

東京電力株式会社千葉火力発電所納第3号汽罐酸洗について

Acid Cleaning for No. 3 Boiler of the Chiba Thermal Power Station, Tokyo Electric Power Co., Inc.

小 沢 紀 元* 山 田 明**
Kigen Ozawa Akira Yamada

内 容 梗 概

酸洗は従来はあまり実施されていなかったが、最近の急速な汽罐の高温高圧化に伴って、しだいに大形汽罐に対しても実施されるようになってきた。今回、日立製作所では東京電力株式会社納千葉火力発電所第3号汽罐の酸洗を行った。酸洗は5%塩酸の浸漬法により実施したものである。本文ではこれらの設備および経過について概要を記述する。

1. 緒 言

東京電力株式会社千葉火力発電所納第3号汽罐は、汽罐の主体は米国バブコック社より輸入されたものであるが、部品の一部の製作および据付、運転そのほかは日立製作所で取まとめたものである。去る10月の火入れに引続いてソーダ煮、スチームフラッシング、安全弁および負荷燃焼試験などの試運転を実施し、次に12月末より10日間にわたり汽罐酸洗を行った。酸洗の方法には、浸漬法、循環法、高圧噴射法および噴霧法などがあるが、これらのいずれの方法を採用すべきかは、設備の形状、大きさおよびスケールの量、硬度および化学成分などにより決定すべき問題である。

汽罐本体の酸洗には、一般に浸漬法および循環法が採用されている。両者の方法にはおのおの長所短所があり、上記条件の考慮とともに、塩酸濃度の均一性、溶液の接触の均等化、設備、作業の複雑性および作業人員などを合わせて考慮すべきである。本汽罐はコンサルトエンジニアたるギルバート社の勧告により浸漬法により実施した。

