

分路リアクトル (ShR) の寿命診断

多段積鉄心形ShR劣化判定基準の基礎検討

Shunt Reactor (ShR) Service Life Assessment

Basic Criteria for Deterioration of Multistage Iron Core Shunt Reactor

(工務部 技術開発G)

多段積鉄心形分路リアクトルはその鉄心構造の特徴から経年とともに過大な振動によるタンク亀裂や可燃性ガスの発生などの劣化兆候が散見され、設備更新を考慮しなければならない時期を迎えている。そこで本研究では、各種調査・検討から多段積鉄心形ShRの劣化進展メカニズムを明確にし、劣化判定フローの作成およびメンテナンス手法を提案したので紹介する。

(Engineering Section, Electrical Engineering Department)

In most multistage iron core shunt reactors, signs of deterioration due to aging such as cracks in the tank or occurrence of flammable gas, can be found in various places due to its iron core structure and excessive vibration, indicating the necessity of renewal within a few years. This report reveals the deterioration mechanism in multistage iron core shunt reactors based on various kinds of researches as well as examinations. Finally, it proposes a deterioration assessment procedure as well as an effective maintenance method.

1 背景・目的

分路リアクトル(以下ShR)は、鉄心構造に特徴を有しており初期の多段積鉄心形からインポリュート鉄心形を経て、現在のラジアル鉄心形に変遷してきた。(第1図)

初期構造である多段積鉄心形ShRは、その大半が経年30年超過となり、また、その鉄心構造の特徴から経年とともに過大な振動によるタンク亀裂や可燃性ガスの発生などの劣化兆候が散見され、設備更新を考慮しなければならない時期を迎えている。

そこで本研究では、主に多段積鉄心形ShRを対象に、想定劣化メカニズムの検討をはじめ、各種データの収集・整理、撤去品調査を実施し、劣化判定フロー・判定基準値の設定に向け基礎検討を行った。

2 撤去品調査

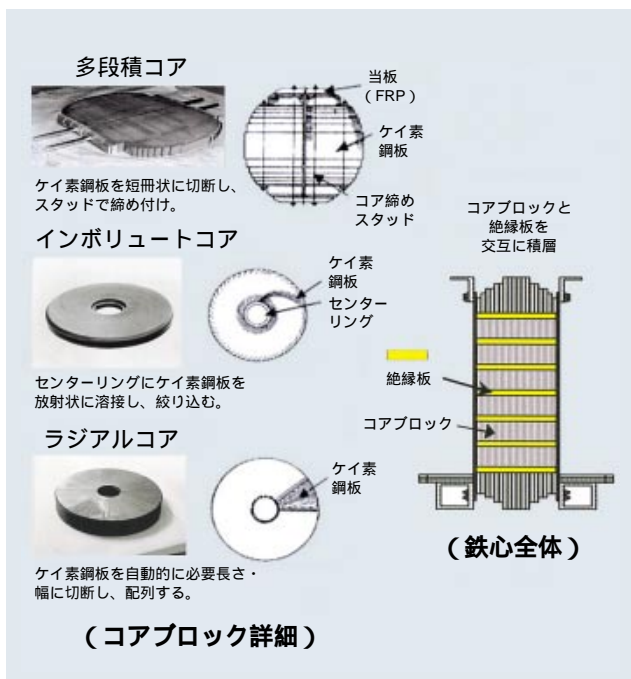
撤去品(瑞穂変 77kV 30MVA 1974年製)を工場に持ち込み、劣化状況の解体調査を実施した。当該品の事前診断結果を第1表、解体調査結果の概要を第2表に示す。

第1表 瑞穂変撤去ShR診断結果

| 振動値 | エチレン(C ₂ H ₄) | アセチレン(C ₂ H ₂) |
|---------|--------------------------------------|---------------------------------------|
| 290 μm | 45.1ppm | 49.9ppm |
| (異常レベル) | | |

