

渦電流試験による保護材上からの鋼管腐食の検出

日大生産工(院) ○藤田 佳秀 日大生産工 小井戸 純司
日大生産工 (研究員) 日比野 俊 日大生産工 加藤 修平

1 まえがき

現在、多くのプラント等では、水、空気、油、ガスなどを、鋼管を用いた配管により輸送している。これらの鋼管は一般的に断熱材とその上の保護材（薄鋼板）で覆われているが、断熱材と保護材を撤去せずに検査したいという要望がある。現状では部分的に撤去して部分的に検査をしている。

これに対し、渦電流探傷試験(ECT)を適用したいという要望があるが、断熱材の厚さによる大きなリフトオフと、保護材が強磁性体であるために磁束が鋼管に届きにくい¹⁾。そこで保護材の影響を解析し、保護材がある状態、さらに大きなリフトオフ下でのきずの検出方法を検討し、いくつかの知見を得ることができたのでその概要を報告する。

2 原理

Fig.1 に本研究に用いた鋼管腐食検出用の ECT システムを示す。鋼管腐食検出装置は励磁コイルから発生した交流磁界により対象の鋼管を磁化し、これに渦電流を発生させる。この渦電流が更に周囲に交流磁界を発生させることにより、検出用コイルに交流電圧が誘起される。また、鋼管に腐食が存在した場合にはこの部分が空気であるため渦電流がこれを避けるので交流磁界が変化し、それに伴い検出用コイルに誘起される交流電圧も変化する。これにより鋼管に存在する腐食を検出することが可能である。一方、今回の場合のように試験コイルと検査対象の鋼管の間に保護材が挿入されると磁束が打ち消され、検出に影響を与えと考えられる。また、リフトオフがある場合、磁束は距離により減衰するため、鋼管上の渦電流が小さくなり、腐食検出が極めて難しくなると考えられる。そこでこの問題の解決のため、探傷システムの SN 比を向上させた。すなわち、励磁コイルの径を

大きくし、検出コイルの巻数を増加し、励磁コイルから発生する磁束を増加するために交流の励磁電流を増幅回路により増幅する。また、試験コイルには相互誘導型差動方式を採用した。

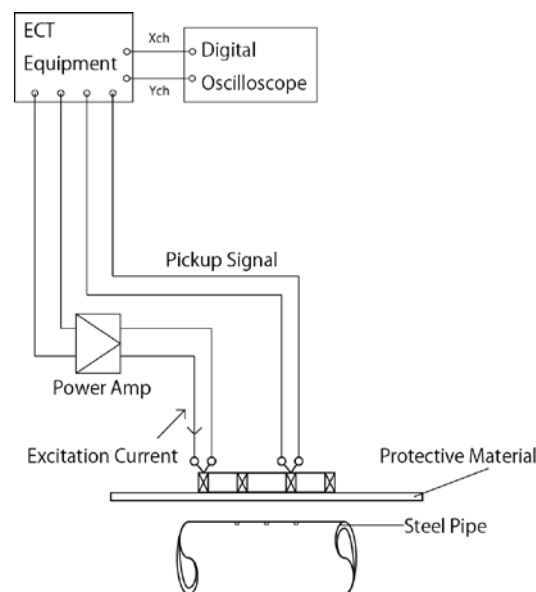


Fig.1 Experimental apparatus for ECT

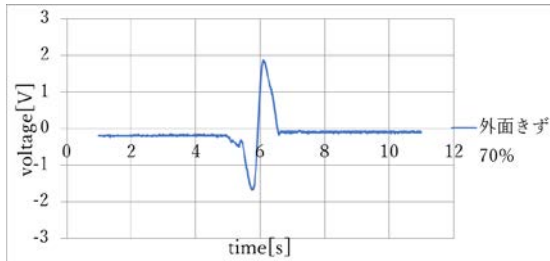
3 実験方法

鋼管は厚さ 5 mm、長さ 1,600 mm、外径 165 mm であり、その外面に直径 10 mm、減肉率 70 %、50 %、30 %、10 % のきずと内面に減肉率 50 % のきずを平底ドリル穴で 200 mm 間隔で模擬腐食として加工してある。励磁コイルは外径 160 mm、巻線径 0.5 mm、巻数 60 回、検出コイルは平均直径 22 mm、巻線径 0.12 mm、巻数 1,120 回で作製した。試験周波数は 100 Hz ~ 1 kHz とした。交流の励磁電流は増幅回路を使用して増幅し、1 A とした。また、保護材なしの場合と保護材が厚さ 0.3 mm のステンレスの場合で腐食検出の実験を行った。鋼管上の試験コイルのリフト