以下これらの概要につき順を追って記述することとする。

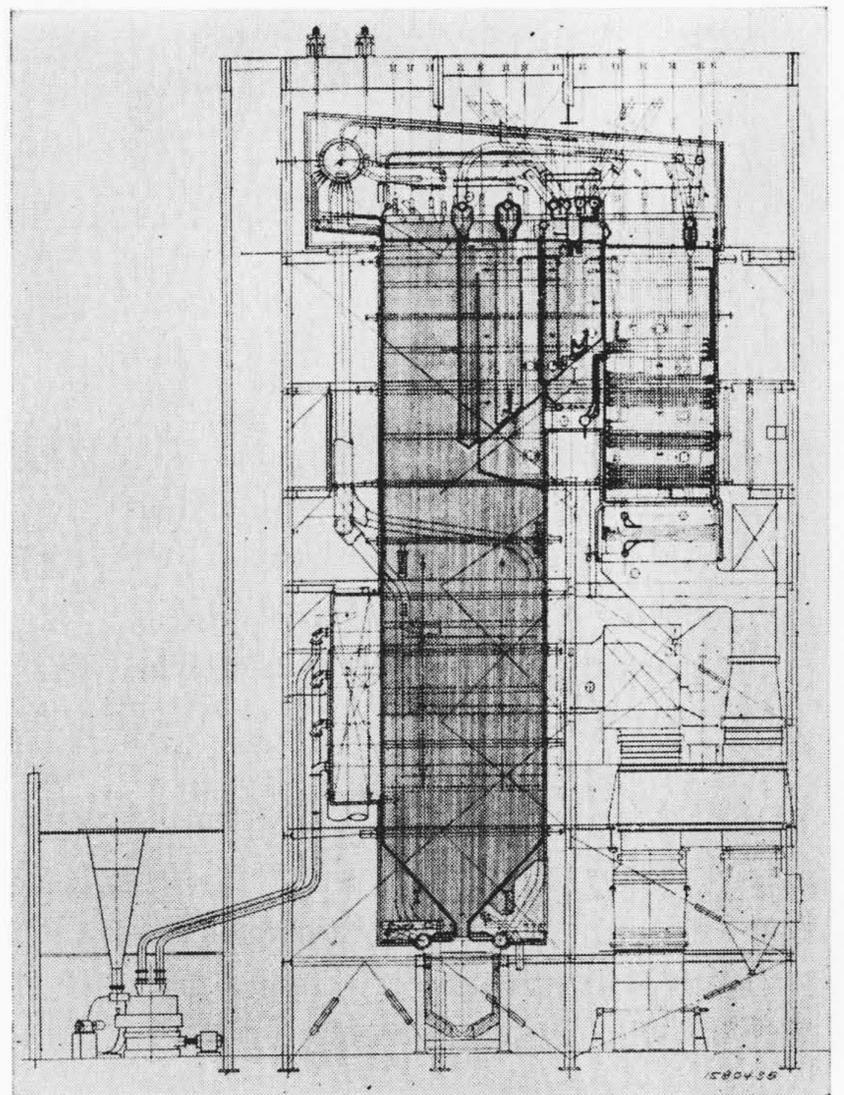
2. 酸 洗 の 目 的

酸洗の目的は、管の熱処理により生ずる酸化物すなわち一般に黒皮と呼ばれているミルスケールや、組立中に空気中の水分により生成した銹および熔接ならびに管曲げ加工中に生成したスケールなどを除去することにある。

これらの酸化膜は化学的には比較的多孔性であり、かつ膜自体が不均一であるため、局部電池を形成して腐食を増大せしめるので、これらを極力除去して腐食生成の要因をなくするためである。

