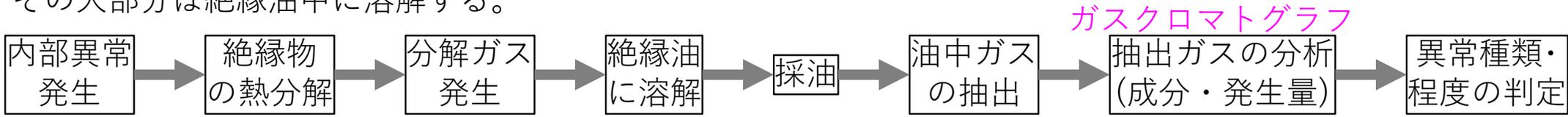


変電 (14) - 1 《絶縁油溶存ガスと変圧器内部異常》

絶縁油や固体絶縁体は、加熱やアークによって熱分解されて
 CO, CO_2, H_2, CH_4 (メタン), C_2H_2 (アセチレン), C_2H_4 (エチレン), C_2H_6 (エタン) などのガスが発生して
 その大部分は絶縁油中に溶解する。



変圧器内部異常と発生ガス (電気協同研究会 36巻 第1号：油中ガス分析による油入機器の保守管理)

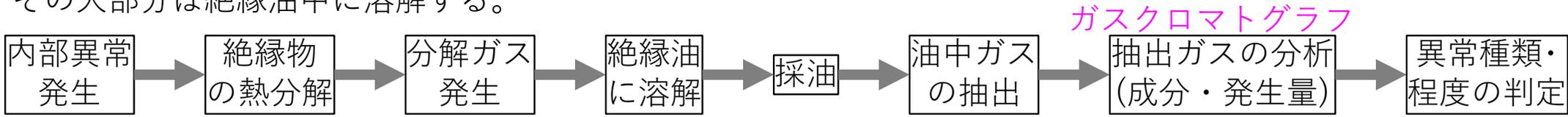
異常の種類	主な発生ガス (◎：特徴ガス、○：関連あり、-：関連なし)								
	CO	CO ₂	H ₂	CH ₄	C ₂ H ₂	C ₂ H ₄	C ₂ H ₆	C ₃ H ₆	C ₃ H ₈
絶縁油の過熱	-	-	○	◎	-	◎	○	◎	○
油浸固体絶縁物の過熱	◎	◎	○	◎	-	◎	○	◎	○
絶縁油中の放電	-	-	◎	○	◎	○	-	○	-
油浸固体絶縁物の放電	◎	◎	◎	○	◎	○	-	○	-

過熱 (高) : 構造体の循環電流、巻線局部過熱、等
 過熱 (中) : 導体接続不良、絶縁被覆やぶれ、等
 過熱 (低) : 過負荷、油流閉塞、等

放電 (高) : 巻線短絡、油中フラッシュオーバ、等
 放電 (中) : 導体接続不良、トラッキング発生、等
 放電 (低) : ボイド、絶縁紙吸湿、等

変電 (14) - 2 《絶縁油溶存ガスと変圧器内部異常》

絶縁油や固体絶縁体は、加熱やアークによって熱分解されて CO, CO₂, H₂, CH₄(メタン), C₂H₂(アセチレン), C₂H₄(エチレン), C₂H₆(エタン) などのガスが発生してその大部分は絶縁油中に溶解する。



異常の種類	主な発生ガス (◎：特徴ガス、○：関連あり、-：関連なし)								
	CO	CO ₂	H ₂	CH ₄	C ₂ H ₂	C ₂ H ₄	C ₂ H ₆	C ₃ H ₆	C ₃ H ₈
絶縁油の過熱	-	-	○	◎	-	◎	○	◎	○
油浸固体絶縁物の過熱	◎	◎	○	◎	-	◎	○	◎	○
絶縁油中の放電	-	-	◎	○	◎	○	-	○	-
油浸固体絶縁物の放電	◎	◎	◎	○	◎	○	-	○	-

- CO, CO₂は絶縁紙やプレスボードなどの固体絶縁体から生じる。
- 低温での熱分解ではCH₄(メタン)が生成され、高温になるにつれてH₂, C₂H₄(エチレン)が増加する。
- C₂H₄(エチレン)は特に高温の熱分解で生じる特徴ガスであり要注意。
- C₂H₂(アセチレン)は放電など超高温の熱分解で生じる特徴ガスであり極微量でも要注意。H₂も放電で増加する。

