

油脂抽出工場の爆発災害と安全対策の問題点

化学課

三代 操

まえがき

わが国の油脂製造工場の総数は、昭和35年の食糧庁の調査によれば1,368工場であるが、この内主要な工場は大部分が溶剤による抽出法を採用しており、その数はおよそ140工場に及んでいる。

油脂抽出法は、圧搾法に比較し、製品の品質の良いこと、動力費の低廉なこと、生産能率の良いこと、収量の良好なこと等の特徴を持っているが、その反面抽出法溶剤としてノルマルヘキサン、ベンゾール、ガソリン等の引火性液体を多量に使用するため爆発や火災の危険が著るしいという短所を持っている。事実、爆発危険の著るしい化学工場の内でも、この業種程頻繁に大きな爆発災害を繰り返しているものは少ないといえよう。

昨年8月東京都内で起つたT油脂工場の爆発災害では死亡11名、重軽傷10名という多数の犠牲者を出しているが、過去の事例を見ると災害の結果生じた余りにも大きな人的、物的損失のために再建不能に陥いつた工場の例も少なくない。しかも、その多くが中小油脂工場であり、不完全な作業場、不完全な設備で無理な作業を強行していた結果災害を起したと思われるものが少なくない点は考えさせられる問題といえよう。

なお、近年油脂抽出工場は、従来のバッテリー式抽出装置から連続抽出装置の採用へと移行しており、そこにまた新しい安全上の課題が生じつつある点も無視できな

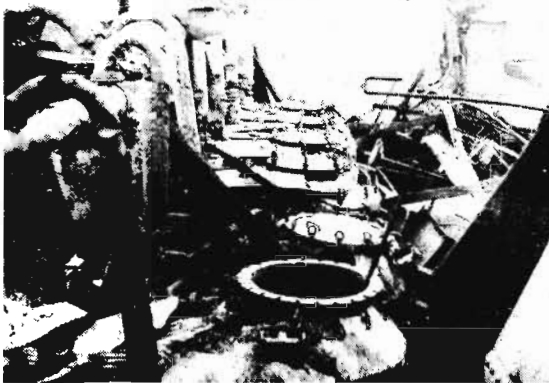


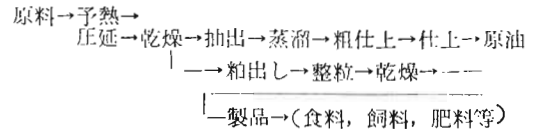
写真1 昨年死者11名を生じた油脂工場災害現場の抽出部

い

以下、油脂抽出工場の過去の災害原因を検討すると共に、抽出工場の実態と安全上考慮すべき問題点を述べて今後の防止対策の参考に供したい。

作業の概要

油脂抽出工場の油脂原料としては大豆のほか菜種、落花生、米糠、綿実、コブラ、亜麻仁、ひまし、サフラワー、サンフラワー、カボック等が使用され、原料によって相違はあるが大体次のごとき工程で作業が行なわれている。



一般の油脂工場ではバッテリー式と称する抽出方式により、単位抽出部ごとに非連続的に抽出作業が行なわれているが、最近では主要工場では外国技術の導入によって大型連続抽出装置を設置し、作業の能率化と製品の向上をはかっている。また、一部では国産小型連続抽出装置もかなり使用されはじめている。昭和33年現在の油脂装置設置状況は表1の通りである。

災害の概況

表2は昭和24年以降わが国の油脂工場で起つた爆発災害(一部火災、破裂も含む)の件数と死傷者数を労働災害事故報告に基づいて集計して示したものである。

表1 全国油脂工場における抽出装置設置台数

年 度	小型抽出機	大型抽出機	連続抽出機
昭和28年	365	128	1
29	384	134	7
30	455	155	14
31	482	126	23
32	513	144	39
33	559	130	32