第2表 撤去品調査結果

| 部位 | 項目 | 結果 |
|-----|------------------|---|
| 外 観 | タンク外観 | 亀裂、漏油等なく異常なし |
| | 過熱損傷 | 鉄心・絶縁板に焼損痕あり (下記に詳細を示す。) |
| | 絶縁抵抗 | 上記焼損に伴う絶縁物の炭化により、絶縁抵抗が低下 |
| 鉄 心 | 絶 縁 板 (ギャップ板) | 絶縁板表面に珪素鋼板の食込みあり 鉄心全体で約5.6mmの縮みあり。 (絶縁板の枯れ) |
| | 締 付 け ボ ル ト | 鉄心上下締め付けスタッド他多数にゆるみあり 特に、鉄心を強固に固定するための重要部品である鉄心上下締め付けスタッドボルトの残存締め付け力は、13%以下(対設計値)であった。 |
| 巻 線 | コイル外観 | 摩擦損傷痕あり 鉄心振動によりコイルと周辺のプレスボードが摩擦し損傷と推定 |
| | 平均重合度 | 最低値540 CO ₂ + COから余寿命19年と推定 |
| まとめ | | <ul style="list-style-type: none"> ・可燃性ガスの発生は鉄心・絶縁板の焼損によるものと推定 ・振動発生は絶縁板の縮み(枯れ)による締め付けボルトの緩みによるものと推定 *多段積鉄心形 ShR における鉄心締め付け力の低下は、鉄心ギャップ板に使用しているフェノール樹脂の経年(熱的・機械的要因)による厚み減少に起因している。一方、インポリュート鉄心形、ラジアル鉄心形では、ギャップ板にセラミック材を使用しているため、このような現象は発生していない。 |

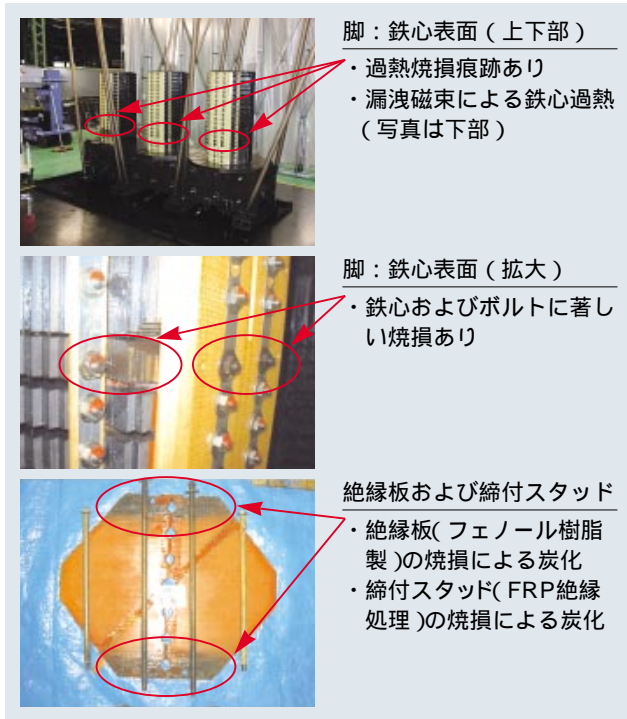


第1図 ShR鉄心構造

(鉄心加熱損傷状況)

第2図に鉄心外部および絶縁板周辺の損傷状況を示す。

焼損の原因は鉄心外磁束の脚鉄心への流入集中による局部過熱であり、30年近くの運転で徐々に熱劣化し損傷に至ったものと考えられる。



第2図 鉄心および絶縁板の損傷状況

3 劣化メカニズムと劣化判定

検討の結果、多段積鉄心形ShRの劣化進展メカニズムは、第3図のとおりと考えられる。最終的には鉄心振動増大によるタンク亀裂・漏油など、いずれも重大故障に至るものと想定される。また、別途劣化判定フローについても策定した。なお、判定値については第3表のとおり提案する。

