

スンプ法による溶接部検査に関する一考察

J R東海 正会員 三浦 丈司 正会員 関 雅樹 正会員 中嶋 繁
川鉄テクノロジー 正会員 寺嶋 久榮 J R東海コンサルタンツ 正会員 鍛冶 秀樹

1. はじめに

鋼橋主要部材の突合せ溶接継手における溶接内部欠陥から発生する疲労き裂の詳細な検査を実施する場合、試料を採取し、破断面を調査する方法があるが、供用中の実橋梁においては試料採取による調査は困難である。そこで、試料採取による調査の代替法として、スンプ法による検査を適用することを考え、スンプ法により採取した薄膜レプリカで、疲労亀裂発生の有無、溶接部施工状況の推定について顕微鏡観察を行ない、その精度の妥当性を検証したので報告する。

2. スンプ法概要

スンプ法とは、調査する溶接部表面の薄膜レプリカを採取し、これを現場から持ち帰り顕微鏡で調査するもので、破面調査のように試料採取のため調査する部分を切削する必要がない。このため、供用中の橋梁に対しても溶接部のサンプルを容易に採取することができる。薄膜レプリカの採取方法は次のとおりである。

- ①レプリカを採取したい面に対して、アルミナ水溶液を滴下しながら疵が残らないように平滑に磨く。
- ②採取面を洗浄し、腐食液（3%ナイタール）を塗布する。
- ③30秒程度腐食させたところで、アルコールを塗布し、腐食の進行を止める。
- ④転写フィルムにスンプ液を塗り、試験面に貼り付け、乾燥したところで転写フィルムを剥がす。

スンプ法により、溶接欠陥部（溶け込み不足）から母材原質部にかけての熱影響部の薄膜レプリカを採取し、それを走査型顕微鏡（SEM）により200倍に拡大観察した結果（写真1）を示す。金属結晶に着目すると、溶接欠陥部周辺の高温加熱部から順に、溶接時に高温となった部分ほど急冷凝固のため金属結晶が緻密化していることが分かり、薄膜レプリカによる顕微鏡観察によって、実試料のそれにほぼ近い明瞭さでの観察が可能であることを確認した。

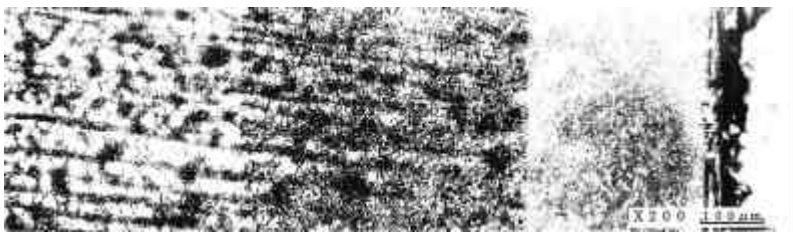


写真1

3. スンプ法による溶接きず周辺の疲労き裂判定法

溶接部の検査項目の中では、疲労き裂の有無が重要である。従来から行われている磁粉探傷等の非破壊検査では、きずの有無を判定することはできるが、きずについてそれが施工時に入り込んだ溶接欠陥なのか、溶接欠陥から発生した疲労き裂なのか、の見分けができない。そこで、薄膜レプリカによりきず形状を観察し、疲労き裂発生の有無の判定を行なうことを試みた。

意図的に溶接欠陥（溶け込み不足）を導入したけた試験体で、一方には連続載荷による疲労き裂が発生したもの（写真2-a）、もう一方は溶接欠陥のみのもの（写真3-a）との両方で、2.の方法により薄膜レプリ

キーワード：スンプ法、溶接欠陥、疲労亀裂、非破壊検査

連絡先：〒222-0026 横浜市港北区篠原町 3219-1 Tel：(045)474-0167 Fax：(045)474-0168

力を採取し、光学顕微鏡できず部分について20倍拡大写真を撮影、比較すると、どちらも先端部に細い筋が見られる。さらに走査型電子顕微鏡できず先端部を200倍にさらに拡大した写真(写真2-b、3-b)を比較すると、2-aの方では母材金属内(金属組織が粗い部分)を引き裂くように亀裂が見られる。一方、3-bの方ではきず周辺部の金属組織が細かく、溶接による溶け込み部分であること、またきず先端部が丸く、きずの内部にスラグが残っていることが分かる。

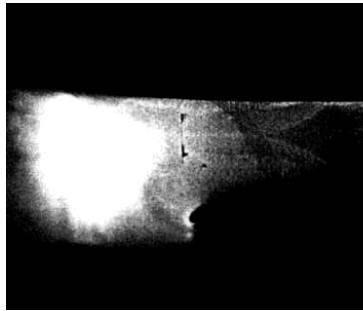


写真2-a



写真3-a

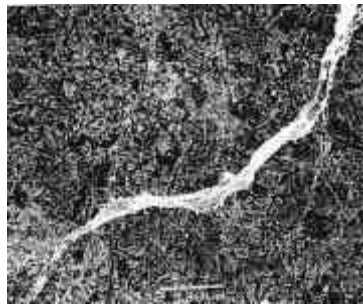


写真2-b



写真3-b



写真4-a



写真5-a

4. スンプ法による溶接施工状況の推定法

2で述べた金属結晶の粗さの差を用いれば、溶接部においてどこまでが溶け込み部分かを判定することが出来るので、その性質を利用してスンプ法により溶接施工時の状況推定を試みた。

写真4-aおよび5-aはともにフランジガセットの溶接端部のこぼ面の写真であるが、どちらにも溶け込み不足を意図的に入れた試験体を撮影したものである。この2つについてスンプ法により薄膜レプリカを採取し、20倍に拡大したのが写真4-b、5-bである。

4は開先を取らずにフランジガセットを溶接したものであるが、写真4-bによると、溶接による溶け込み部と推定されるのはきずの上下両端のみであり、きずを挟む部分の金属結晶は粗く、母材原質のままであると考えられる。

5はガセットプレート下面に開先を取って溶接したものであるが、写真5-bによると、溶接部下半分に金属結晶が緻密な三角形の部分があり、これが開先に溶接金属を肉盛りした部分であると推定できる。

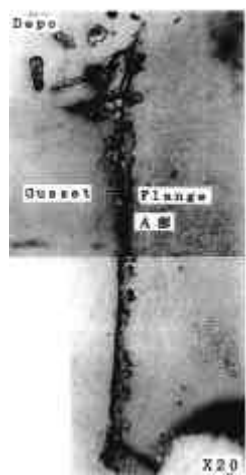


写真4-b

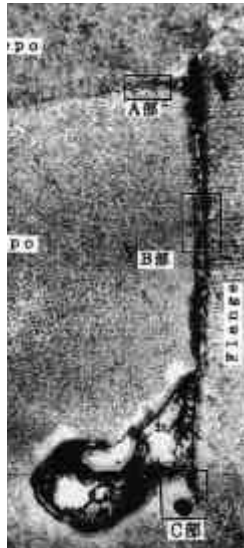


写真5-b

5. まとめ

以上の検証結果から、スンプ法により採取した薄膜レプリカによる顕微鏡観察の精度は、実際に切片試料を用いての観察の精度と比較しても遜色はなく、スンプ法により、溶接きず周辺の疲労亀裂発生状況の観察、および溶接施工状況の推定が可能であることを確認した。今後は実橋における溶接部の詳細検査にも使用していくことを考えている。