

給水ノズルコーナー部渦電流探傷試験における透磁率のばらつきに伴う影響について

1. 材料の磁気特性

- ・材質毎の透磁率の差について

透磁率 μ 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), μ :透磁率 (H/m), H:磁界の強さ (A/m)

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が大きくなるので、強い渦電流が生じる。透磁率が大きい磁性体へ渦電流探傷試験（以下、「ECT」という）を適用する場合、非磁性体と比べて欠陥を検出する際の ECT 信号は大きくなるが、ノイズ信号も増加する。このため、実機適用試験において磁気ノイズの信号が試験に影響を及ぼさないことを確認している。

この詳細について別紙1に示し、比透磁率^{※1}の比較を表1に示す。また、実機適用試験で使用した試験体（実機形状模擬試験体）を図2に示す。

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

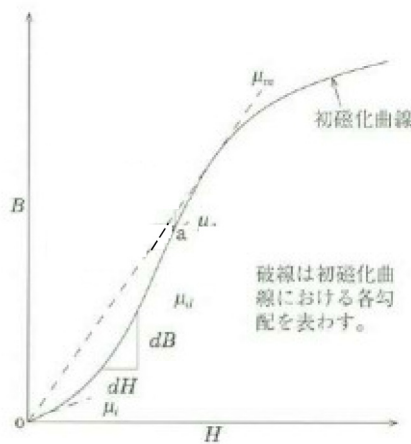


図1 磁化曲線

表1 比透磁率の比較

No.	材 質	比透磁率 μ [H/m]	備 考
1	SA-508 CL.2(低合金鋼) ^{※2}	[]	実測データ
2	純鉄	200~300	教本 ^{※3} より抜粋
3	非磁性体	約1	教本 ^{※4} より抜粋

※2 実機適用試験の試験体。なお、実機は同材質である。

※3 社団法人日本非破壊検査協会 渦流探傷試験Ⅱ (29頁)

※4 社団法人日本非破壊検査協会 渦流探傷試験Ⅱ (7頁)

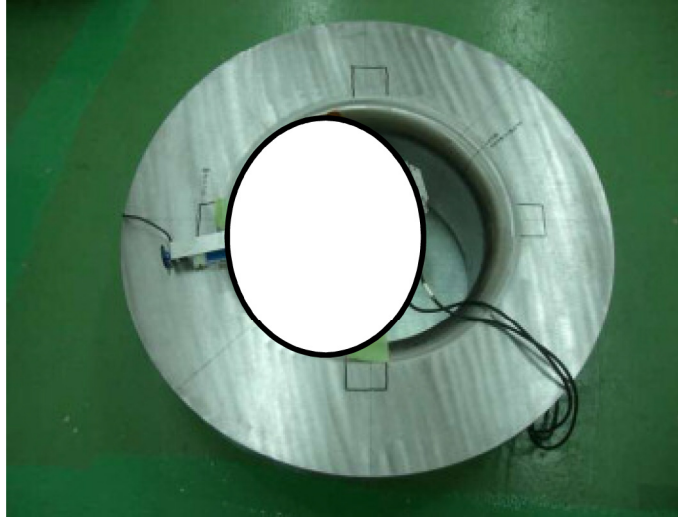


図2 実機形状模擬試験体

・製造過程による透磁率の差について

材料の加工，不純物の侵入及び焼入れなどによる材質変化は材料の透磁率に影響を与える。これは材質変化により材料の結晶粒子に歪みが発生し磁壁^{※1}の移動を妨げるためである。

実機の給水ノズルと実機適用試験で使用した実機形状模擬試験体の製造過程を表2に示す。機械加工や熱処理の内容は実機と実機適用試験で概ね同様であり，透磁率のばらつきに影響はない。

※1 磁壁とは磁性体を微小な磁石（磁区）の集合体と考えた場合，磁区と磁区の境界をいう。磁界が無ければ（着磁させなければ）磁区を持つ磁気の内容は互いに打ち消し合う。磁壁における磁気の内容は隣接する磁区の内容の境界で緩やかに連続的に変わる（図3参照）。

表2 実機の給水ノズルと実機形状模擬試験体の製造過程比較

	実機	実機形状模擬試験体
材質	SA-508 CL.2	SA-508 CL.2
機械加工	<ul style="list-style-type: none"> ・ ・ ・ 	<ul style="list-style-type: none"> ・ ・ ・
熱処理	SR 温度 <input type="text"/> °C ± <input type="text"/> °C	SR 温度 <input type="text"/> °C ~ <input type="text"/> °C

