

埋設鋼管における防食被覆損傷部の探査方法

電子技術部 電子システムチーム 櫻井正己
井上崇
技術支援推進部 技術支援強化室 小沢武
株式会社タウ技研 後藤真二

地中の埋設鋼管における防食被覆損傷部の探査方法として、鋼管に検査電流を流し、磁界を測定して変化を調べる磁界法がある。従来の磁界法では、マンホール等の金属埋設物による磁界の変化を損傷と誤認する可能性があった。そこで、磁界検出信号について検査電流との位相差を調べた結果、被覆損傷部における位相差は変化しないが、金属埋設物に対しては大きく変化することが確認され、防食被覆損傷部と金属埋設物の弁別が可能となった。

キーワード：埋設管、被覆鋼管、探査、磁界測定、磁場測定、位相、被覆損傷部

1 はじめに

水道管やガス管等の埋設鋼管で、表面に施されている防食被覆が損傷すると、腐食が進行し、内容物が漏洩するおそれがある。そのため、漏洩による危険性が高いガス管等においては、定期的な損傷の探査が不可欠である。

地上から損傷部を探査する方法として、鋼管に検査電流を流し、サーチコイルで磁界の変化を調べる磁界法がある。従来の磁界法では、損傷部の漏洩電流だけでなく、マンホールや鉄筋等の金属埋設物で発生する誘導電流によっても磁界が変化するため、損傷部と誤認する可能性があった。

そこで、防食被覆の損傷部と金属埋設物を弁別するため、サーチコイルの磁界検出信号について検査電流との位相差を調べ、検討を行った。

2 磁界法による被覆損傷部の探査

地中の埋設鋼管における防食被覆損傷部を掘削することなく、地上から探査する方法として磁界法がある。磁界法では、図1に示すように、埋設鋼管に交流の検査電流を流し、鋼管と平行にサーチコイルを配置する。検査電流によって発生する磁界は、サーチコイルと垂直となるため、コイルを通過せず、殆ど検出されない。一方、損傷部では地中への漏洩電流が発生する。この漏洩電流による磁界ではサーチコイルを通過する成分が大きいので、損傷部における磁界の変化をサーチコイルで検知することができる。

しかし、鋼管付近にマンホールや鉄筋等の金属埋設物が存在すると、検査電流を流したときに誘導電流が発生してしまう。この誘導電流による磁界は、図1のように漏洩電流による磁界と同方向の成分が存在するため、損傷と誤認される可能性がある。埋設鋼管は、道路に沿って敷設されることが多く、周辺にマンホール等の金属埋設物が存在す

る場合があるため、防食被覆の損傷部と金属埋設物を正確に弁別できる方法が必要とされている。

3 実験

埋設鋼管を模擬するため、絶縁被覆を施した電線を地面へ直線上に配置した。この電線に、検査電流として、信号発生器と電力増幅器により、31mA、625Hzの交流電流を流した。サーチコイルは、移動のため台車に乗せ、鋼管に相当する電線と平行となるように配置し、地面から約0.3mの高さに固定した。この台車を電線に沿って移動させ、約8mの距離について、検出信号の振幅と、検査電流用信号発生器の出力との位相差を測定し、記録した。

防食被覆の損傷は、絶縁被覆を除去して模擬し、地中へ漏洩電流を流すため、露出した電線を金属の杭によって大地へ接続した。このときの漏洩電流は、6mAであった。また、金属埋設物として、直径約1.5mの1ターンコイルを電線と交わることにないように地面へ配置した。

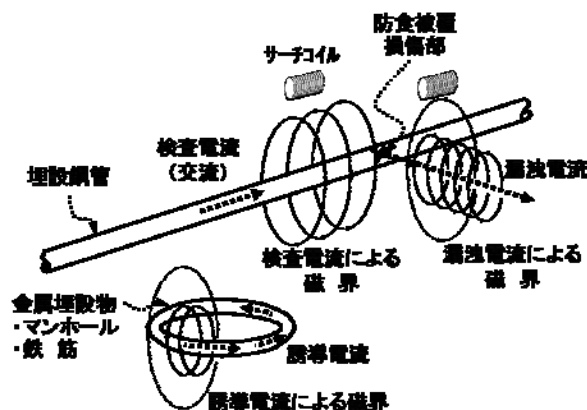


図1 磁界法による防食被覆損傷部の探査

4 結果と考察

被覆損傷部に対するサーチコイル検出信号の測定結果を図2に、金属埋設物に対する測定結果を図3に示す。図2では損傷箇所を矢印で表示し、図3では埋設物の位置を楕円で表示した。ただし、図2と図3における振幅は、増幅器によって増幅された値である。また、測定は、被覆損傷と金属埋設物についてそれぞれ数回行い、移動の方向も変えたが、何れもほぼ同様の結果であった。

図2の振幅では1つのピークが見られ、被覆損傷による漏洩電流起因の磁界が検出されていることが分かる。このピークの位置は、損傷箇所に対応している。また、8m付近で振幅が上昇しているのは検査電流発生用の機材の影響と考えられ、図3でも同様である。

