

日立急速除鉄装置の特性

Characteristics of Hitachi Rapid Iron Removal Equipment

小 池 彬 之*
Yoshiyuki Koike

内 容 梗 概

水はその使用量により一国の文明の程度が判断されるといわれるほどわれわれの生活に密接なものであるが、その水質によって利用価値は規制される。鉄およびマンガンはこの価値判断のうえに大きな比重を持つものである。したがって除鉄装置または除鉄除マンガン装置は水処理装置のうちでもその使用ひん度のもっとも高いものの一つといわれる。しかしこれらの装置は歴史も古くかつ実施例も多いにもかかわらず操作上の困難あるいは運転経費の過大などの問題を残している。

日立急速除鉄装置ならびに除鉄除マンガン装置はこのような欠陥を補うために開発されたもので、その機能上の分類からいえば除鉄方式のうちの接触汚過方式に属するものであり、処理はきわめて高能率で確実に遂行される。

1. 結 言

われわれが日常使用している水は、外見上いかに透明であってもその中に 100~300 ppm 程度の塩類を溶解している。これらの塩類のうち大部分を占めるものはナトリウム、カルシウム、マグネシウムなどの塩類であるが、これらに伴って時には微量の鉄、マンガンの存在することがある。

一方水はわれわれの生活に欠くことのできないものであって、家庭用、工業用を問わず広くかつ多量に用いられているが、その水質、特に最近のように取水が困難になるにつれて溶存塩類などで示される化学的性質によって利用価値は限定されてくる。溶存塩類のうち微量であってしかもその価値判断に大きな比重を占めるものは、鉄とマンガンである。

このように鉄やマンガンが各種用途にきられる原因としては、次のようなものが考えられる。

(1) 溶解度の問題

水中に多量に存在する他塩類はその溶解度が高く、通常の使用条件下では沈殿として析出することはほとんどないが、鉄やマンガンはその性質上溶解度の低いものになりやすく、通常の使用条件下でも沈殿として析出する。

(2) 沈殿物の色の問題

他塩類はたとえ沈殿してもその色は白色であってあまり目立たないが、鉄やマンガンはそれぞれ褐色、黒色を呈し非常に目ざわりとなる。

(3) 重金属、遷移金属としての作用の問題

鉄、マンガンは他の重金属、遷移金属と同様錯塩形成作用ならびに触媒作用を行ない、製造工程上に多大の影響を与える。

以上のような障害を例示するならば次のとおりである⁽¹⁾。

(1) 飲 料 用

水に不快な臭い、色、濁りを与える。

(2) 家 庭 用

洗濯物、衛生陶器などを着色させる。

(3) 製 造 用

製品に着色、汚点を残し製品価値を低減させたり、製造工程に重大な支障を与える。

(4) 冷 却 用

直接的あるいは間接的にパイプをふさぐ。

鉄およびマンガンは以上のように種々の障害の原因となるため第

* 日立製作所亀有工場

第1表 鉄およびマンガンの許容値⁽²⁾

業 種	空 調 用	製 パ ン	ビール醸造	かん詰製造	炭酸飲料
項 目					
Fe (ppm)	0.5	0.2	0.1	0.2	0.2
Mn (ppm)	0.5	0.2	0.1	0.2	0.2
Fe+Mn (ppm)	0.5	0.2	0.1	0.2	0.2
業 種	糖菓製造	冷 却 水	食品製造一般	製 氷	洗 濯
項 目					
Fe (ppm)	0.2	0.5	0.2	0.2	0.2
Mn (ppm)	0.2	0.5	0.2	0.2	0.2
Fe+Mn (ppm)	0.2	0.5	0.2	0.2	0.2
業 種	プラスチック	パ ル プ お よ び 製 紙			
項 目		碎木パルプ	クラフトパルプ	ソーダおよび亜硫酸	光沢紙
Fe (ppm)	0.02	1.0	0.2	0.1	0.1
Mn (ppm)	0.02	0.5	0.1	0.05	0.05
Fe+Mn (ppm)	0.02	1.0	0.2	0.1	0.1
業 種	ヴィスコース・レーヨン		皮なめし	織 物 製 造	
項 目	パルプ生産	製 造		一 般	染 色
Fe (ppm)	0.05	0.0	0.2	0.25	0.25
Mn (ppm)	0.03	0.0	0.0	0.25	0.25
Fe+Mn (ppm)	0.05	0.0	0.2	—	—
業 種	織 物 製 造		飲 料 水 (日本厚生省令)	工業用水 (川崎市の例)	
項 目	洗 毛	綿 布			
Fe (ppm)	1.0	0.2	0.3	1.0	
Mn (ppm)	1.0	0.2	0.3	—	
Fe+Mn (ppm)	1.0	0.2			

1 表に示すように各種用途に応じてその存在許容量に制限を設けている。

2. 除鉄作用の原理

地表を流れる川水には鉄の検出される例はきわめてまれであるが、その源を同じくする雨水である地下水からはよく検出される。

この両者の差、これが除鉄の原理の一つを示すものである。この差にはいろいろあるが、最も大きいものは溶存酸素の問題であろう。すなわち地表水は常に大気に接し大気中より酸素が十分に供給されているが、地下水の場合には初め保有していた酸素がなんらかの原因で消費された後は補給が行なわれず常に酸素不足の状態となる。

事実鉄分を多く含んだいわゆる“カナ気の多い水”を汲み上げ大気中に放置すると、透明であった水がしだいに濁りはじめ、遂には褐色の沈殿を見せるようになる。この例からも水中に溶解している鉄分にある条件を与えてやれば不溶解性のものとなることがわかる。これを化学的に見るならば第2表に示す溶解度積により証明さ

第2表 鉄塩の溶解度積

名 称	化 学 式	溶 解 度 積
水酸化第一鉄	$\text{Fe}(\text{OH})_2$	$[\text{Fe}^{++}][\text{OH}]^2 = 1.65 \times 10^{-15}$
水酸化第二鉄	$\text{Fe}(\text{OH})_3$	$[\text{Fe}^{+++}][\text{OH}]^3 = 4 \times 10^{-38}$

第3表 除鉄原理の分類

除鉄方式	酸化作用による方式	空気中の酸素による酸化……………①
		薬剤などによる酸化……………②
	酸化作用以外の方式	鉄イオンとして除去……………③
		鉄イオン陰べい……………④

第4表 現行除鉄方式の具体的な分類

	方 式	分 類
1	気曝沈殿ろ過法	①
2	気曝薬注(沈殿)ろ過法	①または①+②
3	ライム法またはライム・ソーダ法	①
4	電 解 法	②
5	イオン交換法	③
6	イオン封鎖剤法	④
7	鉄バクテリア法	①
8	接触ろ過法 { 第一法(マンガン・ゼオライト法など) 第二法(日立方式など)	② ①

れる。すなわち鉄は酸化すれば非常に溶解度の低い化合物となることが示されている。

古くから行なわれている除鉄方式は上述の酸化作用に基づくものが多く、その機構は自然の浄化作用を人工の装置に移しかえたものといってもよい。第3表および第4表からもこのことが確認されるであろう。

3. 在来の除鉄方式の問題点

鉄の除去方式については3項に示すように未酸化の第一鉄(Fe^{++})を溶解度の低い第二鉄(Fe^{+++})に酸化させる方式が多いが、その反応式は次のようになる。

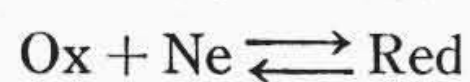


この式から判断されるように、その機構は(イ)いかにして酸化させ(ロ)いかにして除去するかとの二つにしばられる。これを広く行なわれている気曝薬注ろ過方式について見るならば二つの独立した装置すなわち気曝装置およびろ過装置において行なわれる。また小容量の処理に用いられているマンガンゼオライト方式について見るならば同一装置内で行なわれている。

しかし前式に示す反応は種々なる因子によりこれを短時間内に完了することは困難である。たとえば前者の方式ではその全処理に1.5~3時間を必要とし、また後者の方式ではろ過装置としての通水速度7.5~10 m/hを越えることは困難である。したがってもし前記(イ)(ロ)の機構を効率よく行なうことができるならば装置規模を小形化し得るし、なおそのために運転経費などの増大が考えられないならば需要者側にとっても非常な魅力となるであろう。

