

ガソリン合成中間工業試験 第九回報告

容量毎時 100 立方メートルの合成爐による試験 第一回報告

コバルト觸媒による試験

喜 多 研 究 室

工學博士	兒 玉 信 次 郎
工 學 士	舟 阪 渡
	橋 本 義 一 郎
	村 田 義 夫
	平 尾 説 市
理 學 士	田 原 秀 一
理 學 士	松 村 彰 一
工 學 士	河 東 準
工 學 士	多 羅 間 公 雄
工 學 士	竹 崎 嘉 眞
工 學 士	陸 田 直 行

緒 言

本中間工業試験はフイツシャー法の工業的装置の研究を行ひ其設計に必要な諸資料を蒐める事を目的とし、最終段階に於いては毎時 100 m³ の合成ガスを處理する熱水冷却式合成爐を設計製作し、これを用ひて合成實驗を爲す豫定の下に、昭和12年に開始されたのであるが、其の後この目的に向つて系統的に種々の研究實驗を行つた結果、⁽¹⁾ 昨昭和14年秋を以てその第2期試験を完了したのであつた。即ちコバルト觸媒を用ひ毎時 6 m³ の合成ガスを處理する熱水冷却式合成爐を完成し、此を用ひて合成實驗を行つたが、その結果は當時發表した如く極めて良好で所期の成績を得ることが出来たので、これを基礎として其の後毎時 100 m³ の合成ガスを處理する合成装置の製作に努め、昭和15年7月上旬を以て完成したので、7月17日より實驗を開始し同年8月3日まで連続18日間に亘り合成實驗を行つた。本報はこの合成試験に關するもので、この實驗は本試験工場に於ける第17回實驗に當り、後に詳記する如く好成绩の裡に終了す

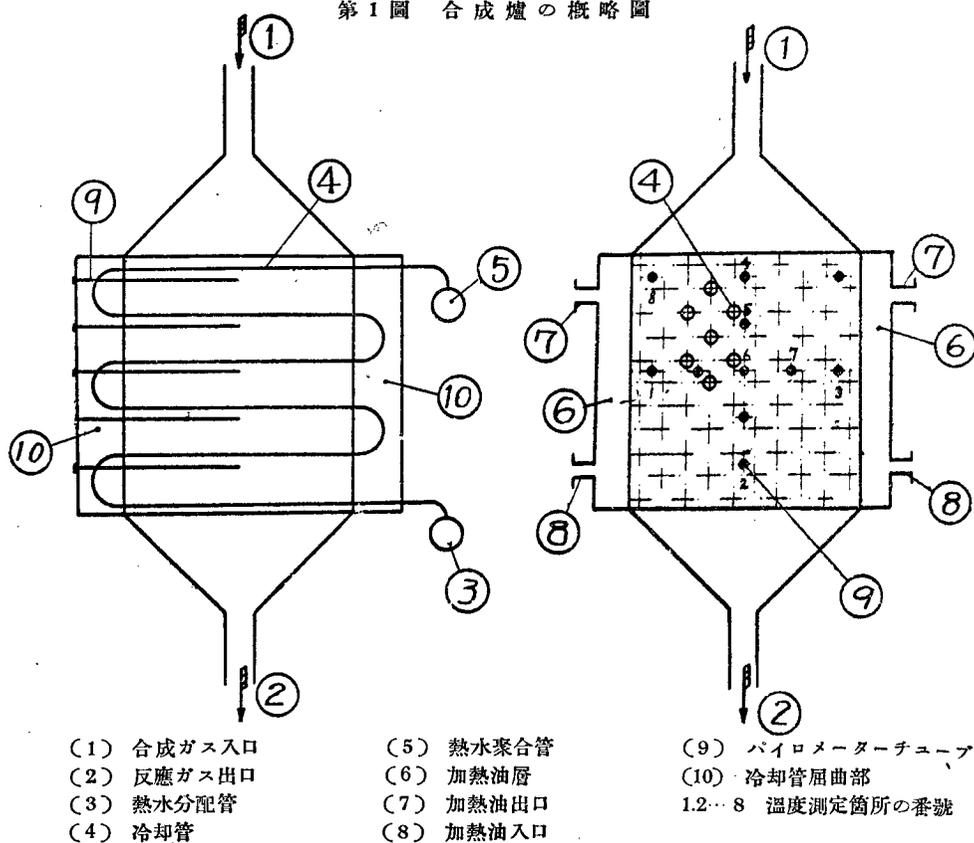
る事が出来、これを以て合成爐に關しては合成石油試験工場設立の當初の目的は一應達せられたことゝなつた。而してこの方式にて毎時 1000 m³ の合成ガスを處理する工業的の合成爐は後日北海道人造石油株式會社の工場に於て試験せられる豫定である。尙本試験工場の設立された當初の目的は前記の如くであつたが、其の後我が喜多研究室に於いてはコバルト觸媒に比較し得る性能を有する鐵觸媒の調製に成功し、一方我が國に於けるコバルトの入手難と液態燃料自給の問題が益々重大となつて來たので、以上の目的の外に鐵觸媒による本法の工業化が本合成石油試験工場に於いて新しく研究されることゝなつた。其第一歩として本装置を用ひ近日中に鐵觸媒を使用して毎時 100 m³ の合成ガスを處理する合成實驗をなす豫定である。

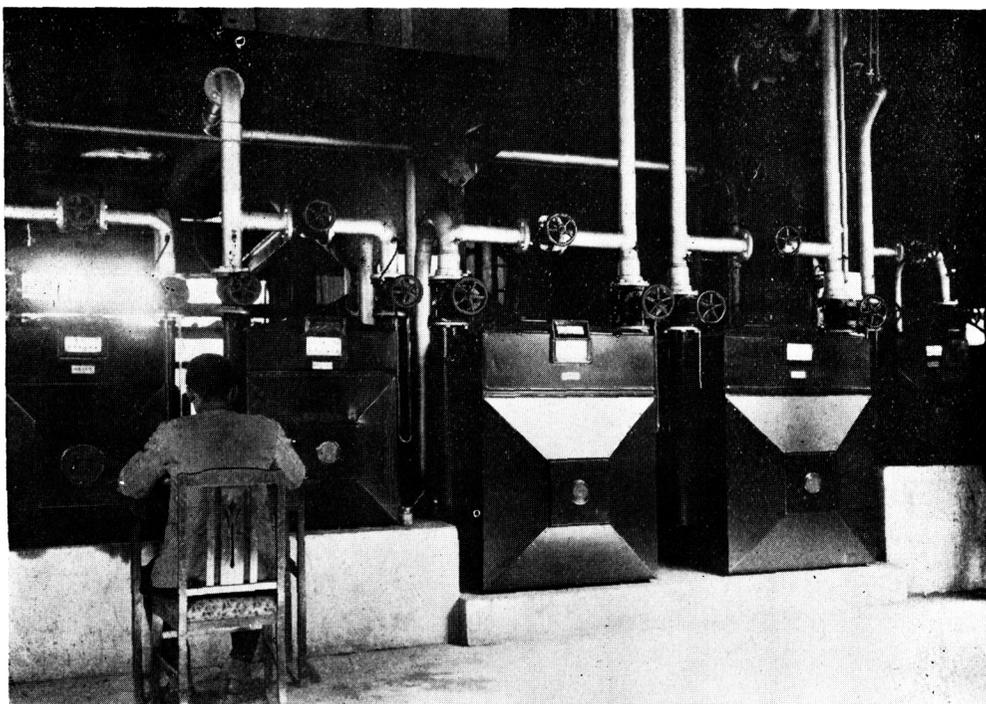
實 驗 之 部

熱水冷却式合成装置

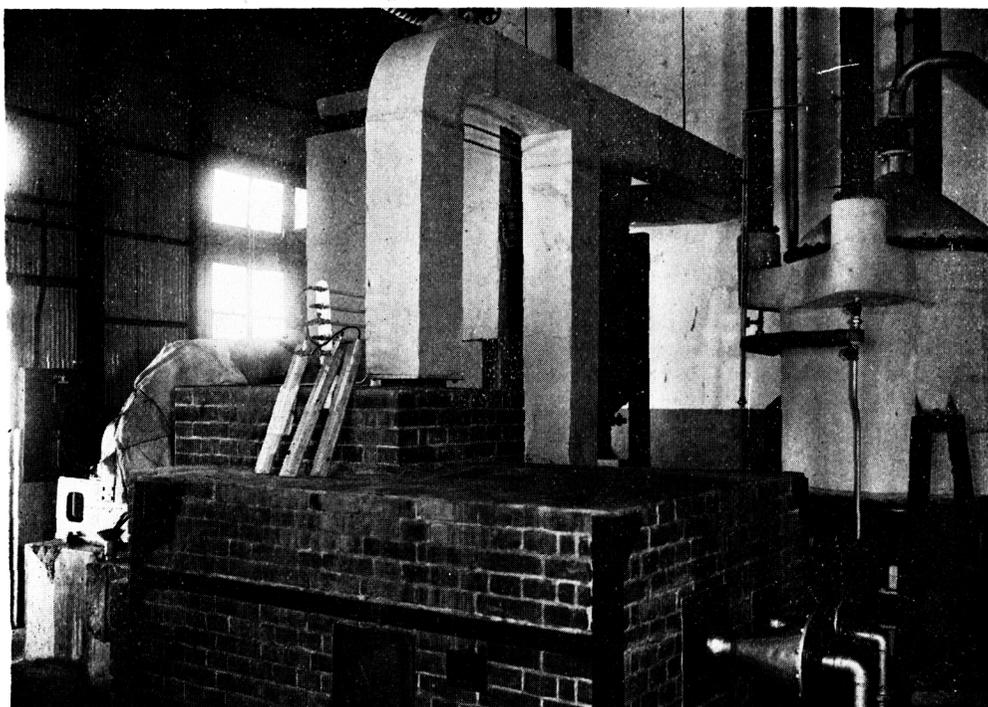
本實驗に使用した毎時 100 m³ の合成ガスを處理する容量の熱水冷却式合成爐(合成爐No.9)は昭和14年9~10月に行つた第16回實驗(第8回報告)⁽²⁾、即ちコバルト觸媒を使用し毎時 6 m³ の合成ガスを處理する容量の熱水冷却式合成爐による實驗結果に基礎を置いて、當所に於いて

