

土工事における濁水処理に関する研究 (第10報)

——某下水処理場建設工事における赤色のディープウェル排水の処理例——

喜田大三 漆原知則
辻博和

Studies of Muddy Water Treatment in Earthwork (Part 10)

——Treatment of Reddish-Brown Deep-Well Drainage in Construction
of a Certain Sewerage Treatment Center——

Daizo Kita Kazunori Urushibara
Hirokazu Tsuji

Abstract

In construction of a certain sewerage treatment center, groundwater containing 20 to 40 ppm of Fe^{++} was pumped out at a rate of 28,800 m³/day. The Fe^{++} in this water was oxidized by air to become ferric hydrate, and the color of the water became too reddish-brown to be drained directly into the sea. This report concerns the removal of the Fe^{++} in the water. The treatment process was as follows. (1) Fe^{++} is oxidized by aeration in alkaline environments. (2) The ferric hydrate produced is precipitated in a settling pond by use of inorganic and organic flocculants. The groundwater treated by this process could then be drained into the sea.

概要

某下水処理場建設工事において、第1鉄イオンを20~40 ppm含む地下水をディープウェルで日量28,800 m³排水した。この第1鉄イオンは空気にふれると赤橙色の水酸化第2鉄に変化し、排水は赤橙色に着色するので、水質汚濁防止上この排水をそのまま公共水域に放流することができなかった。

そこで、各種の除鉄方法を検討し、現場に適用できる処理システムを作成し、処理を行なった。すなわち、「アルカリ曝気法」によって第1鉄イオンを強制酸化し、生成した水酸化第2鉄のコロイドを「無機系凝集剤（硫酸バンド）と有機系高分子凝集剤（アニオン系ポリアクリルマイド）の併用による凝集沈殿法」によって沈殿除去した。その結果、残留第1鉄イオン1 ppm以下、SS濃度30 ppm以下の清澄な処理水を海域に放流することができた。

1. まえがき

某下水処理場建設工事に際し、その内部掘削のため約28,800 m³/dayの水をディープウェルで排水した。

この排水中には20~40 ppmの第1鉄イオンが含まれており、この第1鉄イオンは空気にふれると赤橙色の水酸化第2鉄に変化する。その結果、排水は赤橙色に着色する。この赤橙色化した排水を公共水域に放流すると、視覚的に水質を汚濁させ、かつ水産生物（のり）に悪影響を与えるので、そのまま海域に放流することができなかった。

そこで、各種の除鉄方法を検討し、当現場に最適な方

法として、「アルカリ曝気+凝集沈殿」による処理方法を採用した。その結果、残留第1鉄イオン1 ppm以下SS濃度30 ppm以下の清澄な処理水を海域に放流することができた。

この報告では、処理システムに関する検討内容および現場における処理結果などについて述べる。

2. 排水の発生状況と処理基準

2.1. 排水の発生状況

(1) 工事概要: 某下水処理場の汚水池および汚水ポンプ室築造のため、地下連続壁を打設後ディープウェルで地下水を排水した。工事現場の全景を写真—1に示す。

(2) 発生量：ディープウェルには6インチの水中ポンプ9台を使用し、平均28,800 m³/day (20 m³/min)の排水が発生した。

(3) 水質：排水の一般的水質は以下の通りであった。pH: 6.7, SS 濃度: 26.7 ppm, COD: 7.2 ppm, BOD: 0.2 ppm。ところで、この排水には予想外に鉄が多く含まれており、その濃度は20~40 ppmであった。排水が空気にふれる前には、この鉄は第1鉄イオンとして存在し排水は無色透明である。しかし、空気にふれると、水酸化第2鉄のコロイドを生成し、排水は赤橙色に着色する。

2.2. 排水の処理基準

上記の水質から判断して、放流時に問題となる項目はpH・SS・鉄の3項目と考えられた。そこで、以下に示す処理基準を設定した。

(i) pH: 5.0~9.0 (薬品添加でpHが変動するため)

(ii) SS 濃度: 40 ppm 以下 (当地区の上乗せ排水基準による)

(iii) 溶解性鉄濃度: 5 ppm 以下 (排水基準では10 ppm であるが、放流時海水を溶解性鉄で赤橙色に着色させない濃度)

3. 排水の処理システムの検討

ディープウェル排水による海域の赤橙色化を防止するには、排水中の第1鉄イオンを除去する必要がある。第1鉄イオンの除去方法としては、一般に、(i)酸化→沈殿 or ろ過法、(ii)接触ろ過法、(iii)鉄バクテリア法、(iv)キレート法、(v)イオン交換法などがある¹⁾。今回の工事のように莫大な水量を処理するためには、処理設備の面から(ii)・(iii)・(iv)の方法は適用し難い。そこで、(i)あるいは(v)の方法を用いた場合に当現場に適用可能な処理システムの基本フローを図-1に示す。

