

高感度磁気非破壊検査による溶接部のき裂検出における基準測定位置に関する検討

大阪大学大学院 学生員 ○宮本 陽平
 大阪大学大学院 正会員 廣畑 幹人
 岡山大学大学院 林 実
 岡山大学大学院 正会員 塚田 啓二

1. はじめに

交通量の増加、大型車両や過積載車両の通行に起因する疲労き裂が鋼橋の溶接部に多数発生している。塗膜下にき裂の疑いがある箇所に対し検査を行う場合、塗膜の除去、復旧が必要になる。塗膜の上からき裂を検出できる効率的な検査法として、高感度センサを用いた漏洩磁束探傷法に着目し、一連の研究を実施している¹⁾。既往の研究では、疲労試験によりき裂を導入した面外ガセット溶接継手に対し検出実験を実施し、き裂のない健全部の測定信号と比較することで、き裂を検出できる可能性が示唆された¹⁾。一方、検査の基準となる健全部信号については、その設定方法が十分に検討できていない。本稿では、高感度磁気非破壊検査の基準となる健全部信号の取得方法の検討を目的に、測定対象の形状や測定位置が信号特性に及ぼす影響を明らかにするための基礎的実験を実施した結果について報告する。

2. 実験供試体

本実験に使用した供試体の形状および寸法を図-1に示す。板厚 19 mm の SS400 で組み立てられた面外ガセット溶接継手であり、所定の長さ (L)、深さ (h) の溝 (幅 0.2 mm~0.3 mm) を機械加工により導入した (図-1)。その後、A 塗装系、C 塗装系の 2 種類の塗装を施した。

3. 健全部信号に及ぼす測定位置の影響

本実験に使用した測定プローブを図-2に示す。溶接部を挟み込むように、基板に近い下部 Sensor とガセットプレートに近い上部 Sensor の 2 つが搭載されている。2 体の C 塗装系供試体について、印加電流 100 mA、周波数 1~10 Hz まで 1 Hz ずつ変化させ測定を行った。測定位置を図-3に示す。き裂から 20 mm、まわし溶接部から 24 mm 離れた直線の部位を健全部 (直線部①) として定義した。また、き裂が存在する部位に対し、ガセットプレートを挟む裏側 (き裂裏) と、まわし溶接部を測定位置として設定した。直線部①の裏側に位置する直線部②でも測定を行った。測定された信号を複素数に拡張し、信号強度と位相ずれを含む項を取り出し、複素数平面にプロットする。その結果を各測定条件の 1 Hz の結果でオフセットし、各周波数のプロットと原点との距離を信号強度と定義した¹⁾。本研究では、周波数 10 Hz を対象に、特定の測定位置における信号強度を基準位置の信号強度で除した「信号強度比」を評価指標とした。