第1圖 合成爐の概略圖



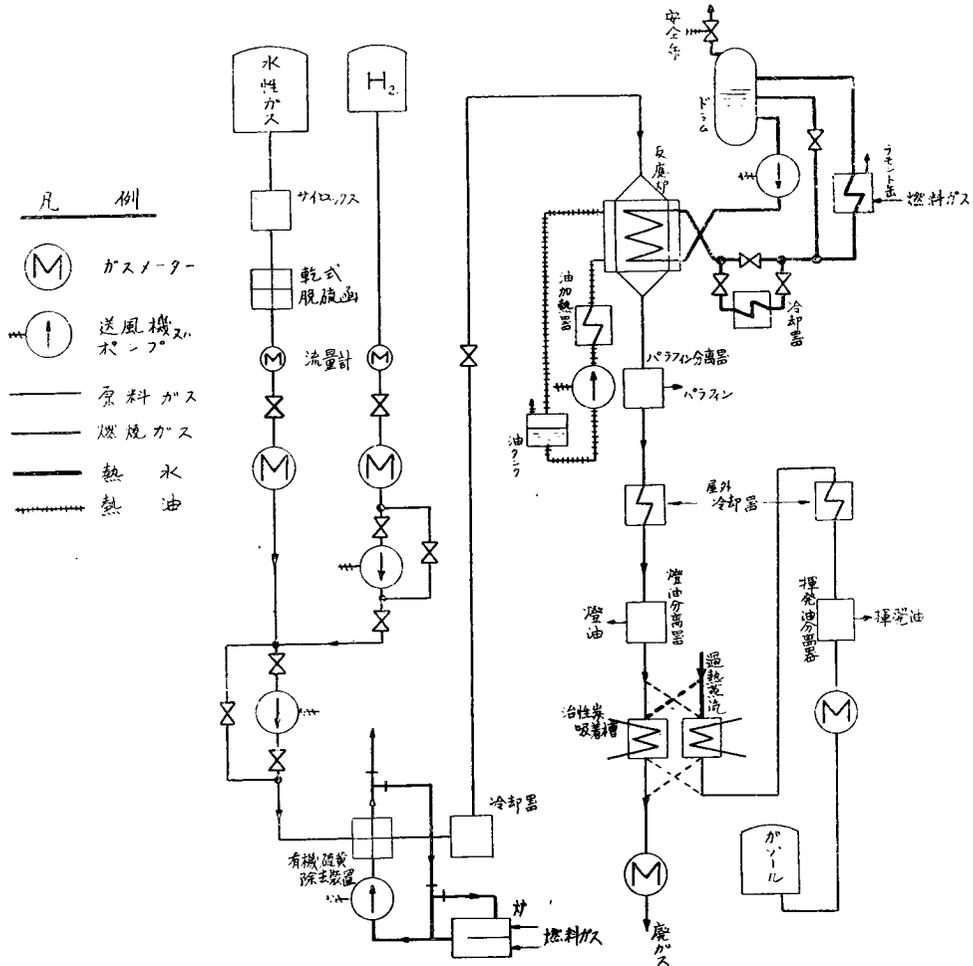


ガスメーター (向つて左より水素, 水性ガス, 合成ガス, 反応ガス, ガソール用ガスメーター)



有機硫黄除去装置

第 2 圖 流 線 圖



設計、川崎重工業株式會社に於て製作されたものであり、其構造は二者大體同じであつて小さいピッチで千鳥に置かれた細い冷却管群の中に熱水を強制循環せしめ、管群の間隙に1000 lの觸媒を充填するようになってゐる。この合成爐の概略は第1圖に示された通りであるがこれからその構造の大體を窺知する事が出来るであらう。合成爐の側壁は加熱油で加熱して壁面よりの熱損失に依り觸媒層の溫度が不均一となることを防いだ。

合成爐の冷却に用ふる熱水を始動に當り加熱する爲の川崎式ラモントボイラー、熱水を一時貯蔵するドラム、熱水を循環せしめる循環ポンプ、給水ポンプ等は第16回實驗(第8回報告、⁽²⁾コバルト觸媒、熱水冷却、6 m³/hr)に用ひたものをそのまま使用した。此等の合成爐以外の部分は全部豫め毎時 100 m³の合成實驗に使用出来るように設計製作されてゐたのである。尙この毎時 100 m³の合成爐では多量の反應熱を奪ひ去る必要が豫期されてゐたので、熱水の導

管に並列に冷却器が設置されて居り、温度の調節はこの冷却器を通る熱水の量を加減して行つた。此等の 100 m^3 の合成装置は全部鐵觸媒にも使用出来るよう、即ち 260°C , $50\text{kg}/\text{cm}^2$ の熱水に充分耐えられるように設計製作されてゐるのであつて、その配置状況を第2圖に示した。合成爐で反應を終つたガスより熱い間にパラフィン分離器にてパラフィンを分離させた後、水で冷却し、燈油と稱する部分を凝縮分離させた後、活性炭を充填した吸収塔に通しガソリンを吸収せしめ、残つたガスを廢ガスとして放出した。活性炭に吸着されたガソリンの回収には過熱水蒸氣を用ひ管状冷却器で冷却してガソリンと水蒸氣とを凝縮させた後、更に水で充分に冷却してガソリン受器に導いた。この際水で冷却したのみでは液状とならない炭化水素も活性炭に吸着されてゐて、ガソリンと共に放出されるが、これはガソールと呼ばれるものである。此等の反應ガス冷却器、活性炭吸収塔、ガソリンの回収に用ひた蒸氣過熱器及び附屬する冷却器、パラフィン、燈油及びガソリンの受器等は新しく 100 m^3 の實驗用として設計製作されたものである。

原料瓦斯製造

コバルト觸媒を使用する場合は $\text{CO}:\text{H}_2 = 1:2$ の合成ガスを必要とするが、本試験工場ではこれに對して水性ガスと電解水素とを用ひた。即ち水性ガスは、以前京都大學全般に燃料ガスを供給してゐた京大式二重瓦斯發生装置を使用し、これに大阪瓦斯株式會社製造の硫黄分の少いガスコークスを用ひて製造した。この爐の水性ガス發生能力は毎時 $400\sim 500 \text{ m}^3$ である。一方電解水素の能力は最大毎時約 23 m^3 であり、水性ガスを高温で發生させてその中の一酸化炭素の含量を大ならしめると、 $\text{CO}:\text{H}_2 = 1:2$ の合成ガスを毎時 100 m^3 製造するには電解水素の能力が不足となり、又一方高温で水性ガスを發生させるとクリンカーの生成も劇しくなるので、電解水素の能力と水性ガス發生爐の作業状態の二點を考慮して、 CO 35%程度の水性ガスを發生せしめるよう努力した。この水性ガスを發生爐を出てからハイドロリツクメイン通過後洗滌塔にて水にて洗ひそのまま一時ガスホルダーに貯藏した。而して水性ガス製造は毎日午前9~11時及午後8~10時の2回に分ち夫々約 900 m^3 を製造した。この水性ガスのガス組成及硫黄含量を第1表に示した。この硫黄含量は定量すべきガスを燃焼せしめて燃焼ガスを炭酸ソーダに吸収せしめ消費された炭酸ソーダを鹽酸にて滴定する方法 (A. S. T. M 法) によつて得た値である。ガス分析は従來の如きオルザツト式のガス分析装置に改良を加へたものを使用した。電解水素はシーメンス式電解槽3基、能力毎時 23 m^3 のものを用ひ、全實驗を通じ連續運轉を爲し、やはり水洗後ホルダーに貯へて使用した。この電解水素の純度は99.9%程度あり、勿論不