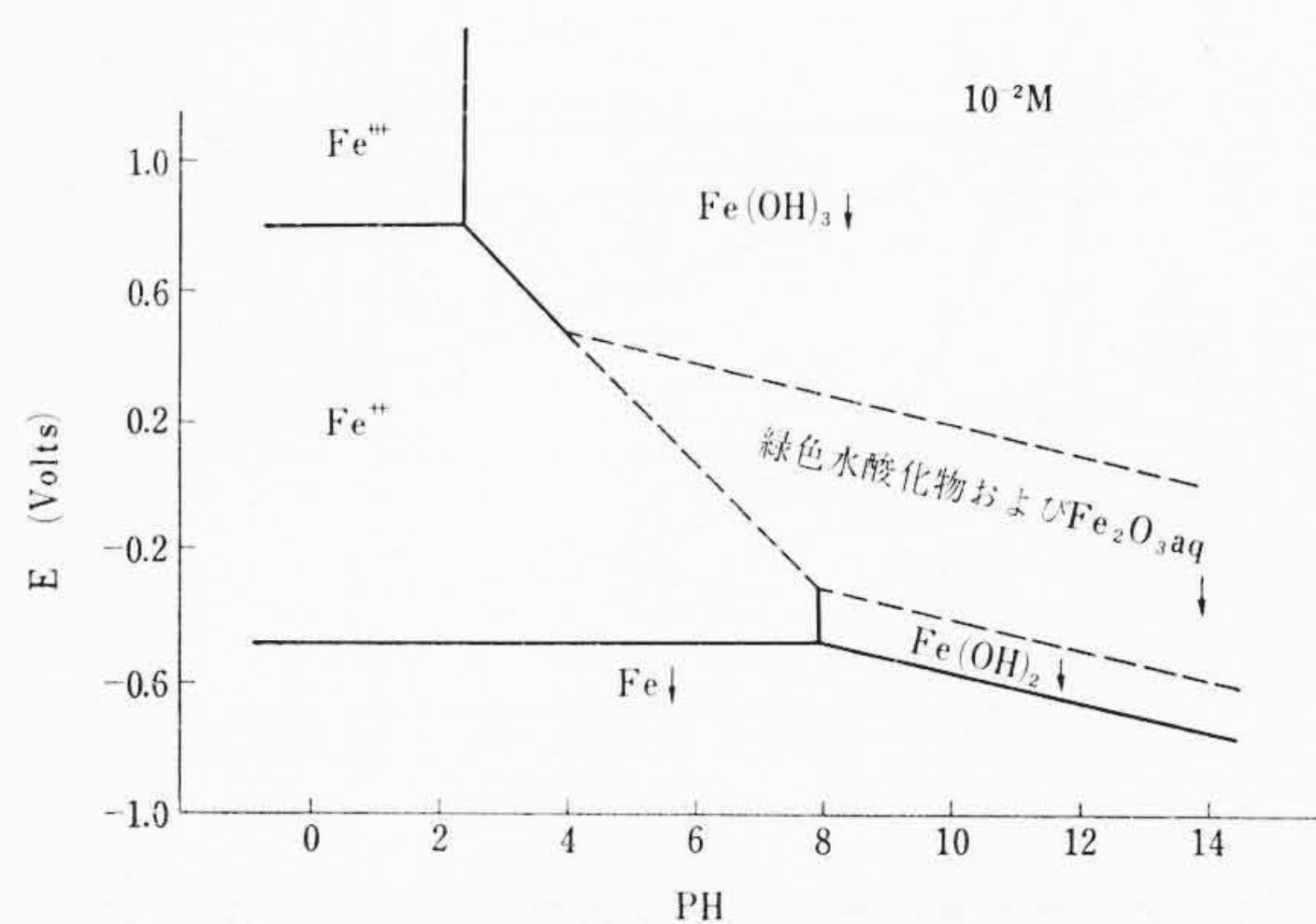
4. 改良に影響を与える因子

もともと除鉄の基本となるものは、第3,4表に示すとおり酸化還元反応であってこの反応では電子の交換が行なわれるが、この関係は Nerunst の式により次のように示される。

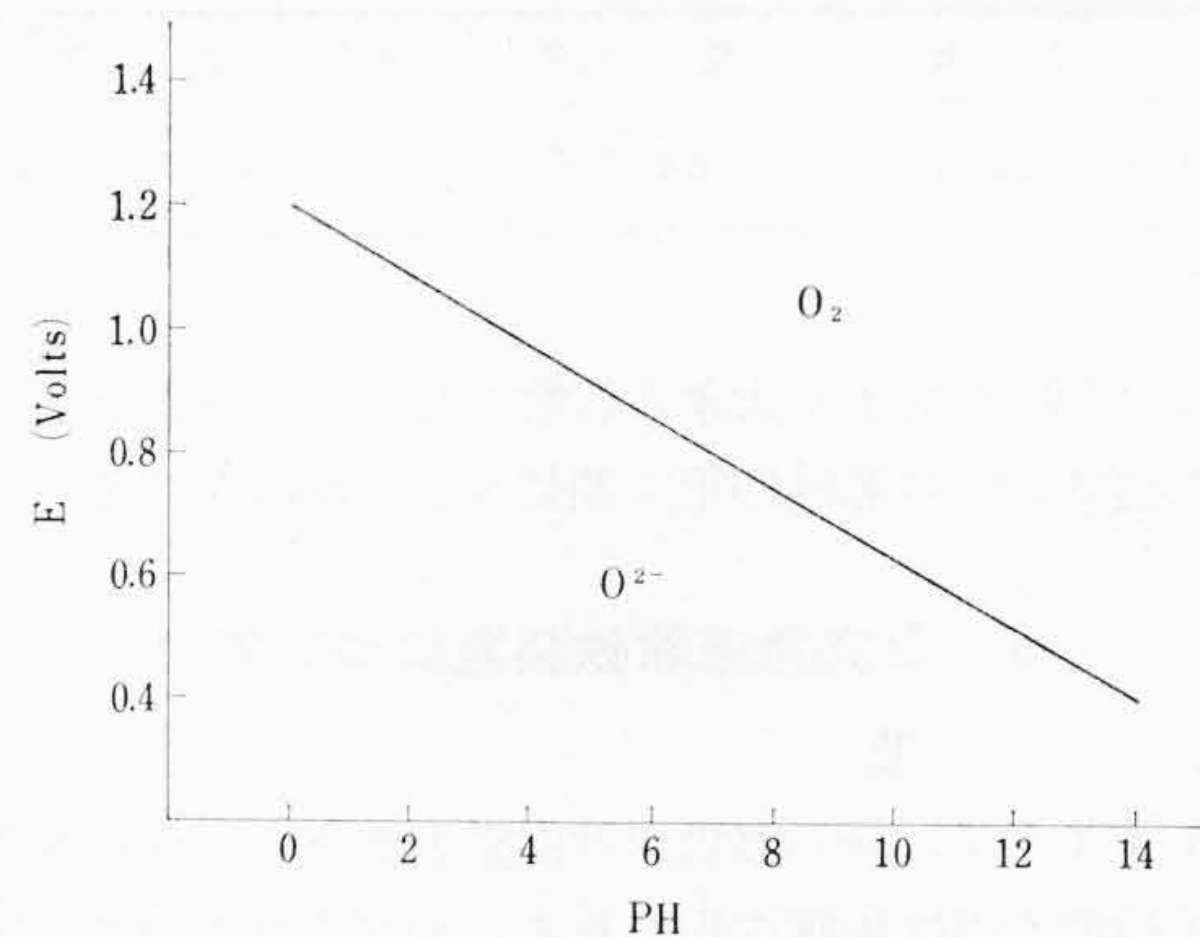


$$E = E_0 + \frac{RT}{nF} \log e \frac{|\text{Ox}|}{|\text{Red}|}$$

$|\text{Ox}|$ $|\text{Red}|$ は溶液中の酸化剤および還元剤の活動度を示し、 E はこの系の酸化還元電位 (Redox Potential) と呼ばれ、酸化還



第1図 鉄の酸化還元系のみかけの電位と pH との関係

第2図 1気圧にある酸素と平衡にある溶液の $2\text{O}_2^{2-}/\text{O}_2$ の電位と pH との関係

元反応における酸化力あるいは還元力の強さを示す尺度となる。

第1図に Charlot の鉄の酸化物-Redox 電位-pH との関係を示す。この図では鉄分 10^{-2}M の“みかけの電位”を示すが、地下水のようにその存在量が数 ppm の場合でも大差はないと考えられる。なお鉄の酸化を空気中の酸素で行なうものとするれば酸素の Redox 電位も問題となるが、これを第2図に示す。この両図から鉄の酸化に対して次のことが考えられる。

- (1) 鉄について高度の酸化物ほど Redox 電位が高い。
- (2) 鉄の Redox 電位は pH の上がるほど低くなる。
- (3) 酸化剤酸素と被酸化物鉄との両電位の差は pH の高くなるほど大となる。

装置の機構を高効率化する第1の目標は酸化速度を早めることにあるが、酸化反応速度に影響を与える因子としては次の四つが考えられる⁽³⁾⁽⁴⁾。

(1) pH

上述のように pH の高いほど酸化剤と鉄との Redox 電位の差が大となる。したがって pH を高めることにより酸化速度は大となる。

(2) 水 温

一般的にいても 10°C の温度上昇で反応速度は2~3倍になる。鉄の場合も同様であり、この傾向は第3図に示すとおりである。

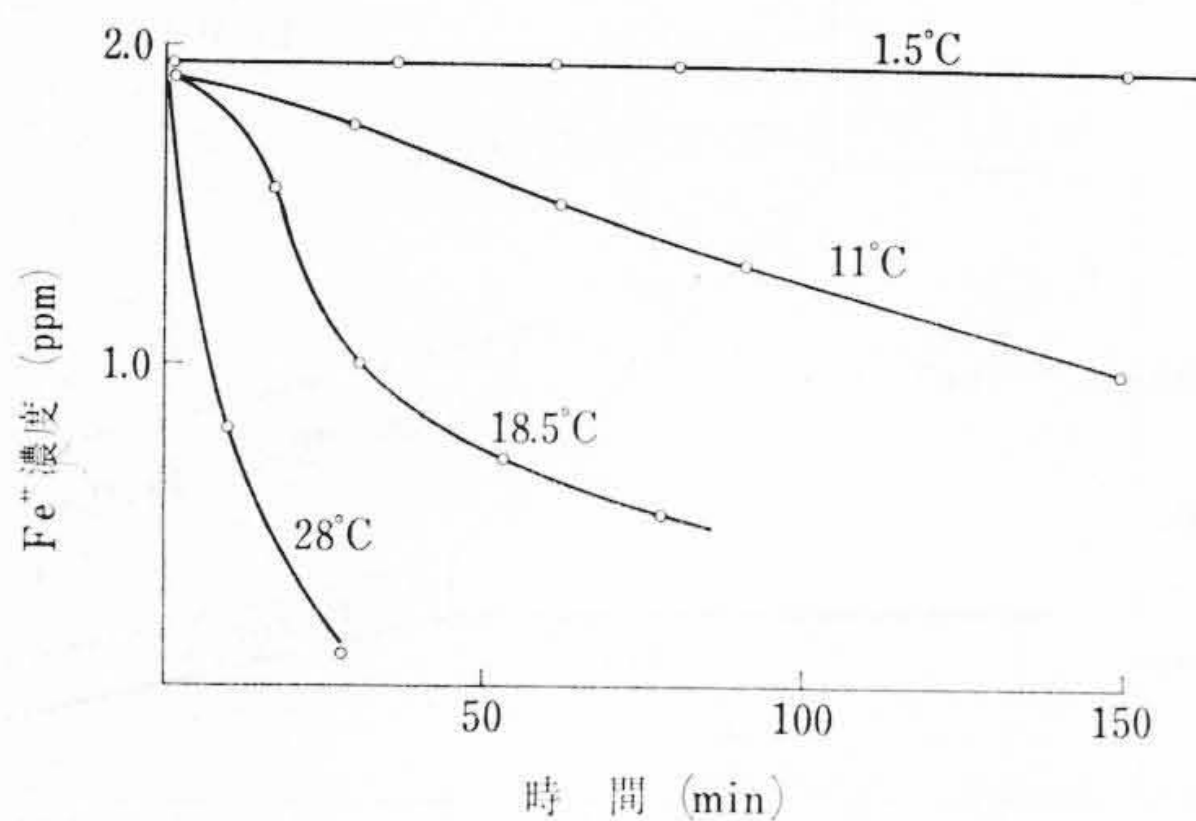
(3) 酸 素 量

反応成分の量の多少が反応速度の決定を行なうものである。酸素量の多いほうが反応速度は大となるが、あまり大きな影響はないとのことである。

(4) 触 媒

特定の触媒により化学反応速度を早めることができる。

以上の四つの因子のうち(1)(2)に基づき装置を考えるとときには、原水固有の性状を変えねばならず、運転経費上からも採用困難



第3図 鉄の空気酸化に対する温度の影響 (pH6.95)

