

鋼製ドラムの直火加熱実験 (第1報)

和 田 弘*

1. は し が き

鋼製ドラムは危険物の運搬容器として、もっとも一般的なもので、国内における現有総数は、1,300万箇、月産350万箇と推定されている。この数字が示す如く鋼製ドラムは運搬容器として、全く至便なものであるが、それだけに使用用途も多種多様で、市場での、使用、取扱い等の実態を把握することは非常に困難とされている。よって目前のドラム毎1本の履歴は無論のことであるが、その容器としての使用安全性を知る由もない始末である。

以上の事由から、経年変化あるいは使用変化による鋼製ドラムの強度あるいは寿命等に関する資料を有することは無論のことであるが、現存する鋼製ドラムの火災時の安全性に対する何等の資料もないので、鋼製ドラムの安全性に関する資料として、開放火炎中での鋼製ドラムの挙動、観測の結果をここに報告する。

1 実験場所並びに日時

場所……東京港第14号埋立地

日時……昭和40年7月3日午前10時

2 実験者及び担当

実験者……第2研究室員全員

担 当……和田 弘

2. 実験の概要

実験は目的別に三分して実施したもので、その目的要旨は下記のとおりである。

1 鋼製ドラムの水圧実験

鋼製ドラムの製造は、JISZ 1601号の規格によって各メーカーが製造しているのであるが、製造試験の中に水圧試験 2.1kg/cm^2 があるので、この試験方法を採用して、鋼製ドラムの水圧実験を実施したものである。

2 輻射熱量の測定

鋼製ドラムが直接火炎に触れない状態で、油火災が発生した場合を想定して、地表面上でガソリン、灯油が開放燃焼した場合の輻射熱量を実測したものである。

3 密封鋼製ドラムの直火による加熱実験

鋼製ドラムにガソリンを充填して密封し、このドラムを直接ガソリン、灯油の混合油の火炎の中に入れた状態にしてドラムの挙動を観測したものである。

3. 実 験

1 鋼製ドラムの水圧実験

鋼製ドラムを5缶準備して、それぞれについて水圧実験を実施した。

	ドラム番号	種別	板厚 (mm)	鋼材	外高 (mm)	外径 (mm)	容量 (l)	口金部分	経年
提供化学会社	No. 1	1-A	1.6	SPN	896	581	216.3	熔 接	2年
	No. 2	2-A	1.6	SPC	896	581	213.6	熔接なし	3年
提供石油会社	No. 3	1-A	1.6	SPN	900	580	218.5	熔接なし	4年
	No. 4	2-A	1.6	SPC	895	581	214.7	熔接なし	4年
	No. 5	1-B	1.2	SPC	896	581	215.8	熔接なし	4年

(註) A……チャイム部分が熔接されていない缶

B……チャイム部分が熔接されている缶

上記の鋼製ドラムは、主としてパラフィン系炭化水素を充填して運搬に使用していたものである。

(1). 実験要領

準備した鋼製ドラムを秤台に載せて、耐圧パイプで

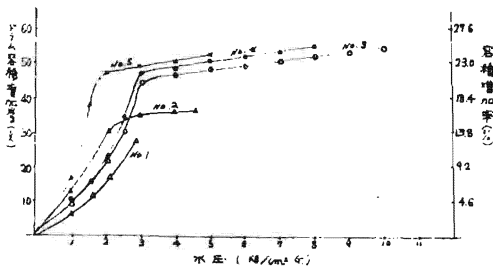
手動ポンプと連結した。鋼製ドラムへの通水速度は 6l/min 程度とし、通水中のドラム容積の増加量は、重量変化量より計算した。

