

東海第二発電所 審査資料	
資料番号	TKK 審-22 改0
提出年月日	平成30年6月28日

# 東海第二発電所 審査会合における指摘事項の回答 (特別点検:原子炉压力容器)

平成30年6月28日

本資料のうち、枠囲みの範囲は、営業秘密  
又は防護上の観点から公開できません。

# 東海第二発電所 審査会合における指摘事項の回答一覧表

No.	指摘事項	回答
0581-1 特別点検 (平成30年6月5日 第581回審査会合)	給水ノズルの渦電流探傷試験について、事前の適用試験に用いた模擬試験体と給水ノズルの透磁率のばらつきによる影響について説明すること。	平成30年●月●日 P2 ~ P7

# 1. 透磁率のばらつきによる影響評価

- 材料の化学成分や加工及び焼入れなどによる材質変化は透磁率に影響を与える。
- 透磁率は、図1で示す磁化曲線(磁界Hと材料の磁束密度Bとの関係を表す曲線)上の点と原点を結ぶ直線の傾きで表される。
- 透磁率が大きいほど磁束密度は大きくなるため、透磁率が大きい材料(磁性体)に渦電流探傷試験(以下、「ECT」という)を適用する場合、透磁率が小さい材料(非磁性体)と比べ試験面に強い渦電流が生じ、欠陥を検出する際のECT信号は大きくなるが、磁気ノイズも増加する。

このため、磁性体材料である給水ノズルのECTにおいて、磁気ノイズが欠陥検出性に影響を及ぼさないことを事前の適用試験及び実機の探傷結果により確認した。

また、事前の適用試験に用いた模擬試験体と給水ノズルの材料及び製造過程が同等であることを確認した。

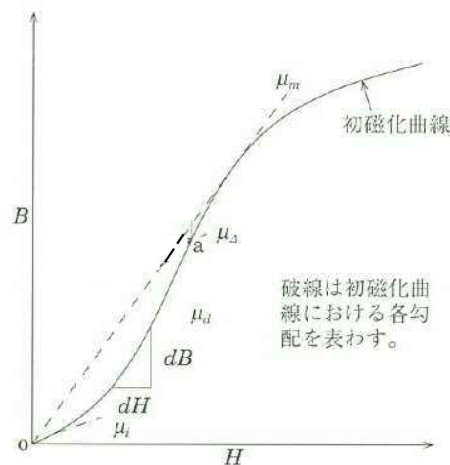


図1 磁化曲線

透磁率 $\mu$ は次式で定義され、磁束の通り易さを示す。

$$B = \mu H$$

B:磁束密度 (T)  
 $\mu$ :透磁率 (H/m)  
H:磁界の強さ (A/m)

## (1)事前の適用試験, 実機探傷における磁気ノイズ比較(その1)

- 事前の適用試験において用いた磁性体の模擬試験体(SA-508 CL.2)と透磁率が大きく異なる非磁性体(SUS316)について磁気ノイズを比較した結果, その差は僅かであった。
- 模擬試験体は, 給水ノズルと同材質であることから, 両者の間で上述した磁性体と非磁性体以上の透磁率のばらつきがあるとは考え難い。
- 実機探傷において発生した磁気ノイズは, 模擬試験体と同程度であることを確認した。