第5表 特殊汙剤の物理的特性

項 目	かさ比重	見かけ比重	吸水率 (%)	見かけ気孔率 (%)
数 値	1.0~1.1	2.4~2.6	約 50	約 60

である。また(3)があまり大きな影響を及ぼさないとしたならば結局残された道は(4)の触媒作用に期待するほかはないであろう。

5. 日立急速除鉄装置について

5.1 概 要

4.項に示すように、鉄の酸化速度促進方法として除鉄装置に採用するのに最適のものは触媒作用である。もともとこの考えは除鉄方式の中にも見られ、触媒を用いる方式を接触汙過法と総称しているが、この方法も酸化に必要な酸素をどのような形で供給するかによって二つに分類される。すなわち一法は酸素を汙剤から供給するがその酸素はあらかじめ薬剤により汙剤に与えておく。また二法は原水中へ溶存酸素として供給しておくもので、この際の汙剤は上述触媒作用と同時に汙別作用をも果たすものである。

日立急速除鉄装置は前記第二法に属するもので、触媒作用により鉄の酸化を促進するとともに、酸化された鉄の捕捉除去をすみやかにする吸着作用を持つ特殊汙剤の開発によって実用化されたものである。

5.2 特殊汙剤の物理的特性について

特殊汙剤はその母体と、表層にある活性基層とに大別される。母体はその強度、多孔性、吸水性などを考慮して素材を数種の珪酸質陶土に求め、これらを適当割合に配合し高温で焼成される。次いで破砕機にて適当粒度にそろえたものである。

活性基層とは上述母体の上に、過マンガン酸カリその他の薬剤をふりかけ高温にて焼結させたものである。

以上の工程により特殊汙剤は外見上多孔質、黒褐色を呈し、その物理的性質は第5表のとおりである。

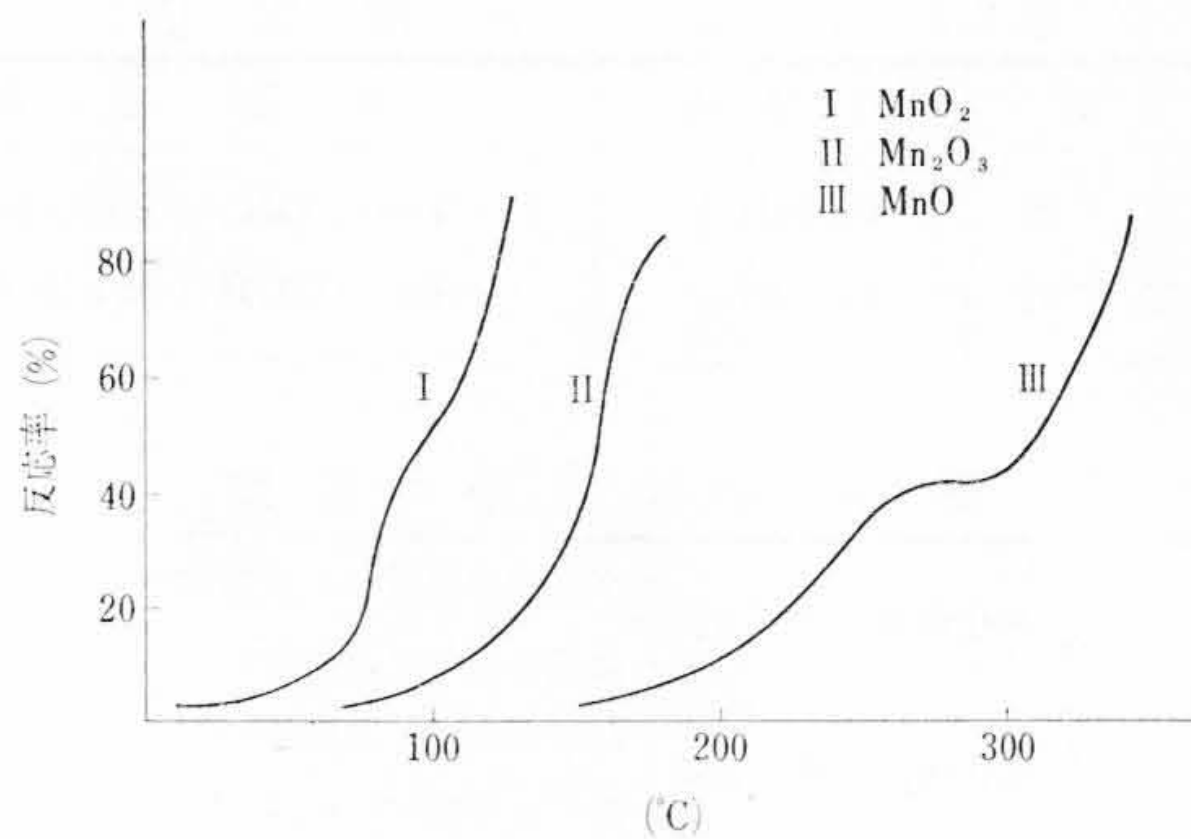
5.3 特殊汙剤の化学的特性について

周期率表における第4周期以下の原子はd軌道に電子を有しているが、もしこれが電子で満たされないならば(これを遷移金属と称する)強い磁性、錯化合物形成または触媒作用を呈すると言われる。

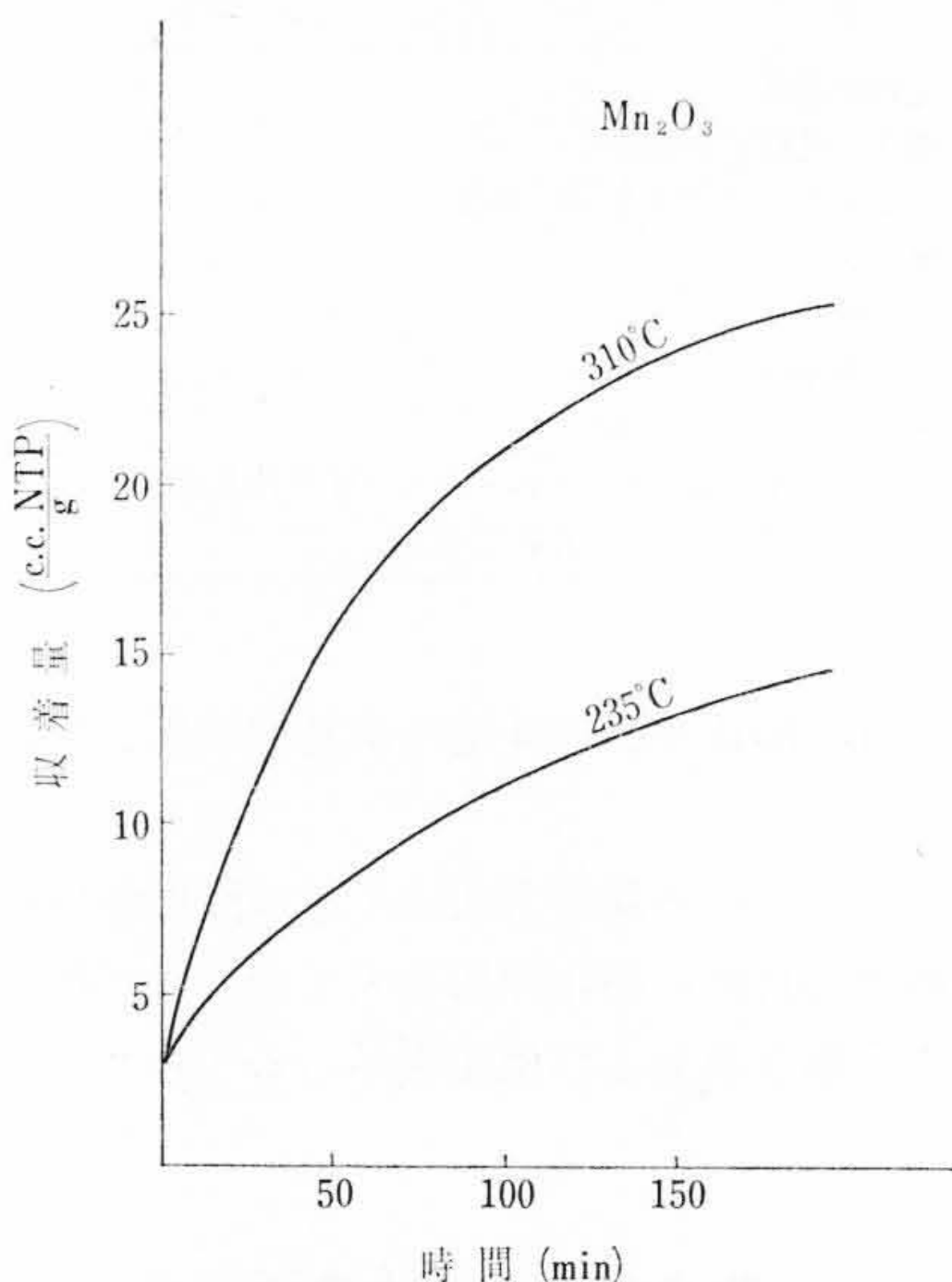
大木氏⁽⁵⁾はこれらの遷移金属をd電子の数により分類し、その触媒作用を比較したが、鉄およびマンガンは酸化還元反応の良い触媒であることを示している。

特殊汙剤の表層は5.2項に示すように活性基層におおわれているが、これの主体をなすものはマンガンの酸化物であり、さらに特殊汙剤の除鉄使用後は原水中の鉄分が酸化されて吸着される。したがって水中の第一鉄イオンの酸化反応はこれら両者の触媒作用によって行なわれるものと考えられる。

これら触媒作用のうちおもな作用を果たすマンガンの酸化物につ



第4図 COと空气中的酸素との反応率(触媒作用の比較)



