

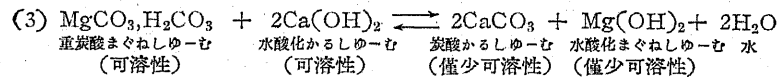
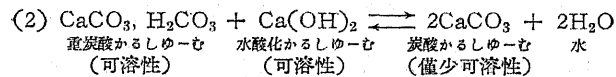
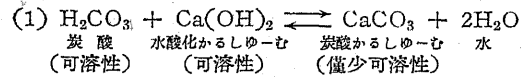
第二十六章 軟水法

(134) 概論 水ノ硬度即チ水ノ石鹼消費力ハかるしゆ一む及びまぐねしゆ一むノ重炭酸鹽、硫酸鹽、鹽化物及び硝酸鹽ノ存在ニ基因スルモノデア。是等化合物ノ存在ガ有害デアノハ不必要ナル石鹼消費量ニモ原因シ、又或程度、其ノ或ルモノガ汽罐中ニ於テ垢殻ヲ生ズルタメデア。天然水ノ硬度が高イ地方ニ於テハ 50~75 p. p. m. ノ全硬度ハ一般ニ認容シ得ルモノデア。紐育及びぼすとんノ公共上水ハ 20 p. p. m. ヨリモ小ナル硬度ヲ有スル。洗滌ノタメニ、石鹼ヲ硬水ニ使用スル時ハ石鹼ガ洗滌目的ニ利用シ得ラレル前ニ、水ノ硬度成分ヲ相殺スルタメニ充分ナル量ノ石鹼ヲ用ヒルコトガ先ヅ必要デア。故ニ水ノ軟化方法ハ硬水ノ上水ヲ用ヒル家庭ニ於テ實際ニ行ハレテ居ルモノデア。石鹼ヲ以テ硬水ヲ軟化スル水ノ消費者ハ、不満足ナル方法デアノミナラズ甚ダ高價ナル方法ヲ用ヒツツアルモノデア。併シ石灰ヲ以テ軟化スルコトハ各家庭ニ於テハ有利ニ行フコトガ出來ナイモノデ之ハ大規模ノ方法デアツテ全公共上水ガ處理セラレ得ル中央構場ニ於テ適用セラレルヲ最良トスルモノデア。

(135) 軟水方法 軟水方法 (Water softening process) ニハ一般ノ三方法ガアル。(a) 石灰法、(b) 石灰及び曹達法、(c) ぜおらいと (Zeolite) 法デア。石灰法ハ單ニ炭酸鹽硬度ヲ減少スルノミデア。曹達灰ヲ加フレバ無機酸硬度ヲ減少スル。是等方法ノ何レモ完全ニハ水ヲ軟化セナイガ、一般ニ硬度ヲ生ズル溶解不純物ノ完全除去ハ上水道ニ於テハ望マシコトデハナイ。ぜおらいと法ハ水カラ硬度ヲ生ズル化合物ヲ除去シテ完全ニ軟化サレタル水ヲ生ズルモノデア。過去ニ於テハ此方法ノ用途ハ或工業ニ用ヒラレル水ノ處理ニ、又家庭、洗濯屋、學校等ニ於ケル洗滌目的ニ用ヒル水

ノ軟化ニ又或狀況ノ下デハ汽罐用水ノ調製ニ殆ンド全然的ニ限ラレテ居ツタモノデアル。最近ニ於テハぜおらいと法ハ公共上水ノ軟化ニ關シテ用ヒラレタモ軟化ノデアル。此目的ノ構場ハぜおらいと法ニ依ツテ水ノ單一一部分ヲスル様ニ設計セラレテ、此軟化シタル水ハ、最後ノ淨水ニ於ケル所望硬度ヲ得ルタメニ、處理セザル水ト混交セラレルモノデアル。

(136) 石灰法 (Lime process) 次ノ公式ハ、炭酸ト石灰及ビまぐねしあノ重炭酸鹽ヲ含有スル水ニ、石灰ガ加ヘラレル時ニ生ズル反應ヲ示スモノデアル。

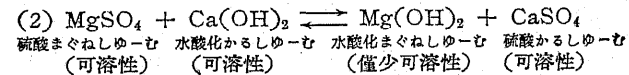
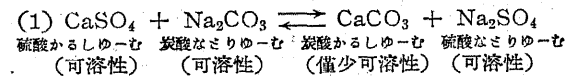