純物は酸素である。

合成ガスの製造（原料ガスの混合及精製）

ホルダーに貯蔵した水性ガスは直にサイロックスの湿式硫化水素除去装置に通し大部分の硫化水素を除去後更に水酸化鐵と木屑とを収めた乾式脱硫函に通して完全に硫化水素を除去した。これに電解水素を混合せしめてガス組成を $\text{CO}:\text{H}_2 \cong 1:2$ と爲したのである。このガスの混合には當時の水性ガスのガス組成とガスメーターによる兩者の流量とにより適當に混合比を調節してガス組成を $\text{CO}:\text{H}_2 \cong 1:2$ ならしめ且つかゝるガスの流量をしてガスメーターの示度にて毎時 100 m^3 になるように調節したのである。合成ガスの組成は第6表及第7表に示したが、全實驗を通じ有効ガス含量 ($\text{CO}:\text{H}_2 \cong 1:2$ として) 84.5% の合成ガスを得た。この混合ガスは送風機に依り直に有機硫黄除去爐に通した。この有機硫黄除去爐は毎時 100 m^3 の合成ガスを處理する實驗用として新しく設計製作された装置であつて、これは第3圖より明な如く、燃燒爐で都市ガスを燃燒さして得た高温の燃燒ガスを特殊の送風機により、硫黄固定劑を収めた容器の周圍を循環せしめ、熱經濟を良好ならしめると同時に硫黄固定劑を均一に加熱するように工夫されたものである。使用した有機硫黄固定劑も從來のルツクスマスー水酸化銅—アルカリの如き鐵系のものを使用せず、新しく製造した水酸化銅—珪藻土—苛性ソーダ（銅含量20%、苛性ソーダ添加量3%）の混合物を錠劑にしたものを用ひた。これは鐵系の硫黄固定劑と異り過熱される様な事があつても一酸化炭素の分解やメタン生成の如き副反應を全く伴はないので、かゝる試驗用の目的には好都合なものである。かゝる有機硫黄固定劑を約 800 l 收め（ガス空間速度 125）、これを最初 $230 \sim 220^\circ\text{C}$ に加熱して用ひたが、後に燃燒ガス循環用の送風機の都合によりやゝ溫度を下げ $220 \sim 200^\circ\text{C}$ にて使用した。其成績を述べると7月17日深夜以來、7月30日深夜まで $0.2 \text{ g S}/100 \text{ m}^3$ 以下の合成ガスが得られたが、其の後終期には $0.3 \text{ g S}/100 \text{ m}^3$ 程度の硫黄を残留するようになった。この有機硫黄固定劑の加熱狀況及合成ガスの精製狀況を第2表に、その溫度分布を第4圖に示した。尙斯様に硫黄含量の非常に少いガス中の硫黄含量の定量には從來の如く硫酸バリウムにして定量する方法によつた。

以上の内新しく設備された諸装置の寫眞を參考の爲掲げる。

第1表 水性瓦斯の組成及硫黄含量

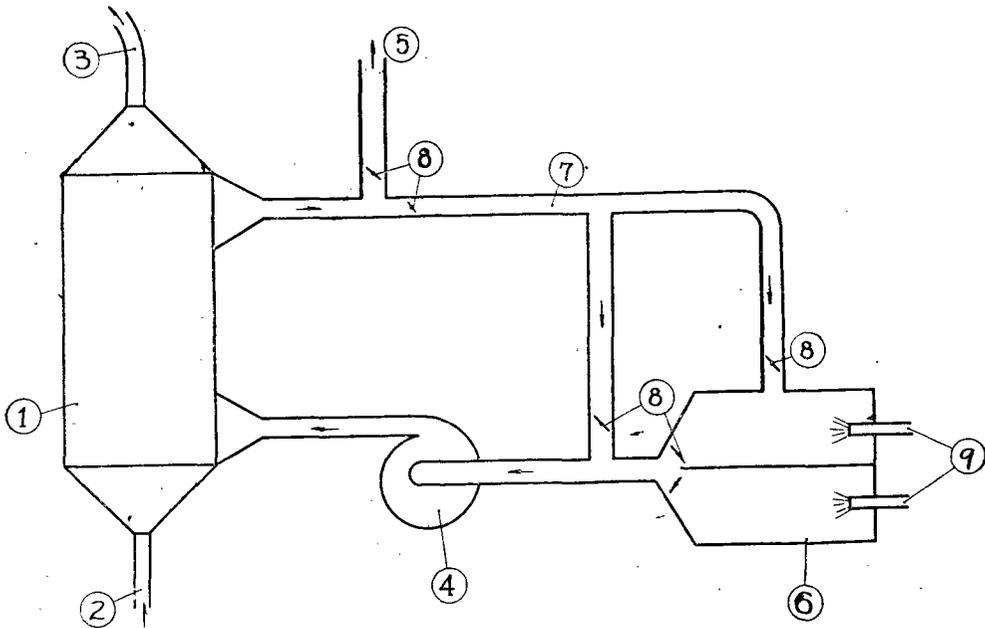
製造日時	實驗時間 時	瓦斯組成 vol. %					硫黄含量 g S/100m ³			
		CO ₂	O ₂	CO	H ₂	CH ₄	N ₂	全硫黄	有機硫黄	
7月19日午後7~10時	—	9.8	0.2	33.0	48.2	1.7	7.1	16.8	16.5	
20日午前9~11時	—	10.2	0.0	34.2	47.3	2.5	5.8	12.1	11.9	
20日午後7~10時	9~12	7.8	0.3	36.5	47.7	1.4	6.3	15.9	15.1	
21日午前9~11時	23~25	8.0	0.1	36.8	46.8	1.5	6.8	15.2	14.9	
21日午後8~10時	34~36	7.2	0.1	37.7	48.0	0.5	6.5	16.1	15.4	
22日午前9~11時	35~37	8.0	0.2	36.2	46.0	2.1	7.5	12.7	10.4	
22日午後8~10時	58~60	8.5	0.2	36.9	46.8	1.4	6.2	14.5	14.0	
23日午前9~11時	71~73	9.2	0.1	34.7	46.4	2.0	7.6	11.0	10.8	
23日午後8~10時	82~84	9.7	0.3	35.0	47.4	1.4	6.2	13.1	11.4	
24日午前9~11時	95~97	8.7	0.2	35.0	48.2	1.4	6.5	14.2	11.9	
24日午後8~10時	106~108	8.6	0.2	37.8	44.8	1.1	7.5	11.3	10.4	
25日午前10~正午	120~122	9.5	0.0	34.5	47.6	1.1	7.3	15.7	11.0	
25日午後8~10時	130~132	8.9	0.1	34.6	47.7	2.1	6.6	17.9	12.7	
26日午前9~11時	143~145	9.4	0.1	34.8	46.9	2.0	6.8	12.1	10.1	
26日午後8~10時	154~156	8.8	0.2	35.4	48.0	1.8	5.8	10.1	10.0	
27日午前9~11時	167~169	8.8	0.2	35.0	47.5	1.1	7.4	12.1	11.0	
27日午後8~10時	178~180	9.0	0.2	34.9	47.5	1.8	6.6	12.9	12.6	
28日午前9~11時	191~193	9.6	0.2	34.4	46.9	1.1	7.8	12.9	11.4	
28日午後8~10時	202~204	8.9	0.2	35.4	47.4	1.4	6.7	10.2	10.1	
29日午前9~11時	215~217	9.5	0.2	35.1	46.3	1.9	7.0	11.6	11.2	
29日午後8~10時	226~228	9.8	0.2	34.4	46.9	1.8	6.9	13.7	13.1	
30日午前9~11時	239~241	9.4	0.2	35.8	46.4	1.6	6.6	11.7	10.0	
30日午後8~10時	250~252	9.5	0.2	34.9	46.5	1.8	7.1	10.4	9.4	
31日午前9~11時	263~265	9.2	0.2	35.6	46.3	1.6	7.1	12.0	10.7	
31日午後8~10時	274~276	9.0	0.2	34.9	47.7	1.5	6.7	10.1	9.8	
8月1日午前9~11時	287~289	8.8	0.1	35.9	46.3	1.6	7.3	11.9	10.4	
1日午後8~10時	298~300	8.8	0.1	35.4	47.6	1.5	6.6	12.7	12.1	
2日午前9~11時	311~313	9.2	0.2	34.7	47.9	1.4	6.6	13.4	11.7	
2日午後8~10時	322~324	9.3	0.2	35.1	46.4	1.8	7.2	12.1	10.9	
3日午前9~11時	—	8.5	0.2	35.3	46.8	1.1	8.1	22.8	8.2	

