

130 後続ヒートによる溶接熱影響部の焼もとし現象と靱性変化 —多層盛溶接熱影響部の組織分布と靱性に関する研究(第3報)—

大阪大学 工学部
津山工業高等専門学校
(株)新潟鉄工所
大阪大学 大学院

中 尾 嘉 邦
○ 大 重 広 明
野 井 伸 悟
西 泰 彦

1. 緒 言

前報¹⁾までに、60kg/mm²級耐割れ性高張力鋼多層盛溶接熱影響部の組織分布と靱性について検討してきたが、その過程で、後続ヒートによる焼もとし効果が靱性に大きな影響を及ぼすと考えられた。そこで、本報では熱サイクル過程の焼もとし現象ならびにそれと靱性との関係に着目して検討を行った。

2. 供試鋼ならびに実験方法

表1 供試鋼の化学組成

供試鋼は前報までと同一であり、その化学組成を表1に示す。

Mark	C	Si	Mn	P	S	Cu	Cr	Mo	V	B
CF-1	0.07	0.29	1.09	0.017	0.004	0.13	0.14	0.15	0.04	0.001

38mm厚の板にK用先で被覆アーク溶接法により多層盛継手を作製した。平均入熱は35kJ/cm、パス間温度は150℃である。この場合の800～500℃の平均冷却時間は約25sであったので、再現熱サイクルはすべてこの冷却条件とした。なお、ピーク温度が800℃以下の場合、上記冷却条件に対応するヒートによる熱サイクルを用いた。

3. 実験結果ならびに検討

前報までの結果によると、ボンド域にはる種類の組織が存在するので、図1中に示す熱サイクルによりこれらの組織を再現させた。すなわち、(I)部分変態域、(II)焼入性低下域、(III)焼入性回復域に生成される組織である。

これらの組織にピーク温度が700℃までの焼もとし熱サイクルを付与し、vTrsを求めた結果を図1に示す。焼もとし熱サイクルにより靱性はそれぞれ改善される傾向にあるが、いずれの焼もとし条件下でもIの靱性が最も劣っている。また、靱性が改善されるピーク温度領域は組織により異なり、Iでは約400℃までの低温域であるのに対し、IIならびにIIIではこれより高温域である。

図2は焼もとし熱サイクルのピーク温度と硬さとの関係である。IIおよびIIIの組織は400～500℃以上のピーク温度の熱サイクルにより軟化を示し、この傾向と図1の靱性回復の傾向とは比較的

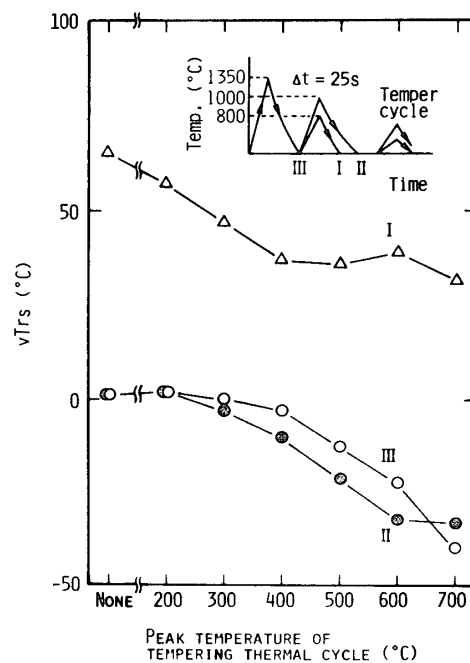


図1 焼もとし熱サイクルのピーク温度と靱性の関係

良く対応している。すなわち、この場合はマトリックスの軟化が靱性回復の主要因であると考えられる。

これらに対し、Iの組織は、部分変態域へ再加熱され、主として旧 γ 粒界にM-A組織が生成して粒内は焼もどされているから、焼もどし熱

サイクルによっても軟化しない。

したがって、この場合の靱性の改善は主としてM-A組織の焼もどしによるものと推定される。そこで、供試鋼に炭素を添加してM-A組織に相当する高炭素材を作製し、検討を加えた。図3は焼もどし熱サイクルを想定した加熱過程の熱膨張曲線である。これによると、高炭素材では200~300℃において焼もどしの第1段階が生じている。このような結果と図1とを比較すると、この場合はM-A組織の第1段階焼もどしが靱性改善に関与していると推察される。