表 2 油脂抽出工場爆発（火災）発生状況

年 度	件 数	死 傷 者 (死亡)
昭和 24 年	6	33 (13)
25 年	6	41 (5)
26 年	1	1 (1)
27 年	1	1 (—)
28 年	1	4 (1)
29 年	4	16 (7)
30 年	2	2 (1)
31 年	2	23 (13)
32 年	1	1 (—)
33 年	3	7 (1)
34 年	3	3 (1)
合 計	30	132 (43)

(労働災害事故報告による)

この間30件の災害により死傷者 132名（内死亡者 43名）を生じていることがわかる。またこれに基づく物的損害としては合計 3,890坪の建物を焼失し、各種損害を含めて約3億8千万円の損害額が報告されている。これを爆発1件当りの被害としてみると、死傷 4.4名（内死亡 1.4名）、建物 127坪焼失、損害 1,269万円を生じていることになり、化学工業の平均死傷率 3.75（内死亡者 1.8）、損害額 800万円と比しても著しく高率であり災害の悪性なことがわかる。（なお後記実態調査において災害発生状況を調べたところ、上記以外の小事故を含めた事例が15件も報告されているので実際の災害危険性は更に大きいと見てよからう。）

以上のごとく油脂抽出工場の災害が物的損害の大きいことは30件の爆発の内23件が爆発の結果火災を生じているため、本業種の出火危険の著るしいことと共に、本業種の工場がその作業の危険性に比して建物の防火隔離等に不徹底な面を少なからず持っていることを示している。

表 3 は災害の原因を引火性溶剤の引火時の状態と点火源の種別によつて分類したものである。30件の事故のうち、連続抽出装置に基づくものは1件で、他の29件はすべてバッテリー式の抽出工場において起つたもので、バルブ操作の誤りから抽出缶、蒸溜缶に内圧がかかり、装置を破壊して大量の溶剤が作業場に逸出し、これに基づいて爆発を生じたものが最も多く11件を数えている。

表 3 状態別、点火源別原因調

点火源の種類	引火性溶剤の状態					合計
	抽出中の溶剤に引火	装置配管の溶剤に引火	抽出後の溶剤に引火	装置、タンク内の残留溶剤に引火	その他	
火 炉	ボイラー	1	1	1		3
	煎り釜	1		1		2
	脱水釜			1		1
	乾燥器その他	1				1
電 気 設 備	電 灯	1			2	3
	開 閉 器			2		2
	電 氣 溶 接				2	2
石油コンロ		1				1
トーチランプ		1				1
タバコ		1				1
自然発火		1		1	1	3
不明	2			5		7
その他			1			1
合 計	8	5	11	5	1	30

この種の事故は爆発被害が最も大きく、多数の犠牲者と多額の損害を生ずるのが例である。なお、この種の事故はバッテリー式の抽出方式による抽出作業でのバルブ操作の誤操作の可能性と、このため装置に内圧を生じた場合の耐圧性の欠陥が大きな原因をなしているものと考えられる。次に抽出後の粕取り出しの際、粕中に溶剤が残留してこれに引火して爆発或は火災を生じたものが8件で比較的多く、装置配管よりの溶剤の漏洩5件、装置やタンクの改造、修理、清掃等の際の溶剤の清掃排除の不徹底に基づく引火事故5件となつている。点火源として

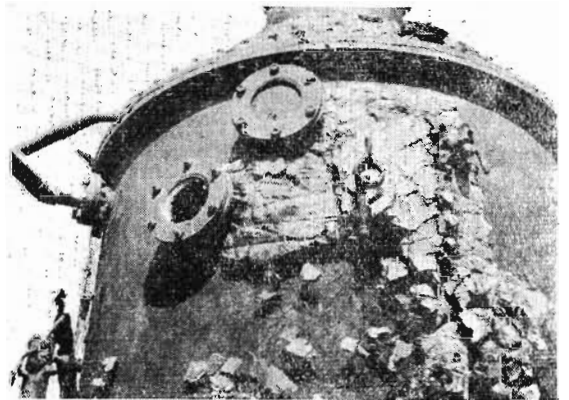


写真 2 O油脂工場爆発現場

バルブ操作の誤りによつてガラスの破壊した蒸溜缶のぞき窓

表 4 調査工場従業員別工場数

従業員数		工場数
20 人	未 満	29
20 人 以上	50 人 未 満	13
50 以上	100 未 満	10
100 以上	200 未 満	10
200 以上	400 未 満	4
400 以上		4
計		70