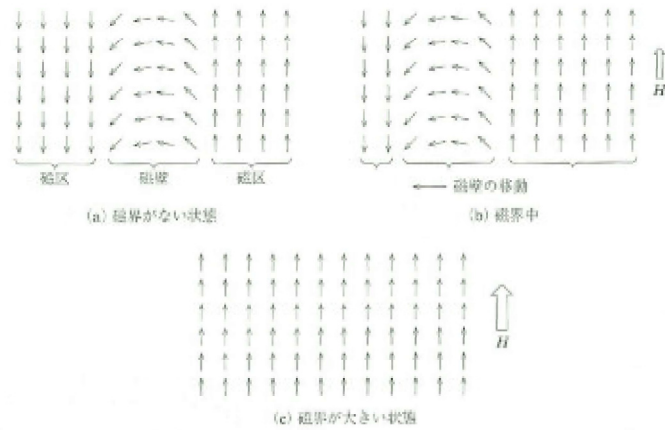


図3 磁壁の移動について

2. まとめ

透磁率は、材質や製造過程によりばらつきが考えられるが、材質の違いについては、実機適用試験において、非磁性体と比べて磁気ノイズは増加するが欠陥検出性に影響を与えるような磁気ノイズの状況は確認されなかった。

製造過程の違いについては、実機の給水ノズルと実機適用試験の実機形状模擬試験体において概ね同様であり、実機の試験において欠陥検出性に影響を与える状況は確認されなかった。

これらのことから実機の探傷において、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、今回実施した給水ノズルコーナー部 ECT の結果に影響を与えるものではない。

以上

実機適用試験のノイズの確認結果

給水ノズル ECT 実施にあたり、実機の点検前に実機適用試験を実施している。材質の違いによる透磁率のばらつきの影響に対する見解を以下に記載する。

実機適用試験では実機と同材質の磁性体 (SA-508 CL.2) と非磁性体 (SUS316) について試験を実施した。本試験では 磁性体における ECT 特性把握及び適用性を確認しており、磁性体 (SA-508 CL.2) と非磁性体 (SUS316) の透磁率では約一桁の違いがあるが、磁性体 (SA-508 CL.2) で発生する磁気ノイズが最大で V であり、非磁性体 (SUS316) と比較しても約 V の違いであった。これは実機適用試験で設定した基準感度 (V 検出モード V, H 検出モード V) の記録レベルである 20 % V) を超えるものではないことから透磁率の違いによる影響は小さく、欠陥検出性への影響は小さい。実機適用試験の磁気ノイズの影響確認試験で発生したノイズについて図 1 に示す。材質の違いによるノイズの比較について図 2 に示す。