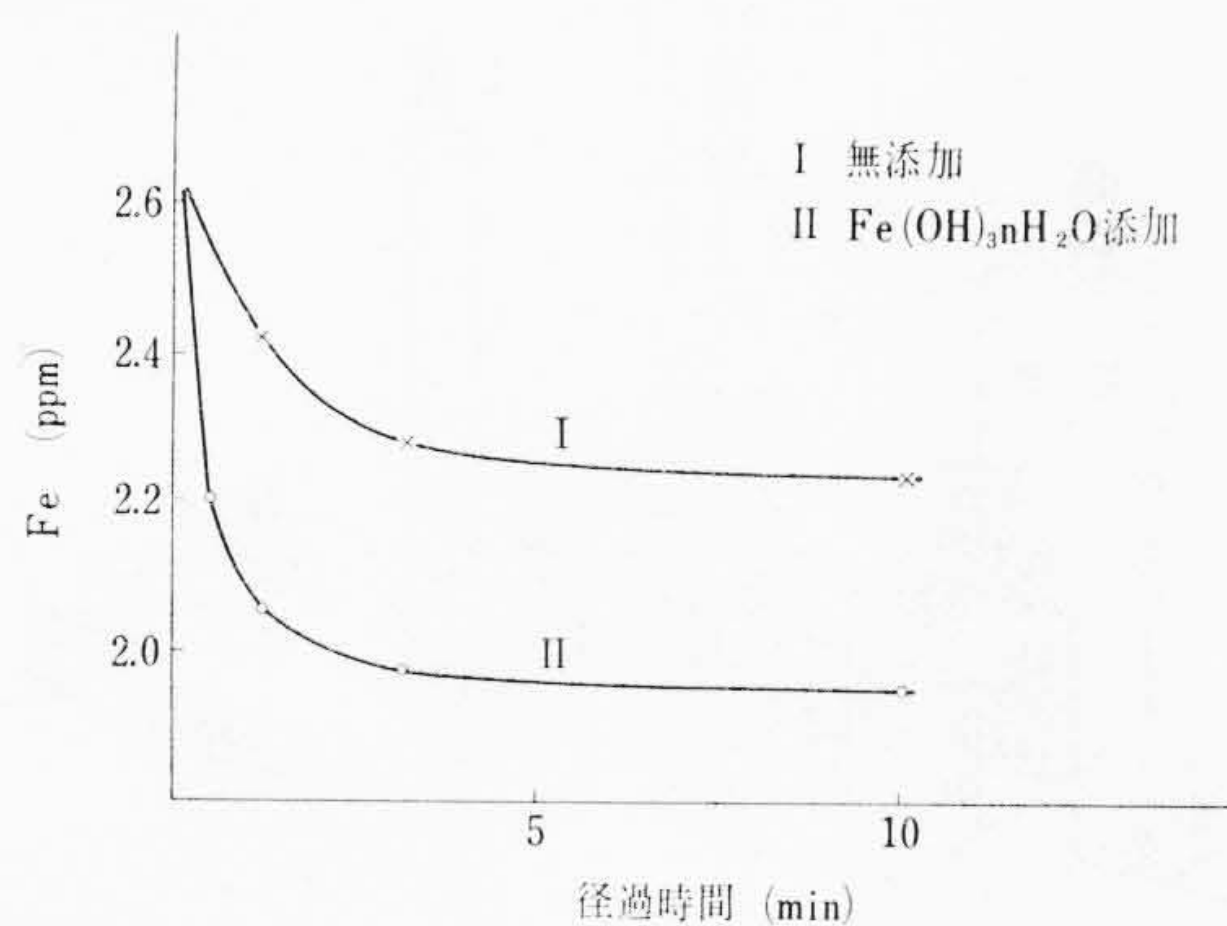
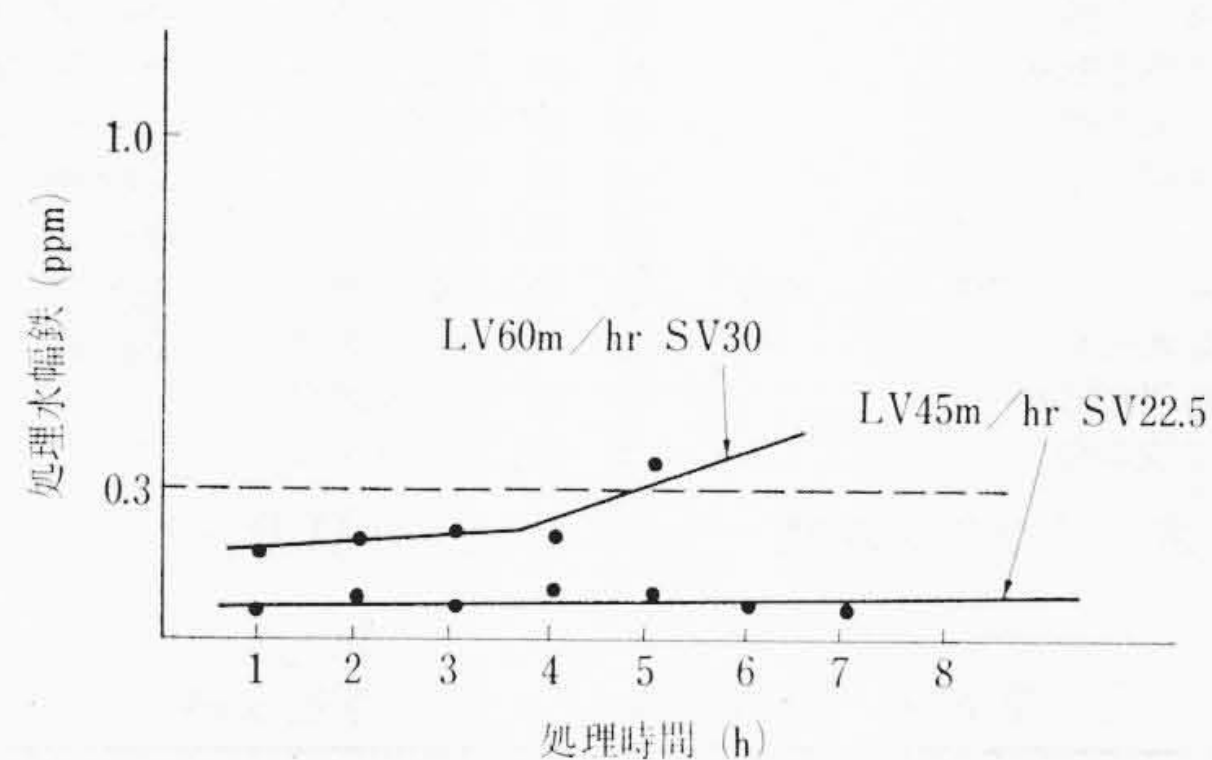
第5図 1気圧に於ける酸素吸着速度

第6表 Fe⁺⁺⁺へのFe⁺⁺吸着の状況

試水	原鉄 ppm	5時間40分後Fe ⁺⁺ ppm			27時間50分後Fe ⁺⁺ ppm		
		汙過しないもの	No. 3汙紙にて汙過したもの	吸着状	汙過しないもの	No. 3汙紙にて汙過したもの	吸着状
A	41.0	31	15.2	15.8	20	16.0	4.0
B	29.5	29	16.9	12.1	11	9.0	2.0
C	40.5	30	15.7	14.3	9.5	7.0	0.5
D	49.5	21	12.5	9.5	0.5	—	—

いては、マンガンそのものが原子価が1~7まであり、そのいずれの形のものが鉄に対して最も有効であるかは明確でないが、斎藤氏⁽⁶⁾は各種マンガンの酸化物を用い一酸化炭素の酸化反応と、これらの酸素の収着量とを調べ報告している。第4図および第5図にこれらのデータの一例を示すが、二酸化マンガンは三、二酸化マンガンなどよりもすぐれているものと解される。なお三、二酸化マンガンですらその表面に露出したマンガン1原子当たりに酸素1分子を収着すると述べている。もともと吸着または収着(単なる物理的な吸着のみでなく弱い化学的作用もあるためこのように呼ばれる)はその表面積の大小に左右されるものであり、斎藤氏も同一マンガンを主体としたマンガンの酸化物にこのような作用上の差の生ずるのはその表面状態に基づくものであるとし、一例として第一酸化マンガンは三、二酸化マンガンの表面積の約1/60しかないことを示している。

一方従たる作用を示す鉄の酸化物については大蔵氏ら⁽⁷⁾が詳細に調べている。第6表および第6図は水和水酸化第二鉄による第一鉄イオンの吸着を示したものであるが、イオン鉄吸着作用は相当に顕

第6図 $\text{Fe}(\text{OH})_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ による Fe^{++} 吸着状況

第7図 特殊汙剤の性能

第7表 除鉄運転成績

所在地	納入先	鉄 分 ppm	
		原 水	処 理 水
札幌	幌 飲 料 会 社	3.10	0.10
	森 簡 易 水 道	4.00	0.07
盛岡	製 鉄 会 社	10.50	0.06
	製 菓 会 社	2.20	0.15
静岡	岡 乳 業 会 社	1.10	0.05
	古 屋 陶 器 会 社	1.20	痕 跡
大 阪	公 立 試 験 所	3.00	痕 跡
	庫 線 材 会 社	14.40	0.12
兵 庫	乳 業 会 社	9.50	0.07

著である。また新鮮な水和水酸化第二鉄は相当多量の酸素をも収着するといわれる。

このように特殊汙剤表面においては、二酸化マンガンのように原水中より得られた新鮮な水和水酸化第二鉄の微粒子の上で、酸素およびイオン鉄が吸着され、互いにその存在密度が高くなり、このために反応が非常に促進されるものと解される。