変電 (14) - 3 《油入変圧器の油中ガス分析試験》

・油中ガス分析試験

採取した絶縁油から油中ガスを抽出して、ガスクロマトグラフによって分析されたガス組成から異常有無判定
 判定基準 (電気協同研究会 65巻 第1号) 単位: [ppm] *1: **Total Combustible Gas**: 可燃性ガス総量

要留意 I	TCG(*1)	H ₂	CH ₄	C ₂ H ₆	C ₂ H ₄	C ₂ H ₂	CO	
	500	400	100	150	10	-	300	いずれか一つでも数値が超過
要留意 II	① C ₂ H ₂ ≧ 0.5、② C ₂ H ₄ ≧ 10でTGC ≧ 500							①②いずれか成立
異常	① C ₂ H ₂ ≧ 5、② C ₂ H ₄ ≧ 100でTGC ≧ 700、③ C ₂ H ₄ ≧ 100でTGC増加率70/月							①②③いずれか成立

要留意 I 以上になるとガスパターン・異常診断図等で、監視強化・追跡調査・設備停止などの対応を検討する。

ガスパターン診断

最も多いガス成分を1とした成分比率をH₂, CH₄, C₂H₆, C₂H₄, C₂H₂の順に並べた折線グラフの形状で診断

- H₂ (水素) 主導型 : 過熱(中)及び放電による異常
- CH₄(メタン)主導型 : 過熱(低)による異常
- C₂H₄(エチレン)主導型 : 過熱(高)及び放電による異常
- C₂H₂(アセチレン)主導型 : 放電による異常
- C₂H₆ (エタン) 主導型 : 過熱(低低)による異常

異常診断図(組成比)

横軸がC₂H₄/C₂H₆、縦軸がC₂H₂/C₂H₄の診断図Aで異常様相を診断する。

又は、横軸がC₂H₄/C₂H₆、縦軸がC₂H₂/C₂H₆の診断図Bで異常様相を診断する。

特定ガス診断

特徴的なガスの発生から診断

変電 (14) - 3 (参考) 《(旧基準) 油入変圧器の油中ガス分析試験》

油中ガス分析の判定基準 (電気協同研究会 36巻 第1号: 油中ガス分析による油入機器の保守管理)

下表のいずれか一つでも超えた場合は要処置。

*1: Total Combustible Gas: 可燃性ガス総量

■判定: 要注意レベル		各ガス量[ppm]						
変圧器定格		TCG(*1)	H ₂	CH ₄	C ₂ H ₆	C ₂ H ₄	CO	TCG増加率
275[kV] 以下	10[MVA]以下	1000	400	200	150	300	300	350[ppm/年]
	10[MVA]超過	700	400	150	150	200	300	250[ppm/年]
500[kV]	-	400	300	100	50	100	200	-

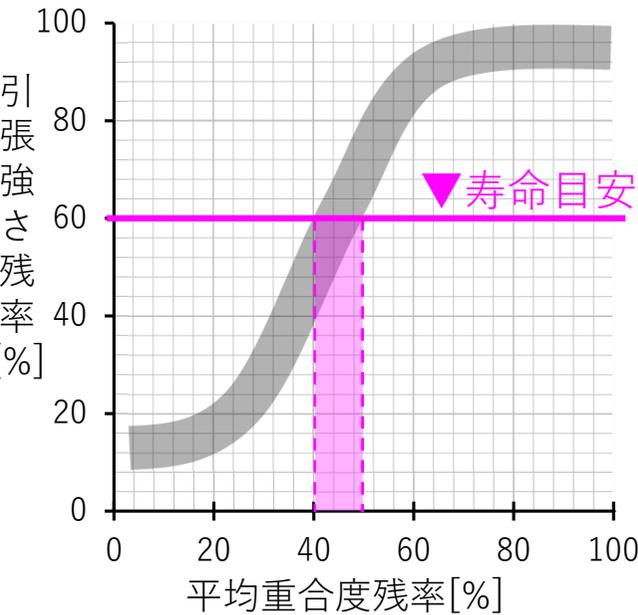
■判定: 異常レベル		各ガス量[ppm]						
変圧器定格		TCG(*1)	H ₂	CH ₄	C ₂ H ₆	C ₂ H ₄	CO	TCG増加率
275[kV] 以下	10[MVA]以下	2000	800	400	300	600	600	100[ppm/月]
	10[MVA]超過	1400	800	300	300	400	600	70[ppm/月]
500[kV]	-	-	-	-	-	-	-	-