表 5 調査工場処理能力別工場数

原料処理能力 (t/日)		工場数
10	未 満	19
10 以上	30 未 満	19
30 以上	50 未 満	9
50 以上	100 未 満	12
100 以上		11
計		70

はボイラーなどの火炉からの引火が9件で最も多く、溶剤の漏洩、逸出を生じた場合、抽出工場とこれら火炉の存在する作業場との分離や隔離が不十分な場合合わせて危険の大きいことを示している。また、電気設備としては照明用電灯3件、モーターの開閉器2件、電気溶接2件の計7件であるが、電灯およびスイッチについては溶剤蒸気の発散する場所での設備に対する防爆上の配慮の不十分な結果であり、清掃不十分のタンク等への電気溶接の使用は、この種の装置やタンクの改造修理に対する安全作業上の配慮の不徹底に基づくものと認められる。その他石油コンロ、トーチランプ、タバコ等については危険場所での火気管理の不徹底に基づくもので、その他溶剤逸出の際に点火源不明のものが5件あるが、これはかなり遠くから火を引く可能性を示しており、その内容はおそらく火炉が電気設備のいづれかに起因するものと思われる。なお、自然発火3件は油脂粕の自然発火性に基づくもので、その種類によつては貯蔵その他にあつて危険性を十分警戒する必要のあることを示している。

なお、実態調査の報告では、ろ布や白土粕の自然発火のかなり多いことが認められた。

なお、事故の対象となつている溶剤はガソリン8件、ベンゾール9件、ノルマル・ヘキサン8件、その他3件不明2件などである。

安全の実態と問題点

油脂抽出工場は、以上のごとく災害危険性を持つているものであるが、これに対してその安全の現状はどうか、昨年9月当所で行なつた安全対策に関する実態調査の結果を中心にその問題点を述べて見よう。

この調査は全国の油脂抽出工場140工場に調査表を送り、その回答を求めた結果を集計したものであるが、調査表返送80工場中有効回答70工場で、このうち更に10工場は実際に当所員が行つて調査を行なつた。回答を得た70工場の従業員別、原料処理能力別工場数は表4並びに表5の通りである。

表 6 原料処理能力別に見た抽出工場の構造

抽出工場構造 原料処理能力 (t/日)	面積				隔離の状況			構 造			出入口の種類		換気装置	
	66.0 (m ²) 未 満	66.6 (m ²) 以上	166.6 (m ²) 以上	333.3 (m ²) 以上	独立している	隔離している	その他	耐火構造	防火構造	木造その他	外開き戸	内開き戸 または引き戸	使用している	使用していない
10未満	13	3	3	0	12	1	6	5	2	12	6 (5)	13	3	16
10以上	4	11	4	0	11	8	0	12	5	2	11 (7)	8	4	15
30以上	0	6	3	0	4	3	2	4	3	2	3	6	4	5
50以上	1	2	7	2	3	8	1	4	6	2	7 (1)	5	3	9
100以上	0	2	3	9	7	7	0	13	1	0	8 (5)	6	7	7
計	18	24	20	11	37	27	9	38	17	18	35 (18)	38	21	52

