を得る。

第 3 ジョルトの高さ 第 3 回目以下のジョルトに就ても第 1 ジョルトの場合と全く同様である。即ち空気圧力が増せば上昇の高さを増し、テーブル上の荷重を増せば上昇の高さが減じ、7.03 kg/cm² の場合は荷重による変化が、著しくはなくて、水平線に近くなること、第 3 表及び第 4 図の通りである。但し空気圧力を 4.22~7.03 kg/cm² に変へてもテーブルの荷重が 96.4 kg の時は上昇の高さが不揃で不安

第 5 図

定なる運動をすることが図示せられてゐる。従て表及び図に見ゆる値は稍底きに過ぎる。今少しく高いのが正當であらう。

上昇及び落下の運動 カイモグラフのシリンダを表面速度 167.89 mm/s で走らせてテーブルの上下運動を写せば第5図が得られる。これは空気圧力 7.03 kg/cm²、テーブル上の荷重とラムとの総重量 74.6 kg の場合の運動曲線である。空気を急に供給すれば a b の曲線に従て昇り b で停止、bc に従て落ち、c d に従て第 2 回目の下昇、de で落ち、ef で第 3 回目の上昇をする。b b' は第 1 回目のジョルトの高さ、d d' は第 2 回目、f f' は第 3 回目のジョルトの高さである。c, e 等の附近では複雑な運動をしてゐるから、カイモグラフのシリンダを手で成るべく早く回転させて第5図下の曲線を描かせた。即ち bc に従て落下して直に c' に戻り、c' d' は僅かに水平に近い線を描き、c' d に従て上昇する。茲に c が、水平線より下にあるのはテーブルを叩付けられた瞬間に鉛筆の惰性で正當以下に落ちるのでこれは直ちに水平線に戻る。従て正當なる線図は別記の通り c が水平線上にあり従て c' は見へず、c' より上昇が始まる。

5. インヂケータ線図

クロスビー、インヂケータに 60 lbs のばねを入れ、インヂゲータの紐をテーブルの側面に結んで線図を描かせた。図は空気圧力 7.03 kg/cm² のゲージ圧力の場合であつて 0-0 線は大気圧の線、横軸には圧力を、縦軸にはテーブルの運動をとつてある。運轉が始まれば先づ第1撃の上昇が高く第2撃より低くなり第3撃以下は一定の高さになる状況はインヂゲータ線図にもこのまゝ現はれてゐる。即ち第1撃に於て abcd なる面積を囲む。普通の蒸気機関に似て膨脹が行はれ、殆ど大気圧で排気が行はれ、d から圧縮が始まり e に至る。第2撃で efg なる面積を囲む。こゝに ab 線より外に e があるのは普通の機関とは異なるところである。

蒸気機関ではピストンは単絨運動に似てゐるからインヂゲータの紙を巻く筒は静かに出発停止するけれども、この場合はテーブルが上りは静かに止り、降るときは機械のフレームに打付けて急停止するから、筒はその惰力でばねと紐とを引き余分の運動をする。これが e 点の ab より外に出る理由である。従て影を施した部分は仕事を表す訳ではない。

第1ジョルトの高い理由はラムが落付いて空気弁を充

分に開いてゐるから空気も充分に入り、シリンダ内の圧力が高く、従てラムを充分に揚げるけれども第2撃以後ではテーブルが落付くや否や跳ね返つて自ら上昇し始めるから空気の補給が不十分で、未だ圧力が充分高まらぬうち弁が閉ぢ、第1ジョルトの場合の様に高くは昇り得ない。