* 東京電力株式会社千葉火力発電所機械課

** 日立製作所日立工場



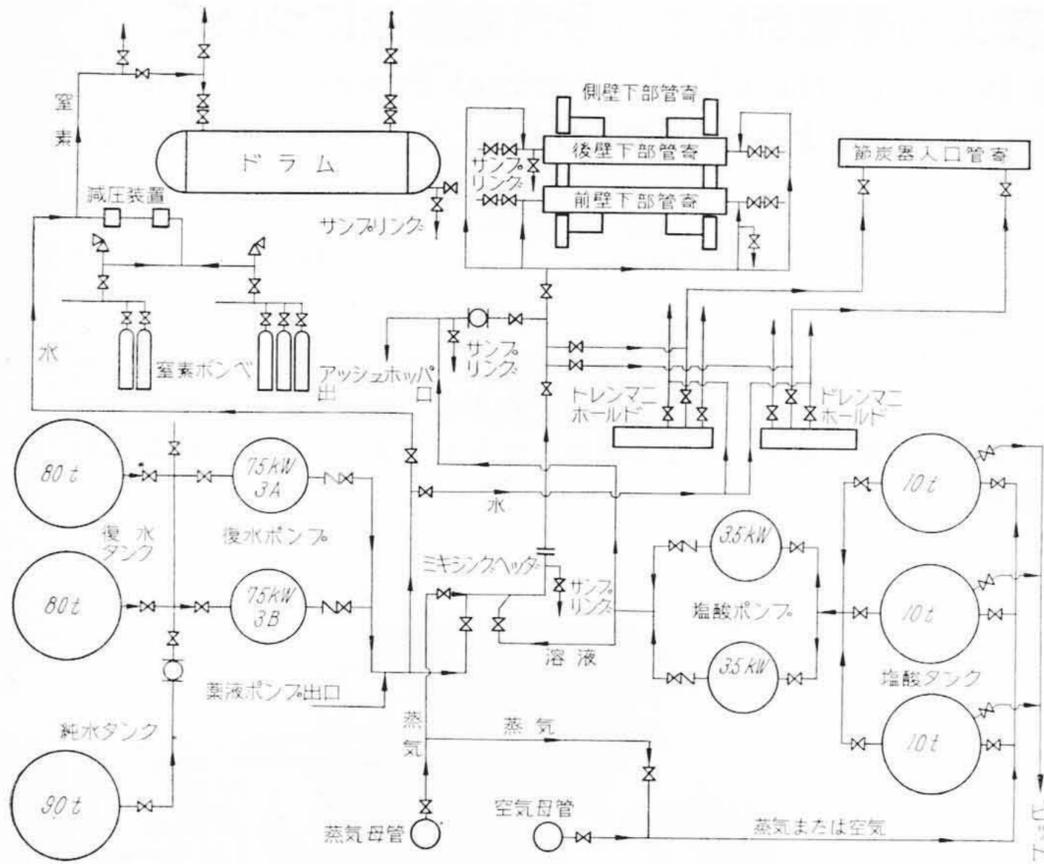
第1図 汽 罐 断 面 図

3. 汽 罐 の 仕 様 お よ び 酸 洗 設 備 概 要

3.1 汽罐の仕様

汽罐の仕様は下記のとおりであり、第1図は汽罐の断面図を示している。

形 式	B&W 単胴放射形再熱汽罐
蒸 発 量	590 t/h
蒸気圧力(過熱器出口において)	174 kg/cm ² g
蒸気圧力(再熱器出口において)	35.5 kg/cm ² g
蒸気温度(過熱器出口において)	571°C
蒸気温度(再熱器出口において)	543°C
燃焼方式	微粉炭、重油専焼および混焼



第2図 酸洗配管系統図

3.2 酸洗設備の概要

(1) 塩酸貯蔵タンク	10m ³	3基
(2) 塩酸輸送ポンプ	0.5 m ³ /min	2台
(3) 復水タンク(既設)	80 m ³	4基
(4) 純水タンク(既設)	90 m ³	1基
(5) 復水輸送ポンプ(既設)	2.28 m ³ /min	2台
(6) 混合加熱装置(ミキシングヘッド)		1基
(7) 窒素集合装置		一式
(8) 付属配管		一式

設備の概要は上記のとおりであり、これらの配管系統を第2図に示している。所内空気母管より溶液かく拌用の7kg/cm²の圧力の空気を取り出し、溶液の加熱用蒸気は、既設第1,2号汽罐の補助蒸気母管より分岐して使用した。蒸気の圧力は7kg/cm²であった。塩酸タンク、ポンプおよび窒素集合装置は屋外に設置し、そのほかは全部屋内の適当な場所に設置した。屋外設備に対しては、夜間照明、雨蓋および風おおいを設けて万全を期した。

酸洗全般にわたって復水を使用する計画としたため、復水タンクは第4号汽罐のものを2基流用することとした。塩酸および復水ポンプのおのおの1台は予備として準備しておいた。

3.3 機器および配管の据付

停罐より酸洗のための汽罐予熱までは3日間の予定であり、しかも汽罐の冷却に少なくとも1日半を要するので、機器および配管の据付にあたっては、停罐後に作業する箇所を極力少なく計画し、できるかぎり作業は停罐前に実施するようにした。

(1) 停罐前に据付完了せる設備は次のとおりであ

る。

- (a) 塩酸ポンプおよびタンク回りの配管弁類
- (b) 復水ポンプ出口フランジよりミキシングヘッドを経て各管寄およびドレン配管ブランチ部までの給水配管弁類
- (c) 給水管のブランチ部よりの排出配管弁類
- (d) 空気、蒸気および薬液注入配管弁類
- (e) 窒素集合装置および封入配管弁類
- (f) ドラム空気抜配管弁類
- (g) 酸洗中の閉鎖弁にはすべて赤札を付し、空気抜配管の近辺には火気厳禁の表示

(2) 停罐後に据付せる設備

(a) 前後壁下部管寄ドレン管と

給水配管との接続

- (b) 窒素封入配管とドラム空気抜管との接続
- (c) 排出管のアッシュホッパ出口への挿入
- (d) 復水ポンプ出口配管の接続替え
- (e) 給水管と節炭器、前部ケージおよび一次過熱器ドレン配管との接続
- (f) 試験片のドラム内への取付け
- (g) 本水面計の仮水面計との取替え