第 2 表 有 機 硫 黄 の 除 去 状 況

日 時	實驗時間 時	有機硫黄除去爐の加熱状態 °C						合成用瓦斯の 全硫黄含量 g S/100m ³	
		燃 燒 瓦 斯 入 口	燃 燒 瓦 斯 出 口	有機硫黄固定劑					
7月19日午前1~4時	--	233	195	223	226	219	219	214	<0.07
20日午前1~5時	--	240	203	230	227	226	220	220	<0.07
21日午前0~4時	14~18	240	206	233	233	227	227	226	0.09
22日午前1~5時	39~43	240	204	233	233	230	226	226	0.12
23日午前1~5時	63~67	240	203	233	233	227	230	230	0.07
24日午前2~6時	88~92	240	200	233	233	227	230	226	0.15
25日午後11~翌午前10時	133~144	226	197	218	218	212	212	212	0.09
26日午後10~翌午前6時	156~164	226	198	222	218	213	209	202	0.15
27日午後11~翌午前6時	181~188	230	205	218	222	215	215	206	0.16
28日午後10~翌午前5時	204~211	226	198	218	216	213	210	205	0.20
29日午後10~翌午前6時	228~236	230	198	218	219	212	213	206	0.20
30日午後10~翌午前7時	252~261	230	197	217	219	213	213	206	0.22
31日午後10~翌午前6時	276~284	230	197	217	219	210	214	204	0.30
8月1日午後10~翌午前6時	300~308	230	197	217	219	210	213	204	0.34
3日午前0~6時	326~332	230	194	218	220	213	215	206	0.25

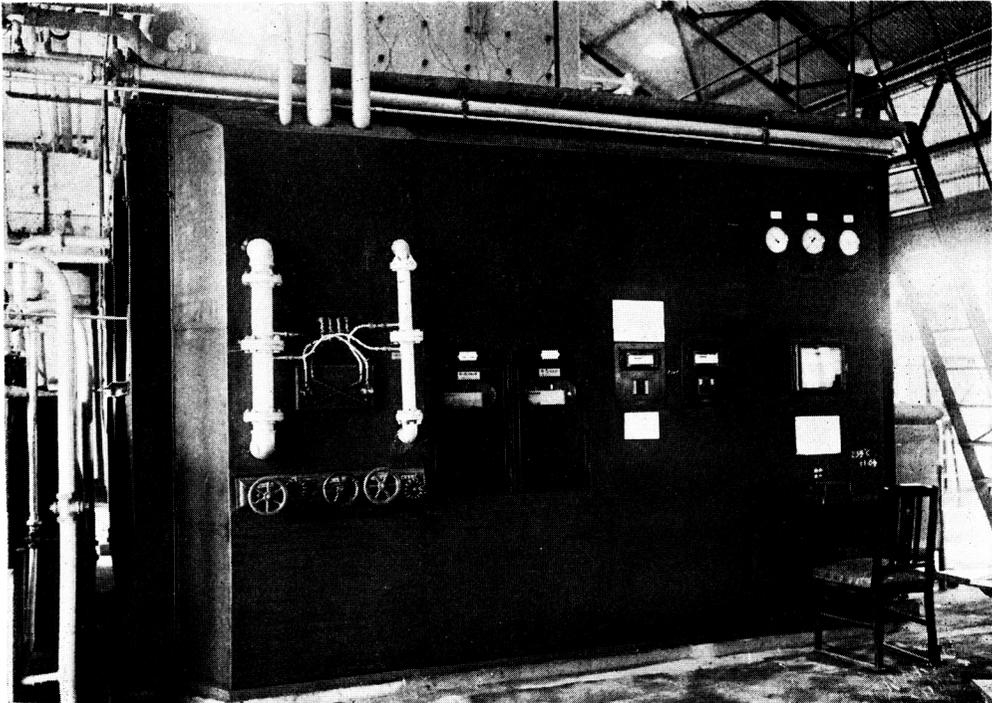
注意 有機硫黄固定劑層の温度測定點に就ては第4圖参照のこと

第 3 圖 有 機 硫 黄 除 去 装 置

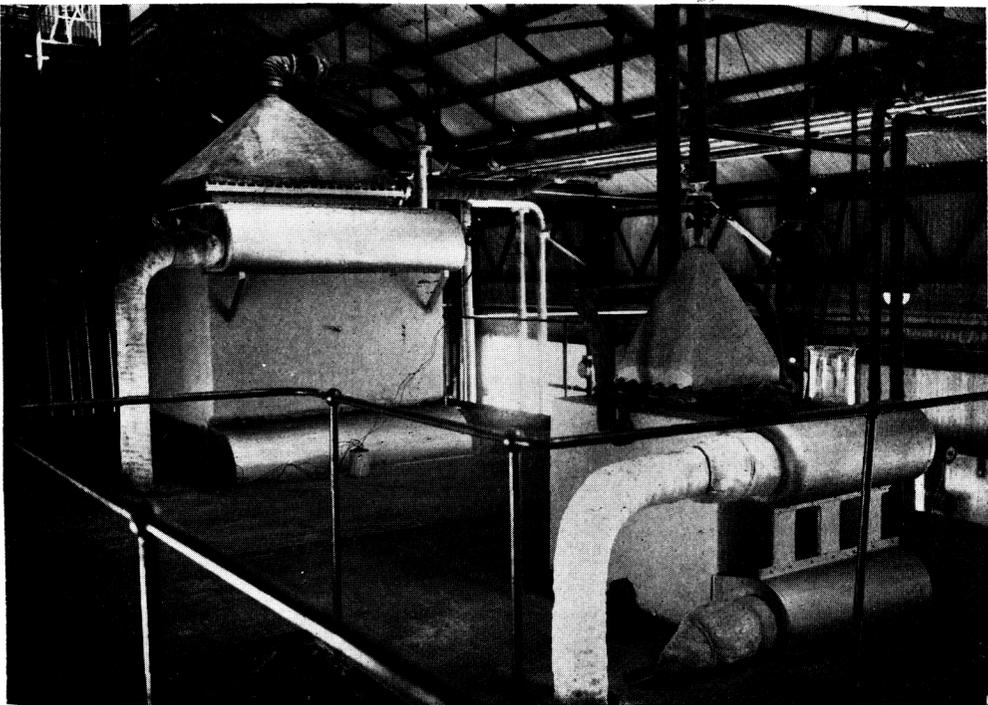


- | | | |
|-------------|-------------|--------------|
| (1) 有機硫黄除去爐 | (4) 燃焼ガス送風機 | (7) 燃焼ガス循環管 |
| (2) ガス入口 | (5) 煙 突 | (8) ダンパー |
| (3) ガス出口 | (6) 燃 燒 爐 | (9) 燃料ガスバーナー |

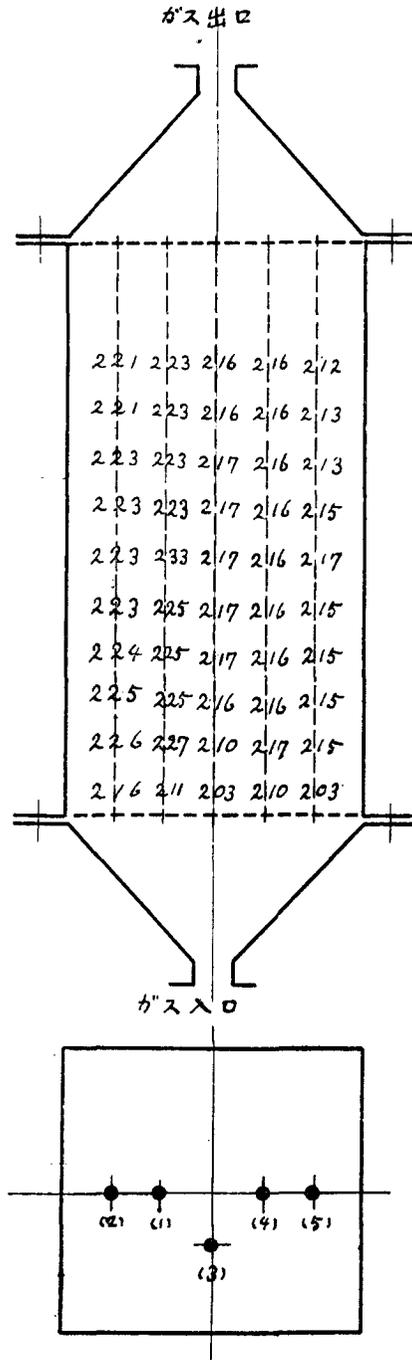
合成用コントロールボード



毎時100 m³ 用の熱水冷却式合成爐 (手前のは毎時6 m³ 用の熱水冷却式合成爐)



第 4 圖 有 機 硫 黄 除 去 爐 の 温 度 分 布



觸 媒

本實驗にはコバルト系タブレット觸媒を用ひた. その組成及活性を第3表に示した. この活

性は實驗室に於て電氣爐に收めた觸媒に $\text{CO}:\text{H}_2 = 1:2$ に混合した純粹の合成ガスを毎時 4 l のガス流速にて通して實驗した結果である。本實驗には斯様な觸媒 960 l を合成爐に收めた。これに對して見掛けの容積にて毎時 100 m³ の合成ガスを流したのでガス空間速度は約 100 である。