(2). 実験結果

前項に述べた要領に従って実施した実験結果を第1

* 第2研究室

第1図表 水圧-容積関係図表



図表に示した。図表の縦軸は、ドラムの容積増加量 (l) を示し、横軸は、加はった水圧 (kg/cm²) を示したものである。

(3). 結 論

(i) J I Sによって製造された鋼製ドラムも、経年、使用変化による強度劣化は必須と考えられるがまず容積増加量の大きさによってドラムの耐圧強度の低下の程度を知ることができる。第1図表で示めされている各ドラムの容積増加量と耐圧との間には次のような関係が示されている。

a 使用年限の長い No. 3, 4, 5 の容積増加量は45~50 l で、No. 1, 2 は35 l 程度と、使用年限の長いものほど、ドラム容積の増加は、顕著である。

b 耐圧強度の差は、使用年限の長短によるところは少く、使用年限の短い No. 1, 2 は3 kg/cm² 程度でクリープし、これに対して、使用年限の長い No. 3, 4, 5 は5~10 kg/cm² と、No. 1, 2 に比してかなり強い結果をしめしている。

c 前項 a, b の結果を総合すると、鋼製ドラムの強度は、単に使用年限を以って経年変化と断ずることはむづかしく、むしろドラムの使用状況による影響が大きいと考えられる。つまり、本実験に提供された会社の普段の使用状況から推定して、No. 1, 2 は使用年限の短い割合に対して使用状況の悪い化学会社のものであり、これに対して、No. 3, 4, 5 は使用年限の長さに対して、割

合い取扱い状況のよい石油会社のものであった。

よって使用変化は経年変化よりも、鋼製ドラムの強度を低下させる主要因であると推定される。

(ii) 第1図表が示す変曲点は、1.5~3 kg/cm² と35~50 l とで囲む範囲にあるが、この変曲点は、通水速度 (容積増加速度) 6 l/min 加圧速度0.4 kg/cm² min の条件のものであって、通水速度がさらに加速された場合には必ずしも同じ値を示すとはかぎらない値であると推定される。

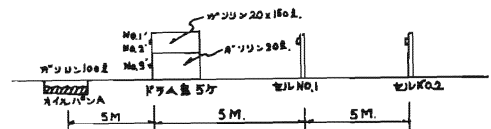
2 輻射熱量の測定実験

この実験は、ガソリン、灯油が地表面上で燃焼した場合、風上あるいは風下に置かれたドラム表面に、どの程度の輻射熱量が加り、さらには、缶表面温度がどの程度まで上昇変化するかを測定したものである。

(1) 実験要領

ドラム、オイルパンを第1図、第2図のように固定して、オイルパンの燃料に点火し、予め設定した温度測点及び輻射熱量の測点での温度、輻射熱量を実測した。

第1図



図解析

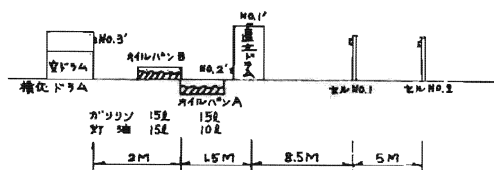
地面下に据えたオイルパンAにガソリン100 l を入れ、火点に向けてドラム5缶を固定し、10m点に輻射計ヘッド No. 1, 15m点にヘッド No. 2 を据えた。ドラム表面の温度は、図示した頂板中央点に設けたナットNo. 1' の他、No. 2', No. 3' 点に、それぞれアルメル、クロメル線 (φ=1.2%) を固定した。

各測定の位置条件……第1表参照

第1表 各 測 定 の 位 置 条 件

摘要 各測点	測定対象	地表面よりの 高 さ	火点よりの き よ り	ドラム内の ガソリン量	測 点 周 囲	測 定 器 材	その他
No. 1	輻射熱量	1 m	10m	—	空 間	R E 第6283号	
No. 2	"	1 m	15m	—	空 間	R E 第63108号	
No. 1'	温 度	75cm	5m	20 l	ド ラ ム 鉄 板	アルメル・クロメル 熱電対	
No. 2'	"	75cm	5m	150 l	液下ドラム鉄板	"	
No. 3'	"	28cm	5m	20 l	ド ラ ム 鉄 板	"	

第2図



図解説

地面前及び地表面に据えたオイルパンA, Bに火々、ガソリン15ℓ、灯油10ℓを入れて火点とし、これより風下1.5m点に直立ドラム（ガソリン20ℓ入り）、風上2m点に横伏ドラム（ガソリン20ℓ入り）を据えて、温度測点 No. 1' 2' 3' を固定、風下10m点にヘッド No. 1、15m点にヘッド No. 2を固定して火々温度、放射量を実測した。

