

## 神領車両区内ろ過装置のろ過方法の改善

東海旅客鉄道株式会社 正会員 山口 崇文

## 1. 研究背景と目的

当社多治見保線区では、神領車両区にある列車給水用のろ過装置（写真-1）の維持管理を行っている。この装置で不純物を除去したろ過水は、列車の洗浄やトイレ・洗面所で飲用水以外の用途で使用されている。過去、このろ過水から、黒水が発生したとの報告があった。そこで、黒水の発生原因を調査し、ろ過水の水質維持を図る取組みを実施したので、本稿ではこれを報告する。



写真-1 ろ過装置

## 2. 列車給水の概要

列車給水用の水は、神領車両区内の深さ 70m から採水した地下水を汲み上げて使用している。給水までの経路の略図を図-1 に示す。採水後は原水槽に貯留し、次にろ過装置で不純物を除去してから受水槽に貯留したのち、各使用箇所へ送水している。



図-1 給水経路略図

## 3. 黒水発生状況と原因の究明

## 3. 1 黒水発生状況

ろ過前である原水槽、ろ過後である受水槽及び取水口を対象に水質調査を行った。調査結果および水道法の値を参考に比較した結果を図-2 に示す。また、図-2 から得られた特徴を以下に示す。

項目	原水槽	ろ過	受水槽	取水口	参考値*
色度(度)	23		15	5	5以下
濁度(度)	5.1		3.2	3.1	2以下
マンガン(mg/l)	0.24		0.22	0.05	0.05以下

図-2 水質調査結果

\*上水道の基準値

①-1 ろ過後の受水槽において、色度、マンガンが参考値を超えている。

①-2 受水槽から取水口までの間に、色度、マンガンの値が減少している。

② 濁度について、色度、マンガン同様受水槽で参考値を超えており、この傾向が取水口まで続いている。

## 3. 2 黒水発生原因

## (1) ろ過後も色度・マンガンの値が高い理由

現在ろ過装置のろ過材としてセラミックス M<sup>1)</sup>を使用している。セラミックス M は、濁度、鉄、有機物の除去に適している一方で<sup>1)</sup>、マンガン除去には適さない性質を有する。このことから①-1 の原因は、ろ過材がマンガン进行吸着しなかったためと考えられる。

## (2) 色度・マンガンの値が取水口で低下する理由

マンガンは、原水槽に次亜塩素酸ナトリウムを投入し、マンガン进行酸化させて二酸化マンガンとしたうえでろ過材に付着させて除去している。この二酸化マンガンには、給水管に付着する性質がある<sup>2)</sup>。給水管への付着の有無を確かめるために、給水管内部の付着状況をカメラにて調査したところ、給水管に黒色の付着物が確認できた。さらに付着物の成分を調査した結果、約 4 割をマンガンが占めていた。このことから、①-2 は、ろ過しきれなかった二酸化マンガンが給水管に付着し、この二酸化マンガンが流速の変化や断水等によって剥がれ、溶出した結果、黒水となったと考えられる。

## (3) ろ過後に濁度が高い理由

一般的に濁度は、細かい砂やプランクトンの死骸といった浮遊物に左右される。浮遊物のろ過装置の機能を確認するため、装置内の状況確認を実施した。結果を図-3 に示す。ろ過装置の一般的な構成は図-3 の左図のように、粒形の異なる 2 種類のろ過材を使用し、まず粒形の大きいろ過材で浮遊物質を除去し、次に粒形の小さい

キーワード ろ過装置, マンガン, 逆洗, フェロライト

連絡先 〒507-0036 岐阜県多治見市田代町二丁目 21 番地 1 東海鉄道事業本部 多治見保線区

さいろ過材でマンガンを除去するものであるが、現地は図-3の右図のようにろ過材の粒形が上下反転している状態になっていた。これにより、ろ過能力が低下し、濁度が高くなったと考えられる。