以上より, 透磁率のばらつきによる磁気ノイズの差は小さく, 給水ノズルECTの欠陥検出性に影響を与えることはない。

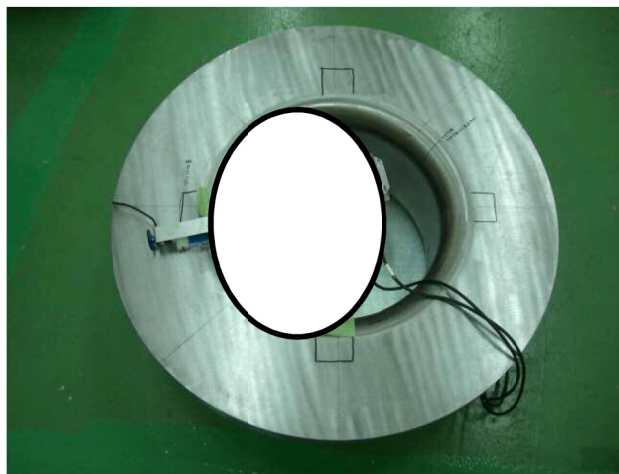


図2 模擬試験体

表1 比透磁率※1の比較

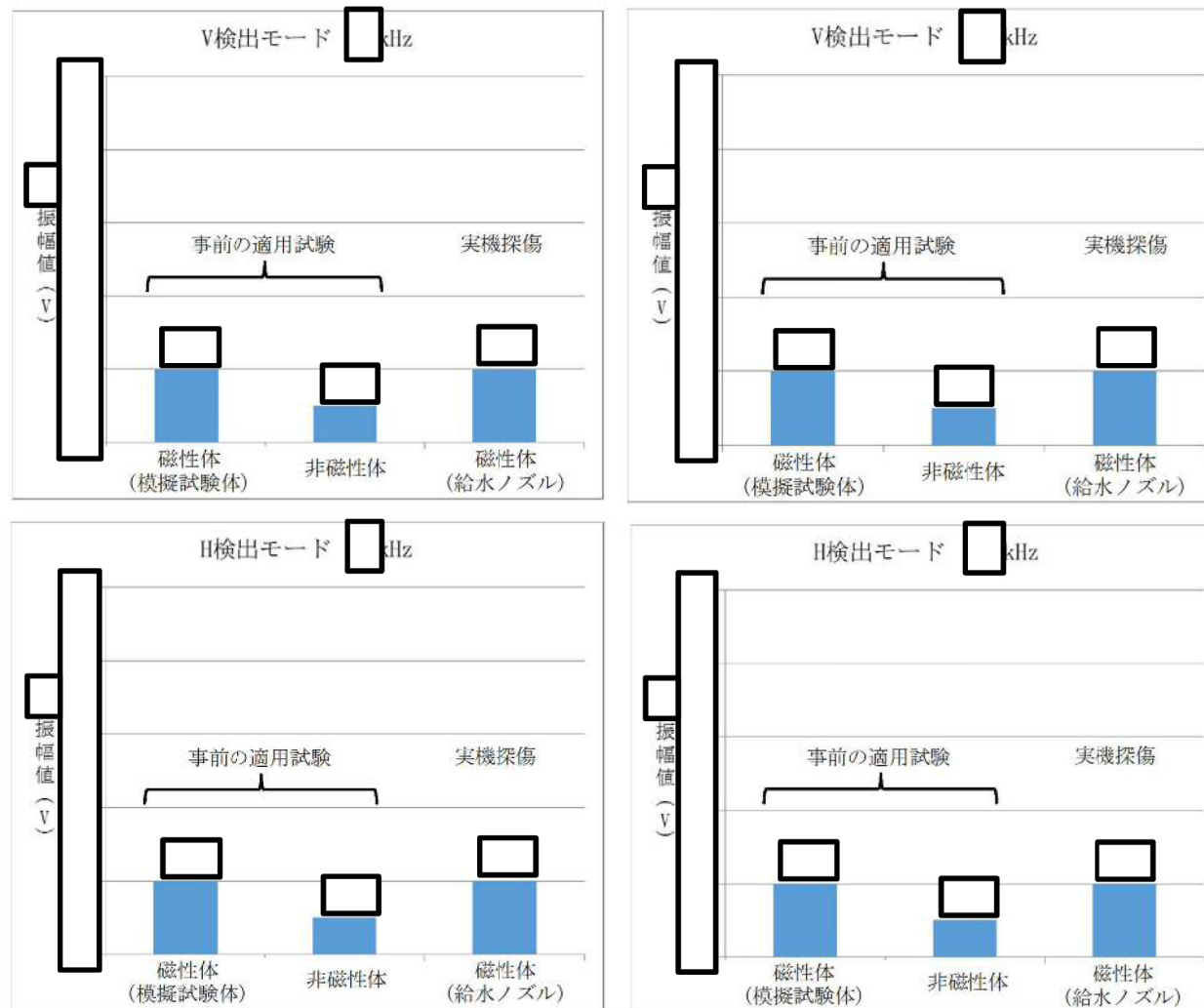
材質	比透磁率	備考
SA-508 CL.2(低合金鋼)※2		実測データ
非磁性体	約1	教本※3より抜粋