No.1は第1鉄イオンを強制酸化し、生成した水酸化

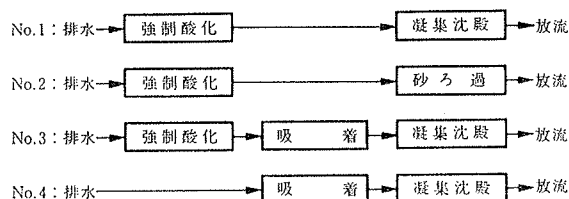


図-1 現場に適用可能な処理システムの基本フロー

第2鉄を凝集沈殿法で除去する方法である。No.2は第1鉄イオンを強制酸化し、生成した水酸化第2鉄を砂ろ過池で除去する方法である。この方法では広大な砂ろ過池を必要とし、しかも適宜ろ材の砂の交換が必要である。No.3はNo.1の方法における凝集沈殿の除去効果を高めるために、沖積粘土等の土を吸着剤・沈殿助剤として添加する方法である。この方法は既に某製鉄所の赤色のディープウェル排水の処理に採用された実績を有している²⁾。しかし、沈殿池として、広大な容積を必要とする。また、No.4はNo.1~No.3と異なり、第1鉄イオンを強制酸化することなく、排水に直接沖積粘土等を添加し、土の陽イオン交換能を利用して、第1鉄イオンを土に吸着させ、その土を沈殿除去する方法である。この方法でも、当然のこととして、広大な沈殿池を必要とする。

以上の四つの処理システムの基本フローのうち、現場の諸条件・各種室内実験の結果、経済性などを考慮して、当現場にはNo.1の処理法が最も適していると判断した。その際、第1鉄イオンの強制酸化には「アルカリ曝気法」を、水酸化第2鉄の沈殿除去には「無機系凝集剤と有機系高分子凝集剤の併用による凝集沈殿法」を、それぞれ採用した。