ラムが上昇し始めても空気弁は直ちに閉ぢるのではない

第 3 表 ジョルト型込機の第 3 ジョルト 以下の高さ mm

空気圧 力 kg/cm ²	4.22	4.92	5.62	6.33	7.03
ラム と その 荷重					
45.6kg	25.5	30.5	30.5	35	37
	26.5	32.5	36	41	42.5
	25.5	28	30.5	35	36.5
	25.5	28	31	34	37.5
	25.5	28	32	30	40
	25	29	32.5	30	40
	23	25	27	27	27
	24	26	28	27	29
	28	32	35	39	33
	28	32	37	39	35
	25.65	29.10	31.95	33.70	35.75
57.8kg	25	28	27	30	33
	27	28.5	33.5	37	38.5
	24	26	27.5	33.5	35
	25.5	27	30	33.5	37
	25	28	31	30	38
	25	29	31	31	38
	23	24	26	26	29
	23	28	27	26	29
	26	30	32	36	30
	27	31	33	36	40
	25.05	27.95	29.80	31.90	34.75
74.6kg	25.5	28	31	32	37
	25	30.5	30	35	41
	24	26	28.5	33.5	36
	24	26.5	29.5	34	37
	25	27	31	30	38
	25.5	27	31	31	39.5
	22	24	26	23	27
	22	24	26	24	27
	25	28	31	25	38
	25	29	31	25	38
	24.30	27.00	29.50	29.25	35.85
81.4kg	24	27.5	30	32	34.5
	25	28.5	31	35	42.5
	23	24	27.5	32	37
	23	24	28.5	32	36
	24	26	31	30	36
	24	26.5	31	31	38
	20	23	26	23	26
	21	24	27	23	26
	22	27	30	27	38
	23	27	30	28	38
	22.90	25.75	29.20	29.30	35.20
96.4kg	21	24	26	29	32
	23.5	25.5	28.5	32	38.5
	21	22	27	28	30.5
	22	21.5	25	27	29
	22	24	26	28	32
	22.5	24	26	28	33
	18	21	23	23	21
	19	21	23	23	22
	19	23	24	24	27
	20	24	24	25	28
	20.80	23.00	25.25	26.70	29.30

から6から上
昇が始つても
圧力はまだ高
まつて6'に
到る。これは
第2撃でも同
様である。又
ラムが落下
するとき排気
口を閉ぢて圧
縮が行はれ、
その途中で空
気弁を開くか
ら圧力は急に
高まり始めて
遂にラムが

第7図

第4表

ジョルト型込機のインデキータ線図の面積 (in²) 第1
ジョルトと仕事量 (kg-cm)

空気圧 力 kg/ cm ²	4.22	4.92	5.62	6.33	7.03
ラム ミソ の荷重					
45.6kg	0.383 0.327 0.447 0.307 0.280 (in ²) 0.349 *122.02	0.477 0.482 0.323 0.303 (in ²) 0.403 *197.49	0.538 0.507 0.360 0.413 (in ²) 0.455 *222.97	0.548 0.593 0.443 0.427 (in ²) 0.503 *246.50	0.550 0.593 0.323 0.463 (in ²) 0.482 *236.21
57.8kg	0.325 0.398 0.350 0.343 (in ²) 0.354 *173.48	0.523 0.547 0.350 0.360 (in ²) 0.445 *218.07	0.608 0.637 0.447 0.380 (in ²) 0.518 *253.85	0.687 0.680 0.387 0.407 (in ²) 0.540 *264.63	0.720 0.713 0.593 0.480 (in ²) 0.627 *307.26
74.6kg	0.430 0.427 0.393 0.390 (in ²) 0.410 *200.92	0.437 0.478 0.403 0.407 (in ²) 0.431 *211.21	0.703 0.570 0.463 0.413 (in ²) 0.537 *263.16	0.738 0.683 0.423 0.457 (in ²) 0.575 *281.78	0.832 0.720 0.473 0.487 (in ²) 0.628 *307.75
81.4kg	0.458 0.457 0.303 0.403 (in ²) 0.405 *198.47	0.463 0.483 0.453 0.447 (in ²) 0.462 *226.40	0.623 0.537 0.490 0.477 (in ²) 0.532 *260.71	0.662 0.740 0.423 0.457 (in ²) 0.571 *279.82	0.852 0.830 0.450 0.537 (in ²) 0.667 *326.86
96.4kg	0.455 0.477 0.380 0.397 (in ²) 0.427 *209.25	0.547 0.563 0.473 0.427 (in ²) 0.503 *246.50	0.523 0.603 0.460 0.453 (in ²) 0.510 *249.93	0.853 0.460 0.497 0.480 (in ²) 0.618 *302.85	0.892 0.740 0.593 0.673 (in ²) 0.725 *355.29