() 内は外開き戸のみを設けているもの。

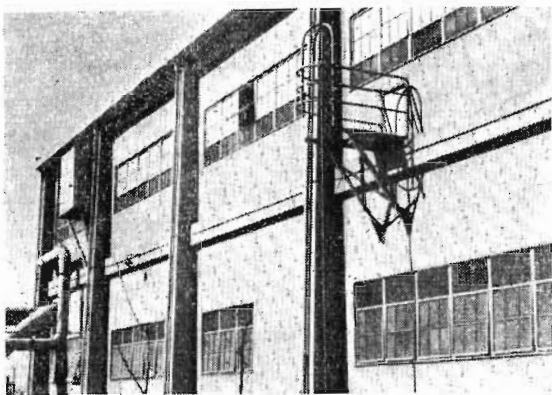


写真3 抽出工場階上作業者のための緊急避難路

1 抽出工場の構造並びに隔離状況について

抽出工場の災害の結果が極めて大きく、人的、物的損害の著しいことは前記の通りであるが、その原因の一つとしては抽出工場建物の構造や配置の不備等によるものが少なくない。すなわち、30件の爆発により23件が火災を生じているが、その大半は抽出工場のみでなく、前処理或は後処理工場に延焼の結果これを焼失しているためである。表6は原料処理能力別に抽出工場の構造などの調査結果を示したものであるが、小規模な工場ほど不完全なものが多く、危険な溶剤を使う抽出作業をまだ木造の建物内で行なっている工場さえ少なくないのには一驚させられる。なお、耐火構造、防火構造としてあるものの中にも実際に調査を行なつて見ると不備のものが多く、壁面のみを金属板やモルタルで防火処置し、柱や梁等はそのまま木材の露出したもの等も少なくない。また、抽出工場と前後処理工場との隔離についても問題が多く、回答においては独立建物 37、隔離しているもの 27、その他9（一工場で抽出工場を2工場持ったものが3工場あるため合計73）となつているが、完全な防火壁で隔離されているものは極めて少ないのが実態といえよう。また独立建物となつているものの中にも連絡用の開口部、コンベヤー貫通部、配管の通路、下水路等に火災

表7 抽出缶に対する安全装置の有無

一般抽出缶を使用している60工場中抽出缶の異常圧力防止措置を講じているとの回答のあつた41工場における対策。

異常圧力防止の方法	工場数
安全弁を使用している	24
インターロック方式を用いている	14
破裂板を使用している	3
計	41

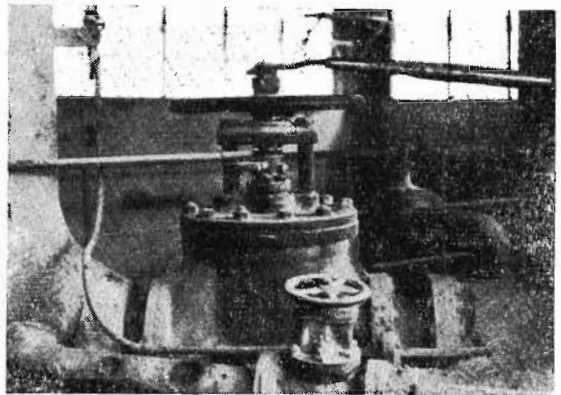


写真4 抽出缶バルブに設けられたインターロック装置

延焼や引火の危険が生成されているものが少なくない。つぎに出入口の扉は避難の際の便を考え外開きとすべきであるが、完全に外開きのみのものは18工場、他の大半が内開きまたは引戸を使用している状況である。これは過去の災害例で抽出工場内での火傷による死傷が多く作業者の緊急避難が極めて重要と思われる点から見て今後の改善が必要と思われる。この点写真3に見られるY工場の階上作業者に対する非常用避難路の施設などは他工場の見習うべきものといえよう。つぎに建物の換気については、溶剤蒸気の発散が常に問題となるだけに各工場とも関心は深い、その大半が自然換気に頼っているのが実態で、これらの中には建物の上部よりの換気のみを重視して溶剤蒸気の蒸気密度に無関心なものも少な