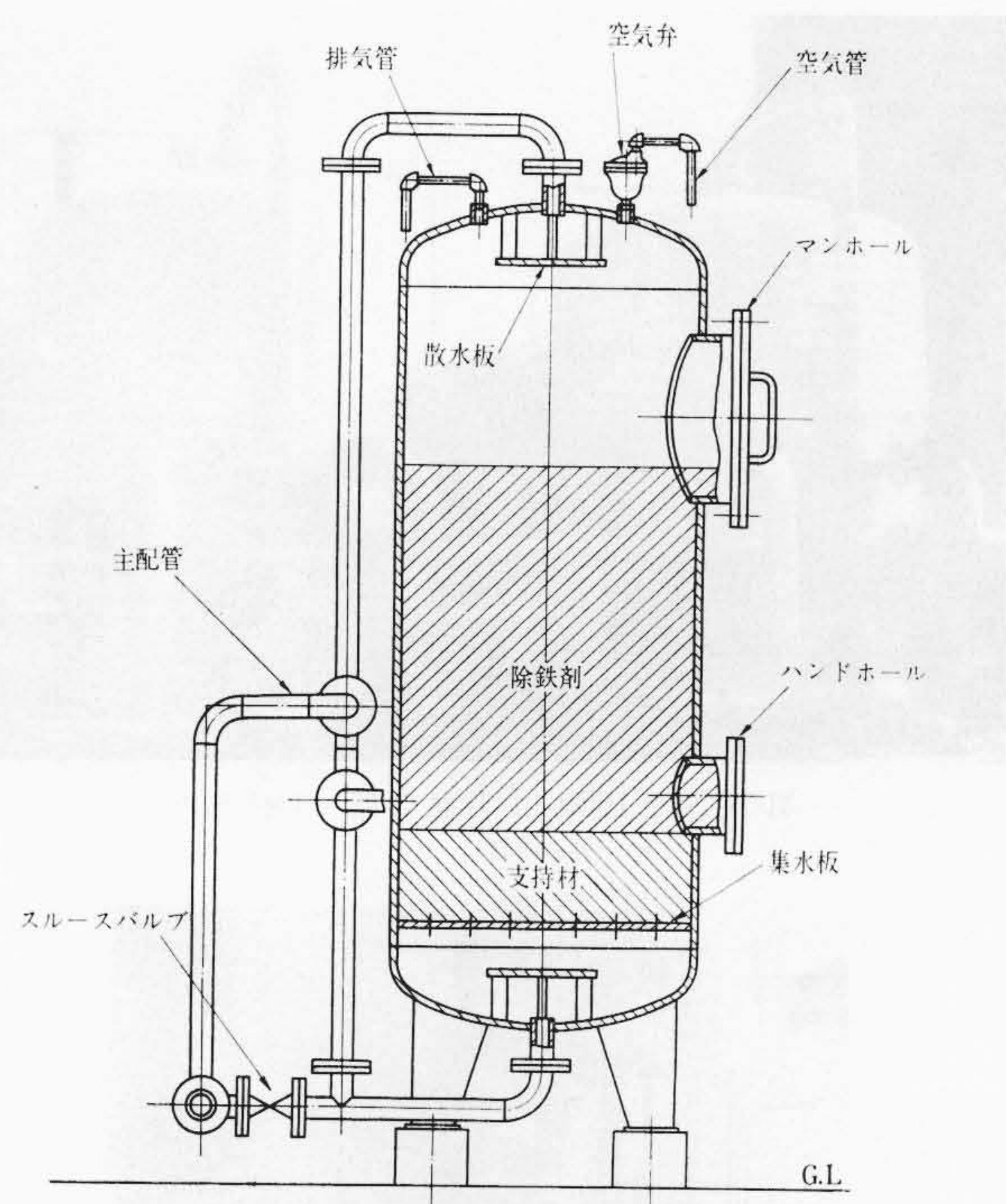
以上の原理に基づきモデルプラントにてテストした一例を示したのが第7図⁽⁸⁾であるが、流速 60 m/h という水処理装置ではほとんど最高限と考えられるところに至るまでは十分に使用可能であることが示されている。

第7表は実装置の運転結果例であるがきわめて効率よく運転されていることがわかる。

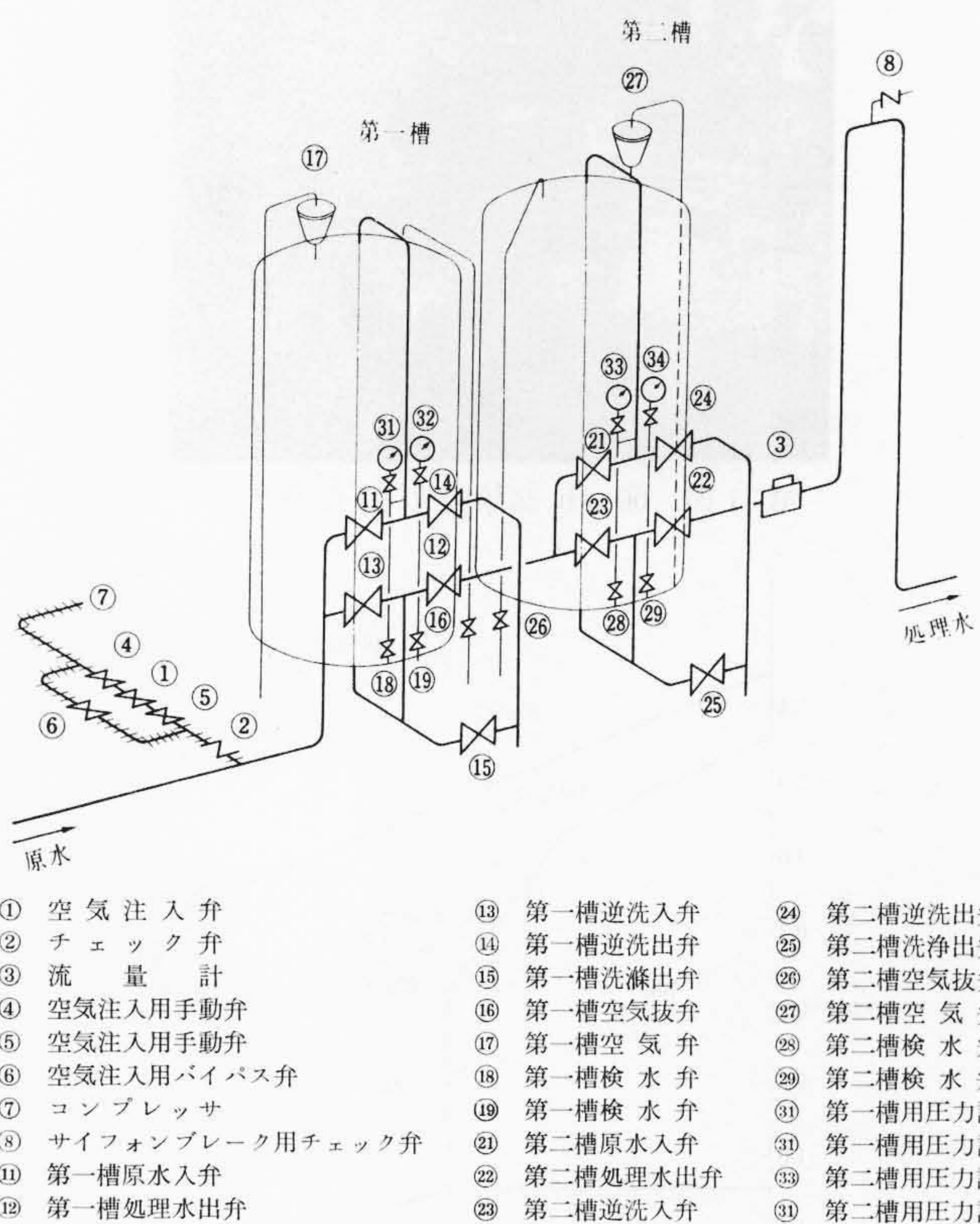
5.4 構造上の特長

特殊汙剤の特性を十分に発揮させるためには、装置上での配慮が種々必要となる。第8,9図は除鉄装置の構造およびフローシートであるが、これらは次のような特長を持っている。

第1に装置の目標は処理効率の向上と、処理効果の安定であるが、このためには2槽直列方式をとっている。これにより(1)原水と特殊汙剤との接触回数は増し、処理効率は向上している。(2)鉄の酸化除去に有害と考えられるバクテリア、ガス、有機物などの障害は第1槽にとどまり第2槽は安全に運転できる。また鉄の酸化を目的