カルシウム及ビまぐねしカルシウムノ炭酸鹽ハ單ニ凡ソ 30 p. m. ノ程度デ水ニ溶解スル。併シ若シ無水炭酸 (CO₂) ガ遊離状態カ又ハ半結状態ニテ存在スルナラバ、炭酸鹽ハ重炭酸鹽状態ニ於テ存在シテ可溶性デアル。即チ原則ハ石灰乳 [Ca(OH)₂] ヲ以テ又ハ生石灰ヲ以テ無水炭酸ヲ中和セントスルモノデアツテ、以テ炭酸鹽ヲ生ゼシメルモノデアル、此炭酸鹽ハ、是等土類炭酸鹽ノ標準溶解度ヲ超過スル程度ニ存在スル時ハ、沈澱スル。此沈澱物ハ沈澱法又ハ濾過法ニ依リテ除去セラレル。軟水法ニ對シテ石灰ヲ使用スルコトハクラーク法 (Clark process) ト稱セラレテ長ク採用セラレテ居ルモノデアル。併シ或不利ガ之ニ生ジ易イ、即チ其レハ主トシテ池ノ容量ニ依ツテ定マル制限時間中ニ完全ナル反應ヲ得ルコトノ困難ナルコトデアル。後沈澱 (After-precipitation) 作用ガ起リテ濾過床砂ノ上ニ炭酸カルシウムノ被膜ヲ生ジ、又屢配水本管、給水管及ビ量水器中ニ相當量ノ堆積物ヲ生ズルコトガア

ル。苛性あるかり性ノ餘剰ハ水ノ味ヲ惡化スルモノデアル。

是等ノ望マシクナイ狀況ノ若干ハ、沈澱水ガ濾過池ニ流入スルマデニ此沈澱水ニ無水炭酸ヲ加ヘルコトニ依ツテ、今ヤ消去セラレルモノデアル。之ハ炭酸化作用 (Carbonation) ト稱セラレテ沈澱セザル炭酸鹽ヲ可溶性重炭酸鹽ノ形態ニ戻ス效果ヲ有スル。更ニ此方法ニ於ケル改善ガ最近ニ行ハレタモノデアル。之ハ過剰石灰ヲ以テ處理スルモノデアツテ、沈澱物ヲ沈定セシメ、CO₂ ヲ以テ過剰石灰ヲ中和シ、軟水反應ニ依ツテ生ズル汚泥ト混合シ、沈澱セシメ、再炭酸化作用ヲ爲サシメ、次ニ濾過スルモノデアル。此方法ニ依ツテ炭酸鹽硬度ハ理論限度マデ減少セラレルコトヲ得、又後沈澱作用ノ如キ面倒ヲ生ズルコトヲ除去スルコトガ出來ル。

(137) 石灰及ビ曹達灰法 天然水中ニ見出サレル大抵ノ永久硬度ノ原因デアル硫酸カルシウム及ビ硫酸まぐねしカルシウムニ對シテハ石灰ハ效果ガ無イ。永久硬度ノ減少ヲ石灰法ニ依ツテ行ハレル軟水法ニ附加シテ、望ム場合ニハ、曹達灰 (炭酸ナトリウム) ヲ用ヒテ此目的ヲ達スル。其反應ハ次ノ通り。



反應 (2) ニ於テ生ズル硫酸カルシウムハ次ニ (1) ニ示ス如ク炭酸ナトリウムニ依ツテ作用セラレル。是等ノ反應ハ水中ノ可溶性鹽類ヲ減少セナイガ有害程度ノ一層少ナイナトリウム鹽類ニ變化スルモノデアル。炭酸鹽ヲ減少スルニハ石灰ガ普通ニ必要デアル。此反應ハ前ニ述べタ如クデアル。

ばたーそん (Paterson) ノ冷態軟水法 之ハ其操作ガ殆ンド自動的デアル便利ナル器械デアル。用ヒル藥物ハ飽和石灰溶液ト炭酸曹達トデアル。毎日必要ナル重量ノ藥物ヲ容器ニ入レル。溶液ハ流入スル水ト混和シテ之ガ沈