各測定的位置条件……第2表参照

第2表 各測点の位置と条件

各測点	摘要	測定対象	地表面よりの高さ	火点よりのきより十風下一風上	ドラム内のガソリン量	測点周囲	測定器材	その他
No. 1	放射熱量		1m	+10m	—	空 間	RE第6283号	
No. 2	"		1m	+15m	—	空 間	RE第63108号	
No. 1'	温 度		85cm	+1.5m	20ℓ	ドラム鉄板	アルメル・クロメル熱電対	
No. 2'	"		10cm	+1.0m	—	液下鉄板	"	
No. 3'	"		75cm	-2.0m	20ℓ	ドラム鉄板	"	

(2) 実験結果

平均放射熱量

(イ)	燃 料	燃 焼 表 積	-2m点	放射熱量 [Kcal/m ² , hr]	+1m点	+5m点	+10m点	+15m点
第1図の場合	ガソリン 100ℓ	1.4m ²	—	30,000	830	216	80	
第2図の場合	ガソリン 30ℓ 灯 油 20ℓ	2.9m ²	3,500	32,000	1,280	320	120	

(註) +風下 -風上 数字はm

(ロ) 平均放射熱量と温度～時間

	温度測点記号	位置 (+風上 -風下)	地表面 よりの 高 さい	ドラム 内ガソ リン量	時 間 と 温 度				平均受熱量 Kcal/m ² hr
					2分	4分	6分	12分	
第1図の場合	No. 1	+ 5m	0.75m	20ℓ	38°C	46°C	58°C	68°C	830
	No. 2	+ 5m	0.75m	50ℓ	27°C	27°C	30°C	25°C	830
	No. 3	+ 5m	0.28m	20ℓ	21°C	21°C	21°C	20°C	830
第2図の場合	No. 1	+1.5m	0.85m	20ℓ	310°C	320°C	395°C	80°C	32,000
	No. 2	+1.0m	0.75m	20ℓ	300°C	330°C	315°C	150°C	32,000
	No. 3	-2.0m	0.75m	20ℓ	95°C	620°C	135°C	90°C	2,500

(3) 結 論

(イ) 火点1m地点で約30,000Kcal/m²hrの熱量も5m地点まで遠ざかると、もはや830Kcal/hrm²程度となり放射熱も非常に弱くなるが、燃焼面が拡大すれば、それだけ放射熱量も増大し、火面が30m²以上ともなれば、5m点といえども30,000Kcal/m²hrの受熱量となる。しかし、熱燃面が1.4m²程度の場合、風下といえども(3m/sec 風速)5m以上も遠ざかれば、70°C程度(ドラム表面で)の昇温をみるに過ぎ

ない。この場合は、空缶であるが、ガソリンを充填した缶の場合は30°C程度となる。亦地面に接して置いた空缶でも気温程度の変化しかない。

(ロ) 燃焼面が広がれば、単位時間当りの燃焼熱量も多くなり、それだけ放射熱量も増して、火点1m点では、火面1.4m²の場合30,000Kcal/m²hr、火面2.9m²の場合では、32,000Kcal/m²hrとなり、風上2m点のドラム表面を135°C(最高値)に過熱している。よって気化潜熱の

小さい液体を充填したドラムの場合では、ドラム内圧の上昇をきたす範囲にあるので危険である。

(ウ) 火点1m点における熱量30,000~32,000 Kcal/m²hr は、A. P. I 方式による受熱範囲であるが、実火災における火中熱量はこの値の2倍以上とすべきであると思料される。

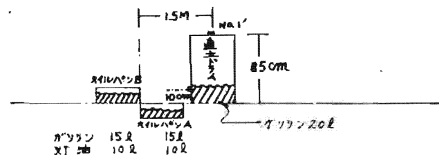
3 鋼製ドラムの直火による加熱実験

この実験は、ガソリン、灯油が燃焼する火炎に直接ドラム表面が触れ、あるいは炎に包まれた状態における、鋼製ドラムの耐火性、とくに充填液の蒸気圧に対する強度と、表面温度に関する資料を得るために実施したものである。よって、ドラムの置かれている姿勢あるいは充填液量の差異によって、如何なる現象を呈するかを観測した。