*=(kg-cm)

昭和12年8月]

降下し終つてテーブルをフレームに叩付けた時弁は全開となる。

インデキータ線図は60lbsのばねを用ひ、行程はそのまゝ現寸で表されてゐるから、線図の面積 (in²) に (60×3.14 16×3²)/(4×2.20)×2.54 即ち 490.05 を乗ずれば仕事量が kg-cm で出る。第4, 5表並びに第7, 8図は第1ジョルト、第3ジョルトの仕事量 (kg-cm) を示してあり、第6, 7表並びに第9, 10図は第1ジョルト及び第3ジョルトの最大圧力 (kg/cm²) を示してある。

第5表

ジョルト型込機のインデキータ線図の面積 (in²) 第3
ジョルトと仕事量 (kg-cm)

空気圧 力 kg/ cm ²	4.22	4.92	5.62	6.33	7.03
ラム ミソ の荷重					
45.6kg	0.262 0.223 0.180 0.223 0.187 0.200 (in ²) 0.213 *104.38	0.245 0.257 0.213 0.230 0.227 0.253 (in ²) 0.238 *116.63	0.262 0.265 0.250 0.273 0.227 0.250 (in ²) 0.253 *123.98	0.385 0.397 0.280 0.303 0.290 0.300 (in ²) 0.326 *159.76	0.407 0.465 0.243 0.280 0.313 0.313 (in ²) 0.337 *165.15
57.8kg	0.280 0.277 0.220 0.210 0.247 (in ²) 0.247 *121.04	0.308 0.293 0.233 0.287 0.280 0.293 (in ²) 0.282 *138.19	0.302 0.323 0.277 0.333 0.300 0.347 (in ²) 0.314 *153.88	0.330 0.315 0.340 0.367 0.357 0.357 (in ²) 0.344 *168.58	0.447 0.402 0.440 0.347 0.347 0.343 (in ²) 0.353 *172.99
74.6kg	0.330 0.330 0.280 0.290 0.257 0.300 (in ²) 0.298 *146.03	0.363 0.353 0.300 0.313 0.300 0.313 (in ²) 0.324 *158.76	0.378 0.390 0.370 0.390 0.373 0.327 (in ²) 0.371 *181.81	0.373 0.380 0.293 0.350 0.373 0.400 (in ²) 0.362 *177.40	0.415 0.457 0.363 0.380 0.373 0.453 (in ²) 0.407 *199.45
81.4kg	0.350 0.372 0.257 0.257 0.240 0.297 (in ²) 0.296 *145.05	0.397 0.412 0.297 0.317 0.317 0.327 (in ²) 0.345 *169.07	0.410 0.417 0.283 0.320 0.313 0.383 (in ²) 0.354 *173.48	0.412 0.415 0.363 0.393 0.387 0.410 (in ²) 0.397 *194.55	0.430 0.480 0.323 0.337 0.397 0.477 (in ²) 0.407 *199.45
96.4kg	0.297 0.332 0.187 0.213 0.197 0.223 (in ²) 0.242 *118.59	0.387 0.385 0.173 0.260 0.200 0.227 (in ²) 0.272 *133.29	0.427 0.443 0.363 0.393 0.337 0.363 (in ²) 0.388 *190.14	0.492 0.483 0.330 0.353 0.323 0.340 (in ²) 0.387 *189.65	0.490 0.510 0.430 0.487 0.380 0.423 (in ²) 0.453 *221.99

*=(kg-cm)