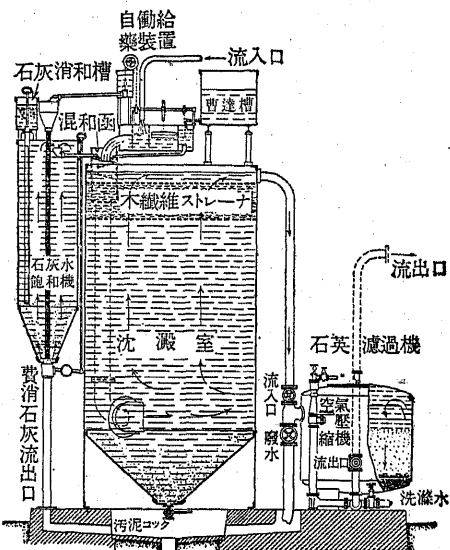
澱槽ニ行ク。斯クノ如ク處理シタル水ハ木纖維ノすとり一な一ヲ通過シテ溢流口マデ上昇スル。槽ノ圓錐底カラ沈澱不純物ヲ容易ニ排除スルコトヲ得ル。

(138) 間歇式軟水機及ビ連續式軟水機 小軟水構場ニ於テハ主トシテ工業目的ノタメニ二型式ノ軟水機ガ用ヒラレル、即チ間歇式ト連續式トデアル。間歇式軟水機ニ於テハ處理スベキ水ヲ唧筒デ槽ニ揚ゲ化學試薬ヲ以テ處

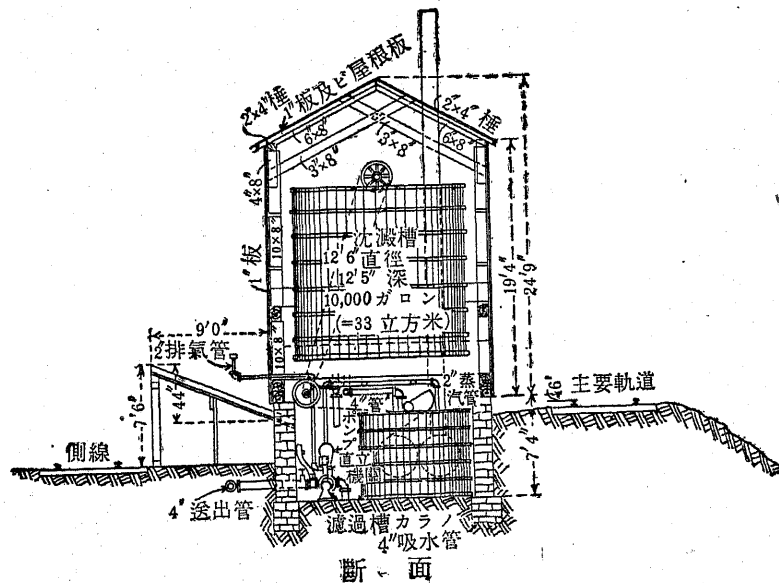
理シ、時々化學反應ヲ促進スルタメニ機械的ニ攪拌シ、最後ニ沈澱物ガ沈定スルマデ靜カニ放置スル。沈定ニ對シテハ4~6時間ヲ要シ、之ニ加フルニ槽ノ充水、排水及ビ掃除ノ時間ヲ要スルカラ、相當ナル槽容量ガ要セラレル。藥液ハ槽ノ地盤ニ於テ作ラレテ槽中ニ唧筒ニテ揚グラレルカ、又ハ固形藥物ガ槽頂マデ揚グラレテ、此點ニテ溶解セラレテ注加セラレル。處理スル水ノ攪拌ハ電動機又ハ水力發動機ニヨリテ廻轉セラレル槳ヲ以テセラレルカ、又ハ槽底上ノ有孔管ノ格子ヲ通シテ壓入セラレル壓縮空氣ヲ以テスル。

軟化シタル水ハ浮管ニヨリテ水面カラ引出ヌ常トスル。一槽ガ引水セラレテ居ル間ニ、他槽ヲ充水シ、藥物ヲ以テ處理シ、相當ナル清水ヲ得ルニ充分ナル時間、靜置セシメルカラ、第一槽ガ排水セラレタル時ハ第二槽カラ軟化シタル水ヲ給水スルヲ得ル。