第 3 表、觸 媒 の 活 性

組成	Co+10% Cu+5% ThO ₂ +2.5% U ₃ O ₈ +125%珪藻土							
	日	合成時間 時	瓦斯流速 立/時	瓦斯收縮率 %	水	液狀生成物收率 cc/m ³		
爐温 °C						燈油	揮發油	油分合計
200	第1日	17.0	3.8	26.5	45	9	19	28
"	第2日	20.0	4.1	76.7	182	68	60	128
"	第3日	23.0	3.9	73.3	179	69	63	132
"	第4日	23.0	4.0	69.6	162	61	55	116
210	第1日	17.0	3.9	75.3	159	33	31	64
"	第2日	20.0	3.9	76.5	180	55	52	107
"	第3日	23.0	3.9	74.6	178	56	55	111
"	第4日	23.0	3.8	72.6	169	49	60	109
"	第5日	23.0	3.9	68.8	161	45	56	101
"	第6日	23.0	3.9	64.6	148	38	59	97
"	第7日	23.0	4.3	60.0	138	36	53	89
215	第1日	17.0	3.7	75.8	166	37	52	89
"	第2日	20.0	4.0	75.9	183	49	62	111
"	第3日	23.0	4.2	72.4	166	45	57	102

合成實驗の經過, 結果及其の考察

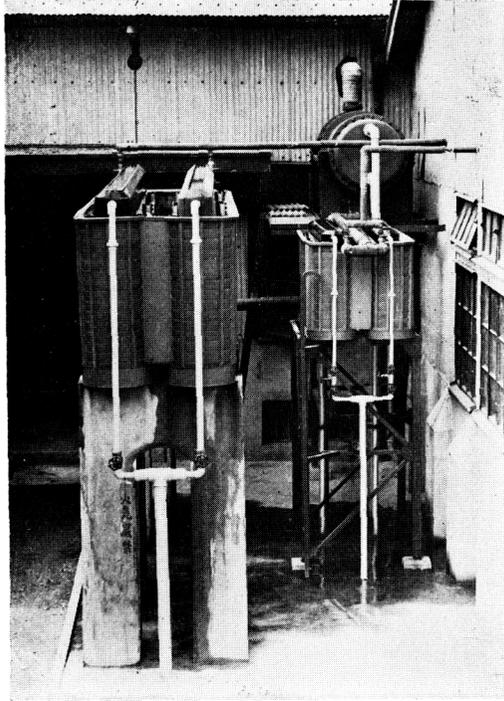
7月17日の午前8時より全工場の運轉を開始した。18日午前2時頃に到り有機硫黄が完全に除去されて居ることを確めてから(合成ガス中の硫黄含量 0.07 g S/100m³ 以下) 合成爐に合成ガスを 100 m³/hr.の流速にて流し, 同時にラモントボイラーにより合成爐の加熱を開始した。次第に温度を上昇せしめ觸媒の還元を徐々に行はしめ, 19日午前10時には熱水の合成爐入口に於ける温度は195°C でガス收縮率14.8%を示し, 同日午後10時には夫々200°C, 21.5%, 而して20日午前10時には201°C, 46.2%に達し觸媒の還元は略完了したものと認められたので, この時を實驗時間第0時として, これより定常の状態にて正味2週間に亘り合成試験を續行したのである。そこでこれ以後所要の温度, ガス量等を毎時間記録し, ガス分析は合成ガス(CO:H₂ ≒ 1:2 となし且つ有機硫黄を除去したガス) 及反應ガス(合成反應を終つたガスで油分を完

全に除去したガス)に就て2時間毎に行つた。この時間迄即ち還元中に得られた水、パラフィン、燈油、ガソリン及ガソールの量は夫々 202 l, 0 l, 5 l, 33 l, 17 m³であつた。これ以後即ち實驗時間第0時以後、水、パラフィン及燈油の收得及活性炭の切換へは毎日午前10時に行つた。即ち毎24時間に生成物を計量したのである。此等の製品中パラフィン、燈油及ガソリン等の合成油は共に油タンクに貯藏した。ガソール分はやはり計量してからガスホルダーに貯藏した。

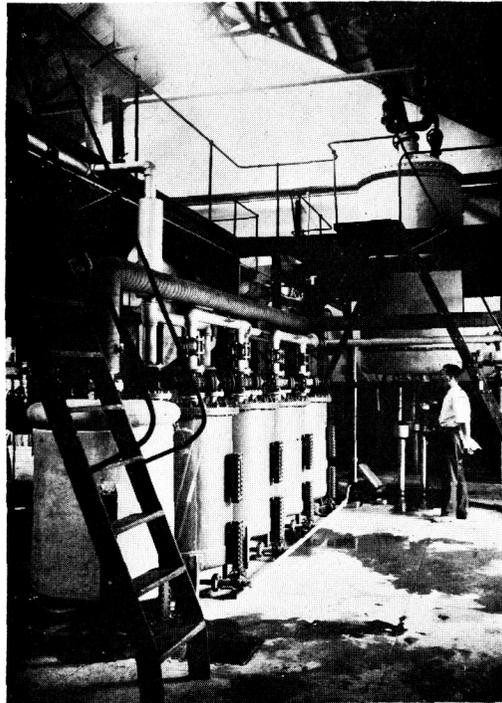
20日午前10時より合成爐の熱水の入口に於ける溫度を 201.5~202.0 °C に保持し合成を連続したのであるが、其後次第に合成成績が良好となり22日午前10時より23日午前10時(實驗時間第48~72時)の間に於て最高に達し 302 lの水及 192 lの合成油を得て本實驗に於ける最高値を得た。この24時間に於ける平均ガス收縮率は 58.2%, 生成物の平均收率は水 160 cc/m³, 合成油 103 cc/m³ 及ガソール 10 l/m³を示し、これを當時の平均有効ガス含量 86.0%より換算するとガス收縮率 66.5%, 水收率 186 cc/m³ 合成油收率 120 cc/m³ 及ガソール收率 12 l/m³となり、これを第3表に示した觸媒の活性より考察すると實驗室に劣らぬ結果が得られて居たものと云ふ事が出来る。かくして合成實驗を續行して居つたが觸媒の疲勞につれ次第に反應溫度を上昇せしめて略一定のガス收縮率を保持するよう調節し合成油の收率も 90~80 cc/m³の値を續け、8月3日午前10時にて、一定の状態となつてから正味2週間 336時間に亘る合成實驗を終了したのである。

この實驗時間第0~336時間に亘る合成實驗の成績を第4表に纏めて示した。即ちこの間に於て平均のガス收縮率は 56.2%, 生成物の收量は水 4488 l, パラフィン 258 l, 燈油 538 l, ガソリン 1472 l, 合成油合計 2288 lを得、これに對し 26729 m³(標準状態に換算)のガスを通過せしめ、合成ガスの平均ガス流速は 79.6 m³/hr.(斯様にガス流量が比較的少いのはガスマーターに於ける見掛けの容積にて毎時 100 m³のガスを流してゐたこと、これに對してガスマーターの補正、溫度及壓力の補正、ガスの送風機の出口に於ける若干の漏洩に對して補正した事等による)となり生成物の收率は水 168 cc/m³, 合成油 86 cc/m³, ガソール 7 l/m³となつた。この實驗時間第0~336時間に亘る合成ガスの平均有効ガス分量の 84.5%からこの成績を有効ガスに換算すると平均ガス收縮率 66.5%, 水收率 199 cc/m³, 合成油收率 102 cc/m³, ガソール收率 8 l/m³となり非常な好成绩と云ふ事が出来る。この間に於ける合成爐の加熱状況を第5表に、合成爐中の溫度の分布状態を第9表に示した(溫度測定點を第1圖に示した)。これより觸媒は極めて均一に加熱されてゐる事が判る。第6表及第7表に示したガス分析の結果を見ても副反應は餘り起つて居らず、COの變化率は70%程度、COとH₂の消費率はやはり従來の如く 1:2.10~2.20を示してゐる(ガス組成の變化は24時毎の平均値にて計算した)。尙この合成成績を、これと同一

冷却器 (向つて左燈油冷却器, 右ガソリン冷却器)



合成油受器 (手前) 及活性炭吸收塔



の合成ガスを使用して行つた小規模実験の成績(第8表参照)と比較すると遙かに好成績が得られてゐる。かくしてかかる方式の合成爐を以てしてもガソリン合成の工業化を行ふ可能性を立證する事が出来、合成爐に關する限り合成石油試験工場の目的は一應達成されたのである。

製 品 試 験

合成した原油(パラフィン、燈油及ガソリンの混合物)、ガソリン及燈油の比重、屈折率、沃素價及蒸溜試験の結果を第10表に纏めて示した。又生成した水及合成油の酸價を参考の爲示した。尙全實驗を通じてのガソリン及燈油の比重及沃素價の變化をも示した。