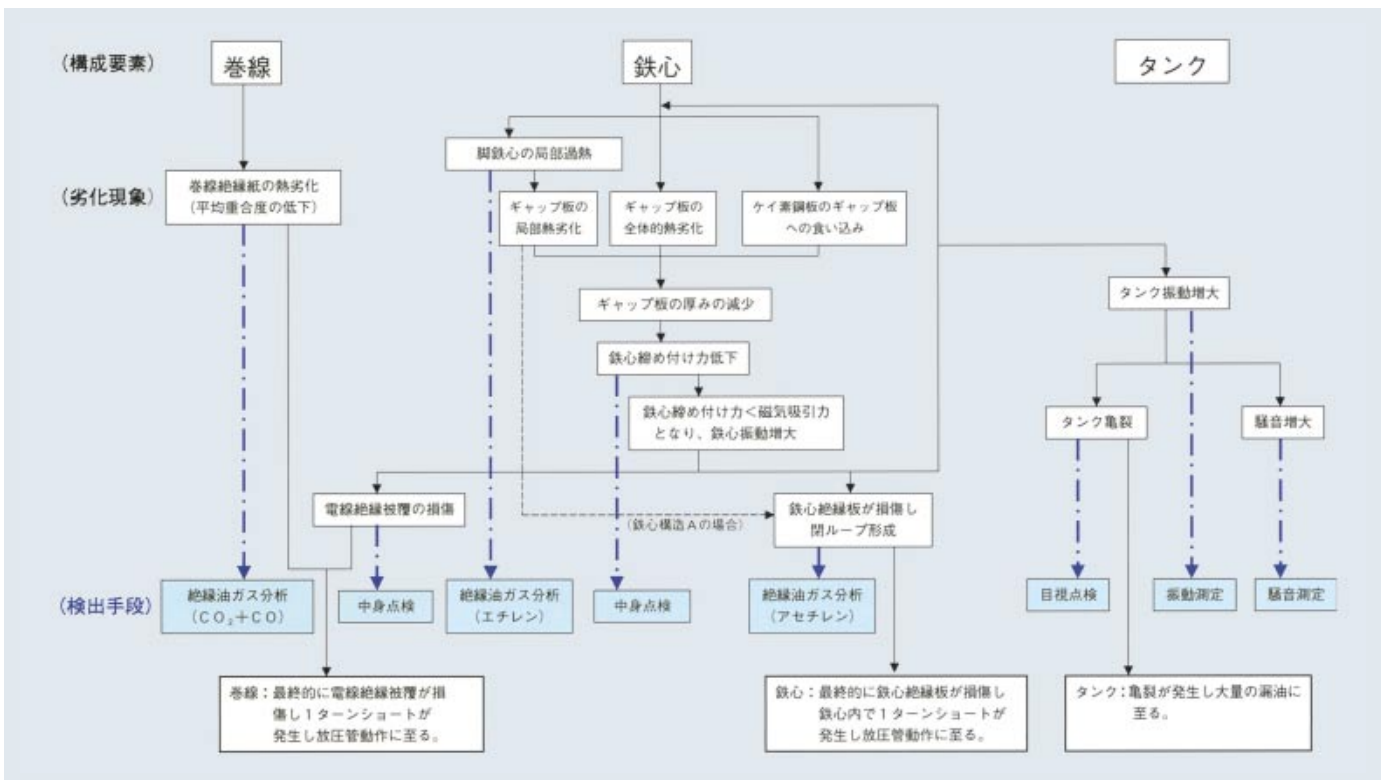
第3表 判定値

| 要素 | 判定値 | 選 定 理 由 |
|-------|---|--|
| 振動 | 200 μm | 他変電所ShRにおいて振動値275 μm にてタンククラックが発生しているため。 |
| エチレン | 1500 ppm | エチレンは一般的に局部過熱等の指標となるが、1400ppm程度発生している機器においても運転実績があるため。 |
| アセチレン | 5ppm 超 過 な お 増 加 傾 向 | アセチレンは一般的に放電現象等の指標となり、実績としては50ppm程度での運転実績がある。しかし、ガスの性質上増加傾向を示す場合は重大な異常の継続と判断できる。このため、電協研報告の5ppmを超過し、なおも増加傾向を示す場合とした。 |

4 今後の展開・まとめ

各種調査・検討から、多段積鉄心形ShRの劣化進展メカニズムを明確にし、劣化判定フローの作成およびメンテナンス手法を提案した。

今後は、具体的な適用方法を定め、分路リアクトルの寿命診断およびメンテナンスを行っていく予定である。



第3図 劣化進展メカニズム



執筆者 / 太田秀希
Oota.Hideki@chuden.co.jp