

ニューラルネットワークを用いたレーザ・テンパービード溶接熱影響部の硬さ予測 Application of neural-network based hardness prediction method to laser temper bead weldment of A533B steel

*荒本大誠¹, 于麗娜², 望月正人², 才田一幸², 西本和俊², 千種直樹³

¹福井工業大学, ²大阪大学, ³関西電力株式会社

抄録: 本報ではニューラルネットワークを用いた多層溶接熱影響部の硬さ予測手法を原子力プラント圧力容器に用いられる低合金鋼 A533B の補修技術として採用されるテンパービード溶接法をレーザ溶接により実施した場合の溶接部に適用し、その有効性の検討を行った。

キーワード: レーザ、テンパービード溶接、硬さ予測、ニューラルネットワーク

1. 緒言

原子炉圧力容器を構成する低合金鋼の補修溶接に際して要求される溶接後熱処理の代替手法としてテンパービード溶接法の採用が認められている。最近、局所的な施工箇所に対しては低入熱で施工可能なレーザ溶接によるテンパービード溶接法の適用も検討されている。本研究では、レーザ・テンパービード溶接の有効性を迅速に評価するためにニューラルネットワークを用いてHAZの硬さを予測する手法^[1]を検討した。

2. 実験

供試材料は原子炉圧力容器用低合金鋼 A533B を母材として用いた。また、多層溶接の溶加材として Alloy690 を使用した。それらの化学組成を Table 1 に示す。再現 HAZ は A533B 鋼試験片を 5×5×5mm とし、高周波誘導加熱装置を用いて所定の温度まで加熱後、冷却速度を種々変化させることにより作製した。溶接部はレーザ溶接による 6 層 30 パスの多層盛溶接により作製した。溶接条件を Table 2 に示す。レーザ溶接部の熱履歴は著者らが開発した熱伝導解析 FEM ソフトウェアを用いて、計算により求めた。

Table 1 Chemical composition (mass%)

A533B	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cu
	0.12	0.26	1.43	0.006	0.002	0.53	0.02
	Cr	Mo	Ti	Al	Fe	Co	
0.01	0.51	-	0.038	Bal.	-	-	
Inconel690	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cu
	0.02	0.15	0.27	0.0021	0.0009	Bal.	-
	Cr	Mo	Ti	Al	Fe	Co	
29.59	0.02	0.406	0.216	10.13	0.65		

Table 2 Welding condition

Layer	Vweld/Vwire [mm/s]	Power [kw]	Heat Input [J/mm]	Number of passes
1st	5/16	3	600	5
2nd	10/16	1.9	190	9
3rd	10/16	2.5	250	6
4th	5/8	2.5	500	4
5th	5/8	3	600	3
6th	5/8	3	600	3

3. 結果・考察

Table 2 に示す溶接条件でレーザ・テンパービード溶接を実施した試験片に対して、熱履歴解析を行った。解析した熱履歴に基づき著者らが提案した手法^[1]により計算した6層溶接後のHAZにおける硬さ分布の一例を Fig.1 に示す。また、HAZ における硬さの計算結果及び実測値を対比して Fig. 2 に示す。6層溶接後、HAZ の最高硬さの計算値と実測値はいずれも 350HV 以下になり、テンパービード溶接が実現していることがわかる。また、Fig.3 に示すように、HAZ の計算硬さは実測硬さと相関係数が 0.9 となる高い相関関係があることが明らかとなった。以上の結果に示すごとく、計算硬さは実測硬さと良い対応しており、提案した手法によりレーザ・テンパービード溶接熱影響部の硬さ予測が可能であることをわかった。

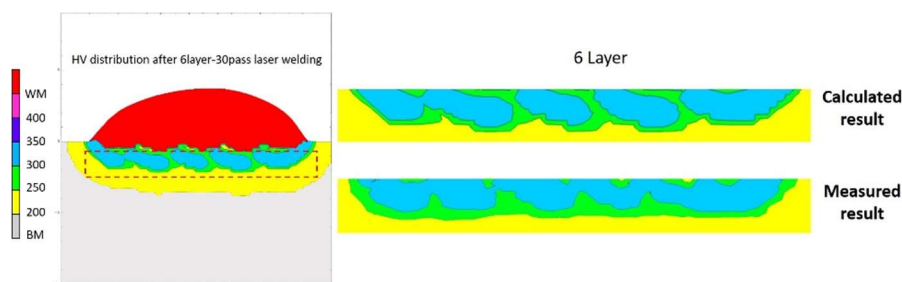


Fig. 1 Calculated HV distribution
HAZ in weldment
bond

Fig. 2 Comparison of HV distribution
in HAZ

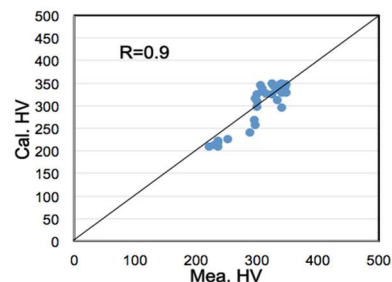


Fig.3 Comparison of hardness in
of 1 mm apart from the

参考文献

- [1] L. Yu, Y. Nakabayashi, M. SaSa, S. Itoh, M. Kameyama, S. Hirano, N. Chigusa, K. Saida, M. Mochizuki and K. Nishimoto, ISIJ Int., 2011, **51**, pp. 1506–1515.

*Taisei Aramoto¹, Lina Yu², Masahito Mochizuki², Kazuyoshi Saida², Kazutoshi Nishimoto², Naoki Chigusa³
¹ Fukui University of Technology, ² Osaka University, ³ The Kansai Electric Power Co., Inc.