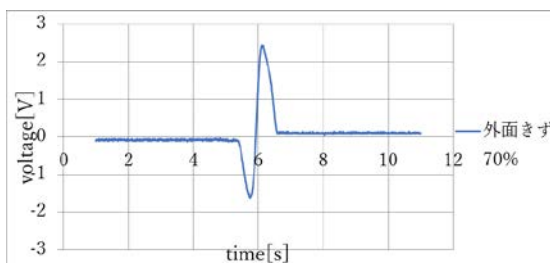
Defect Detection of Steel Pipe through Protective Material
by Eddy Current Test
Yoshihide FUJITA, Junji KOIDO, Takashi HIBINO and Shuhei KATO

オフを 50 mm に保ち、模擬腐食上を走査し、デジタルオシロスコープによって ECT 装置の出力信号を記録した。

4 実験結果および検討

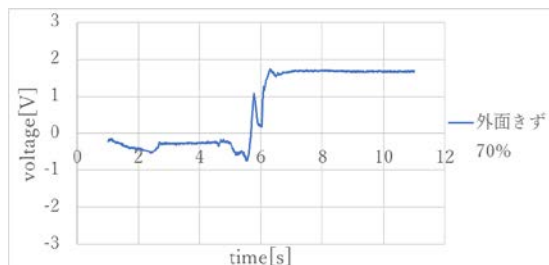


(a) X ch signal(lift-off noise)
(No protective material)

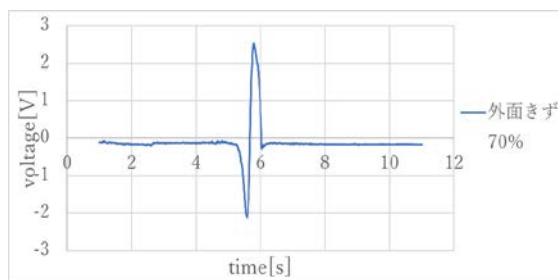


(b) Y ch signal(defect signal)
(No protective material)

Fig.2 defect signal with no protective material



(a)X ch signal(lift-off noise)
(Protective material : stainless steel)



(b)Y ch signal(defect signal)
(Protective material : stainless steel)

Fig.3 defect signal with protective material

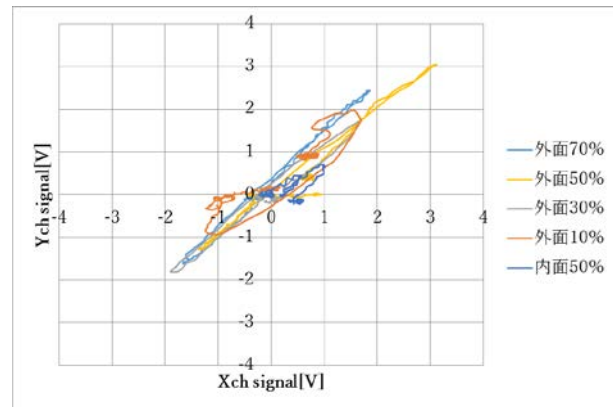


Fig.4 X-Y Lissajous Loci for defect
(Protective material stainless steel)

Fig.2(a)、(b)は、保護材なし、励磁電流1 A、試験周波数1 kHzで、それぞれ鋼管の減肉率70 %の外面きずに対する探傷波形を示している。また、リフトオフの雑音はX chに出力されるように同期検波の位相を調整し、Y chに検出信号が出るようにした。Fig.2(b)を見ると保護材なし、リフトオフ50 mmの状態では明らかにきず検出ができています。

Fig.3(a)、(b) は、保護材ステンレス、励磁電流1 A、試験周波数1 kHzで、それぞれ鋼管の減肉率70 %の外面きずに対する探傷波形を示している。Fig.3(b)を見るときずの検出が確認でき、Fig.2(b)と比較すると、検出信号の大きさに保護材なしと保護材ステンレスで変化が見られないことが確認できた。

Fig.4は保護材なし、外面減肉率70 %、50 %、30 %、10 %と内面減肉率50 %のリサージュ図である。Fig.4から50 mmのリフトオフのある状態でも内面きずが検出できていることを確認した。

5. おわりに

本研究では大きなリフトオフ下、さらに保護材を用いてきずの検出が可能か検討した。SN比を上げることにより50 mmというリフトオフ下でもきずの検出が可能となり、保護材がステンレスであれば保護材の影響がほとんどなく、探傷が可能であることを確認した。今後、強磁性材料の保護材である亜鉛鋼板でも探傷可能にするための検討を行う予定である。

参考文献

- 1) 真保他、保護材上からの鋼管腐食について、第20回表面探傷シンポジウム、pp.47-50(2017)