3.4 機器および配管据付後の準備

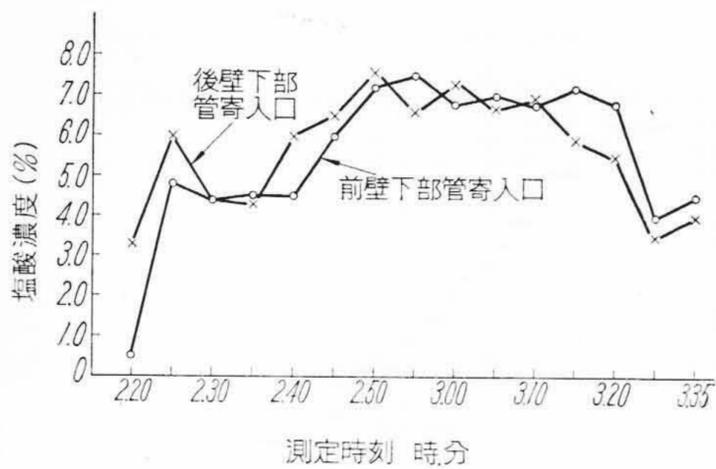
機器および配管の接続、据付けを完了したのち、下記の点検を行って設備の完璧を期するとともに、総合的な試運転によって作業者の訓練を行った。

- (1) 汽罐回り弁類および酸洗関係弁類の開閉の確認
- (2) 配管系の水圧試験による漏洩の有無の点検
- (3) 機器および配管系の総合試運転、特に各弁の開閉の手順および度合などの訓練
- (4) 薬品、携帯電話および分析器具そのほか一切の設備の点検

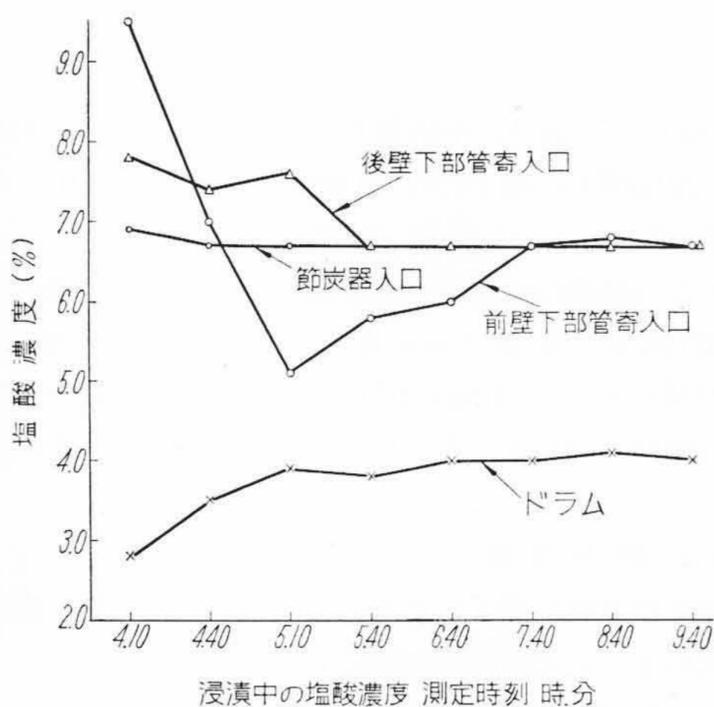
4. 酸 洗

4.1 酸洗の準備

酸洗の実施にあたり、事故の皆無を期すべく、再三、再四にわたる検討の結果、実施期日の選定、方法および薬品などの詳細について打合わせした。方法は前記のように浸漬法を採用し、5%塩酸に腐食抑制剤としてダウエルA72を混入して、温度70°Cに加熱して注入し、6時間の浸漬を行った。酸洗の範囲はドラム、水壁および節炭器であり、過熱器および再熱器は除外した。