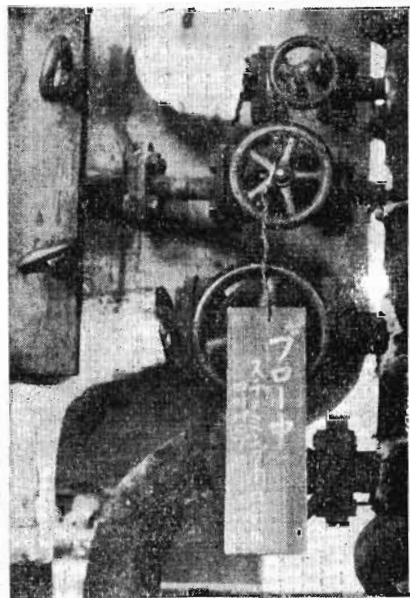
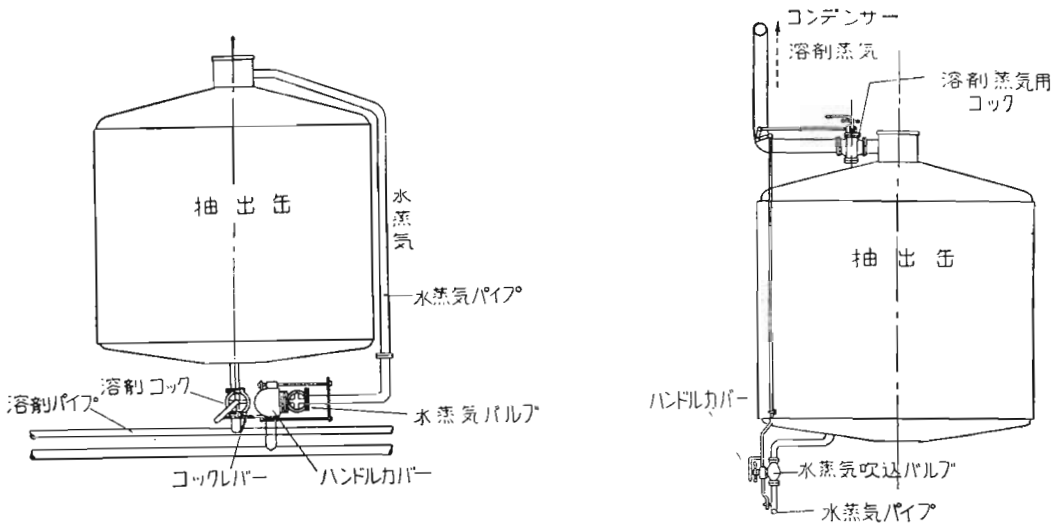


写真5 バルブ閉鎖を指示する標示



A 抽出缶上部に水蒸気を導入して管内の溶剤を底部に設けた溶剤パイプから押し出す場合の圧力上昇防止機構
 溶剤コックが開くとレバーの移動によって水蒸気バルブをおおつたハンドルカバーが動き水蒸気バルブを作動して抽出缶に水蒸気を送れる。また水蒸気バルブが開いている間はカバーがバルブハンドルに当り溶剤コックは閉じられない。

B 抽出缶底部に水蒸気を送り缶内の溶剤を蒸発させ蒸気をコンデンサに送る際の圧力上昇防止機構
 溶剤蒸気用コックを開くと連動機構によって水蒸気の吹込バルブをおおつたハンドルカバーが上昇しバルブの作動ができるようになり、また水蒸気吹込バルブが少しでも開いている間は溶剤蒸気用コックは閉じられない。