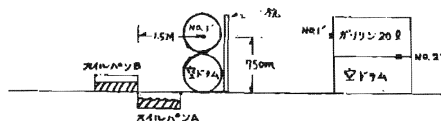
(1) 実験要領

オイルパンおよびドラムを第3図(ドラム直立の場合)、第4図(ドラム横伏の場合)、に示す位置に固定する。燃料はオイルパンA、Bにそれぞれ、ガソリン15ℓ、灯油10ℓを入れ、ドラム中には、ガソリン20ℓ入れて、それぞれの条件に従って実験を5回実施した。各回とも、点火よりの経過時間に従っ

第3図



第4図



て起る現象を、観測と同時に記録させ、亦表面温度をも記録した。

(2) 実験

実験は、第3表に示した各条件に従つて、ドラムを直立させた場合は第3図に、横伏の場合は第4図に示した要領で実施した。実験条件を第3表に示す。

第3表 実験条件

実験 番号	オイルパン中の燃料	燃焼 面積	ドラム 缶の位 置	ドラム 缶の姿 勢	作動弁 の有無	作動弁 の位置	ドラム 缶内ガ ソリン 量	ドラム缶		温度測定点	
								容積	使用 年限	第3図、第4図参照	
No. 1	ガソリン30ℓ 灯油20ℓ	2.8m ²	風下	直立	なし	—	20ℓ	215ℓ	2年	天板の中央点 No. 1'の位置	ドラム側面 No. 2'の位置
No. 2	"	"	"	直立	あり	天板面	20ℓ	215ℓ	2年	"	"
No. 3	"	"	"	横伏	なし	—	20ℓ	215ℓ	2年	"	"
No. 4	"	"	"	横伏	あり	天板面 上 天板面 下	20ℓ	215ℓ	2年	"	"
No. 5	"	"	"	横伏	あり	天板面 下	40ℓ	215ℓ	2年	"	"

(3) 実験結果

実験は、第3表の条件に従って5回実施したがその実験経過を第4表に、実験結果を第5表に示した。

表(4、5)を総合すると下記のようにまとめることができる。

- (イ) ドラムの膨張音を発する時期は、約1分~2分以内である。
- (ロ) ドラムの乾燥面に亀裂を生じて、噴炎する時期は、2分~3分頃である。
- (ハ) チャイム部分に亀裂の生ずる時期は、内圧が3.5kg/cm²以上加った時点である。
- (ニ) 噴炎したドラムの容積増加量は、約40~50

ℓ程度である。

(4) 考察

実験の結果から、ドラムが急膨張して音を発する時期、亀裂あるいは作動弁が作動して噴炎する時期は、それぞれ、1~2分、2分~3分の時間を経過した頃であったが、これはむしろ次の諸条件の違いによって時間的に前後してくるものと思はれる。

(イ) ドラムの伝熱効化による影響

これは、火炎がいかにかに広域かつ強いものであっても、風などで炎がみだれるとドラムの表面が有効に加熱されないのでドラムへの伝熱量も少くなり、充填液への伝熱量も必然的に少くなり、よって液温の上昇も緩慢となり、ドラム内圧の上昇も

第4表 実験経過

現象	実験番号	No. 1			No. 2			No. 3			No. 4			No. 5		
		所要時間	イ	ロ	所要時間	イ	ロ	所要時間	イ	ロ	所要時間	イ	ロ	所要時間	イ	ロ
ゴボンと云う音がする		1'	—	—	55"	失敗	失敗	1'05"	70	85	51"	48	132	1'45"	145	124
頂板に亀裂を生じ噴炎する		1'50"	300	280	なし	"	"	2'45"	200	172	なし	なし	なし	—	—	—
噴炎が非常にはげしくなる		4'00"	325	325	4'00"	"	"	3'15"	330	205	—	—	—	—	—	—
噴炎が小さくなる		6'00"	395	315	—	"	"	4'30"	376	505	9'31"	300	237	3'40"	280	375
噴炎が止まる		14'00"	150	80	11'20"	"	"	8'00"	340	400	12'20"	200	180	—	—	—
オイルパンAが消える		—	320	280	8'00"	"	"	8'30"	300	350	8'00"	300	260	5'30"	550	370
オイルパンBが消える		14'00"	—	—	9'50"	"	"	13'10"	—	—	13'30"	—	—	15'10"	—	—
作動弁が作動する		なし	なし	なし	1'50"	"	"	なし	なし	なし	2'45"	130	228	3'02"	190	255