※1 比較のため比透磁率を用いる。物質の透磁率は真空の透磁率( $4\pi \times 10^{-7}$  H/m)と比透磁率の積で表され非磁性体は比透磁率が約1となる。

※2 事前の適用試験の試験体(給水ノズルと同材質)。

※3 社団法人日本非破壊検査協会 渦流探傷試験Ⅱ(7頁)

# (1)事前の適用試験, 実機探傷における磁気ノイズ比較(その2)



- ・事前の適用試験の結果, 磁性体 (SA-508 CL.2) と非磁性体 (SUS316) のノイズ信号の差は,  V程度と僅かである。
- ・実機探傷で発生した磁気ノイズは最大で  Vであり, 事前の適用試験と同程度であった。
- ・記録レベルである  Vを超えるものではなく, 欠陥検出性への影響は小さい。

図3 事前の適用試験, 実機探傷における磁気ノイズ比較

## (2)材料及び製造過程による透磁率の差について

- 給水ノズルと事前の適用試験に用いた模擬試験体の材料及び製造過程を表2に示す。
- 給水ノズルと模擬試験体は同材質であり、機械加工や熱処理(焼鈍)の内容も同等。
- 加工等によって生じた結晶格子の歪みは、焼鈍により除去することができ、加工等により低下した透磁率が再び増加し磁氣的性質が改善される。※4

※4 社団法人日本非破壊検査協会 渦流探傷試験Ⅱ(31頁)

以上より、給水ノズルと模擬試験体の透磁率は同等であり、仮に機械加工等により局部的に透磁率のばらつきがあった場合であっても、焼鈍によって磁氣的性質が改善され透磁率のばらつきは低減される。

表2 給水ノズルと模擬試験体の材料及び製造過程の比較

対象	材質・化学成分(単位:%)										機械加工	熱処理
	成分	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	V		
	Min.	-	0.15	0.50	-	-	0.50	0.25	0.55	-		
Max.	0.27	0.40	1.00	0.025	0.025	1.00	0.45	0.70	0.05			
給水ノズル	SA-508 CL.2	[Redacted]									[Redacted]	焼鈍 [Redacted]°C ± [Redacted]°C
模擬試験体	SA-508 CL.2	[Redacted]									[Redacted]	焼鈍 [Redacted]°C ~ [Redacted]°C

## 2. まとめ

---

- 透磁率は材質や製造過程の違いによるばらつきが考えられ、透磁率が大きい磁性体にECTを適用する場合、透磁率が小さい非磁性体と比べ磁気ノイズが増加するが、磁性体である模擬試験体と非磁性体の磁気ノイズの差は僅かであった。
- 模擬試験体と同材質である給水ノズルの間で磁性体と非磁性体以上の透磁率のばらつきが発生していることは考え難く、実機の探傷における磁気ノイズも、模擬試験体と同程度であることを確認した。
- 給水ノズルと模擬試験体の材質・製造過程は同等であるため、透磁率も同等と考えられ、仮に機械加工等により局所的に透磁率のばらつきがあった場合であっても、焼鈍によって磁氣的性質が改善され透磁率のばらつきは低減される。

以上のとおり、今回実施した給水ノズルコーナ一部分のECTにおいて、透磁率のばらつきは欠陥検出性に影響のない範囲であり、点検結果に影響を与えるものではない。