6. 砂の締まる速さ

ジョルトの進行に伴ひ砂が締まり、砂の上面に置いた重し(蓋板)は低くなるがその重しがジョルト1回毎に如何落ちるかを記録させた。既に述べた様に、重さ6.8kgなる蓋板に鉛筆を取付け、カイモグラフの面を辿らせると第11図の様な曲線を得る。空気圧力4.22, 4.92, 5.62, 6.33, 7.03 kg/cm²の5種につきこの実験を3~4回繰返した。第11図はその一つであつて、重しを枠に置けばabなる水平線を描き、手を放せば自重で沈下し始めてbc線を描き、凡そ静止するを待つてジョルトを始むれば第1回のジョルトで1まで、第2回で2まで以下同様に3, 4, 5と沈下し、回を重ねて遂にnに於て

第 8 図

第 6 表

ジョルト型込機 の第 1 ジョルト の最大圧力
(lbs/in² 及び kg/cm²)

空気圧 力 kg/ cm ²	4.22	4.92	5.62	6.33	7.03
ラム の重 さ					
45.6kg	32.5 31 32 32.5 32.0 *2.25	36 34 34.5 34 34.6 *2.43	40 36 36.5 36 37.1 *2.61	40 39 38.5 38 38.9 *2.73	38 40 34 37.5 37.4 *2.63
57.8kg	36 36 35.5 34.5 35.5 *2.50	41 41 39 38 39.8 *2.80	43 41 41 40 41.3 *2.90	47 44 40 42.5 43.4 *3.05	51 50.5 46.5 45.5 48.4 *3.40
74.6kg	42 40.5 41 40 40.9 *2.88	45 46 44.5 44 44.9 *3.16	50 47 49.5 45.5 48.0 *3.37	53 48 44.5 47 48.1 *3.38	55 50 49.5 47 50.4 *3.54
81.4kg	42 41 42.5 43.5 42.3 *2.97	46 48 47 45 46.5 *3.27	51 48 47.5 47 48.4 *3.40	51 51.5 52.5 49.5 51.1 *3.59	55.5 56 46.5 52 52.5 *3.69
96.4kg	45 46 46 45.5 45.6 *3.21	50.5 51 51 47 49.9 *3.51	53 56 52 52.5 53.8 *3.78	60 56 57.5 55.5 57.3 *4.01	61 59 61 54 58.8 *4.13

*=kg/cm²

最下位になり、以後殆ど沈下はない。

ジョルトの回数と蓋板沈下との関係 第12図は横軸にジョルトの回数を取り、縦軸にab線より測つた沈下の寸法を取り、同一空気圧力のもとに3~4回の実験を繰返し、その平均をとつた。空気圧力に応じて夫々双曲線に似た曲線を書いて沈下が進行し、各線は或る回数に達して沈下が停止する。沈下の程度は空気圧力に応じて甚だしく異なることは図に

第 9 図

第 7 表

ジョルト型込機 の第 3 ジョルト の最大圧力
(lbs/in² 及び kg/cm²)

空気圧 力 kg/ cm ²	4.22	4.92	5.62	6.33	7.03
ラム の重 さ					
45.6kg	24 25 25.5 24.5 24.8 *1.74	27 26 27.5 28.5 27.3 *1.92	30 27 30.5 30 29.4 *2.07	33 31 30 34 32.0 *2.25	33 33 29 32.5 31.9 *2.24
57.8kg	28 27 30 29 28.5 *2.00	32 27 32 31.5 30.6 *2.15	32 29 35 35 32.8 *2.31	35 34 35 37 35.3 *2.48	40 38 39 38 38.8 *2.73
74.6kg	34 31 35 34.5 33.6 *2.36	38 35 36 38 36.8 *2.59	38 39 39 40 39.0 *2.74	41 41 37 42 40.3 *2.83	44 46 43.5 41.5 43.8 *3.08
81.4kg	37 36 36 37.5 36.6 *2.57	39 39 39 39.5 39.1 *2.75	42 41 42 41 41.5 *2.92	44 44 45 44 44.3 *3.11	47 48 46.5 39 45.1 *3.17
96.4kg	40 38 39.5 39 39.1 *2.75	43 41 42 40 41.5 *2.92	45 46 43 43 44.3 *3.11	49 46 40.5 44.5 45.0 *3.16	51 52.5 51.5 44.5 49.9 *3.51