註) イ, ロ, は熱電対の位置で, イは天板中央, ロは側面

第5表 実験結果

実験番号	亀裂作動 時間(秒)	ドラム表面の焼き程度				亀 裂 点	容 積 増加量(ℓ)	残 留 ガソリン (ℓ)			
		非常にはげしい		はげしくない							
		鏡	H	胴	H				鏡	S	胴
No. 1	110	0.15		0.60		—		0.6	天板チャイム部分	50	18
No. 2	110	—		—		0.15		1.1	—	53	15
No. 3	165	—		—		0.25		1.0	底板チャイム部分	46	12
No. 4	165	0.20		0.55		—		—	—	50	16
No. 5	183	0.20		0.30		—		0.5	—	43	1

(註) H部分は600°Cを越えたと思料される部分の表面積 (m²)

S部分は300°C程度の部分の表面積 (m²)

遅くなる。

(ウ) 有効受熱面積による影響

ドラム自体においては、いかに有効な受熱面積を有したかによっても、伝熱効化が左右されるものである。充填量に対する、濡れ表面積の大小は熱エネルギーを直接液体に伝導する現象からして、伝熱効果に及ぼす影響が大きいのである。よって、置かれているドラムの姿勢のうち、横伏の場合は、充填量に対する濡れ表面積の変化が大きく、ある時点では直立状態の場合のそれよりも大きくなり、一そうこの効果が現れてくるのである。実験後のドラム表面の焼き程度には、そおした現象が伝熱効化に影響を与えた形跡を示すものとして看過することができないところである。

(エ) 充填量の多少による影響

一定量の受熱量のある場合のドラム内圧が、所

定圧に達する時期は、充填量の多少によって左右される。量が多ければ、液の吸熱量も多く、かつ液温、蒸気圧の上昇も、緩慢となるので、ドラムを亀裂させるに必要な圧力 (3.5kg/cm²以上) に達するには相当の時間を要する。

(オ) ドラム鋼材の対熱強度による影響

ドラムには、鋼板厚味1.6%の1種缶と、1.2%の2種缶があり、それぞれの対熱強度は、厚味、材質により影響されるが、リーク現象は弾性限界を超える時点の現象で、膨張速度が大きくなると、チャイム部分にかかる圧力が非常に大きく、その力が弾性限界圧を超えると、リーク現象が生じるので、亀裂の時期が早められる原因となる。以上の諸要因によって、亀裂あるいは作動弁の作動の時期が左右されるのであるが、その機構をさらに次項において詳細に検討する。

i 作動弁の作動時期について

作動弁は、内圧が弁の調整圧に達した時に作動する原理を利用して、内圧が弁調整圧に達する時点を調べる目的で、実験 No. 2 (2.8kg/cm²) No. 4 (3.2kg/cm²)、No. 5 (3.5kg/cm²) の各ドラムの天板給油口に取りつけたものである。

計算例……実験 No. 5

※ドラム姿勢 横伏

※作動弁…3.5kg/cm² (調整圧)

※ガソリン充填量 40ℓ

※ガソリン比重 API 56

※特性係数 UOP K=11.9

※平均分子量 116

○ガソリンの諸物性値 (計算値)

温度 °C	ガソリン 蒸気圧 kg/cm ²	ガスエン タルピー Kcal/kg	液エンタ ルピー Kcal/kg	気化潜熱 Kcal/kg
37.8	1.6	50	12.6	37.4
75.0	2.5	57	22.5	34.5
93.4	3.2	60	27.7	32.3
100.0	3.5	61.2	30.0	31.2
148.0	9.0	68.5	42.8	15.7