図 1 N油脂工場（岡山県）抽出缶インターロック機構図

くない。調査の結果では21工場が換気装置を使用しているが、その多くが比較的規模の大きい工場であるのは実態として当然の結果であろう。

2 抽出缶、蒸溜缶等装置の安全化について

抽出工場における過去の災害で最も大きなものは、バルブ操作の誤り等による抽出缶、蒸溜缶の破壊或は溶剤の逸出であるが、これに対して抽出缶、蒸溜缶に内圧上昇の可能性がある場合は圧力容器としての構造を備える必要があり、また、圧力上昇防止のための安全弁、破裂板等の施設、バルブ操作における誤操作防止のためのインターロック装置或いは標示の明確化等を行なう方法も考えられるが、70工場の中安全装置の有無についての回答結果は表7の通りで、安全弁を使用しているもの24工場、破裂板の使用3工場、インターロック方式の採用工場は14工場であった。しかも、この内確実に実施しているものが果して何工場あるかは極めて疑問で、実際に調査して見ると作業時には取り外してしまっている例なども見受けられた。これらの中岡山県のN工場の例は模範的なもので一例を示すと写真4の如きものであるが、同工場が過去の苦しい災害経験の結果、苦心して製作されたもので、実際にしかも確実に使いこなしている

好例といえよう。なお、安全弁、破裂板などを使用している事例を見ても、その設計構造等について今後研究の余地が少なくないものが多いように思われる。

なお、抽出缶のバルブ操作に際し、標示板等を利用して誤操作を防止している例もあるが、次善の策として比較的容易に実施し得るものと思われる（写真5）。抽出作業に対する安全作業基準の決定や、これに基づく教育訓練の徹底も設備面の安全化と共に無視してならない対策であるが、一部の工場を除いて、特に中小抽油工場においては、その実施が徹底を欠いているように思われる。これは工場の責任者や安全管理者の熱意にもよるが過去の多くの災害が作業の繁忙の際に起っている点と考え併せて考えさせられる問題といえよう。

3 抽出工場における点火源の排除

過去の災害例にも見られるように抽出缶、蒸溜缶からの逸出或いは漏出した溶剤が、隣接作業場の火気から引火した場合が少なくないが、これに対しては各工場ともかなり注意を払っているようで表8の如く抽出工場と火炉との距離はかなり保たれている。また喫煙その他の火気管理にも厳重な工場が多い。ただこの様な火気に対する警戒心に比して電気設備の点火源としての危険に対

表 8 抽出工場とボイラー煎り釜等火気との距離

抽出工場と火炉との距離	工場数
5 m 未満	2
5 m 以上 10 m 未満	12
10 m 以上 20 m 未満	8
20 m 以上	43
不明	5

表 9 抽出工場における電気設備使用状況

電気設備の種類	照明器具類						電動機		開閉器									
	白熱電灯	蛍光灯	ハンドランプ	懐中電灯	普通	防爆	普通	防爆	油入・密閉	普通								
	防閉構造	防閉構造	防閉構造	防閉構造	防閉構造	防閉構造	防閉構造	防閉構造	防閉構造	防閉構造								
工場数	17	25	14	5	8	11	7	6	0	7	14	28	12	16	3	11	19	3
計	56		24		13		49		32		33							

表 10 工場電気設備防爆指針に対する知識の有無

知識の有無	原料処理能力 (t/H)	10 未満	10 以上	30 以上	50 以上	100 以上	計
		指 持っている	0	2	1	6	
針 知っている		5	8	6	3	2	24
を 知らない		14	9	2	3	3	31

いてはまだ無関心なものも少なくない。表 9、表 10 は電気設備の防爆についての調査結果であるが、防爆構造の電気設備の使用状況についてどの程度実施しているか使用の有無を調べた結果は表 9 の如く、なお、不完全な電気設備が多く使用されているのが実態で、表 9 において防爆構造と回答されているものの中には、密閉程度のもので誤認して回答しているものが少なくないようである。これは表 10 の当所被褥指針「電気設備防爆指