4. 現場における排水処理

4.1. 処理システムと処理結果

上述の処理システムの検討結果にもとづいて、図-2に示すような当現場に適用しうるフローシステムを作成

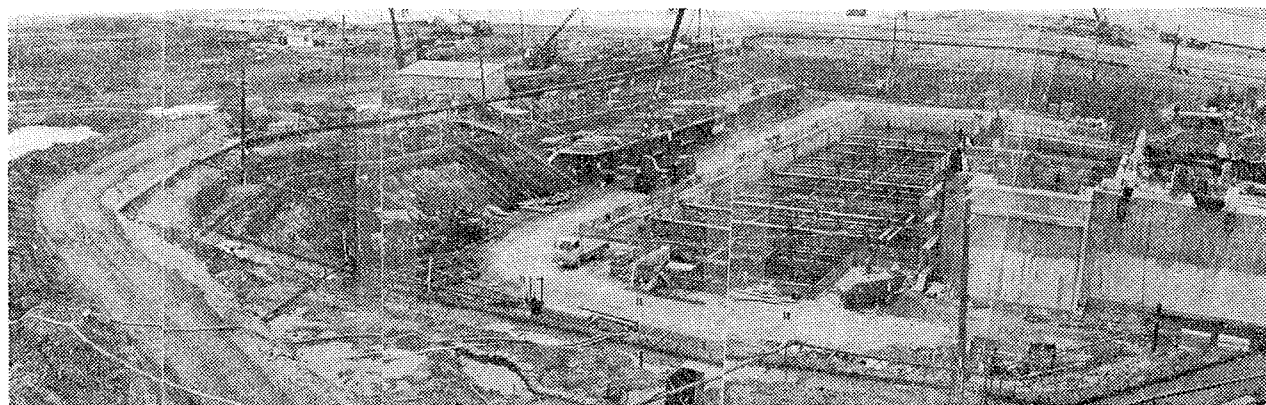


写真-1 某下水処理場工事現場全景

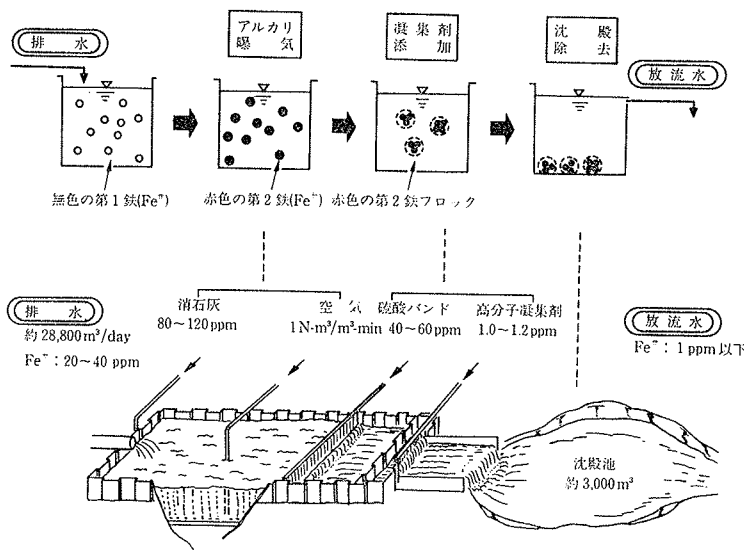


図-2 ディープウェル排水の処理原理と処理システム

し、ディープウェル排水の処理を行なった。処理プラントの全景を写真-2に示す。

以下に、処理システムと処理結果を概説する。送水管でパイプ輸送されてきた排水に、曝気池への吐出口で、石灰(20%液)を80~120 ppm添加した。そして、曝気池(W 10.0 m×L 22.5 m×H 3.0 m、滞留時間約30分)において、ブローを用いて空気量約1 N-m³/m³排水・minで曝気し、排水中の第1鉄イオンを水酸化第2鉄に強制的に変化させた。

この水酸化第2鉄のコロイドに、薬注池(W 10.0 m×L 3.5 m×H 3.0 m、滞留時間約5分)において、液状硫酸バンドを40~50 ppm、さらに有機系高分子凝集剤(0.2%溶解液)を1.0~1.2 ppm添加し、凝集フロックを生成した。なお、アルカリ曝気および凝集剤処理については4.2および4.3で詳述する。

さて、上記の方法によって生成した水酸化第2鉄の凝集フロックを沈殿池(容量:約3,000 m³、滞留時間約3.5時間)で沈殿除去した結果、処理水の溶解性鉄濃度は3 ppm以下、残留第1鉄イオン濃度は1 ppm以下であ

り、そしてSS濃度は30 ppm以下、pHは7~7.5 ppmであった。これらの値は第2章で設定した処理基準値を十分満たしており、この清澄化した処理水を無事海域に放流することができた。

4.2. アルカリ曝気

水中の第1鉄イオンの曝気処理に際し、曝気効果には水のpH・水中のCu⁺⁺・SiO₂・フミン酸濃度などが影響する。特に、水のpHは大きく影響する。今回の処理ではpH調整に石灰を使用した。そこで、空気量1 N-m³/m³排水・minの曝気条件下における、石灰の添加量と曝気後の処理水中の残留第1鉄イオン濃度などの関係を図-3に示す。

図から明らかなように、石灰添加量の増大とともに、残留第1鉄イオンの濃度は減少し、

石灰を80~120 ppm添加することによって、溶解性鉄濃度は3~4 ppmに第1鉄イオン濃度は1~2 ppmになった。なお、その際の水のpHは約7.4であり、原水のpHが約6.5であるのに対して、石灰の添加によって約1.0上昇していた。

なお、石灰を80~120 ppm添加した際に、空気量を1.0から0.5 N-m³/m³排水・minと少なくして曝気したところ、処理水の溶解性鉄濃度は5~10 ppmに、第1鉄イオン濃度は3~5 ppmに増大した。

以上のことから、アルカリ曝気に当っては、4.1で述べたように、石灰を80~120 ppm添加し、空気量を約1 N-m³/m³・minで曝気することとした。

4.3. 凝集沈殿

ディープウェル排水を4.2に示した条件下アルカリ曝気して生成した水酸化第2鉄のコロイドは微細なため沈降性が悪かった。そこで、沈殿池においてこのコロイドを確実に沈殿除去するため、無機系凝集剤として硫酸バンド、高分子凝集剤としてアニオン系ポリアクリルアミド(クリフロックEDP 301)の両凝集剤を使用した。