ろ過装置は、ろ過材の多孔質の孔で浮遊物質を捕捉するため、徐々に多孔質の孔に浮遊物質が堆積し、ろ過能力が低下していく。このため、ろ過方向とは逆に水を流して（以下、逆洗）、ろ過材に堆積した汚れを除去している。ろ過材の粒形が上下反転した原因は、この逆洗によるものと考えられる。

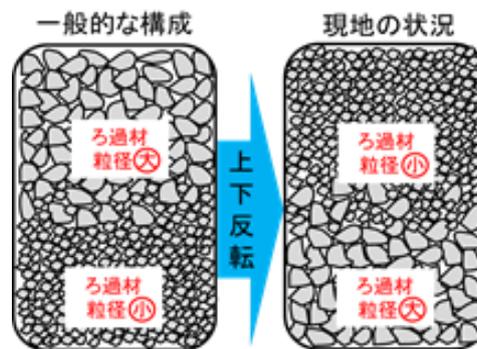


図-3 ろ過装置の構成

#### 4. 効率的なろ過方法の検討

##### 4. 1 ろ過装置のマンガン除去能力の向上

3. 2 (2) により、色度・マンガンの値を低下させるためには、ろ過装置のマンガン除去能力の向上が必要と考えられる。マンガン除去能力を持つろ過材としては、フェロライトMC、マンガン砂、ラジカルライトが挙げられる<sup>1)</sup>。この中でもフェロライトMCは二酸化マンガンの付着量が多く、マンガン除去能力が高い。一方で、施工性は従来と変わらない。ろ過装置のマンガン除去能力の向上させるため、フェロライトMCを採用することとした。

##### 4. 2 浮遊物質の除去能力の向上

3. 2 (3) で述べた逆洗による上下反転を防止するため、比重を上層（粒径大）>下層（粒径小）となるような複層<sup>2)</sup>への変更を検討した。浮遊物質の除去が可能でフェロライトMCよりも比重の小さいろ過材として、アンスラサイト<sup>3)</sup>を選定した。

##### 4. 3 ろ過材交換後の水質調査結果及び定期検査結果

4. 1 および4. 2 を踏まえ、神領車両区のろ過装置において実際に使用するろ過材の構成を流速、各ろ過材の役割を考慮し、上層（アンスラサイト）は、粒径0.7~2.0mm、下層（フェロライトMC）は、粒径0.3~0.65mmとした。ろ過材交換後に水質調査を実施した結果を表-1に示す。ろ過後の処理水のすべての数値が参考値以下に低下しており、ろ過能力が向上されたことを確認した。また、その他の成分の上昇も見られず、ろ過材変更による悪影響もないことを確認した。表-2に平成30年10月にろ過材交換後、半年間経過観察を行った結果を示す。色度、濁度、マンガンともに、参考値以下の値を維持しており、対策が有効であることを

表-1 ろ過材交換後水質調査

項目	原水	処理水	参考値
色度(度)	18.0	1.0	5以下
濁度(度)	4.6	0.1	2以下
マンガン(mg/l)	0.20	0.01	0.05以下
鉄(mg/l)	2.5	0.05	0.3以下

表-2 経過観察結果

項目	H31.1	H31.2	H31.3	参考値
色度(度)	1.0	2.0	1.0	5以下
濁度(度)	0.1	0.1	0.1	2以下
マンガン(mg/l)	0.005	0.005	0.005	0.05以下

確認した。

#### 5. まとめ

黒水発生の原因は、①ろ過装置のマンガン除去能力の不足、②逆洗によるろ過材の上下反転に伴うろ過能力低下、の2点であることを明らかにした。対策として、ろ過材の種類と構成の見直しを行い、半年間にわたり有効性を確認した。今後は、ろ過装置の維持管理を適切に行い、列車給水の水質維持を継続していく。

#### 参考文献

- 1) 株式会社トーケミ 「技術情報資料(カタログ)」 2) 竹林洋史 『河川工学』 コロナ社
- 3) 松井佳彦 『塩素-マンガン砂法によるマンガン除去の動力学-2-除去過程の速度論的研究』 水道協会雑誌 55(7) P31-43