第5図 酸液注入時の濃度の変化



第6図 酸液浸漬中の濃度の変化

4.3.2 酸液注入および浸漬

(1) 塩酸および復水ポンプを運転し、塩酸濃度5%を目標とし、温度は70°Cを目標として蒸気を注入した。結果は温度および濃度は、68°Cと4.9%であった。第5図は注入時の塩酸濃度の変化を示している。

(2) 混合および加熱はすべてミキシングヘッドにて実施したので、温度および濃度の調整は、迅速なる弁の開閉が必要であったが、安定するのに約5分要した。

(3) 注入時の酸液の温度測定は30秒ごとに実施できたが、濃度の測定は人員の都合により2分ごとが精一杯であった。注入には約1.5時間要した。

(4) 注入は、水壁ドレン管より行い、ドラムに溶液が見えはじめたら水壁よりの注入を停止し、次に節炭器のみから注入し、これが完了したならば、ドラムの水位に注意しながらできるかぎりドラム一杯になるようにした。実際は標準水面より375mm上部まで注入した。

(5) 塩酸溶液の浸漬時間は注入完了後7時間である。

(6) この間濃度および鉄分の測定を実施した。測定箇所は、前後水壁下部管寄入口、節炭器入口およびドラム下部の4箇所で、濃度は1時間ごと、鉄分は30分ごとに行った。結果については、第6図の浸漬中の酸濃度の変化および第2表の鉄分の測定値に示すとおりである。

(7) 浸漬後窒素を封入してブローした。この際の塩酸排水濃度は4.2~4.3%であった。温度は60°C前後であった。

(8) 塩酸排水ブローの場合には、pHが6以上になるように45%苛性ソーダ液を排出管の途中に設けられた注入口より送入した。ソーダ液の貯蔵は、塩酸タンクを使用する計画であったので、塩酸の注入が終了したらただちに2基の塩酸タンクに残留せる塩酸は炭酸ソーダにて中和して排棄し、次に苛性ソーダ液を入れて本操作に利用した。

(9) 鉄分の濃度が制限値10,000 p.p.m.以上になったならば、ただちに塩酸溶液のブローなど次の操作がいつでもできるように待機していたが、第2表に示すように最高値が9,800 p.p.m.であったので計画どおりに実施した。

4.3.3 水洗処理

管内面に付着せる塩酸溶液を極力除去して、引続いて行う中和処理を有効に行うため2回にわたって水洗を実施した。

第2表 酸液浸漬中の鉄分の変化

単位 p.p.m.

測定箇所 測定項目 測定時刻	前壁下部管寄入口			後壁下部管寄入口			節炭器入口			ドラム下部		
	2, 3価鉄イオン合計	3価鉄イオン	全鉄分									
4.10	800	50	1,750	600	45	1,450	750	45	1,550	5,825	270	9,775
4.40	3,550	50	3,680	3,250	60	3,170	2,400	50	2,570	8,550	150	9,050
5.10	3,300	50	3,400	3,300	50	3,425	3,450	45	3,550	7,170	50	7,550
5.40	3,350	25	3,450	3,300	25	3,400	3,100	50	3,200	6,150	50	6,250
6.40	3,350	痕跡	3,400	3,250	痕跡	3,275	3,250	痕跡	3,300	5,850	痕跡	5,850
7.40	3,550	痕跡	3,575	3,300	痕跡	3,350	3,200	痕跡	3,200	5,950	痕跡	5,950
8.40	3,400	痕跡	3,450	3,450	痕跡	3,450	3,350	痕跡	3,450	5,850	痕跡	5,850
9.40	3,500	痕跡	3,525	3,450	痕跡	3,475	3,400	痕跡	3,450	5,800	痕跡	5,825

(1) 注水温度55°Cで第1回の水漲りを行う。所要時間は1時間20分であった。

(2) ただちに窒素をドラム空気抜配管より封入して排液のサンプルをとりながらブローした。

(3) 第2回の水漲りは、同じく温度55°Cで注入し、窒素を封入してブローした。

(4) 各ブロー時のサンプル分析の結果、第1回と第2回の排液の塩酸濃度は、おのおの 875 p. p. m. と 205 p. p. m. であり、全鉄分は 450 p. p. m. と 70 p. p. m. であった。