*=kg/cm²

[第 3 卷 第 12 号]

第 10 図

た。前と同様にジョルトの回数と蓋板の沈下との関係を求めて第 13 図を得た。この図から見ると 10～20 回位まではジョルトの効果は蓋板の重さに依て甚だしく影響があり、回数が多くなれば左程影響はなくなる。

ジョルトの終るまでの回数と空気圧力

との関係 ジョルトが進行すれば或る回数 n に達して蓋板の沈下が止む。即ち沈下の線が水平線に接し始めた時の回数を読み縦軸にとり、空気圧力を横軸にとれば第 14 図 A を得る。これは圧力を高むれば沈下し終るまでの回数が減るからジョルトの作用を早く終ることになる。

次に蓋板の重さを増せばジョルトの効果は大きくなるけれど、重ければ却て沈下が暫く続くから第 14 図 B を得る。これは空気圧力を 5.62 kg/cm^2 と定め、重さを $6.80, 10.75, 14.25, 17.80 \text{ kg}$ なる四通りに変へて沈下の止むまでの回数を読んだ結果である。

一定の深さに沈下するに要する回数 前記第 12, 13 図は砂が締まるのには回数と沈下とが双曲線に似た関係

昭和 12 年 8 月]

第 13 図

第 15 図

第 16 図

第 11 図

第 12 図

第 14 図

第 17 図

第 18 図

第 19 図

に従ふことを示してゐるが、実際には型の硬さが適宜になれば或る程度までジョルトして機械を停止させる。故に砂を或る特定の深さだけ締めるには幾回ジョルトすればよいかを図を書いて置けば便利である (第 15, 16 図)。

この図はもとの第 12, 13 図に於て砂の締まる深さ即ち蓋板の沈下する特定の深さを $80, 85, 90, 95, 100 \text{ mm}$ と定め、各水平線を書いて双曲線と切合ふ点の回数を取つた。空気圧力が低い場合及び蓋板の軽い場合は回数を多くせねばならぬことが示されてゐる。

7. 鑄型の硬さ

木型のない場合 スクエーズ型込機の場合⁽³⁾と全く同様に先づ木型を入れずに砂のみでジョルトしてその硬さの分布を調査した。但し蓋板が無ければ最上層は締め方不充分で、底は硬く、硬さの分布はスクエーズに較べて悪いと想像せられるが本実験では

実験の都合上重さ 6.8 kg なる蓋板を置いてある。

ジョルトすること凡そ 55 s、蓋板が沈下しない程度に到つて杵を割り、スクキーズの場合と同様に Dietert 鋳型硬度計で読む。同一実験を3回繰返し平均を求めた。

空気溜の圧力を 4.22, 4.92, 5.62 6.33 7.03 kg/cm² にかへ、

凡そ 10% の水分を含む砂 15.0 kg を1分目の篩から初速なしに一杯軽く入れて⁽²⁾ ジョルトした結果が第 17 図である。これを見ると概して下面と両側面との硬さが大である。下面は中央が概して稍低いのも注意すべきである。然しこれは表面だけであつて 10 mm 内部に入れば硬さは凡そ一定すること スクキーズよりも尙立派である。試みに周辺の読みを省き、残りを底より 10, 35, 60 mm と 25 mm 飛びに各層の平均を求め、これを空気圧力毎に図に画いて第 18 図を得る。各線とも上下両部が稍軟かく、中央が硬くて線が凸になるがその程度はスクキーズの場合よりは少い。即ち硬さがよく揃ふ。これは空気圧力に拘らず皆同一の現象を呈してゐる。