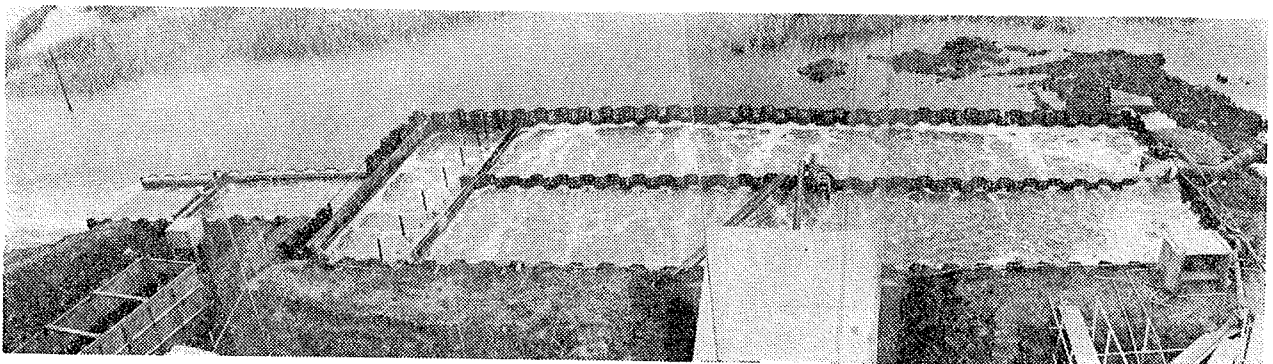


写真-2 ディープウェル排水の処理プラント全景

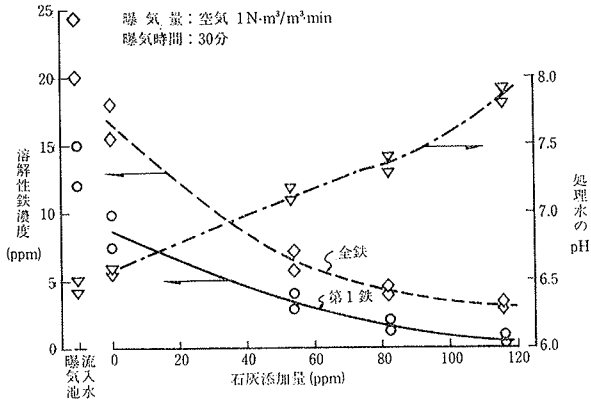


図-3 曝気処理における石灰の添加効果

両凝集剤を添加し生成した凝集フロックをシリンダーにとり、フロックの沈降速度と30分後の残留SS濃度を測定した。その結果を図-3に示す。図から明らかのように、硫酸バンドの添加量0~60 ppm, 高分子凝集剤の添加量0.6~1.5 ppmの範囲で、両凝集剤の添加量の増大とともに、フロックの沈降速度は増大し、残留SS濃度は減少した。

上記の結果および沈殿池の構造・沈殿池の滞留時間などを考慮して、凝集沈殿後の放流水のSS濃度として40 ppm以下を確実に確保すべく、凝集剤の添加濃度は4.1.で述べたように、硫酸バンド40~60 ppm, 高分子凝集剤1.0~1.2 ppmとした。

5. まとめ

某下水処理場の建設工事において、第1鉄イオンを20~40 ppm含む地下水がディープウェルによって約28,800 m³/dayに及ぶ莫大量排出された。この第1鉄イオンは空気にふれると赤橙色の水酸化第2鉄に酸化されるので、排水は赤橙色に着色する。水質汚濁防止上、こ

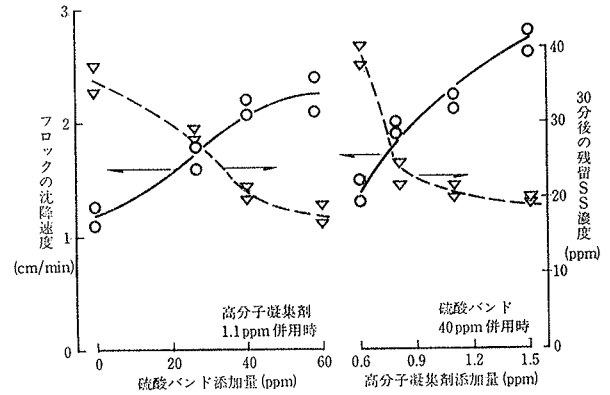


図-4 凝集沈殿処理における凝集剤の効果

の排水を直接海域へ放流できなかつた。

そこで、当現場に最適な処理方法として、「アルカリ曝気+凝集沈殿」による排水中の第1鉄イオンの除去方法を採用し、残留第1鉄イオン1 ppm以下、SS濃度30 ppm以下の清澄な処理水を海域に放流することができた。

謝辞

現場において貴重な御指導をいただきかつ測定に協力して下さった西村所長・刈田所長代理以下工事事務所の皆様に深く謝意を表します。

参考文献

- 1) 岡本, 後藤, 諸任: 工業用水と廃液処理, 日刊工業新聞社, (1972)
- 2) 喜田, 辻: 土工事における濁水処理に関する研究(第4報) —某製鉄所におけるディープウェルの赤橙色排水の処理例—, 大林組技術研究所報, No. 12, (1976)