

東京大学 工学部
川崎重工業(株) 技術研究所

藤田 譲, 野本敏治
寺井 清, 松井繁朋
○松村裕之

1. 緒 言

近年、船舶、圧力容器、橋梁などの構造物の溶接工作をより高能率に施工するために、サブマージドアーク溶接法、エレクトロスラグ溶接法およびエレクトロガス溶接法などのいわゆる大入熱溶接法が実用化されている。

構造物の溶接工作にとつてもつとも重要な問題は、施工時に発生する割れであるが、このような大入熱溶接部に生ずる割れは、高張力鋼などの溶接部に生ずる、いわゆる低温割れとは異なり、溶接金属中のビード中央部に生ずるのが特徴である。高張力鋼の低温割れに関しては、これまでに数多くの研究が各所でおこなわれ、定性的・定量的に割れ挙動を把握するための試験法が開発され、その発生機構がかなり解明されており、防止策についても、割れ感受性の低い鋼材の選定、予熱温度、溶接手順等の施工法的条件の選定などによつてかなりの成果をあげている。しかしながら、大入熱溶接部に生ずる割れに関しては、冶金組成学的立場からの研究が多く、溶接施工条件との関連で考察された研究は少なく、したがつてこれらの割れを防止するために必要な施工法的情報を必ずしも十分に得られている状態とはいえない。

そこで、本研究においては、大入熱溶接とくにサブマージドアーク溶接に発生する割れの発生条件を明らかにする上でもつとも重要であると考えられる溶接金属の高温変形能を実験的に調査・検討するものである。

2. 供試材料

本実験に使用した鋼材は、板厚が12 mmおよび30 mmの一般船体用軟鋼である。その化学成分および機械的性質をTable 1に示す。フラックスについては、A, B 2種類のものを使用した。このフラックスを用いて溶接した場合の溶接金属の化学成分をTable 2に示す。2種類のフラックスでは、SおよびPともほとんど同程度であつた。

Table 1 Chemical composition and mechanical properties of steel used in the test

Plate thickness (mm)	Chemical composition (%)					Mechanical properties		
	C	Si	Mn	P	S	Yield stress (kg/mm ²)	Tensile strength (kg/mm ²)	Elongation (%)
12	0.21	0.04	0.80	0.012	0.020	28.8	46.9	25.3
30	0.13	0.18	0.82	0.021	0.026	25.5	43.8	36.5

Table 2 Chemical composition of weld metal

Kind of flux	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	S+P
A (30mm)	0.14	0.39	1.10	0.016	0.014	0.03	0.03	0.01	0.030
B (30mm)	0.12	0.30	1.07	0.022	0.019	0.07	0.12	0.02	0.041

3. 実験方法

実験は、3種の溶接条件でサブマージドアーク溶接をおこない、溶接中に横置き式の引張試験装置で強制引張変位を加え、高温割れの発生挙動を調査した。使用した試験片は、溶接長100mmの小型のものであり、開先形状をX型、Y型およびV型と変えて実験に供試している。また、引張変位速度を数種に変化させて、これの影響についても調査した。

割れの検出については、試験溶接後、X線透過検査およびビード横断面のマクロ検査により、割れの有無を観察している。

4. 実験結果

強制引張試験の結果を、溶接金属に加えられた平均変位量とそのときの温度との関係で割れの発生領域を示すと Fig. 1 および Fig. 2 のごとくなる。これらは、板厚12mmおよび30mmのV開先に対する代表的なものを示したものである。図から明らかなごとく、同じ溶接条件の場合であつても、供試材の板厚が異なると割れ発生の限界変位量が異なり、厚板のものの方がその限界値は小さくなっている。これは、ビードの形状およびデンドライトの成長方向に大きく影響していることが考えられる。すなわち、Fig. 3 に示すごとく、ビードの高さおよび巾の相異によつてデンドライトの成長過程が異なり、低融点の介在物が集積する最終凝固点の分布が異なり、細長いビードほどこの分布が大きく、高温変形能を低下させているためと考えられる。

講演においては、自動溶接の溶接金属の高温変形能におよぼす溶接速度、板厚および開先形状などの溶接施工諸条件の影響、さらに引張変位速度の影響について詳細に報告するつもりである。

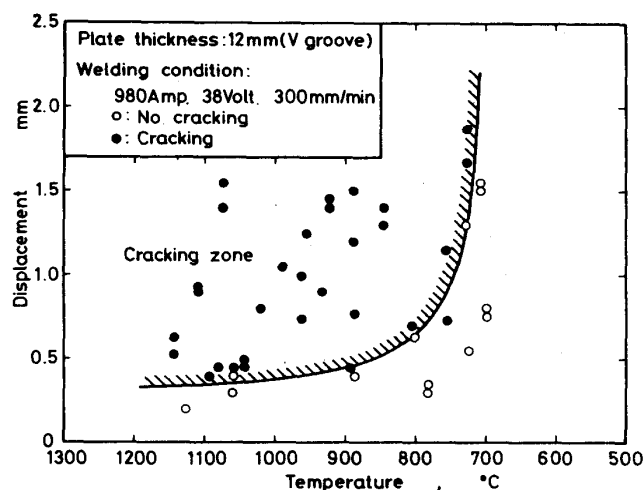


Fig. 1 Relation between temperature and displacement ($t = 12 \text{ mm}$)

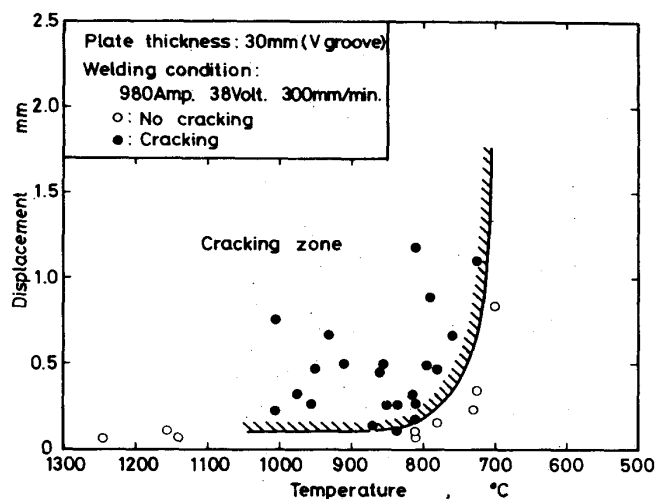


Fig. 2 Relation between temperature and displacement ($t = 30 \text{ mm}$)



Fig. 3 Macro structure