空気圧力が増せば平均硬さも増加するけれども、6.33 kg/cm² 及び 7.03 kg/cm² の二つはその差が明瞭でない。つまり相當に時間を掛ければ空気圧力は 6.33 kg/cm² でも 7.03 kg/cm² でも ジョルトの結果に差はない。

蓋板の重さの影響 上記の実験に於ては、砂の面に重さ 6.80 kg の鋳鉄製の蓋板を載せたが、その重さを増せばジョルトの効果を増し、 $(\pi/4)d^2 \times 4.22 = 2.142 \text{ kg}$ 乃至 $(\pi/4)d^2 \times 7.03 = 3.570 \text{ kg}$ にすればスクキーズ型込機の動作に相當する。

本実験では蓋板に別に鉄板を加へて重さを 6.80, 10.75, 14.25, 17.80 kg にかへ、その代り空気圧力を 5.62 kg/cm² に一定してジョルトした後、各層の平均硬さを求めること 3 回、その結果第 19 図を得た。蓋板の重さを増すに従て硬さも増すが軽い間はその差が明かでない。

木型のある場合 以上の硬さ調査には木型なしに砂のみをジョルトしたがスクキーズと比較するために、円錐、半円、シリンダの3種の杵製木型を入れ空気圧力は 5.62 kg/cm² に一定し、その他の条件は前記の木型なき場合に準じ、実験 5 回の平均をとつた。ジョルトの時間は 30 s とし、砂の上には 6.80 kg の鋳鉄製蓋板を載せてある。

円錐 直径 15cm, 高さ 10cm の直円錐を二つに割り得るやうにし、杵の中央に置いて砂をジョルトしてから杵も、木

第 20 図

第 21 図

第 22 図

うにした。第 22 図はその結果であるがこれは前の二つの図とは著しくその趣を異にし、砂の上に置いた鋳鉄製蓋板と、シリンダの上端面との間にジョルト・スクキーズが行はれて硬さが可なり高まりこれに対してシリンダの側面は深く砂があるからジョルトが行はれて、総て少しく締まるから上面と雖もシリンダ上端面の附近に較べてシリンダを外れると硬さが急に低下する。但しスクキーズの場合に型の下方の硬さが零であつたのに対しジョルトでは 35 位に締まる。即ち木型の上方に平坦部ある場合はスクキーズは平坦部のみ有効でその他の深き部分が締まり難いからジョルトを併用すべきである。

8. ジョルト・スクキーズ型込機による鋳型の硬さ

型込機による鋳型の硬さの分布はジョルトにもスクキーズにも特長も欠点もあることは今までの実験に依て明らかになった。木型の形に依てはジョルト・スクキーズの両作用を併用することに依て特長を発揮することもあり、反対に却て孰れかの欠点が現れて悪いこともある。

円錐 前記の通りの条件で空気圧力 5.62 kg/cm² で砂をジョルトすること 30 s の後スクキーズ型込機にかけて同じ 5.62 kg/cm² の空気圧力でスクキーズした硬さの分布状況は第 23 図の通りである。ジョルトのみでは円錐の頂点の附

型も共に一平面で切割れるやうにし、その硬さの分布を調べた。5 回の平均値を図示した第 20 図を見ると下方が硬さが高く、上方の特に中央の硬さが低いのは興味がある。これをスクキーズと比較すれば砂の厚さが未だ双方等しくないから正當なる比較にはならぬけれども、スクキーズが下方の硬さが低いのに較べて丁度反対になった。ジョルト・スクキーズの型込機の必要がここに現はれて未だ。

半球 直径 15cm の半球を二つに割るやうにし、杵の中央に置き、杵も砂も木型も同一平面で二つに割つて硬さを測る (第 21 図)。円錐では斜面の勾配が一定なるも半球では頂の勾配は零なる故に中央の砂はジョルトせられて硬さが比較的高い。これもスクキーズした場合と較べると底部の硬さが甚だ低かつたのに対し、ジョルトでは各部殆ど一定の硬さで、上方が稍低い。