第 4 表 合 成 成 績

日 時	實驗 時間	熱水 溫度	反應 溫度	瓦斯 流量	瓦斯 流速	瓦 斯 收 縮 率	液狀生成物收量 l					ガソ 收 率			
							水	パ ラ フ ィ ン	燈 油	ガ ソ リ ン	油 分 合 計	ガ ソ ル 收 取	水	合 成 油	ガ ソ ー ル
	時	°C	°C	m ³	m ³ /hr	%						m ³	cc/m ³	cc/m ³	l/m ³
20日午前10時	0		200												
21日午前10時	24	201.5	205	1837	76.5	52.4	285	19	32	83	134	19	155	73	10
21日午前10時	24		200												
22日午前10時	48	202	205	1872	78.0	58.2	315	22	44	97	163	21	168	87	11
22日午前10時	48		204												
23日午前10時	72	202	207	1865	77.7	58.2	302	35	47	110	192	18	160	103	10
23日午前10時	72		206												
24日午前10時	96	202	208	1859	77.4	57.7	307	23	45	105	173	18	165	93	10
24日午前10時	96		206												
25日午前10時	120	203	208	1832	76.4	58.6	299	22	43	105	170	17	163	93	9
25日午前10時	120		206												
26日午前10時	144	203	208	1848	77.8	55.1	295	22	42	103	167	15	160	90	8
26日午前10時	144		209												
27日午前10時	168	206	211	1543	76.8	60.8	321	19	43	110	172	12	174	91	7
27日午前10時	168		209												
28日午前10時	192	207	212	1815	75.6	61.9	311	17	43	110	170	16	171	94	9
28日午前10時	192		210												
29日午前10時	216	208	213	1974	82.3	58.6	343	16	41	113	170	10	174	86	5
29日午前10時	216		211												
30日午前10時	240	209	214	2009	83.3	55.3	355	14	40	110	164	14	177	82	7
30日午前10時	240		211												
31日午前10時	264	209	214	1990	82.9	54.7	343	13	36	108	157	10	172	79	5
31日午前10時	264		212												
8月1日午前10時	288	210	215	1979	82.4	53.2	342	13	37	112	162	11	173	82	5
1日午前10時	288		212												
2日午前10時	312	211	214	2005	83.5	53.2	339	12	33	110	155	9	169	77	4

兄玉, 舟阪, 橋本, 村田, 平尾, 田原, 松村, 河東, 多羅間, 竹崎, 陸田 : ガソリン合成
 中間工業試験 第九回報告

2日午前10時	312	212																
3日午前10時	336	214																
(總計)	0	201.5	200															
(平均)	336	211	215	26729	79.6	56.2	4488	258	558	1472	2288	200	168	86	7	(199)	(102)	(8)

注意 ガス量には凡て温度, 壓力及その他の補正を加へた
 括弧内の値は合成ガスの有効ガス含量より換算した値

第5表 合成爐加熱狀況

日 時	實驗 時間 時	熱水温度 °C		觸媒層温度 °C								ガス 流速 m ³ /hr	ガス 收縮 率%
		入口	出口	1	2	3	4	5	6	7	8		
7月20日午前2時	—	199	198	200	200.5	199.5	200.5	202.5	200	200.5	201.5	86.5	22.5
20日午後2時	4	200	201.5	200	200	200	202.5	204.5	200	202	204.5	87.6	54.9
21日午前2時	16	201.5	202	204	201.5	201.5	206.5	206.5	201.5	205	205	86.9	54.0
21日午後2時	28	202.5	203	201.5	192.5	199.5	204	206.5	204.5	202	206.5	84.5	57.3
22日午前2時	40	201.5	201.5	203.5	194.5	201	203.5	206.5	203.5	203.5	204.5	89.4	56.2
22日午後2時	52	202	203	204	193	201.5	204	206.5	204	204.5	204.5	88.0	60.2
23日午前2時	64	202	203	208	206.5	206.5	206	207	204	206.5	206	86.6	56.4
23日午後2時	76	202	203	207.5	207.5	208.5	204.5	207	204	206.5	205	84.9	58.0
24日午前2時	88	202	202	209	209	206.5	206.5	206.5	204	204	204	86.4	56.4
24日午後2時	100	202	203	207	206.5	206	204	205.5	204	206.5	206	90.4	58.5
25日午前2時	112	203	204	206	206.5	206.5	206.5	206	204	205	204	83.1	58.3
25日午後2時	124	203	204.5	208	208	206.5	206.5	207	205	206	204	89.9	60.5
26日午前2時	136	203	203.5	206.5	206.5	206.5	205	207	204	206.5	205	87.6	52.1
26日午後2時	148	206	206	210.5	211.5	209.5	209	211.5	206.5	211.5	209.5	88.8	62.3
27日午前2時	160	206	206	211.5	211.5	209.5	209.5	211.5	208	211.5	210	88.1	57.6
27日午後2時	172	207	208	212	211.5	211	211.5	212	209	213	209	81.2	59.3
28日午前2時	184	207	207.5	210.5	210.5	208.5	207	211.5	208.5	210.5	207	88.6	56.3
28日午後2時	196	208.5	209	213	212	211.5	209.5	213	209	211.5	210	96.0	55.2
29日午前2時	208	208	209	211.5	211.5	211	209.5	213	209	212.5	209.5	96.6	52.0
29日午後2時	220	209	210	214.5	215.5	213	211.5	214.5	210	213	211.5	94.0	58.0
30日午前2時	232	209	209.5	212	211.5	210	209.5	214	211.5	211.5	209.5	92.6	52.5
30日午後2時	244	208.5	209	214.5	212	211.5	211.5	215.5	212	211.5	209.5	91.5	58.6
31日午前2時	256	209	209.5	214	211.5	209.5	210	214	210.5	210	209	93.2	52.5
31日午後2時	268	210	211	215	214.5	212	214.5	215.5	211	211.5	211.5	93.8	55.3
8月1日午前2時	280	210	210.5	215.5	214.5	211.5	211.5	214.5	212	211.5	210	91.7	49.0
1日午後2時	292	211	212	214.5	213	211.5	211.5	214	213	213	211.5	92.8	53.7
2日午前2時	304	211	211.5	214.5	214	211.5	211.5	214.5	213	211.5	211	92.5	54.1
2日午後2時	316	211	211	214.5	213.5	211.5	211.5	214	213	211.5	211.5	94.0	53.5
3日午前2時	328	211	211.5	214	211.5	211.5	210	214.5	213.5	211.5	210	93.3	48.0

注意 参考の爲當時のガス流速及ガス收縮率とを併記した
 但しこのガス量には温度の補正を加へてゐない
 觸媒層の温度測定點の位置に就ては第1圖を参照されたし

第 6 表 瓦斯分析の一例

日 時	實驗 時間 時	瓦斯の 種類	瓦 斯 組 成				vol. %			有効ガス 含量 %
			CO ₂	O ₂	CmHn	CO	H ₂	CnH _{2n+2}	N ₂	
7月20日午前3時	—	合成	7.2	0.3	—	28.4	54.9	2.3	6.9	82.4
		反應	14.0	0.1	0.0	21.5	45.0	9.3	10.1	
20日午後3時	5	合成	7.7	0.1	—	27.4	56.3	2.2	6.3	82.2
		反應	19.4	0.0	0.2	19.4	39.2	12.1	9.7	
21日午前3時	17	合成	5.2	0.1	—	30.4	56.0	1.8	6.5	84.0
		反應	13.1	0.0	0.2	24.8	41.0	9.3	11.6	
21日午後3時	29	合成	6.1	0.1	—	28.7	56.5	1.6	7.0	84.8
		反應	16.9	0.0	0.4	21.3	35.4	12.9	13.1	
22日午前3時	41	合成	6.2	0.2	—	29.0	56.8	1.9	5.9	85.2
		反應	14.9	0.1	0.4	24.0	36.8	12.7	11.1	
22日午後3時	53	合成	6.0	0.2	—	28.2	57.5	1.5	6.6	84.6
		反應	17.0	0.1	0.3	22.3	37.7	11.8	10.8	
23日午前3時	65	合成	6.3	0.2	—	28.2	57.9	1.0	6.4	84.6
		反應	16.5	0.2	0.7	21.4	37.6	14.1	9.5	
23日午後3時	77	合成	7.3	0.1	—	26.9	57.2	1.5	7.0	80.7
		反應	19.9	0.3	0.3	19.4	37.9	12.1	10.1	
24日午前3時	89	合成	7.0	0.2	—	27.6	55.3	2.0	7.9	82.8
		反應	16.6	0.2	0.6	19.8	37.6	13.8	11.4	
24日午後3時	101	合成	7.4	0.1	—	28.9	56.5	1.3	5.8	84.7
		反應	18.2	0.2	0.3	22.2	37.2	11.5	10.4	
25日午前3時	113	合成	6.7	0.1	—	27.0	57.5	1.7	7.0	81.0
		反應	17.0	0.2	0.9	17.2	36.6	16.5	11.6	
25日午後3時	125	合成	7.4	0.2	—	26.4	56.2	1.5	8.3	79.2
		反應	18.6	0.1	0.4	21.0	36.1	11.7	12.1	
26日午前3時	137	合成	7.2	0.1	—	28.4	55.6	1.6	7.1	83.5
		反應	15.2	0.1	0.7	23.5	37.9	12.1	10.5	
26日午後3時	149	合成	7.4	0.2	—	27.7	53.5	2.9	8.3	80.3
		反應	22.8	0.3	0.4	15.2	29.1	18.5	13.7	
27日午前3時	161	合成	7.0	0.1	—	28.6	57.5	1.3	5.5	85.8
		反應	18.1	0.1	0.5	19.9	30.7	19.4	11.3	
27日午後3時	173	合成	6.8	0.2	—	28.8	54.8	2.6	6.8	82.2
		反應	21.2	0.0	0.4	18.0	29.0	19.0	12.4	
28日午前3時	185	合成	7.1	0.1	—	28.0	57.1	1.5	6.2	84.0
		反應	18.3	0.0	0.8	18.8	30.4	20.5	11.2	
28日午後3時	197	合成	7.6	0.2	—	27.5	56.9	1.6	6.2	82.5
		反應	20.6	0.1	0.5	16.8	34.0	17.4	10.6	
29日午前3時	209	合成	7.0	0.1	—	28.3	56.8	1.3	6.5	84.9
		反應	16.5	0.0	0.6	20.6	36.6	17.1	8.6	
29日午後3時	221	合成	7.9	0.2	—	27.7	55.8	2.6	5.8	83.1
		反應	20.8	0.1	0.2	16.7	32.0	18.6	11.6	