表 11 工具類使用状況

工具の種類	工場数
鋸、アルミニウム、ベリリウム銅等の工具のみ使用	9
上記工具と一般鉄製品を併用	8
一般鉄製品のみを使用	53

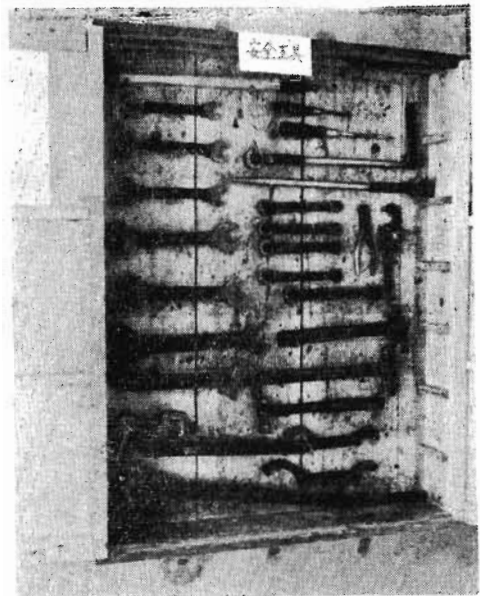


写真 6 抽出工場内に設けられた安全工具の工具箱

針」の知識の有無に対する調査の結果で指針を持っているものが70工場中15工場にすぎない点からも推定出来るもので、電気設備防爆に対する正しい理解を深めるためのP・Rの重要性があらためて痛感される。なお、実地調査においては開閉器、電動機を抽出工場の外部に設けている工場も少なくなかったが、その設置位置に安全上の配慮の不徹底な場合も少なからず見受けられた。また密閉構造のハンドランプの使用、懐中電灯の危険性に対する認識不足、一般の油入開閉器の油入防爆との誤認等も共通の問題点といえよう。

つぎに抽出工場での工具の安全化については、表 11 のごとく、一般鉄製工具を使用している工場が53工場で大半を占め、安全工具の普及にはなお道遠しの感が少なくない。ただ一部には写真 6 に見られるように安全工具を完備したり写真 7 の如く木製の器具を作業に使用して鉄製工具による着火危険防止に徹底した配慮を行なっている工場もある。

4 その他

表 12 は抽出工場で過去に蒸気濃度の測定を行なった

表 12 抽出工場において蒸気濃度測定の有無

測定の有無	工場数
行なった経験あり	25
なし	45

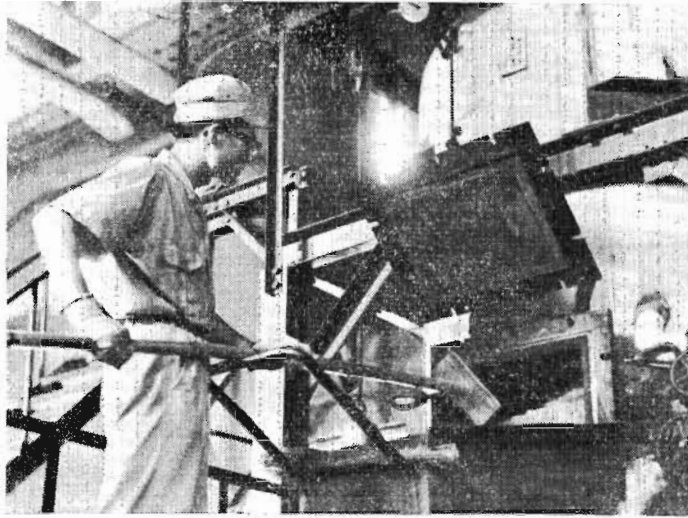


写真 7 粕のかき出し用に木製器具の使用例

経験の有無を調べた結果であるが、行なつたもの25工場に対し45工場が全く行なつていない。現在抽出工場で使用されている溶剤はほとんどノルマル・ヘキサンであるが抽出工場における爆発、火災の危険が発散蒸気濃度と極めて関係が大きいと考えられる点からみて危険場所に対する検討の必要上是非実施してもらいたいと考える。またその実施も、干渉計型ガス検定器、検知管型ガス検知器、爆発計等種々の装置が市販されており、比較的容易に行なえるようになってきている点を付記したい。

