B07

同種材料・異種材料レーザー溶接における残留応力の空間分布特性

Spatial distribution of residual stress in similar and dissimilar laser welding

○正 佐藤 雄二^{*1}, 亀井 直光^{*1}
 菖蒲 敬久^{*1}, 青柳 裕治^{*2}, 正 村松 壽晴^{*1},
 Yuji SATO^{*1}, Naomitsu KAMEI^{*1},
 Takahisa SHOBU^{*1}, Yuji AOYAGI^{*2} and Toshiharu MURAMATSU^{*1}

^{*1} 日本原子力研究開発機構 Japan Energy Agency

^{*2} NESI(株) NESI Co.

Key Words: Fiber laser, Dissimilar welding, Residual stress, SPring-8,

発電プラント、高温高压ボイラなどの鋼管構造は、加熱温度の異なる箇所には管の材質を変えた異種材料の溶接が施工されている。異種金属溶接部やボンド近傍に発生する異常組織や異種金属間の熱膨張係数の差による残留応力は、応力腐食割れや高サイクル熱疲労などを引き起こす一因とされている。そのため、溶接加工時の残留応力を低減する手法の開発が望まれている。そこで我々は、レーザー溶接に着目した。レーザー溶接は、直径0.5mm程度に集光したレーザー光を熱源とするため、熱的な影響範囲が狭く局所加工性に優れ、しかもファイバー伝送が可能なことから、遠隔操作性にも優れている。その一方で、レーザーは、局所的な入熱となるため温度勾配が高くなって局所的な残留応力が生じてしまう。本研究では、レーザー溶接時に生じる残留応力の低減を目的に、高出力ファイバーレーザーを用いた炭素鋼同士の同種材料溶接と、炭素鋼と無酸素銅の異種材料溶接を試み、SPring-8の高輝度放射光を用いてこれらレーザー溶接サンプルの残留応力の空間分布特性を調べた。

溶接部周辺に残留するひずみ分布測定のために、大型放射光施設 SPring-8 の高輝度光による X 線回折測定を行った。SPring-8 の高輝度放射光は、70 keV と非常に高いエネルギーを有するビームを用いるため、レーザー溶接サンプルの透過性が高くなり、分解能を高くすることが出来る。計測には、透過型ひずみスキャンニング法を採用し、HUBER 社製 横振 4 軸回折計を用いた。本測定で用いた X 線のエネルギー、ビームサイズおよび分解能は、それぞれ 70 keV, 0.1×0.05 mm, x 方向 : 0.3 mm, z 方向 : 0.3 mm である横振 4 軸回折計を xy 方向に走査して X 線を照射して、格子面間隔を測定し、無ひずみの材料からの格子面間隔との差を計算することによりひずみを算出した。その結果、Fig.1(a)に示すように、炭素鋼同士のレーザー溶接では、突合せ面に対称なひずみが生じ、深さ方向に様な分布のひずみが生じた。一方、Fig.1(b)に示すように、炭素鋼—銅のレーザー異種材料溶接では、炭素鋼側のみにひずみが生じた。これは、炭素鋼の融点は約 1540℃と銅の融点 1085℃より高くしかも、熱伝導率が 7 倍低いいため、レーザー照射時の純銅側の溶融池近傍の温度勾配が小さくなり、これに応じてひずみも小さくなった。これに対して炭素鋼側は、溶融池近傍の温度勾配が高くなり、これがひずみを大きくすることを示唆する結果を得た。

Fig.1 Spatial distribution of residual stress measured with SPring-8.