計算条件と上表より、ドラム内ガソリン気液、28.8kg (40ℓ) の状態を求めると下記のとおりである。

温度 °C	ドラム内圧 kg/cm ²	ガス量 kg	液量 kg	潜熱 Kcal
37.8	1.6	1.3	27.5	0
75.0	2.5	2.6	26.2	326
93.4	3.2	3.2	25.6	489
100.0	3.5	3.4	25.4	508
148.0	9.0	7.7	21.1	1,022

前表結果より、作動の時期と受熱面積との関係を求めると下記の如くなる。

温度 °C	ドラム内圧 kg/cm ²	作動時期 (秒)	
		a	b
75	2.5	38	105
93.4	3.2	57	157
100.0	3.5	60	183
148.0	9.0	121	327

(註) 受熱量の計算値 $Q = 21,000 A^{0.82} \text{ BTU/ft}^2 \cdot \text{hr}$ の A (受熱有効面積) の値に 0.8m² を与えたのが a の場合、0.23m² を与えたのが b の場合

3.5kg/cm² に調整した弁の作動時期は、表 4 の No. 5 から 3 分 2 秒で、この時間と上表とを照

合すると、受熱面積は 0.23m² となる。また第 5 表 No. 5 のドラム表面の焼きの値とほぼ一致するところから API の受熱式が本実験に充当されるものと思はれる。

同様に、実験 No. 4 の場合の結果を示すと下記の如くとなる。

ドラム姿勢 横伏 作動弁…3.2kg/cm² (調整圧)
ガソリン充填量 20ℓ (14.4kg)

計算結果

弁作動時間を 1 分 45 秒とすると、受熱面積が 0.103m² となる。受熱量 30,000Kcal/m²hr

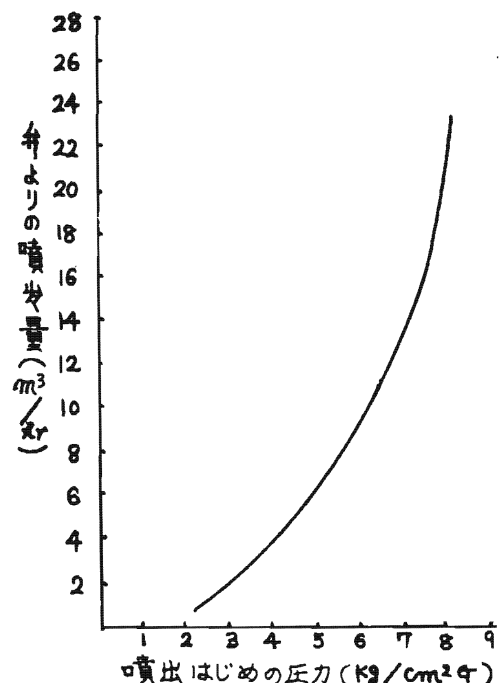
ii 作動弁よりの噴出量

火災の強さが一定で、ドラムに掛かる熱量が一定ならば、ガソリンが噴出するに従って、ガソリン液が減少し、さらに蒸発量を増大する。これは一般的な熱と物質収支との関係であるが、実験では火災の強さを実測できないので、次の諸計算から噴出量を算定した。

実験 No. 4 の場合

噴出の時期を 1 分 45 秒 (実験結果より) とすると、受熱有効面積が 0.103m² (前項の計算値) となり、その場合の単位時間当りの受熱量は、5,770Kcal/hr となる。弁の作動時間は第 4 表

第 2 図表 調整圧 2.8~3.5kg/cm² G
範囲の噴出圧一噴出量



(実験経過表) から 406 秒間となり、第 5 表(実験結果表) から、残留ガソリン 16 ℓ をとり、さらに弁の噴出量 $2.6 \text{ m}^3/\text{hr}(\text{air})$ [第 2 図表] の数値から、実験と諸数値との関係を明らかにすると下記の如くなる。

