

OFケーブル重力油槽の油量増加原因の解明

化学分析から発展した地中線機器の期中のトラブル解明事例

Clarification of the cause of an oil volume increase in a feeding tank of the oil filled cable

An example that clarified trouble during the period with underground line equipment, developed from a chemical analysis

(電力技術研究所 材料技術G)

(Materials Engineering Group, Electric Power Research and Development Center)

名城水主町線OFケーブルの重力油槽のうち1台の油量が増加傾向にあり、油分析を行った結果、油量増加原因は他の油の混入であることが判明した。この結果を踏まえ、油槽を解体したところ、亀裂が確認された。その亀裂についてさらに解析したところ、亀裂発生原因が応力腐食割れ※1であることが明らかとなり、同種設備に対する対策の確立に貢献した。

From among the feeding tanks of the oil filled cable in the Meijo Kakomachi Line, the oil volume of one tank showed a tendency to increase; oil analysis clarified that this increase was caused by other oil mixing with the tank oil. Based on this result, the tank was disassembled, and cracks were found. Further analysis of the cracks identified them as stress corrosion cracking.*1 This finding contributed to the establishment of measures to deal with the same type of equipment.

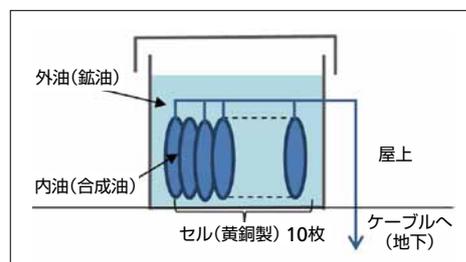
*1: A type of crack generated when tensile stress acts on metallic materials in a corrosive environment

※1: 腐食性環境におかれた金属材料に引張応力が作用して生ずる割れ現象

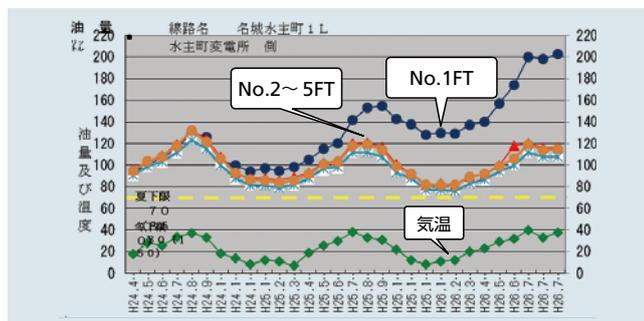
1 背景

水主町変電所屋上に設置されている名城水主町線OFケーブルの重力油槽(以下、FT)のうち、1L赤相No.1FT油量が他のFTに比べ増加している傾向が見られた(第1図)。FT蓋を開放して点検した結果、油の変色とタンク内面の発錆が確認された(第2図)。

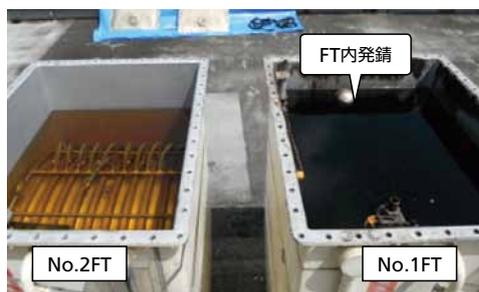
油、雨水の侵入が考えられた。



第3図 重力油槽の概要図



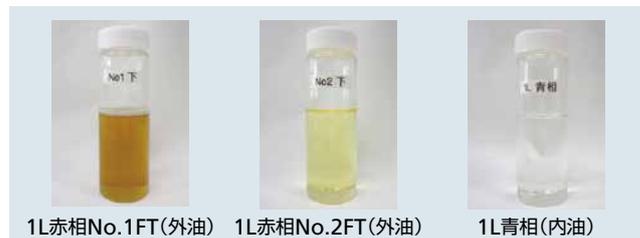
第1図 1L赤相の油量測定結果



第2図 FT蓋の開放状況

2 現場調査・油のサンプリング

現場調査ならびに油のサンプリングを実施した(第4図)。その結果、1L赤相No.1FT(外油)の油は茶褐色をしていた。また、雨水の侵入があれば比重差から下部に沈むため、当該FT下部からサンプリングした結果、目視では雨水は確認できなかった。このことから雨水の侵入による油量増加ではないことが断定された。