連續式軟水機ニ於テハ水ハ背ノ高イ槽(第146圖)ノ頂部カラ軟水機ニ流



第145圖 石英濾過機ヲ具フルばたーそんノ軟水機



第146圖 鐵道給水場ニ對スル間歇式軟水機、斷面圖

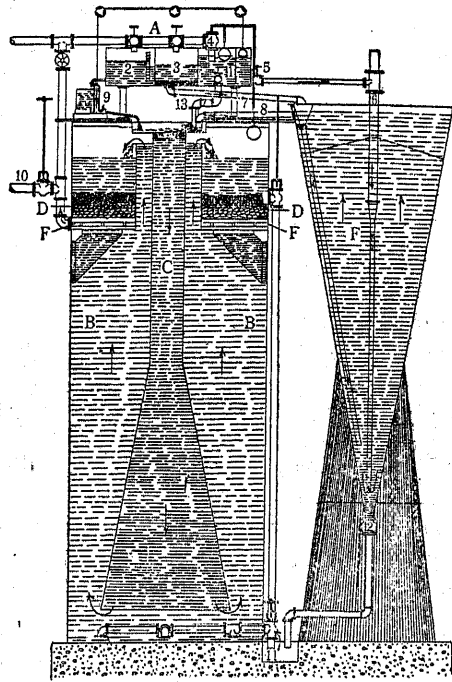
入スル。水ガ流入スル時ニ之ガ水車ヲ廻轉スル様ニ作ラレテ居ツテ、之カラ得ラレル動力ハ軟水槽及ビ藥槽中ノ攪拌機ヲ働カシ、又藥液ヲ取扱ヒ藥液ヲ用意スル唧筒ノ操作ノ如キ機械的ノ仕事ヲ爲スニ利用セラレル。

水ハ藥液ヲ受ケタル後ニ、混和室中ニ入りテ下方ニ流レル。此室ハ屢圓錐形デアルカラ、流速ハ水ガ槽底ニ接近スルニ從ヒテ減少スル。又他ノ器械ニテハ之ハ單ニ混和室デアツテ、此室中ニ機械攪拌機ガアル。

水ハ軟水機ノ混和室即チ中央室ヲ出テカラ此室ノ周リノ環狀場所ヲ緩ニ昇流スル。軟化シタル水ヲ最後ニ清澄トスルニハ木纖維濾床、砂濾床、砂利濾床等ガ用ヒラレル。普通型ノ急速濾過槽ガ都市上水ニ對シテ水ヲ軟化スル大構場ニ用ヒラレル。

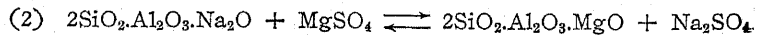
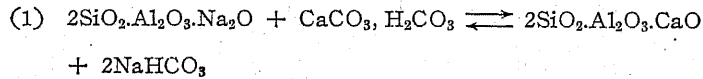
(139) ぜおらいと法 ぜおらいと (Zeolite) 床ヲ通シテ硬水ヲ流入セシメルトキハ、硬水ハぜおらいと中ノなとりゆーむト硬水中ノかるしゆーむ

及びまぐねしゆ一むトヲ交換シ、遂ニぜおらいと中ノなとりゆ一むハ無クナル。なとりゆ一むヲ再びぜおらいと中ニ含有セシメルニハ、食鹽溶液ヲ以テぜおらいとヲ處理スル即チ復生セシメル。復生法ニ於テはいおん反應が逆トナツテかるしゆ一む及びまぐねしゆ一むハなとりゆ一むト代リテ鹽化物トナリテ洗出セラレテなとりゆ一むハぜおらいと中ニ残留スルコトナルカラ、ぜおらいとハ再び軟化劑トシテノ作用ヲ爲シ得ルコトナル。

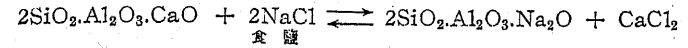


第147圖 らいせるとノ自働軟水機

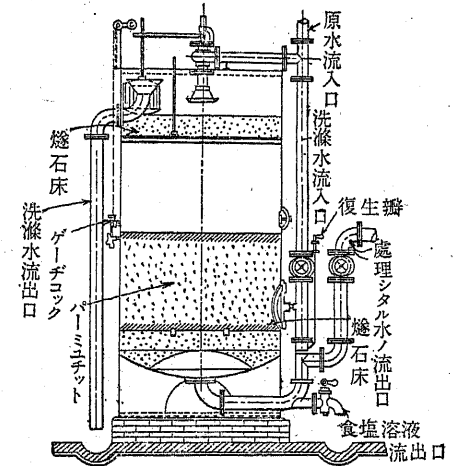
ぜおらいとハ天然又ハ人工的生產物デアリ、人工品ハ品名ばーみゆちつと(Permutit, $2SiO_2 \cdot Al_2O_3 \cdot Na_2O + 6H_2O$), ばーだいと (Verdite), くりすたらいと (Crystalite), であるかそ (Delcaso), ばーろまいと (Barromite) 等トシテ市場ニ存在スル。硬水ガぜおらいとト接觸スル時ニ起ル反應ハ次ノ通り。