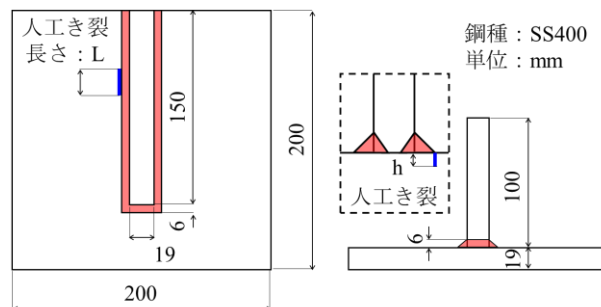


図-1 実験供試体

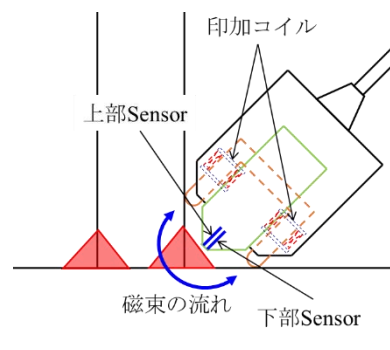


図-2 測定用プローブ

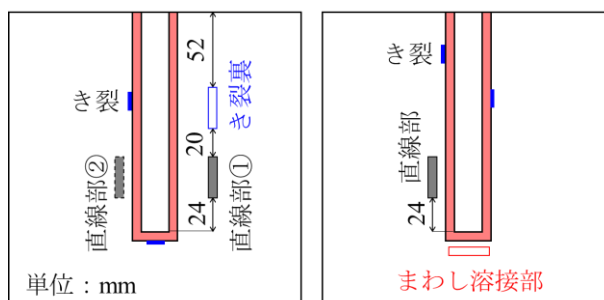


図-3 測定位置

キーワード 高感度磁気非破壊検査, 疲労き裂, 漏洩磁束法, 面外ガセット溶接継手

連絡先 〒565-0871 大阪府吹田市山田丘 2-1 TEL 06-6879-7598

各測定位置における信号強度比を図-4 に示す。信号強度比の基準位置は直線部①としている。直線部②の測定結果として、上部 Sensor では 0.98, 下部 Sensor では 0.90 の信号強度比が得られた。直線部どうしの比較であっても、溶接ビードの形状や塗膜厚さのばらつきにより信号強度比には 10%程度の差が生じた。

き裂裏あるいはまわし溶接部の信号強度比は直線部②に比べ大きくなる傾向が確認された。これらの位置は基準信号を設定する健全部として適さない可能性を結果は示唆している。

4. 人工き裂検出実験

表-1 に示す4か所の人工き裂に対し測定を実施した。測定条件および信号処理方法は 3. と同様である。健全部は直線溶接部で裏側にき裂が存在しない位置に設定した。

測定結果を図-5 に示す。上部 Sensor および下部 Sensor ともに信号強度比は 1.1 以上となった。これは、き裂から発生する漏洩磁束により、き裂部の信号強度が増加したためと考えられる。

本実験の範囲では、所定の条件で健全部を設定し、健全部に対する測定位置の信号強度比の傾向に注目することで、溶接部のき裂が検出できる可能性が示唆される。き裂の深さや長さや信号強度比との定量的関係や、塗膜厚さが信号強度比に及ぼす影響などが、検出精度向上のために必要な今後の検討課題と考える。

5. まとめ

高感度磁気非破壊検査により、面外ガセット溶接継手の直線溶接部に導入した人工き裂を塗膜上から検出することを念頭に、き裂部の信号と比較する基準位置を設定するための基礎的実験を実施した。得られた主な知見を以下に示す。

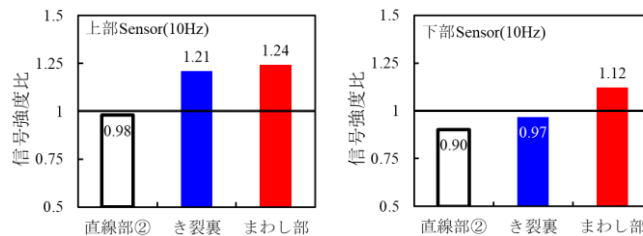
- (1) 本実験の範囲では、き裂から 20 mm, まわし溶接部から 24 mm 離れた直線溶接部を健全部として設定した。同条件の健全部であっても、溶接ビード形状や塗膜厚のばらつきにより信号強度に 10%程度の差が生じることを確認した。
- (2) 上記の条件で健全部を設定し、健全部に対する測定位置の信号強度比の傾向に注目することで、直線溶接部のき裂が検出できる可能性が示唆された。ただし、まわし溶接部のき裂検出に関しては健全部の設定にさらなる検討が必要となる。

謝辞

本研究の一部は、国土交通省新道路技術会議平成 31 年度～令和 3 年度「道路施策の質の向上に資する技術研究開発」の助成を受けて実施した（代表者：塚田啓二）。記して謝意を表す。

参考文献

- 1) 宮本陽平, 廣畑幹人, 塚田啓二, 林実: 高感度磁気非破壊検査による溶接部の未溶着およびき裂の検出実験, 鋼構造年次論文報告集第 29 巻, pp. 560-566, 2021.

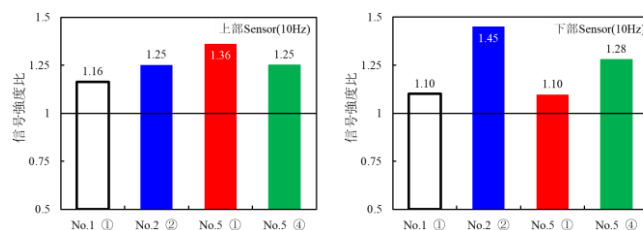


(a) 上部 Sensor (b) 下部 Sensor

図-4 測定位置比較結果

表-1 き裂寸法

No.	き裂深さh (mm)	き裂長さL (mm)	塗装系
1	1	5	C
2	1	8	A
3	2	8	A
4	3	10	C



(a) 上部 Sensor (b) 下部 Sensor

図-5 き裂測定結果