第8図 除鉄槽構造図

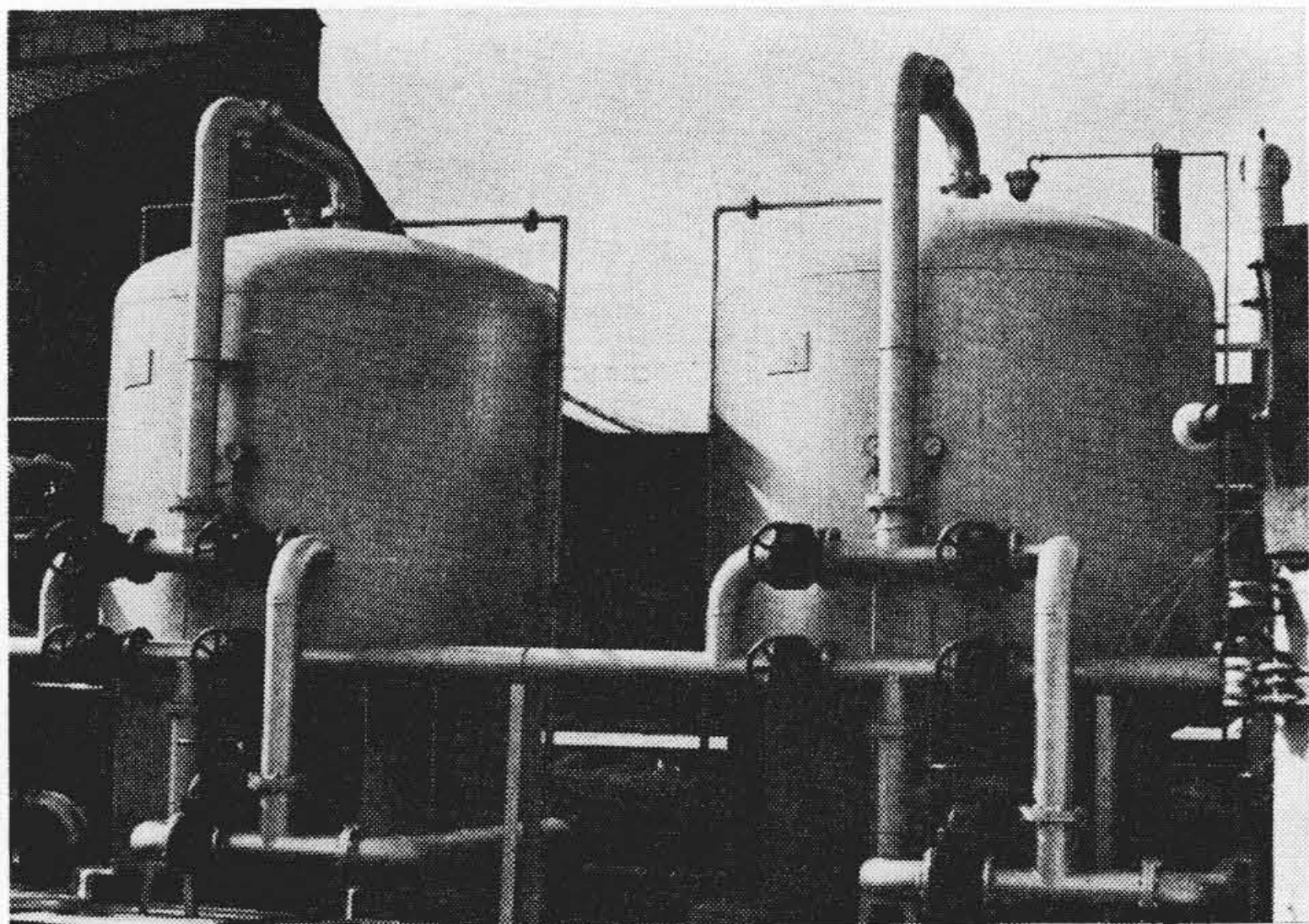


第9図 日立急速除鉄装置 (HF形) フローシート

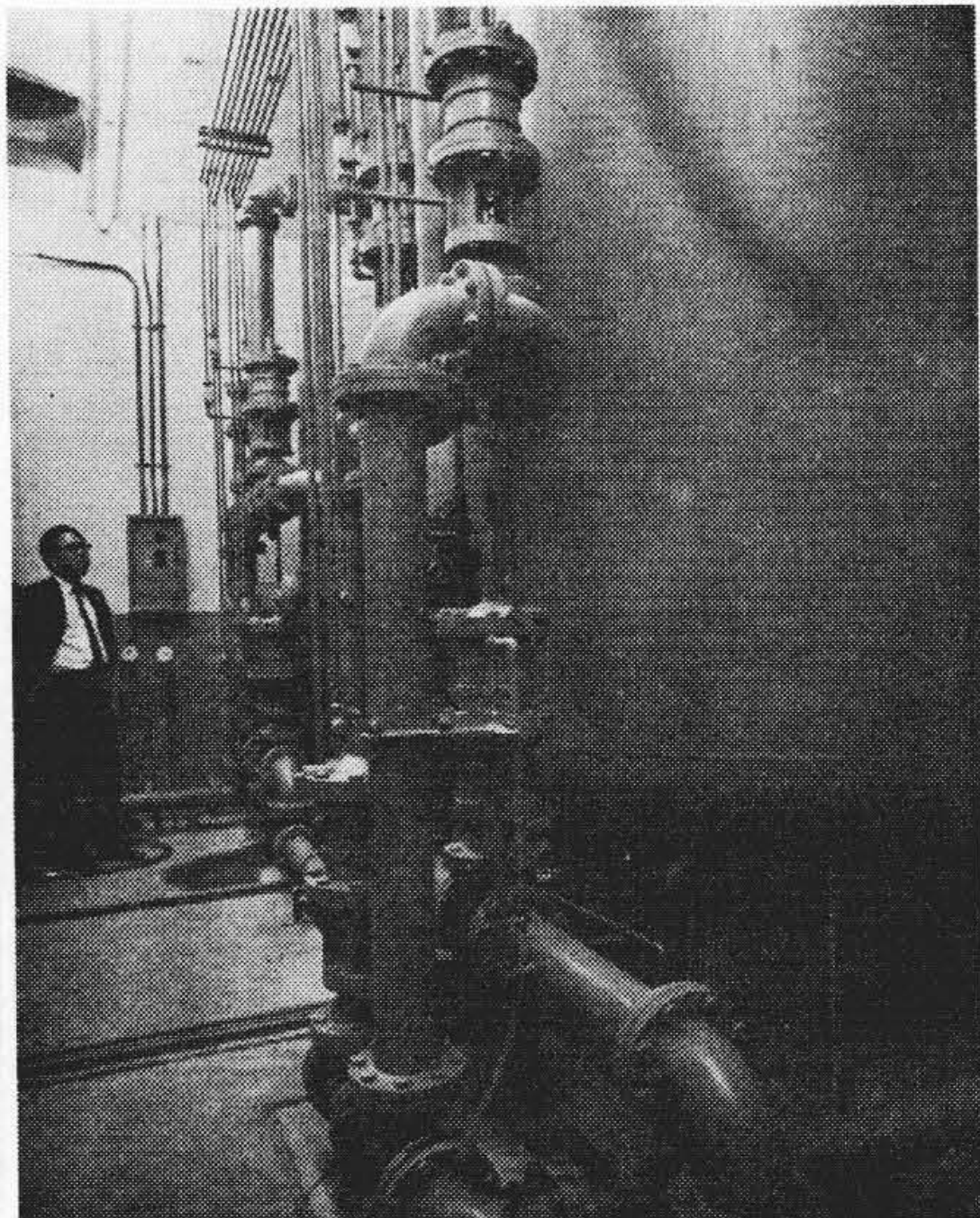
とした空気圧入は有害ガスの分圧を下げる結果となり、原水よりの放出を容易にしている。

次いで運転経費の安価なことが要求されるが、これに対しては(1)接触汙過法第2法の原則から鉄の酸化および除去には薬品類をいっさい用いず酸化剤として最も安価な空気を利用している。(2)処理速度が非常に早いので装置はきわめて小形化され土木工事などを含めた設備費は相当に安価となる。

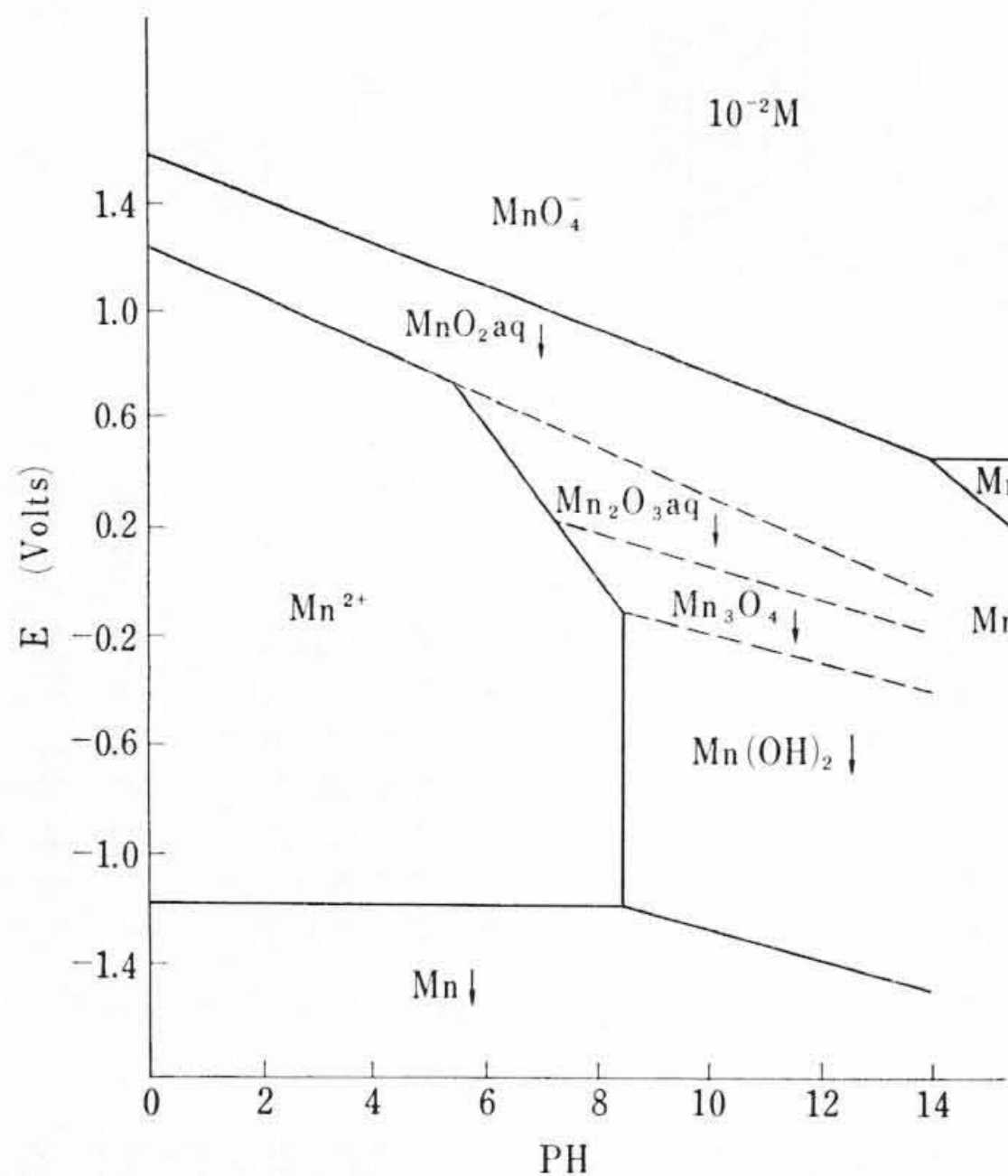
第3にいかに優秀な装置でもその操作に高度の技術あるいは熟練を要するならばその装置の普遍性はないが、この点本装置はフローシートに示すようにきわめて単純化され、日常の監視には現場の圧



第10図 160 t/h 除鉄装置 (手動方式)



第11図 60 t/h 除鉄装置 (全自動方式)