む す び

以上油脂抽出工場に対する実態調査の結果を中心とし

て安全上の問題点のいくつかを紹介したが、以上のほか緊急時の処置や避難訓練、消火設備の整備、粉塵爆発に対する警戒、油粕による自然発火の防止等指摘すへて問題点は多い。また、最近増加傾向を見せている連続抽出工場の安全対策については、別に触れる機会もあると思うが上記のほか特に作業開始または終了時の安全作業基準の確立と実施、修理作業時の安全作業基準の確立とその徹底等に特別の留意を望みたい。

The Failure of the Earth Supporting in the Excavation Job Site

By I. Mae

This paper is the investigation report on the accident occurred at the site of drainage cannal construction under the ground.

The scale of the open cut was 80 meters in length, 17.5~21 meters in width and 7.3 meters in depth, and excavated soil was loose sands whose water content was 85~115 percent.

The continuous sheet piling was employed in making excavation, and the horizontal wales and struts were installed at intervals of 2.6 meters in the vertical direction.

The accident occurred when the excavating work was almost finished.

Suddenly the bracing system was broken, sheet piles fell inside and then surrounding muds flowed into the excavated pit. Consequently two men were killed and two men were injured.

The causes of the accident were conjectured as following.

- a) the heaving phenomena at the bottom of the excavated pit.
- b) the structural defects of the bracing system.
- c) the executive faults of the bracing system.
- d) lack of strength of the bracing materials.

Above mentioned causes were investigated in some aspects.

Consequently it seemed that this accident was due to the unstability of the supporting system and lack of the strength of the bracing members.

In order to prevent this sort of accident, it is important for an engineer to try to design pertinently, to execute the plan carefully and to inspect frequently even if it is temporary work such as excavation.

On the Points of Safety Practices in Oil-Extraction Plants.

By N. Taguchi
M. Mishiro

Oil-extraction industry is one of the chemical industries that especially have the high explosion hazard. From 1949 to 1959, 30 explosions occurred. In these exploions, 43 persons were killed and 89 were injured, and the damage amounted approximately to ¥ 380,000,000.

These explosions were mostly caused by the solvents that leak out by the accident or beak-down of extractor or distiller.

Most of Ignition sources were fires or electrical faults in the oil-extraction department or its neighborhood.

The writer investigated 70 oil-extraction plants to study safety measures in these plants and, in conclusion, pointed out the followings.

1. Generally there were the faults in fire protection of buildings and these buildings were insufficiently isolated.
2. In extractor or distiller, measures for preventing the abnormal pressure development resulting from mis-operation of the processes were imperfect.
3. Considerations for elimination of ignition sources were not satisfactory. Especially, explosion-proof electrical equipments and non-sparking tools were not used completely.
4. Safety rules in inspection and repair were not established.

Oxygen Hazards and Accident Preventive Measures

By K. Komamiya

With the rise of consumption of oxygen in the industrial working places, accidents due to oxygen are increasing. These accidents can be classified into the following three categories, among which Item 1 is giving rise to fatal injuries every year.

1. Rapid inflammation of working suits owing to superfluous oxygen.
2. Explosion of pressurised oxygen added with organic compounds such as oil. etc.
3. Explosion of liquefied oxygen added with organic compounds.

Many of these accidents occurred because the persons handling oxygen were not aware of hazards of oxygen. The writer tried to illustrate the hazards of oxygen by describing the behavior of oxygen including the heightening of combustion speed, lowering of ignition temperature, and lengthening of flame length.

Furthermore, he explained explosion hazard of oxygen with the enlarging of explosion range, minimizing of ignition energy and the like.

Thus, he gave a warning against the careless handling of oxygen. He illustrated the field measurement of oxygen concentration and the fire-retardant working suits as the measures to prevent oxygen accidents.