※C₂H₂(アセチレン)は検出しないこと。微量でも異常レベル判定。

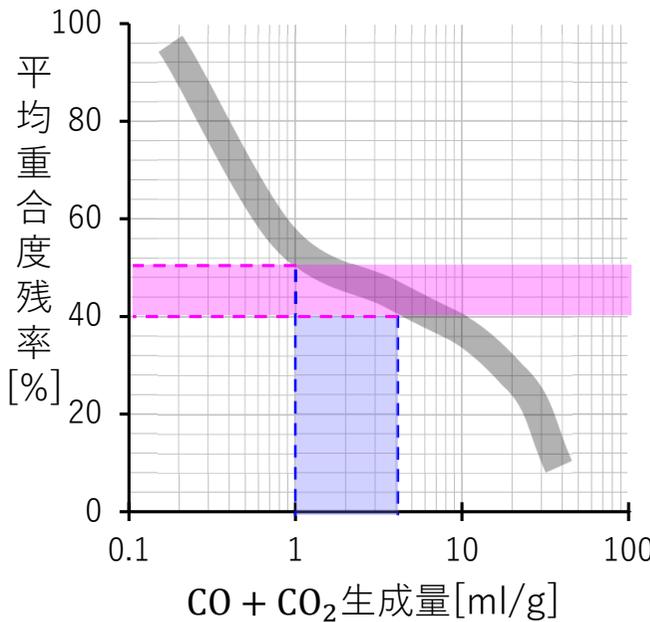
変電 (14) - 4 《変圧器の余寿命診断》

変圧器寿命は絶縁紙の引張強さが初期値の60%より低下したときを目安とする。

絶縁紙の劣化指標



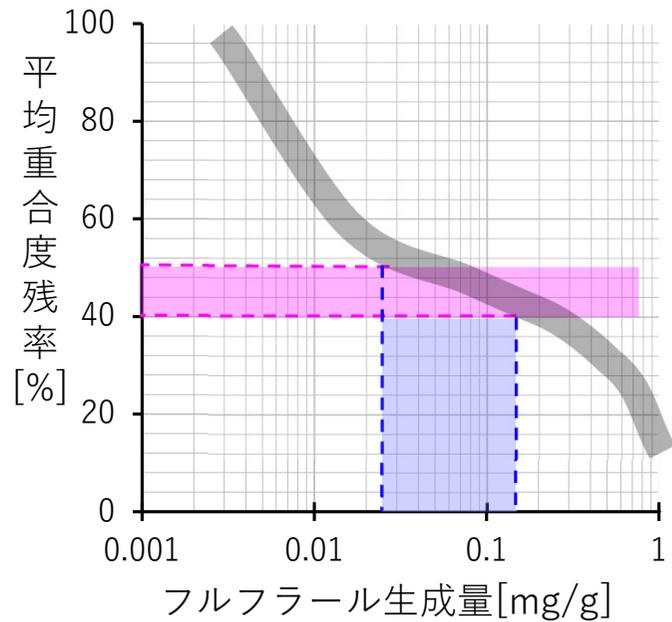
引張強さ残率限界60[%]に相当するセルロースの平均重合度残率は40~50[%]



平均重合度残率40~50[%]に相当するCO + CO₂生成量は1~4[ml/g]
 ※温度分布補正後0.42~1.7[ml/g]
CO + CO₂生成量管理値[ml/g]

- 0.42以下 ... 正常
- 0.42~1.7 ... 要注意
- 1.7以上 ... 異常

フルフラールC₅H₄O₂とは芳香族アルデヒドの一種でセルロース分解で生成される。



平均重合度残率40~50[%]に相当するフルフラール生成量は0.023~0.16[mg/g]
 ※温度分布補正後0.002~0.034[mg/g]
フルフラール生成量管理値[mg/g]

- 0.002以下 ... 正常
- 0.002~0.034 ... 要注意
- 0.034以上 ... 異常