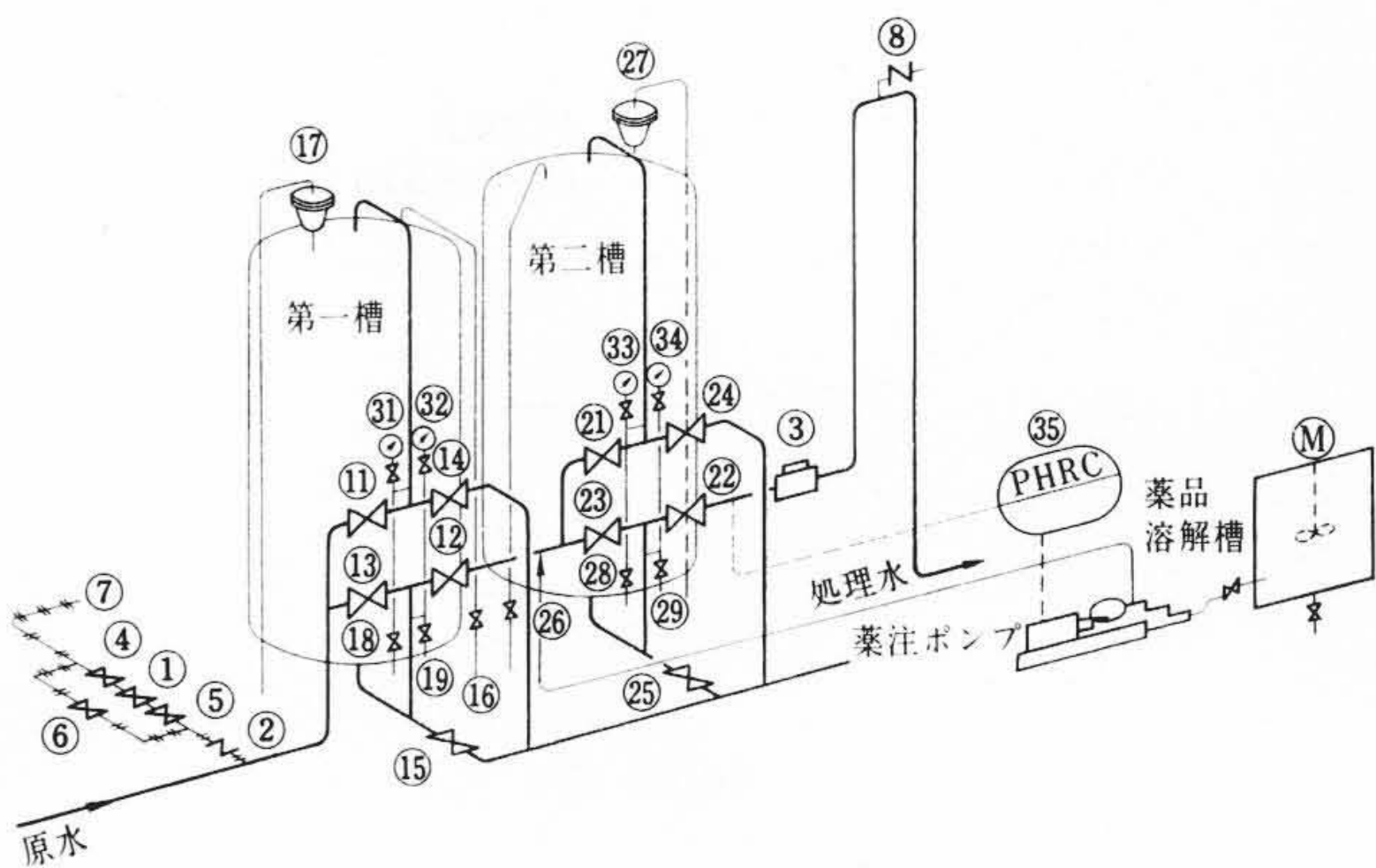


第12図 マンガンの酸化還元系の“みかけの電位”と pH との関係

力計だけで事足り、数個の弁の開閉で操作は順序よく行なわれる。
このほか、水温の上昇がほとんどないこと、塩類の増加がないことなども大きな特色である。

5.5 除マンガンについて

一般に除マンガンは除鉄と類似の方法で行なわれるが、鉄の場合には、その原子価は2,3 価の2 種のみで問題にならないが、マンガ



- | | | |
|-------------------|------------|-----------|
| ① 空気注入弁 | ⑭ 第一槽逆洗出弁 | ⑳ 第二槽空気抜弁 |
| ② チェック弁 | ⑮ 第一槽洗浄出弁 | ㉑ 第二槽空気弁 |
| ③ 流量計 | ⑯ 第一槽空気抜弁 | ㉒ 第二槽検水弁 |
| ④ 空気注入用手动弁 | ⑰ 第一槽空気弁 | ㉓ 第二槽検水弁 |
| ⑤ 空気注入用手动弁 | ⑱ 第一槽検水弁 | ㉔ 第一槽用圧力計 |
| ⑥ 空気注入用バイパス弁 | ⑲ 第一槽検水弁 | ㉕ 第一槽用圧力計 |
| ⑦ コンプレッサ | ㉑ 第二槽原水入弁 | ㉖ 第二槽用圧力計 |
| ⑧ サイフォンブレーク用チェック弁 | ㉒ 第二槽処理水出弁 | ㉗ 第二槽用圧力計 |
| ⑨ 第一槽原水入弁 | ㉓ 第二槽逆洗入弁 | ㉘ 電極系 |
| ⑫ 第一槽処理水出弁 | ㉔ 第二槽逆洗出弁 | |
| ⑬ 第一槽逆洗入弁 | ㉕ 第二槽洗浄出弁 | |

第13図 日立急速除鉄マンガン装置 (HM 形) フローシート

第8表 除鉄、除マンガン運転成績

通水時間	水量 m ³ /h	操作	薬注 l/h	pH		鉄 (ppm)			マンガン (ppm)		
				2 入	2 出	原	1	2	原	1	2
	100	運転排水	220								
0	100	通水	220	8.4	8.2	5.55	0.20	0.18	0.52	0.52	0.12
3	100	通水	220	8.4	8.2	6.00	0.16	0.17	0.72	0.60	0.10
6	100	通水	220	8.4	8.2	6.00	0.13	0.07	0.45	0.44	0.10
9	100	通水	220	8.5	8.2	5.00	0.13	0.10	0.50	0.44	0.08
12	98	通水	220	8.6	8.3	4.10	0.05	0.05	0.47	0.44	0.10
15	80	通水	220	8.7	8.4		0.15	0.08		0.62	0.11

ンの場合は1~7 価の原子価を持ち、その塩の種類も複雑である。

マンガンの場合もその除去の原理は酸化作用に基づくものであり、特殊の場合のみ他の方法が用いられている。しかし酸化といっても鉄に比べ非常に困難で pH を10 程度に上げるか、または強力な酸化剤を使用しなければ効果はない^{(3),(4),(8)}。これについては第12 図にマンガン酸化物-Redox 電位-pH の関係図を示しているが、第1 図の鉄の同様関係図とを照合するならば一目瞭然であり、さらに第2 図の酸素との関係を見るならば pH を上昇させることがいかに必要であるかが明らかである。しかしここで触媒作用を持つ汙剤を使用するならばその処理は鉄の場合と同様非常に効率よく行なわれる。この事実から近年鉄とマンガンとの共存している原水に対しては、まず鉄を除去し、次いでマンガンを触媒作用を持つ汉剤で処理する2 重汉過方式が提唱されている^{(8)~(10)}。

日立急速除鉄装置は除マンガンをも対象とする場合には第13 図に示すとおり、標準形除鉄装置へアルカリ剤注入装置を設け、第2 槽での pH を上げて除マンガンを効率よく行なっている。その実施例は第8 表に示すとおりである。

6. 結 言

鉄およびマンガンの除去については、相当に歴史も古くかつ実施例も多いが、的確な処理方式のないままに、あるいは膨大な設備と多額な運転経費に悩みながら、あるいは障害を認めながらも原水そのまゝを使用しているのが現状である。

これらの悩みを解決する方法として考えられたのが、接触汉過方

式一特に触媒作用を利用した方式一である。

日立急速除鉄装置ならびに除鉄除マンガン装置は上記目的に十分適応した装置であり、その実施に当たっては厳格な原水水質適用範囲を設けて採否を決定している。しかしその実施例から見ても相当に順応性が大きいことが予想され、将来特殊汚剤の改良開発と、装置の改善によりさらに適用原水が拡大されることも予想される。

参 考 文 献

- (1) 池田大蔵：工業用水便覧，産業図書刊（昭-33）
- (2) ASTM：（1959）
- (3) 大蔵 武ほか：用水中の鉄マンガンの基本的諸問題，用水と廃水 Vol.3, No.10

- (4) 大塩敏樹：鉄およびマンガンの除去法，工業用水 Vol.2, No.8
- (5) 大木幸介：遷移金属の電子状態と触媒作用，化学の領域 Vol.6, No.5
- (6) 斎藤弘太郎：酸化マンガンの触媒に関する研究，日化 72, 263, 332 (1951)
- (7) 大蔵 武ほか：天然水中の第一鉄イオンの酸化反応について，工化 18, 240 (1958)
- (8) 三木暉一郎：除マンガンの化学とその実例，水協 312
- (9) 村岡 司：マンガンの砂によるマンガンの除去の適否について，工業用水 52
- (10) 川村敏行：マンガンの砂を利用する除鉄除マンガンについて，工業用水 59



特 許 の 紹 介



特許 第414663号

逸 見 文 彦・和 世 啓 三

自在位置決め装置を具備する放射線源取扱い装置

この発明は放射線源の取扱い装置において、放射線的に危険な線源を安全確実にしかも容易に所定の遮へい容器内に搬入させるがための遮へい容器の位置決め装置を提案したものである。