材質：SA-508 CL.2

形状：平板

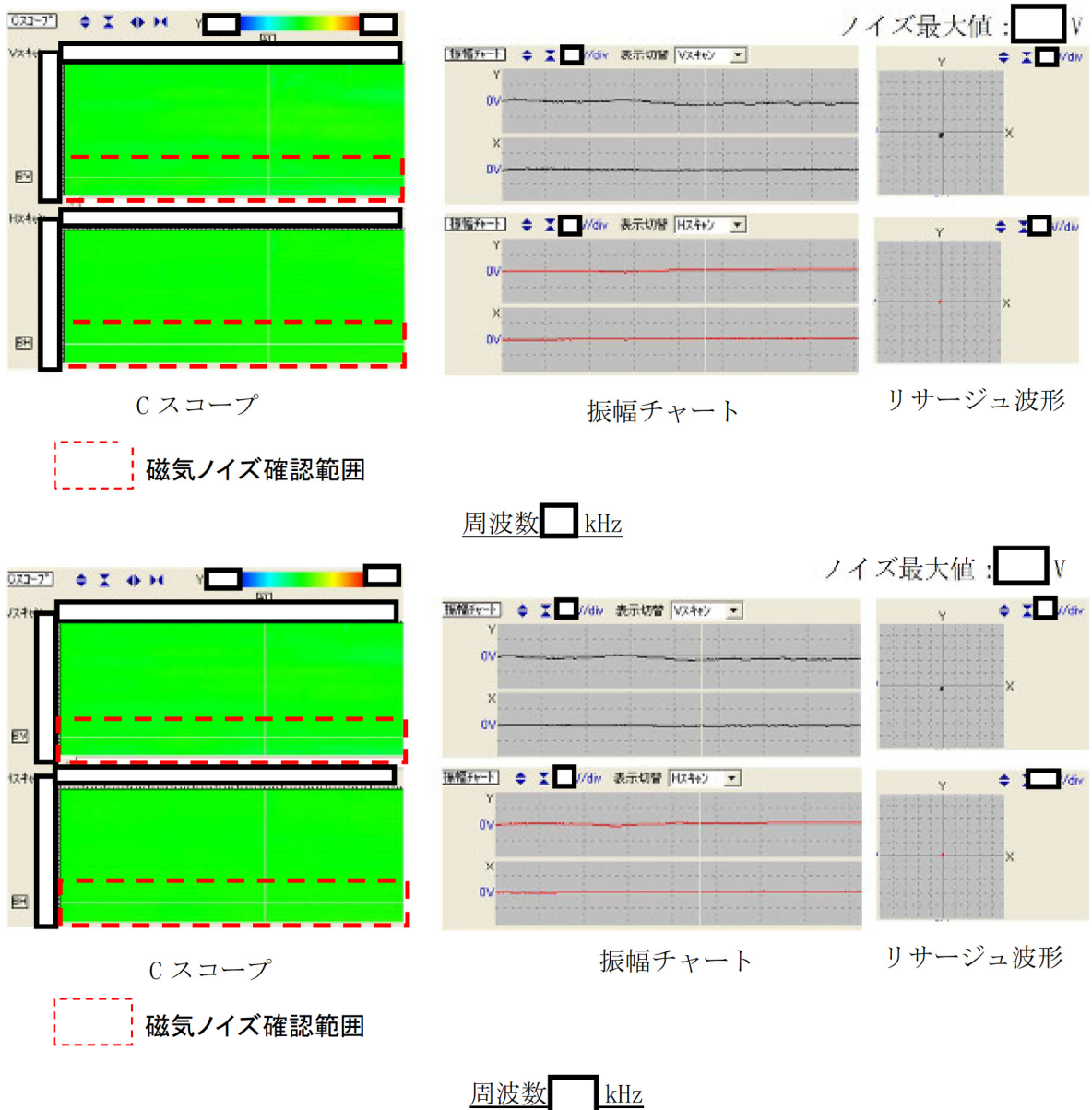
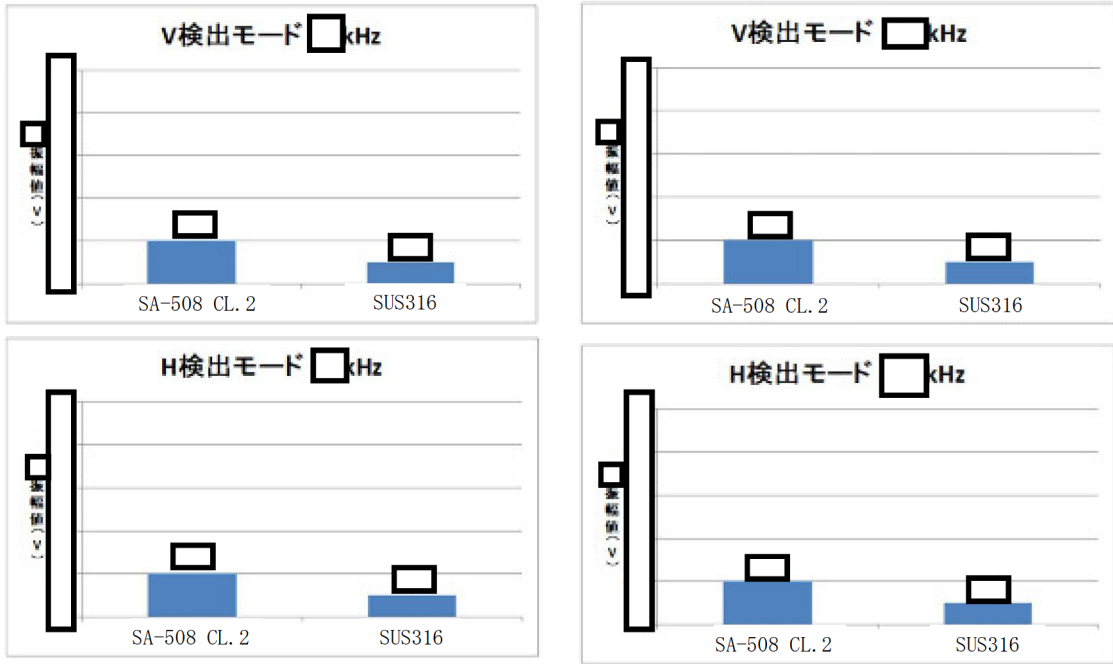


図 1 実機適用試験で発生したノイズ



磁性体 (SA-508 CL.2) と非磁性体 (SUS316) のノイズ信号の差は, [] V 程度であり, 実機適用試験で設定した基準感度 (V 検出モード [] V, H 検出モード [] V) の記録レベルである 20 % ([] V) を超えるものではないことから透磁率の違いによる影響は小さく, 欠陥検出性への影響は小さい。

図2 材質の違いによるノイズ信号