○406 秒間に噴出したガソリン蒸気量 $= (2.6 \text{ m}^3 / 3,600 \text{ sec}) \times 406 \text{ sec} = 293 \text{ ℓ}$

○ガソリンの噴出重量 $= 293 \text{ ℓ} \div 22.4 \text{ ℓ} \times 116 \text{ g} = 1.5 \text{ kg}$ (蒸気を完全気体と看做した場合)

○噴出したガソリンの液容量 $= 1.5 \text{ kg} \div 0.72 \text{ kg}/\text{ℓ} = 2.08 \text{ ℓ}$

○ドラム中の残留ガソリン量は、 $20 \text{ ℓ} - 2.08 \text{ ℓ} = 17.92 \text{ ℓ}$ となる。

以上の計算より、残留ガソリン量が、実験値 (16 ℓ) と、ほぼ合致する量 (12.92 ℓ) であったことから、本実験は、理論的に確実な内容であることを証明しているものである。

実験 5 の場合

噴出時期… 3 分 2 秒、有効受熱面積… 0.81 m^2
受熱量… $30,550 \text{ Kcal/hr}$ 、弁作動時間… 40 秒
ガソリン残留量… 1 ℓ、弁 ($3.5 \text{ kg}/\text{cm}^2$) 噴出量… $3.2 \text{ m}^3/\text{hr}$

実験 4 の場合の計算と同様に実施する。

○40 秒間に噴出するガソリン液量 $= (3.2 \text{ m}^3 \div 3,600 \text{ sec}) \times 40 \text{ sec} = 36 (\text{ℓ})$

○ドラム内残留ガソリン液量 $= 40 - 36 = 4 \text{ ℓ}$
残留ガソリン量が 4 ℓ となり、実験値 (1 ℓ) と合致しないが、弁の作動停止より鎮火まで 3 分余も給油口の部分から、燃焼していたので、その間に焼失したものと推定される。

(5) 結 論

ドラムは加熱されると、膨張、亀裂あるいは爆発と、激しい現象を呈してくるが、その時期を推測することは、非常に困難である。しかし実験の結果、受熱量 $30,000 \text{ Kcal}/\text{m}^2\text{hr}$ に対して充填量 20~40 ℓ 程度のガソリン入りドラムの場合では、ドラム表面に亀裂を生ずる時期は、約 2~3 分以内である。しかし、実火災等の火焰の中にあっては、必ずしも、この値が充当するとはかぎらない。むしろ満タンクの状態にあっても 2~3 分程度で爆発している例が多くあるので、実火災の場合における受熱量は、約 $60,000 \text{ Kcal}/\text{m}^2\text{hr}$ と推定されている。また、ドラムの中に封入されている液体が異なれば、吸熱量、気化潜熱も異ってくるので、その時期も変ってくる。よって膨張亀裂、爆発の時期を推測することは全く困難である。しかし、亀裂から爆発と、苛酷な現象に移行する主要原因は、ドラム内圧の上昇速度に関係があり、

本実験の亀裂現象は圧力上昇速度が $1 \text{ kg}/\text{cm}^2/\text{min}$ 、程度の場合であって、むしろ、爆発は、それ以上の圧力上昇速度の場合に起ると考えられる。

9. 総 論

実験 (1)(2)(3) 通して、鋼製ドラムの安全性に関する概略的な実験を試みてきたが、顕著な現象を列記すると下記の如くとなる。

1 実験 (1) より

(1) ドラム 1 種、2 種缶を通じて、耐圧強度は、 $5 \sim 10 \text{ kg}/\text{cm}^2$ 程度で、容積増加量は、 $45 \sim 50 \text{ ℓ}$ 範囲にとどまる。しかし使用程度の激げしいものは、経年変化よりも大きく強度低下の原因となっている。

(2) 変曲点は、内圧 $2 \sim 3 \text{ kg}/\text{cm}^2$ 、容積増加量 $15 \sim 50 \text{ ℓ}$ の範囲にあるが、この場合は、内圧上昇速度が、 $0.4 \text{ kg}/\text{cm}^2/\text{min}$ のときである。