4.3.4 中和処理

塩酸溶液の浸漬により、次の水洗処理にても完全に除去できなかった塩酸溶液の中和および保護被膜の作成を目的として次の要領で中和処理を行った。

(1) 仮水面計は 10 kg/cm² 耐圧のものであり、中和処理は 35 kg/cm² で実施するので本水面計と取り替え、続いて再度配管弁類の点検を行った。

(2) 25%ソーダ溶液を調合するため、炭酸ソーダ 2.5 t および亜硫酸ソーダ 25 kg を使用し蒸気にて水を加熱し、空気にてかく拌して調合した。

(3) これを復水ポンプ、塩酸ポンプおよび加熱用蒸気を使用してミキシングヘッドにて55°Cで、濃度1%を目標として注入した。

(4) 一度ドラム上部までソーダ溶液を注入したのち、少し窒素を封入して標準水面までブローして下降させた。

(5) 次にケージ、一次および二次過熱器に封入されていた純水を全部抜出した。

(6) 軽油バーナを使用し、35 kg/cm²g まで昇圧した。昇圧および降圧は計画に従って実施した。

(7) 昇圧に際しては、二次過熱器入口ガス温度は482°C以下に保持するように燃焼を監視した。

(8) 中和処理が終了したならば、バーナを消火し、誘引通風機を使用して放冷を開始し、約16時間放置しておいた。

(9) 中和工程中のソーダ溶液の分析値は、炭酸ソーダ濃度が下部管寄で2~3%であり、ドラムでは1%前後であった。

(10) ドラムの温度が100°Cに達したときに、窒素ガスによりブローを行った。このときの排液温度は62°Cであり、濃度は1.6%であった。

(11) 送水温度67°Cで水漲りし、窒素の封入を行わずブローを実施し、各ドレン系は全部開放のままとした。

(12) 引続いて汽胴マンホールおよびケーシングドアなど全部開放して冷却を行った。

4.3.5 開放点検

(1) ドラム、水壁ドレン管および節炭器入口管に設

置した試験片を取り出して、状況を観察するとともに、重量を計測した。

(2) 水壁下部管寄、側壁下部管寄、分割壁下部および節炭器入口管寄などのハンドホールを取はずし、電灯で照してミルスケールの除去状態を点検した。側壁後部下部管寄には粘土状のスケールが底のほうに堆積していた。これ以外の管寄はすべて清浄であった。

(3) ドラムのバップルプレートの一部を取除いて、ドラム内面を点検してのち、ゴムホースにて純水を使用して念入りに洗浄を行った。

5. 結果に対する検討

(1) 試験片、ドラム内部および各管寄のハンドホールよりの点検によると、ミルスケールは完全に除去されており、黒色の保護被膜でおおわれていたので、点検できなかった部分も、これらと同様と想像され、酸洗の結果は良好であったと考えられる。

(2) ミルスケールの化学組成は、酸化第一鉄、酸化第二鉄および四三酸化鉄より成立っており、これらのうち前二者は塩酸に溶解されやすく、四三酸化鉄は溶解しにくいので、浸漬の初めには、浮遊物の形で測定されたが、約3時間後には、2価と3価の鉄イオンの量と全鉄の量がほとんど同一になり完全に溶解したことを示している。これらの状況は、実測値の第2表に示されている。