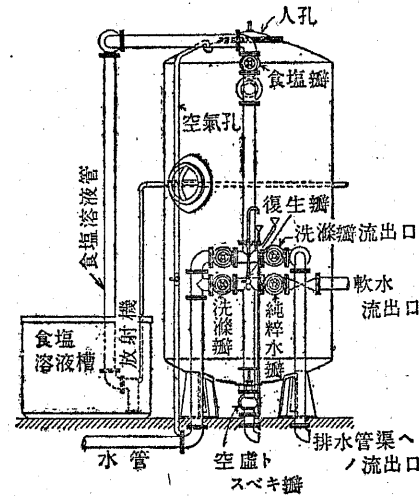
復生法ノ反應ハ次ノ通り。



ぜおらいと軟水法ガ清澄ナル水ノミニ適用シ得ルハ水ノ濁度ノ存在ハぜおらいとヲ閉塞スルカラデアル。此理由ニ依ツテ都市上水ヲ軟化スル其用途ハ地下水源カラ其水ヲ引用スルモノニ大イニ限ラレル様デアル。食鹽ト云フ唯一ノ藥品ヲ用ヒル經費上ノ都合ノ良イ條件ノ下ニ、之ハ地下水ヲ軟化スルコトニ於テ他ノ方法ト都合ヨク匹敵スルモノデアアル。



第148圖 壓力型ノぜおらいと軟水機



第149圖 重力型ノぜおらいと軟水機

(140) ぜおらいと濾過槽

第148圖ニ見ルガ如クニ上部砂利層ハ有孔板上ニ乗り、此砂利層ヲ支持スル板ノ底部トばーみゆちつとトノ間ニ空所ガアル。ばーみゆちつとハ厚サ50.8糎乃至101.6糎デアツテ、砂利層ノ上ニ乗り、砂利層ハ他ノ有孔板上ニ支持セラレル。ばーみゆちつとハ10%ノ食鹽溶液ヲ以テ復生セラレルカラ食鹽溶液槽が必要デアアル。食鹽溶液ヲ

軟水機中へ流入

セシメル。

水ガぱーみゆ

ちつとヲ通過ス

ル早サハ其厚サ

及ビ水ノ硬度ニ

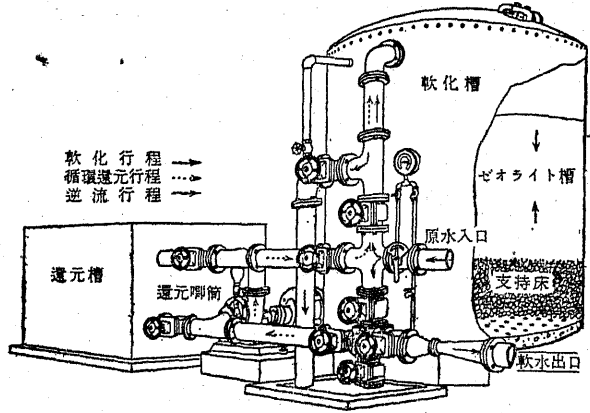
關係スル。床ヲ

通過スル水ノ普

通ノ速度ハ1時

間ニツキ3~4.8

米デアル。



第150圖 ぜおらいと工業株式會社(大阪),
ぜおらいと軟水機

第150圖ニ於テ原水瓣及ビ軟水瓣ヲ開ケバ軟水ハ壓力ヲ保持シタル儘、何レヘニテモ送水セラレル。特ニ高壓ヲ要セヌ。連續使用12時間乃至48時間デアル。一定限軟化後ハ復生即チ還元ヲ行ヒ軟化機能ヲ復活セシメル。還元全操作ハ1時間デアル。食鹽還元ノ場合ノ行程ハ先ヅ逆流洗滌ヲ約8分間行ヒテ後、槽内ノ水ヲ約10分間ヲ以テ全部排出スル。此時還元唧筒ヲ始動セシメテ還元槽カラ食鹽溶液ヲ槽内ニ注入シ10分乃至20分間鹽水ヲ循環セシメル。