図4は溶接継手の表面より2mmから12mmまでのボンド域について、各組織の割合と焼もどし熱サイクルのピーク温度（最高値）とを組織観察ならびに熱伝導論的検討より求めた結果である。これによると、Iに相当する組織は比較的低温度、IIならびにIIIに相当する組織は比較的高温度のピーク温度を有する焼もどし熱サイクルをうけることが多い。すなわち、図1を参照すると、すべての組織が焼もどし熱サイクルにより靱性改善効果をうけている。ただし、Iに相当する組織（部分変態域に再加熱された組織）は焼もどし熱サイクルをうけた後でも低靱性であるので、この部分は多層溶接熱影響部において低靱性域として残存する。

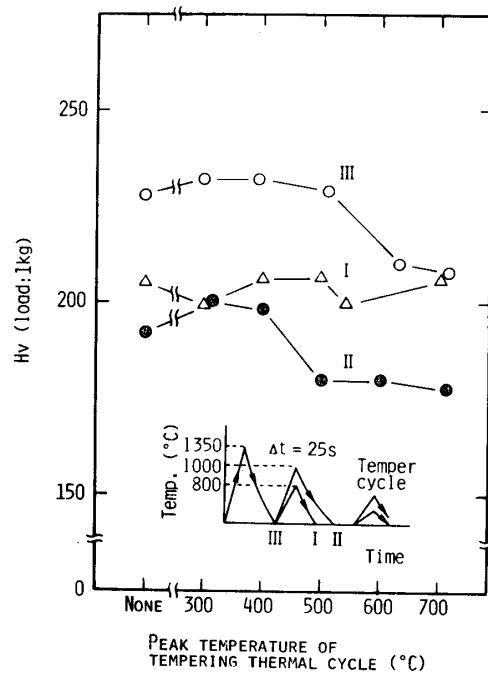


図2 焼もどし熱サイクルのピーク温度と硬さの関係

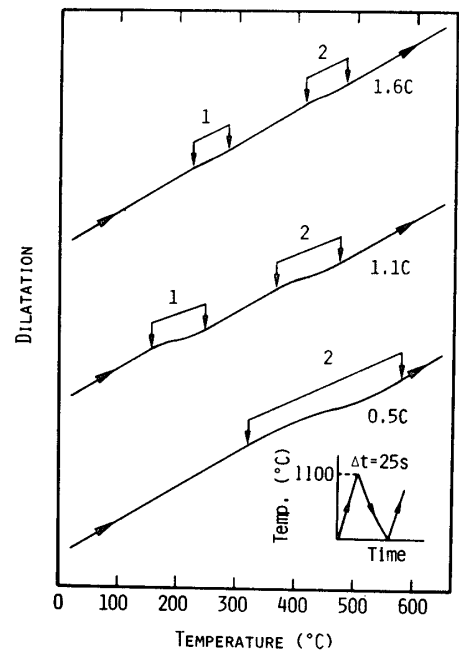


図3 焼もどし熱サイクルの加熱過程の熱膨張変化（高炭素材）

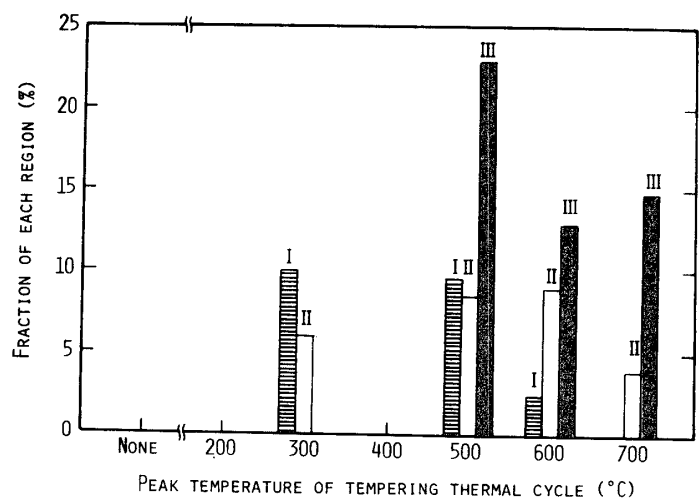


図4 各ピーク温度の焼もどし熱サイクルをうける組織の割合（ボンド部）