一方、図3の金属埋設物に対する振幅では2つのピークが見られ、振幅における埋設物の特徴となっている。この2つのピークは、埋設物中の誘導電流が閉ループを構成し、サーチコイルに近づく電流と離れる電流が存在するため、1ターンコイルの両端の位置に対応している。従って、誘導電流のループが大きくなれば、ピークの位置も離れるため、特徴として明確でなくなってしまう可能性がある。

図2の被覆損傷に対する位相差では、損傷の影響が殆ど無いと考えられる4.5m付近で 50° から -130° へ変化している。この 180° の位相の変化が生じる原因を図4に示す。

図4のように、実験では検査電流起因の磁界がサーチコイルを通過しないようにするため、サーチコイルを検査電流による磁界方向と垂直に配置している。しかし、実際には完全に垂直にはならず、僅かにずれている。例えば、図4の①のように、サーチコイルに対して上から見て時計回りの方向に磁界の方向が僅かにずれた場合、サーチコイルを通過する磁界成分が小さいながら発生する。一方、②のように①と逆方向へ傾いた場合、サーチコイルを通過する磁界の成分は正反対の方向になる。検査電流は交流であるため、①から②への僅かな傾きの変化によって、サーチコイル検出信号の位相は 180° 変化する。

図2における位相差の変化は以上の原因によるものと考えられ、 50° と -130° は、どちらも検査電流起因の磁界に対する信号の位相差で、図2の位相差変化点において磁界自体は変化していないということが出来る。損傷部にあたるピーク位置でも位相差は変化しておらず、漏洩電流起因の磁界と検査電流起因の磁界は同位相であることが分かる。

これに対して、図3の金属埋設物における位相差では、上記の同様の理由により 50° から 230° へ 180° 変化しただけでなく、振幅における2つのピークに対応しておよそ -70° 、 110° と大きく位相差が変化した箇所が表れている。 -70° から 110° の位相の変化量は 180° であり、誘導電流起因の磁

界に対する振幅のピークは、サーチコイルに近づく電流と離れる電流の逆方向の電流に対応することと一致する。これらの金属埋設物における位相差測定値の大きな変化は、埋設物に発生する誘導電流の位相が検査電流に対して 90° 変化するためであると考えられ、金属埋設物に対する磁界検出信号の特徴となっている。

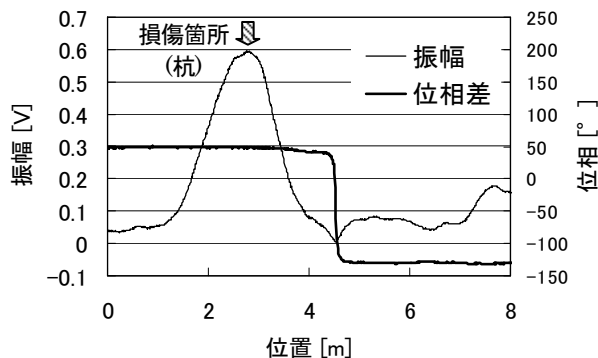


図2 被覆損傷部に対する測定結果

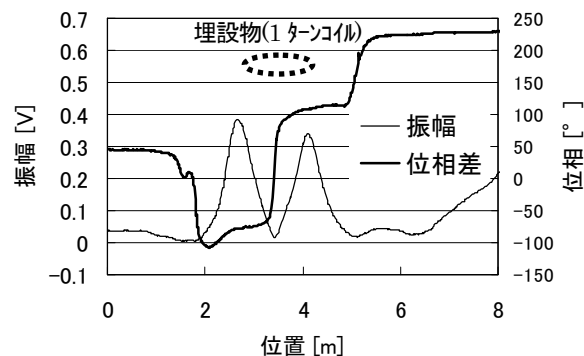


図3 金属埋設物に対する測定結果

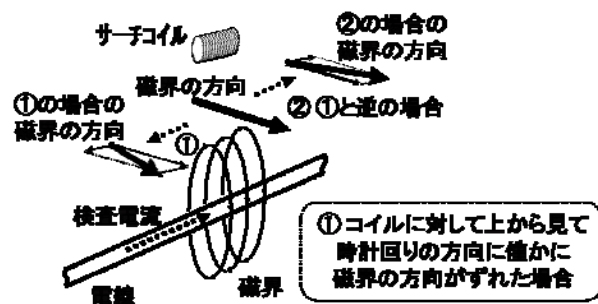


図4 位相差における 180° の変化

5 まとめ

防食被覆の損傷と金属埋設物を弁別するため、サーチコイル検出信号の検査電流に対する位相差を調べた結果、被覆損傷に対して位相差は変化しないが、金属埋設物に対しては大きく変化することが確認された。従って、磁界検出信号の振幅変化に加え、検査電流に対する位相差を測定することにより防食被覆の損傷と金属埋設物の弁別が可能となる。