2 実験 (2) より

イ、地表火面 1.4 m^2 程度の火災の輻射熱量は、1 m 点で $30,000 \text{ Kcal}/\text{m}^2, \text{hr}$ となり、火面 30 m^2 の場合の 5 m 点と同値である。しかし、 1.4 m^2 の場合では、5 m 点の受熱量は $830 \text{ Kcal}/\text{m}^2, \text{hr}$ で、輻射熱量による過熱危険からは遠ざかっていることが示されている。

(2) 火面 1.4 m^2 の火災輻射熱量の影響は、5 m 地点ではほとんどなく、2 段重ねの上積み空ドラムで 70°C 程度の温度上昇をみるが、ガソリンの充填量をませば、それだけ昇温も小さく、気温の範囲にとどまってくる。

3 実験 (3) より

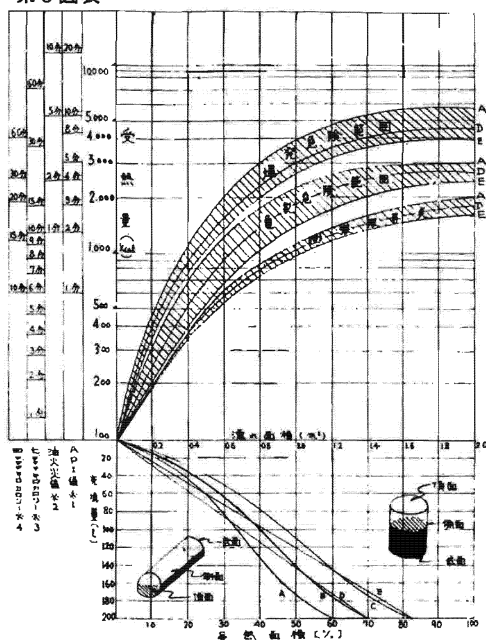
(1) ドラム内圧の上昇は、有効受熱量、充填量、さらには受熱面積、濡れ表面積等によって左右される。充填量 20~40 ℓ の条件のもとにおける受熱量 $30,000 \text{ Kcal}/\text{m}^2, \text{hr}$ 範囲での、ドラム内圧上昇速度は約 $1 \text{ kg}/\text{cm}^2/\text{min}$ 、であるが、充填量をませば、それだけ内圧の上昇速度も低下するものである。

(2) ドラムが亀裂、あるいは亀裂状態に近迫した時点での、容積増加量は $40 \sim 50 \text{ ℓ}$ 程度である。

以上の各実験の結果から、市井に現存する鋼製ドラムの強度は、単に経過した年限によって左右されるのではなく、むしろ使用、取扱いの程度によるものの方が大きく影響してくるのである。これらは、普段におけるドラムの強度を対象とした場合であるが、これが一たん火災中に置かれた場合を想定すると、普段の強度に順ずるとは限ぎらない。そこで、火災等の異常雰囲気の中にドラムが置かれた場合のドラムの安全範囲

を推測するに足る資料として第3図表を添付する。

第3図表



第3図表 [L—M—P—T]

符号、ABCはドラムが横伏、CDは直立とした場合の表面積を表したものである。横伏の場合の表面積

A……側面積 B……側面積+頂面積
C……側面積+頂面積+底面積

直立の場合の表面積

D……側面積+頂面積
E……側面積+頂面積+底面積

※1……表面温度を800°Cとなる火災での加熱による火災

※2……表面温度が1,200~1,800°Cとなる火災

※3……下見板表面が240°Cとなる火災

※4……下見板表面が210°Cとなる火災

使用法

横伏ドラムに、約80ℓのガソリンが入っている場合の亀裂危険時間を求める。

充填量80ℓの横軸とA線（側面加熱とする）との交点から垂直に上昇すれば、濡れ面積0.6m²となる。この点を垂直に上昇して、亀裂範囲のA線との交点を、横軸に平行して真横に移行すれば、受熱量780Kcalの点にあたる。これを火災の様相に従って、亀裂危険時間を推定すると下記の如くなる。

表面温度	推定時間
800°C	1分15秒
1,200~1,800°C	50秒
240°C	7分10秒
210°C	12分0秒