シリンダ 直径 15cm, 高さ 10cm のシリンダを縦に二つに割れるやうにした。

近が総体として硬さが低くかつたのが スクキーズの結果よく揃ひ、且 ジョルトのみでは下部の硬さ 35 位、上部 25 位であつたのが砂の厚さ 10mm を減じた結果全部が凡そ 50 になつた。

半球 ジョルトのみでは下部の硬さは凡そ 35、上部凡そ 25 位が、これを再び スクキーズして砂の厚さ 12mm を減じて上下各部とも凡そ 50 となり、半球の直上のみはその平坦部に砂を圧迫して硬さ上昇し 50 以上に達してゐるが大体として硬さがよく揃ひ單にジョルトのみの場合よりも遙かによくなる。即ち ジョルトとスクキーズとを併せ施してその効果をよく發揮してゐる (第 24 図)。

シリンダ ジョルトでは シリンダの側部にもよく砂を詰め、凡そ 35 の硬さを示したが、その代り上面の砂はその補充のために少くなり、硬さが減じて 20 位を示す所もある。これに スクキーズを加ふれば、砂をシリンダの上面に押付けて型の高さを 7mm だけ減じ、シリンダの直上の最硬部が 60 を示した所が 75 に及び、上部の最軟部と雖も 35 を示す。つまり平坦部あるときは スクキーズの欠点が顯著に現はれる (第 25 図)。

9. 結 び

前述の様な設備で行つた実験の範囲では次の数項が明かになつた。

1. ジョルトの回数はテーブル上の荷重が小なる場合は多く、重い時は減ずるが減ずる割合は空気圧力の低い場合に甚だしく、高圧になれば余り著しくない。又低圧では ジョルトの回数が多く、高圧では少い。
2. ジョルトの高さは第 1 撃が必ず高く、第 2 撃以下は低くなり、第 3 撃以下は一定する。

第 23 図

第 24 図

第 25 図

第 1 撃は空気圧力が高ければ高く、テーブル上の荷重の少い程高く、荷重、圧力、高さで立体的グラフを画けば傾斜した平面となる。

第 3 撃も第 1 撃に大体似た関係がある。上昇及び落下の運動を時間と高さとの関係で写して見ると抛物線にはならぬ。背圧その他の影響を受けるのである。

3. インデケー線図から仕事量を測定すれば第 1 撃は大、第 3 撃以下は小である。空気圧力が高ければ仕事量は大、テーブル上の荷重が大なれば仕事量も大なること第 1、3 撃とも同様である。インデケー線図から求めた最大圧力は空気圧力が大なれば高く、テーブル上の荷重が大なれば高いこと第 1、3 撃とも同様である。

4. ジョルトの回数を横軸に、蓋板の沈む深さを縦軸にとれば双曲線に似た線図が得られる。空気圧力が高ければよく沈み、蓋板が重ければよく沈む。

5. 木型のない場合の鋳型の硬さの分布はスクキーズの場合よりも一層均等である。空気圧力が増せば硬さが増し、蓋板の重さを増せば硬

さを増すが、軽い間はその差が明かでない。木型のある場合は木型の形状に依て硬さの分布が異なり、円錐では下部が硬く、中央の上部が軟い。半球は各部殆ど均等の硬さとなり、中央部が稍硬い。シリンダは下部の硬さ凡そ 35 でスクキーズの場合、零であつたのに較べると甚だ良好である。上端面附近は 60 である。

6. ジョルト・スクキーズはジョルト及びスクキーズの効果及び欠点がそれぞれ現れるから木型の形状に依て実施を判断すべきことを知つた。円錐及び半球ではジョルト・スクキーズの結果は良好であり、シリンダでは上端面のスクキーズの結果全体としては硬さが却て不揃となる。