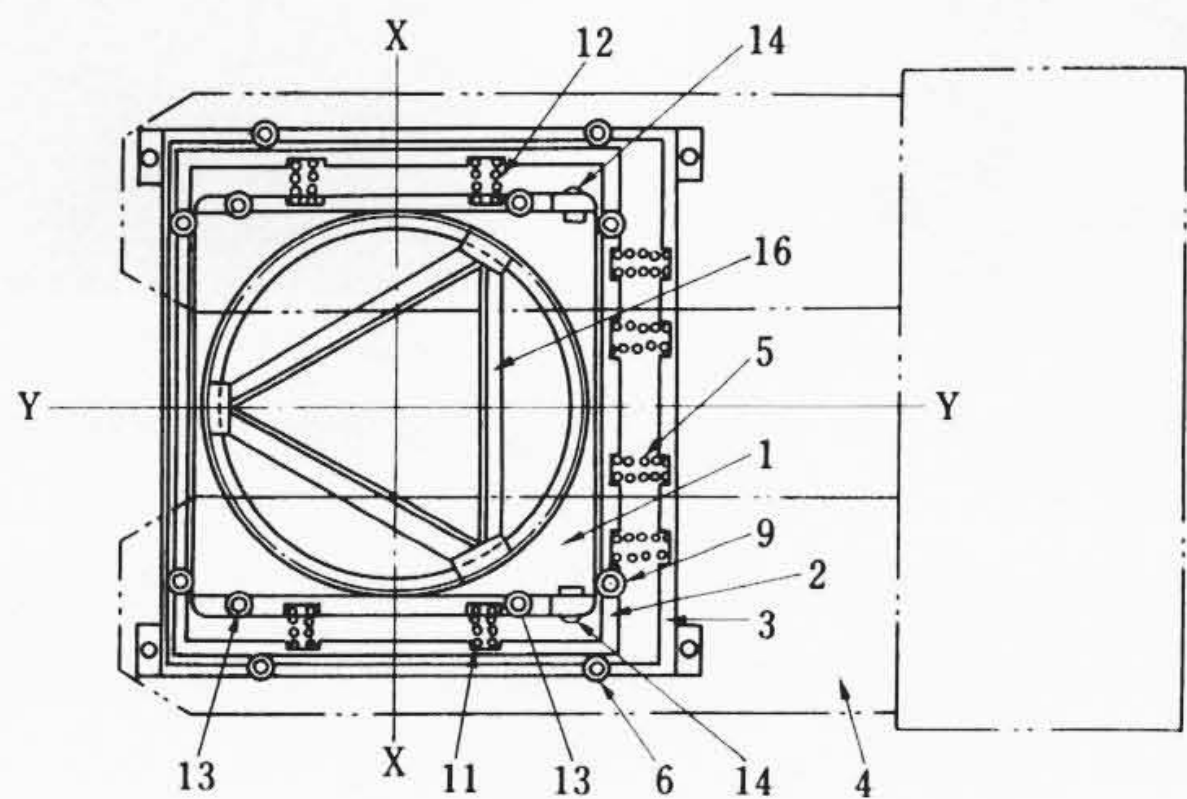
この発明の装置は、遮へい容器の所定位置輸送のための指向性および定位置停止などの作用を有する部材を具備し、かつ台車に対して前後左右に自由に移行し得る自在シートを介して前記遮へい容器を台車に搭載したことを特長とする。

これを図面について説明すると、遮へい容器 15 は上部シート 1、中央シート 2、下部シート 3 などで構成する位置決め装置を介して台車 4 に搭載されている。下部シート 3 は台車 4 に固定され、中央シート 2 は下部シートに対して台車進行方向に移行できるよう底部に転動するローラ 7 を装置し、側面はガイドローラ 6 に案内される。さらに中央シート 2 は下部シート 3 との間に枢着された圧縮ばね 5 の弾力で常時前方向に押圧されている。一方容器 15 を搭載した上部シート 1 は中央シート 2 に対し台車進行方向の直角方向、つまり左右方向に移行できるよう底部に中央シート 2 上を転動するローラ

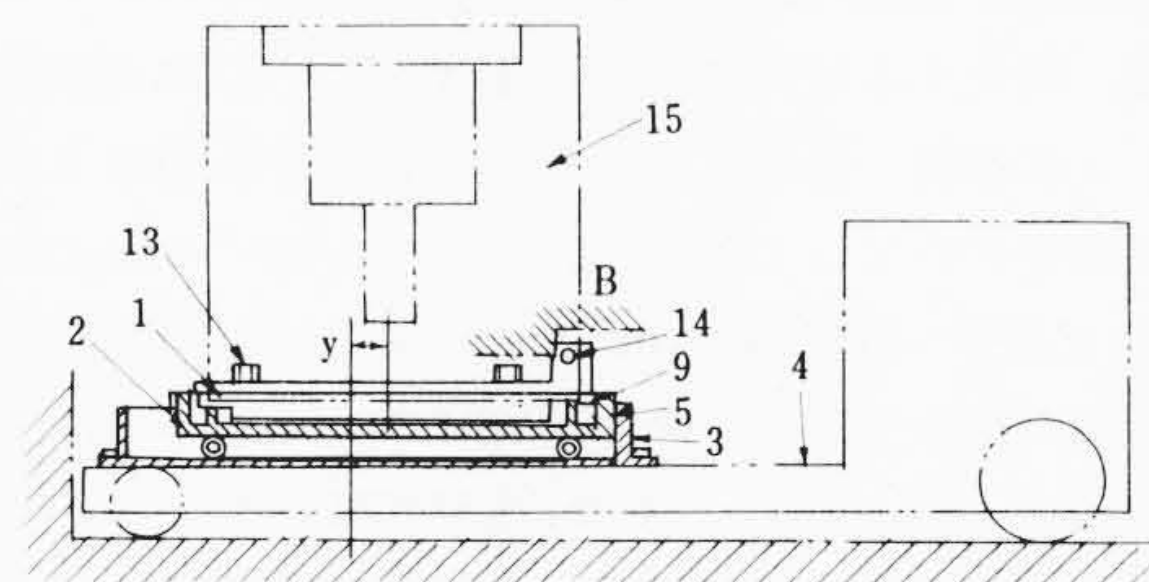
10 を装備し、側面はガイドローラ 9 に案内される。さらに上部シート 1 は圧縮ばね 11, 12 の弾力で常時中央シート 2 の中心と一致するように構成され、さらに上部シート 1 の側面には、容器が放射線源の装填に適正な位置に位置決めされるように、案内壁 A と接触し転動するガイドローラ 18 および制止壁 B に係合するロッド 14 が装備されている。

容器に放射線源を装填するに当たって装置全体を所定位置まで近づけた際、台車中心が第 4 図に示すよう定位置に対し左右方向に X だけ偏心している場合には、まずガイドローラ 13 が案内壁 A に当たり案内され、上部シート 1 は中央シート 2 上をローラ 10 を介し左右方向に移行してその偏心を除く。そして装置はさらに進行しロッド 14 が制止壁 B に係合することにより前後位置を決定する。その際所定位置から Y だけ偏心したとしても上部シート 1 は中央シート 2 とともにローラ 7、圧縮ばね 5 などを介して偏心を許容して定位置に停止する。

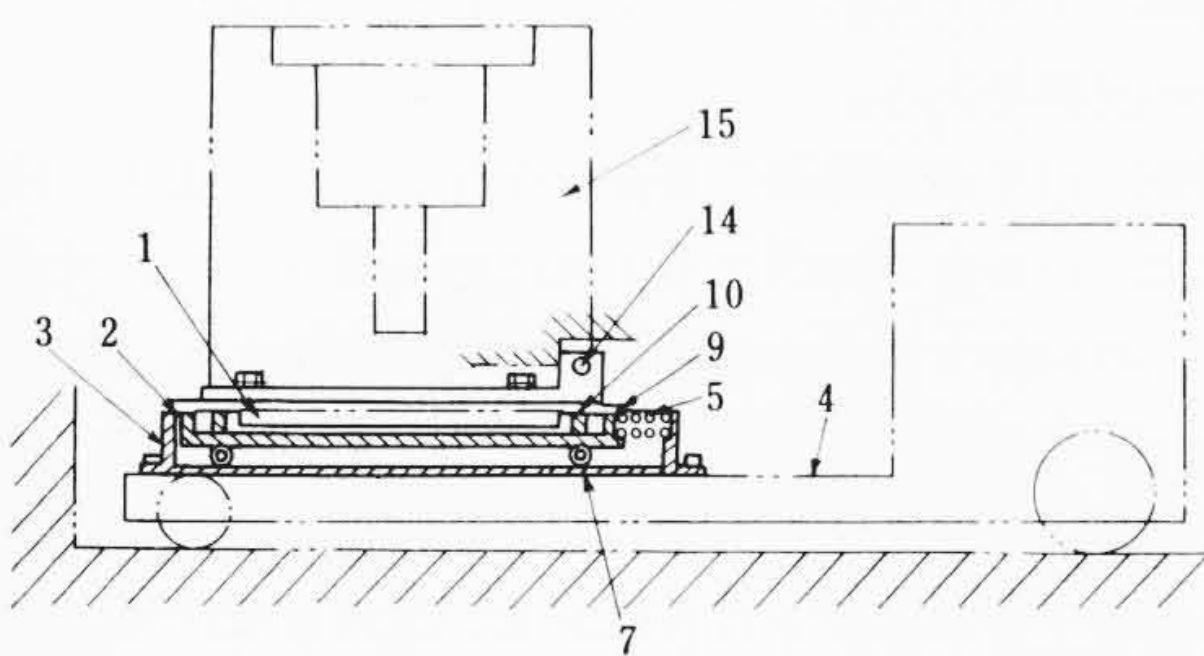
かくして適正位置に輸送された遮へい容器には確実に放射線源が装填される。
(山元)



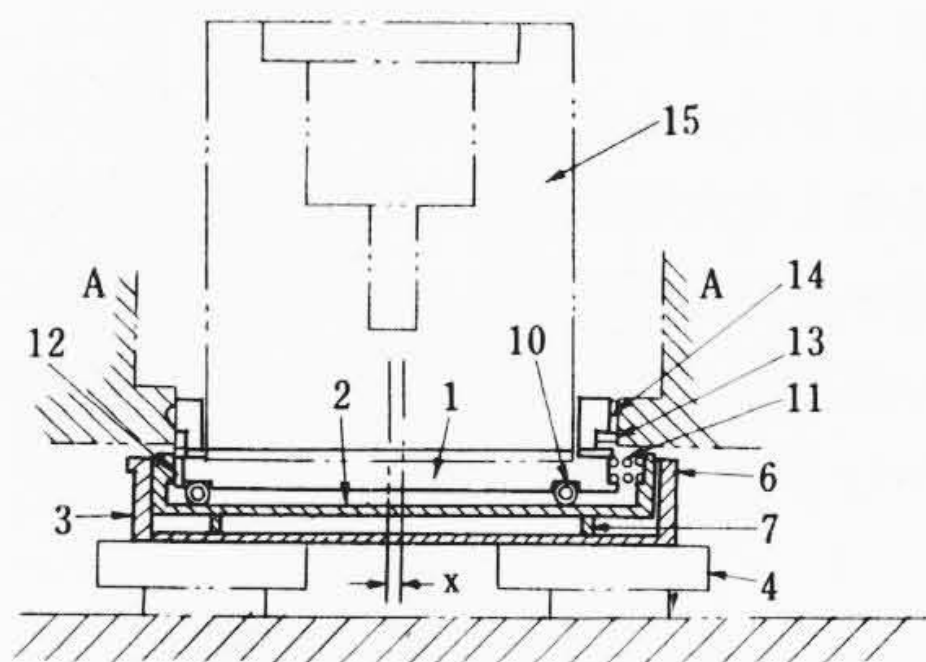
第 1 図



第 3 図



第 2 図



第 4 図