第4図 サンプリングした油の状況

3 油の分析

サンプリングした油の各種分析を実施した。ガスクロマトグラフ質量分析計※2による分析結果(クロマトグラム)を第5図に示す。

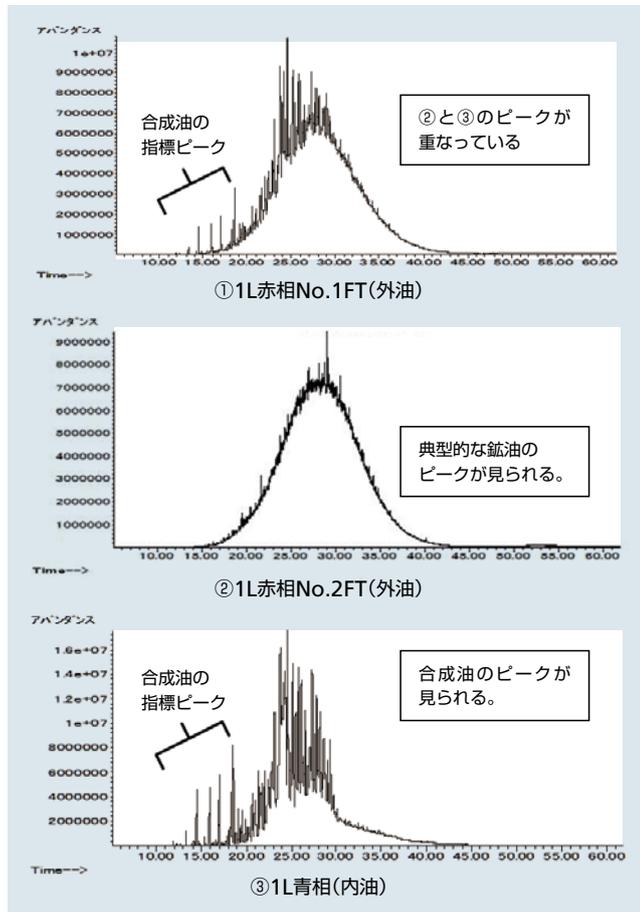
第5図から1L赤相No.1FT(外油)は、1L赤相No.2FT(外油)と1L青相(内油)のクロマトグラムが重なった形をしており、外油に内油が混入していることが分かった。一方、内油には外油の混入は認められなかった。このことから、内

重力油槽の概要図を第3図に示す。油槽の内部は外油が充填されており、その中にセルと呼ばれる黄銅製の太鼓状容器が10個収まっている。これらのセルの伸縮により、OFケーブルの導体発熱や外気温度の変化による絶縁油(内油)の膨張収縮を吸収している。その変化は外油の油量変化として表れる。

油量増加原因として、FTの内部異常による内油の漏

油が混入したため外油の量が増加したと判断した。また、内油のみに見られるピーク（合成油の指標ピーク）の強度から23～29重量%の内油が混入していると推定した。

※2：クロマトグラフで成分を分離し、分離成分をイオン化後、この結果を標準スペクトルと照合して、有機化合物の定性・定量評価を行う。



第5図 ガスクロマトグラフ質量分析計の分析結果

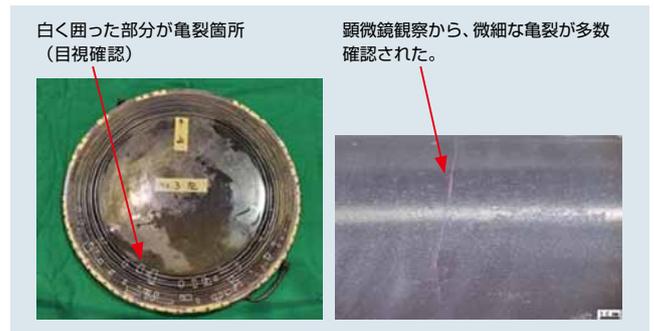
また、油中の水分量分析結果から1L赤相No.1FTの油中の水分量は約220ppmでありNo.2FTの約40ppmより高いことが分かった。このことから、油の茶褐色への変色は、空気中の湿分が混入し酸化劣化していることが原因と推定された。

4 セルの調査

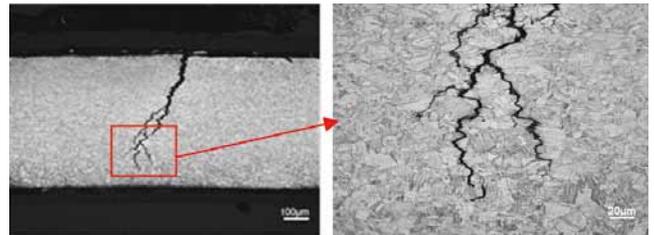
1L赤相No.1FTに内油が混入しているとの結果に対し、当該FTを解体し調査した。その結果、黄銅製セルに亀裂が認められた。そこで、亀裂の詳細について、追加分析を実施した。

第6図にセル表面亀裂の目視および顕微鏡観察結果を示す。微細な亀裂が多数確認され、特に波型加工部や側面が特に多い傾向が認められた。

第7図に亀裂部の断面観察結果を示す。亀裂は板厚に対してほぼ直角に、外面側から内面側への進展が認められた。いずれの亀裂も粒界に沿って亀裂進展する粒界割れの様相を呈していた。



第6図 セル表面亀裂の観察結果



第7図 セル亀裂部の断面分析結果

5 亀裂の発生原因

破面からは一様に粒界割れが見られ、組織観察で亀裂は樹枝状に枝分かれしながら進展している様相から、応力腐食割れによりセルは破断したと推定された。

健全に近いセルの残留応力測定結果で、黄銅の引張強さの1/100程度の小さな残留応力であることが判明し、また、亀裂が発生している箇所が、油の重量が付加されるセル下部に偏っていた。このことから、セル製造時の残留応力のみではなく、セルに内油が入っている状態で日もしくは季節的な経時変化による絶縁油（内油）の熱伸縮がセル下部に集中したことなどによる複合的な応力が亀裂発生原因と考えられる。一方、側面は運転時に膨張しない部位であるが、ほぼ全周に亀裂が見られ、溶接部の上部のみ割れていることから、溶接時の引張残留応力ならびに同箇所の腐食に起因した応力腐食割れを起こしたと考えられる。

一般的にセル材質である黄銅が最も応力腐食割れを生じやすい環境はアンモニア、硫黄、水分が存在する場合である。1L赤相No.1FTの外油の分析を行った結果、これらの物質が検出されたことから、応力腐食割れが生じやすい環境であったと考えられる。

6 まとめ・今後

今回の事象では油分析からFT油量増加原因を断定し、さらにセルの調査等から亀裂発生原因を解明することができた。

これにより同種設備に対する対策の確立に貢献することができた。



執筆者／小池良洋