兒玉, 舟阪, 橋本, 村田, 平尾, 田原, 松村, 河東, 多羅間, 竹崎, 陸田 : ガソリン合成
 中間工業試験 第九回報告

30日午前3時	233	合成	7.5	0.1	—	27.9	56.0	1.9	6.6	83.7
		反應	18.0	0.1	0.8	18.6	32.1	20.6	9.8	
30日午後3時	245	合成	7.4	0.2	—	27.2	57.0	2.3	5.9	81.3
		反應	20.7	0.1	0.7	14.8	31.5	20.4	11.8	
31日午前3時	257	合成	7.0	0.0	—	27.8	57.2	2.4	5.6	83.4
		反應	17.8	0.0	1.0	19.2	32.7	18.6	10.7	
31日午後3時	269	合成	7.4	0.2	—	28.0	57.0	1.3	6.1	84.0
		反應	20.3	0.0	0.5	16.4	30.9	20.2	11.7	
8月1日午前3時	281	合成	7.4	0.1	—	28.1	56.4	1.6	6.4	84.3
		反應	16.8	0.2	0.7	21.5	34.3	17.5	9.0	
1日午後3時	293	合成	6.8	0.2	—	28.8	55.3	1.9	7.0	83.0
		反應	19.0	0.2	0.4	18.8	31.0	19.1	11.5	
2日午前3時	305	合成	6.8	0.1	—	28.3	57.3	1.2	6.3	84.9
		反應	15.9	0.1	1.0	19.6	35.7	18.7	9.0	
2日午後3時	317	合成	7.0	0.0	—	27.8	57.8	1.6	5.8	83.4
		反應	18.3	0.1	0.4	19.6	32.0	17.6	12.0	
3日午前3時	329	合成	6.8	0.1	—	28.3	57.1	1.2	6.5	84.9
		反應	15.1	0.0	0.9	21.0	34.6	16.7	11.7	

注意 CmHn とあるのは濃硫酸にて定量した値である

第7表 瓦斯組成の變化(平均値)

日 時	實驗 時間 時	瓦斯 の 種類	CO ₂	O ₂	Cm Hn	CO	H ₂	vol. % CnH _{2n+2}	N ₂	有効ガ ス含量 %	ガ ス 收 縮 率 %	COの 變 化 率 %	消費率 CO: H ₂
7月20日午前10時	0	合成	6.9	0.2	—	28.3	56.4	1.8	6.4	84.6	52.4	64.0	1:2.16
~	~	反應	17.4	0.1	0.3	21.2	36.5	13.1	11.4				
21日午前10時	24	殘留	8.3 (1.4)	0.0	0.1	10.2	17.4	6.2 (4.4)	5.4				
21日午前10時	24	合成	6.0	0.2	—	29.2	57.2	1.7	5.7	85.8	58.2	67.5	1:2.14
~	~	反應	15.2	0.1	0.5	22.6	36.0	12.7	12.9				
22日午前10時	48	殘留	6.4 (0.4)	0.0	0.2	9.5	15.1	5.3 (3.6)	5.3				
22日午前10時	48	合成	6.3	0.2	—	28.3	57.3	1.6	6.3	86.0	58.2	66.8	1:2.17
~	~	反應	16.0	0.2	0.4	22.3	38.8	12.4	9.9				
23日午前10時	72	殘留	6.7 (0.4)	0.1	0.2	9.4	16.3	5.2 (3.6)	3.9				
23日午前10時	72	合成	6.5	0.1	—	28.1	56.2	1.7	7.4	84.3	57.7	70.1	1:2.04
~	~	反應	18.1	0.2	0.4	19.9	37.9	12.9	10.6				
24日午前10時	96	殘留	7.7 (1.2)	0.1	0.2	8.4	16.0	5.5 (3.8)	4.4				
24日午前10時	96	合成	6.8	0.2	—	28.1	57.4	1.5	6.0	84.3	58.6	71.2	1:2.11
~	~	反應	17.2	0.1	0.5	19.5	36.8	14.5	11.4				
25日午前10時	120	殘留	7.1 (0.3)	0.0	0.2	8.1	15.3	6.0 (4.5)	4.7				

25日午前10時	120	合成	7.2	0.2	—	27.8	56.5	1.5	6.8	83.4	55.1	66.5	1:2.17
~	~	反應	17.1	0.2	0.4	20.6	36.3	12.9	12.5				
26日午前10時	144	殘留	7.7 (0.5)	0.1	0.2	9.3	16.3	5.8 (4.3)	5.5				
26日午前10時	144	合成	7.1	0.1	—	28.4	56.0	1.6	6.8	84.0	60.8	75.7	1:2.09
~	~	反應	20.7	0.1	0.7	17.7	28.0	19.6	13.2				
27日午前10時	168	殘留	8.1 (1.0)	0.0	0.2	6.9	11.0	7.7 (6.1)	5.3				
27日午前10時	168	合成	6.9	0.2	—	28.4	56.5	1.7	6.3	84.8	61.9	77.8	1:2.05
~	~	反應	20.7	0.1	0.6	16.6	29.1	20.8	12.1				
28日午前10時	192	殘留	7.9 (1.0)	0.0	0.2	6.3	11.1	7.9 (6.2)	4.7				
28日午前10時	192	合成	7.2	0.2	—	28.1	56.2	1.6	6.7	84.3	58.6	73.0	1:2.09
~	~	反應	18.7	0.1	0.7	18.3	32.3	18.7	11.2				
29日午前10時	216	殘留	7.7 (0.5)	0.0	0.3	7.6	13.4	7.8 (6.2)	4.6				
29日午前10時	216	合成	7.5	0.2	—	28.0	56.1	1.6	6.6	84.0	55.3	71.4	1:2.10
~	~	反應	19.1	0.1	0.7	17.8	31.6	18.6	12.1				
30日午前10時	240	殘留	8.5 (1.0)	0.0	0.3	8.0	14.1	8.3 (6.7)	5.5				
30日午前10時	240	合成	7.5	0.1	—	27.9	56.9	1.8	5.8	83.7	54.7	72.0	1:2.10
~	~	反應	18.7	0.1	0.7	17.1	32.3	19.7	11.4				
31日午前10時	264	殘留	8.5 (1.0)	0.0	0.3	7.8	14.7	8.9 (7.1)	5.1				
31日午前10時	264	合成	7.4	0.1	—	28.0	57.0	1.4	6.1	84.0	53.2	68.5	1:2.16
~	~	反應	18.2	0.0	0.7	18.7	33.0	18.7	10.7				
8月1日午前10時	288	殘留	8.5 (1.1)	0.0	0.3	8.8	15.4	8.8 (7.4)	5.0				
1日午前10時	288	合成	7.0	0.2	—	28.4	56.8	1.4	6.2	85.2	53.2	69.0	1:2.10
~	~	反應	17.4	0.1	0.8	18.6	33.2	19.1	10.8				
2日午前10時	312	殘留	8.2 (1.2)	0.0	0.4	8.7	15.5	8.9 (7.5)	5.1				
2日午前10時	312	合成	6.9	0.1	—	28.2	56.8	1.4	6.6	84.6	50.3	64.9	1:2.20
~	~	反應	16.4	0.0	0.9	20.0	33.3	16.9	12.5				
3日午前10時	336	殘留	8.1 (1.2)	0.0	0.4	9.9	16.5	8.4 (7.0)	6.4				

注意 CmHn とあるのは濃硫酸により定量した値である
 殘留とあるのは反應ガス組成を合成ガス100の割合に換算した値

第 8 表 小 規 模 合 成 實 驗 成 績

日 時	實驗 時間 時	反應 溫度 °C	瓦斯 流量 l	瓦斯 流速 l/hr	瓦 斯 收 縮 率 %	液 狀 物 水	收 量 燈 油	ガ ソ リン	cc 油 分 合 計	液 狀 物 收 率 cc/m ³ 水 合 成 油
7月20日午前10時	0	204								
~	~	~	88.1	3.7	62.5	13.1	0.6	1.9	2.5	149 28
21日午前10時	24	205								
21日午前10時	24	206	90.4	3.8	64.6	14.8	1.9	4.1	6.0	164 66
~	~	~								
22日午前10時	48									