(3) 汽罐予熱の際のドラム上部の温度は、もっと低温にて消火すべきであり、また温度調整のために、水漲りの工程を考慮しておく必要があった。

(4) 罐水容量を正確に把握できなかったのも、予想して準備した塩酸や苛性ソーダなどの薬品の余剰ができ、中和処理のときのソーダ溶液濃度が目標を上回る結果となった。

(5) ミキシングヘッドおよび塩酸ポンプ出口弁などは制御および監視しやすい場所にできるかぎり設置すべきである。

(6) ドラムの洗浄には非常に時間がかかるので計画の際には十分余裕をみて、粗雑な作業を避けるようにすべきである。

6. 結 言

以上酸洗作業の概要について述べたが、国内ではこのような大形汽罐に実施された例は少ない。本文では今回東京電力株式会社千葉火力発電所納第3号汽罐に実施した経過の概略を述べたものであるが、これは今後実施されるこの種の酸洗作業に対してなんらかの参考になればと思ひ、またおおかたの叱正を賜りたいと考え、あえて記した次第である。

終りに臨み、御指導、御協力をいただいた東京電力株式会社火力建設課堀川課長、中村主任および宮本主任に

紙上より厚く御礼申し上げる次第である。

特許と新案

最近に登録された日立製作所の特許および実用新案

区別	登録番号	名称	工場別	氏名	登録年月日
実用新案	489460	粒体の水力輸送装置の供給口	亀有工場	堂後寿彦	34. 3. 10
"	489467	多索用中間シープ装置	亀有工場	若森俊郎	"
"	489470	チエンコンベヤの巻込石炭掻出装置	亀有工場	亀井茂樹	"
"	489443	粉体空気輸送装置における粉体受入装置	川崎工場	多々良恒三	"
"	489469	ループローケーシング内に於ける油封装置	川崎工場	印堀良一	"
"	489397	自動平衡計等に於けるブリー位置調整装置	多賀工場	河井陽	"
"	489403	関低湿度測定装置	多賀工場	島田一穂	"
"	489460	ホイスト用集電子取付装置	多賀工場	古川光之彦	"
"	499409	回転真空ポンプ	多賀工場	川崎光直	"
"	489413	歯車支持枠	多賀工場	横内永中	"
"	489425	二連気化器	多賀工場	横内永中	"
"	489426	チェーン弁絞弁連動装置	多賀工場	大藤満雄	"
"	489427	ポンプ防寒装置	多賀工場	大滑川清苗	"
"	489428	配電器キャップ	多賀工場	野瀬中谷清輝	"
"	489430	扇風機油差取付装置	多賀工場	四倉倉輝夫	"
"	489431	扇風機油差取付装置	多賀工場	四倉倉内直	"
"	489432	ホイスト用ラチェット	多賀工場	横内永中	"
"	489433	潤滑油ポンプ	多賀工場	川崎光彦	"
"	489434	密閉型ポンプ	多賀工場	大武津田卓次郎	"
"	489436	水中電動ポンプ	多賀工場	大武津田卓次郎	"
"	489437	ホイスト用ラチェット	多賀工場	大横内直	"
"	489444	ホイスト操作装置	多賀工場	横内直	"
"	489455	点火用断続器	多賀工場	松橋徹	"
"	489456	点火用断続器	多賀工場	松橋徹	"
"	489465	点火栓	多賀工場	松橋順一	"
"	489466	ベルト緊張車	多賀工場	服部田信	"
"	489416	電磁開閉器	亀戸工場	村田千安	"
"	489417	電磁石の線輪取付装置	亀戸工場	松田幸次郎	"
"	489418	油入電気機器の口出装置	亀戸工場	千戸波田宗昭	"
"	489419	緩衝装置	亀戸工場	松田幸次郎	"
"	489420	油入緩衝装置	亀戸工場	松田幸次郎	"
"	489420	モートルローラー取付装置	亀戸工場	渡松田幸太郎	"
"	489435	可動接触子支持装置	亀戸工場	伊藤新太郎	"
"	489441	緩衝装置	亀戸工場	伊藤新太郎	"
"	489454	電動移動体の保安装置	亀戸工場	渡友貞	"
"	489396	プレスの検査装置	戸塚工場	伊原英夫	"
実用新案	489398	テレビジョンの撮像装置	戸塚工場	伊原英夫	34. 3. 10