兒玉, 舟阪, 橋本, 村田, 平尾, 山原, 松村, 河東, 多羅間, 竹崎, 陸田 : ガソリン合成
中間工業試験 第九回報告

22日午前10時	48											
23日午前10時	72	206	90.0	3.8	64.6	15.1	2.0	5.0	7.0	168	78	
					(75.1)					(195)	(91)	
23日午前10時	72											
24日午前10時	96	206	89.2	3.7	61.7	14.4	1.8	5.0	6.8	162	76	
24日午前10時	96	206										
25日午前10時	120	207	87.8	3.7	57.2	13.5	1.8	4.5	6.3	154	72	
25日午前10時	120											
26日午前10時	144	207	94.2	3.9	61.9	12.4	1.8	3.9	5.7	132	61	
26日午前10時	144											
27日午前10時	168	210	93.3	3.9	54.3	13.8	1.4	3.8	5.2	148	56	
27日午前10時	168	210										
28日午前10時	192	211	92.1	3.8	48.0	13.4	1.6	3.4	5.0	146	54	
28日午前10時	192	211										
29日午前10時	216	212	93.1	3.9	48.7	12.5	1.4	2.9	4.3	134	46	
29日午前10時	216	212										
30日午前10時	240	213	93.2	3.9	47.7	12.1	1.2	3.5	4.7	130	50	
30日午前10時	240	213										
31日午前10時	264	213	94.3	3.9	52.5	11.2	1.1	3.3	4.4	119	47	
31日午前10時	264	214	85.0	3.5	45.6	10.7	1.1	2.9	4.0	126	47	
8月1日午前10時	288											
1日午前10時	288	215	87.4	3.6	47.8	11.4	1.0	3.5	4.5	131	52	
2日午前10時	312											
2日午前10時	312	215	85.5	3.6	44.0	10.0	1.0	2.5	3.5	117	41	
3日午前10時	336											
總 計	0	204										
(平均)	336	215	1227.8	3.7	53.5	178.4	19.7	50.2	69.9	145	57	
					(63.3)					(172)	(67)	

注意 ガス量には温度の補正を加へた

括弧内の値は合成ガスの有効ガス含量より換算した値

第 9 表 合 成 爐 の 温 度 分 布

中央よりの距離 cm	温 度 測 定 點						
	1	2	4	5	7	8	
0	216	214	209.5	214.5	214.5	211.5	
10	217	211.5	211.5	214.5	214.5	211.5	
20	216.5	212	212.5	214.5	214.5	211.5	
30	215.5	213	213	214.5	214.5	211.5	
40	215.5	214	213	214.5	214.5	212	
50	215.5	211.5	213	214.5	213.5	214.5	

注意 1) 温度測定點は第1圖に明示してある 2) 中央よりの距離とあるのは中央より冷却管の方向に平行に外壁の方に測つた距離である (第1圖の左圖参照)

第 10 表 A 合 成 油 の 性 質 (1 例)

試 料	比 重 d_4^{20}	屈折率 n_D^{20}	沃素價 (臭化ビリ ヂン法)	蒸 溜 試 験 °C				
				初溜	10%	50%	90%	95%
原 油	0.7045	1.4018	53.5	35.0	55.0	115.5	265.0	—
ガ ソ リ ン	0.6808	1.3884	58.8	29.0	41.1	78.6	155.0	—
燈 油	0.7339	1.4174	16.6	96.0	137.8	180.1	232.0	249.0

第 10 表 B 合 成 生 成 物 の 酸 價 (1 例)

試 料	全 酸 價	無機酸價	有機酸價
水	2.92	2.75	0.17
ガ ソ リ ン	0.15	0.03	0.12
燈 油	0.24	0.10	0.14
原 油	0.20	0.02	0.18

第 10 表 C ガソリン及燈油の比重, 屈折率及沃素價

日		1	2	3	4	5	6	7
比 重	d_4^{20} {揮發油	0.6814	0.6808	0.6841	0.6871	0.6861	0.6839	0.6892
	{燈油	0.7411	0.7404	0.7339	0.7431	0.7353	0.7422	0.7465
屈折率	n_D^{20} {揮發油	1.3894	1.3885	—	1.3898	—	1.3914	1.3903
	{燈油	1.4194	1.4175	1.4174	1.4185	1.4176	1.4191	1.4181
沃素價	{揮發油	46.5	58.8	75.7	77.3	74.0	78.6	81.5
	{燈油	11.3	15.3	16.6	16.9	15.3	17.2	16.8
日		8	9	10	11	12	13	14
比 重	d_4^{20} {揮發油	0.6885	0.6826	0.6824	0.6859	0.6845	0.6921	0.6870
	{燈油	0.7441	0.7421	0.7433	0.7417	0.7465	0.7465	0.7491
屈折率	n_D^{20} {揮發油	1.3910	1.3914	1.3894	1.3920	1.3906	1.3944	1.3920
	{燈油	1.4178	1.4189	1.4194	1.4200	1.4208	1.4210	1.4217
沃素價	{揮發油	63.7	87.5	86.3	85.8	89.5	89.1	94.8
	{燈油	15.9	18.1	17.3	16.6	17.7	19.4	19.9

注意 比重はピクノメーター, 屈折率はアツベ屈折計, 沃素價は臭化ビリヂン法, 蒸溜試験と酸價試験とは日本標準規格法によつた。

總 括

1) コバルト觸媒を使用し, 容量毎時 100 m³ の合成ガスを處理する熱水冷却式合成装置により正味 2 週間に亘り合成實驗を行つた。

2) その結果全實驗を通じ反應溫度 200~215°C, ガス流速平均 79.6 m³/hr. に於て平均ガス收縮率 56.2%, 平均水收率 168 cc/m³, 平均合成油收率 86 cc/m³, 平均ガソール收率 7 l/m³ を示し, これを全實驗を通じての合成ガスの有効ガス含量 84.5% より換算すると平均ガス收縮率 66.5%, 平均水收率 199 cc/m³, 平均合成油收率 102 cc/m³, 平均ガソール收率 8 l/m³ を示し極めて良好な合成成績を得た。

3) かくしてかかる方式の熱水冷却式合成爐の工業的使用可能性が立證され、合成爐の設計に關して合成石油試験工場の設立の目的は達成された。(昭和15年8月)

後 記

本合成試験をなすに當り、装置の設計及建設には兒玉信次郎、河東準、橋本義一郎、平尾説市；觸媒の製造には村田義夫；水性ガスの發生には舟阪渡、橋本義一郎；電解水素の製造には湯淺幸雄、白石博；ガスの精製には陸田直行、高山正忠；合成試験には松村彰一、村田義夫、堀川喜八郎、鎌野辰雄、梅村正、竹崎嘉眞、田原秀一、多羅間公雄、中井周二、河東準、平尾説市、田中正三、櫻井武雄、平井直行、卯尾義行、岩本健治郎、清水丈、水谷内剛；工場運轉の各部の連絡には兒玉信次郎、舟阪渡；以上の諸氏が夫々を擔當し、他に本試験工場員一同の協力により遂行されたのである。

株式會社住友本社及化學工業株式會社より財政上及技術上多大の御援助を得た。殊に津上雄三及八木裕兩氏より技術上多大の御助力を得た。茲に記して感謝の意を表する。

熱水冷却式合成装置の設計製作及本實驗を爲すに際して、川崎重工業株式會社より技術上多大の御援助を得た。殊に郷田兼則及田中正三兩氏より技術上多大の御助力を得た。茲に記して感謝の意を表する。

松永六二先生より引續き種々御助力を賜つてゐるが、殊にこの毎時 100 m³ の合成装置一式の設計製作及實驗を爲すに當り多大の御助力を賜つた事を茲に記し感謝の意を表するものである。

本實驗を爲すに際し、帝國燃料興業株式會社の常岡俊三氏；北海道人造石油株式會社の中井周二、鎌野辰男、高山正忠、田代榮一、膳龜正雄、中川正之、香森現の諸氏；滿洲合成燃料株式會社の堀川喜八郎、梅村正、齋藤茂、武田信行の諸氏；京大工學部工業化學科學生の福田正一君；京大工學部燃料化學科學生の笠井研一、中井次郎丸、市川克彦、三井隆、中山正三、西林義文、武上善信、矢野武夫の諸君の御助力を得た。茲に記して感謝の意を表する。

文 獻

(1) 合成石油試験工場に於て今日まで遂行された實驗結果に就ては第1回報告は、化學研究所講演集第8輯、第2,3回報告は第9輯、第4,5,6回報告は第10輯、第7,8回報告は第11輯に報告されてゐる。

(2) 第8回報告 化學研究所講演集第11輯