

108 船用FRP材のガス切断について

船舶技術研究所

○林 慎也
永松 徳二

1. まえがき

船用にもちいられている繊維強化プラスチックFRPをガス切断したときの切断特性並びに二次公害発生に関する問題点を調査した。

2. 実験

2.1 供試材

FRP単板の一般的な構成を図-1に示す。船用FRPに使用される樹脂は熱硬化性樹脂である不飽和ポリエステル樹脂であり、ガラス繊維はチョップドストランドマットMとロービングクロスRとが交互に使用されるMR構成が一般的である。今回の実験に用いたFRP材はMR構成のもので、使用したガラス繊維の重量はMが600g/m²、Rが810g/m²である。板厚は9mmと19mmでその構成は各々(M+R)×4+M、及び(M+R)×9+Mとなっている。ガラス含有率は約40%である。

2.2 実験方法

切断実験に先立ちFRP単板の熱伝達状況を調べた。ヒーターを約300℃に加熱した後板厚19mmのFRP単板を載せFRP材の温度の経時変化を測定した。温度は赤外線、輻射温度計(日本電子製サーモグラフ)および熱電対を用いて計測した。

切断実験は鋼材に使用されている従来型の火口を使って実施した。切断条件のうち酸素流量・圧力を種々変化させて切断可能速度を求めた。

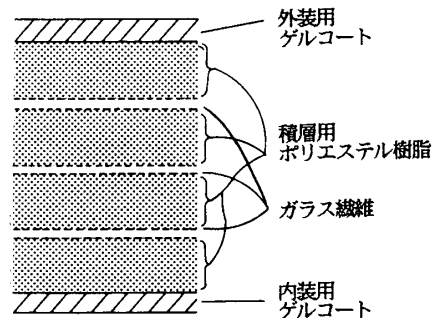


図-1 船用FRP材の構成

3. 結果及び考察

3.1 FRP材の熱伝達について

FRP材の板厚方向への熱伝達状況を図-2に示す。熱源からの距離1.5mmは一層目のチョップドストランドマットと二層目のロービングクロスの中間の位置である。熱源からの距離19mmはヒーターとは反対側の表面上を意味している。この図から明らかなように板厚方向への熱伝達は積層しているガラス繊維の断熱効果のため極めて悪い。

3.2 切断性能について

切断実験の結果を表-1に総括する。

最初に小池酸素製 106#3 (JIS 3型切断火口)

溶接学会全国大会講演概要 第39集 ('86-10)

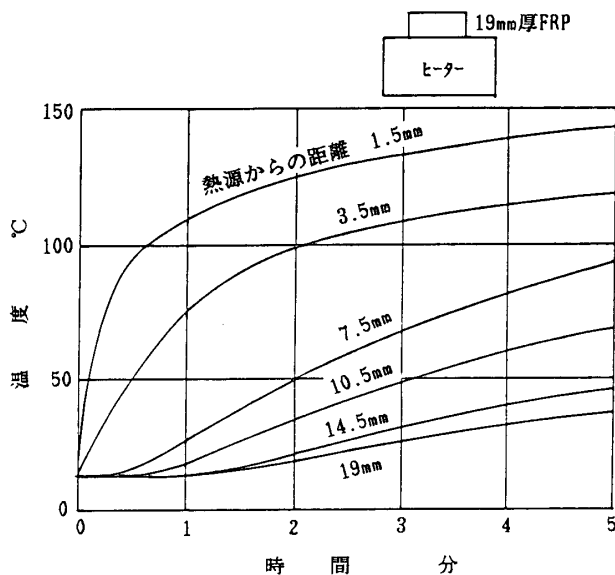


図-2 FRP材の温度伝達状況

表一 切断試験結果

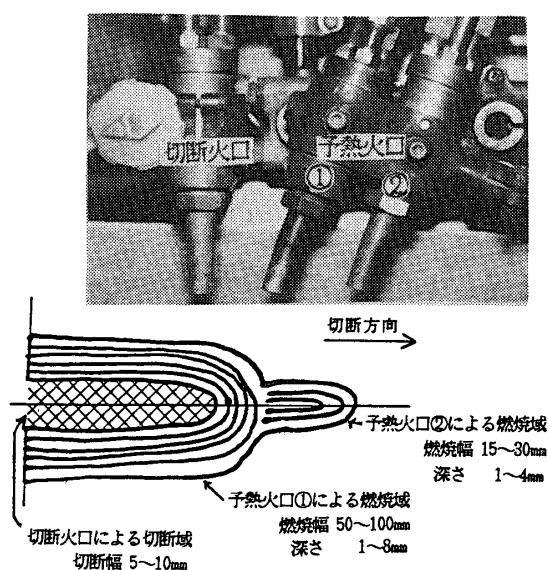
切断板厚	切断可否	切断火口種類	予熱ガス流量ℓ/h		切断酸素		切断速度 mm/min	火口高さ mm	備考
			ガス	酸素	圧力kg/cm ²	流量ℓ/h,			
9mm	×	小池 106#3	360	1370	1.5	2700	40	10	
9mm	○	小池 106#3	310	1180	1.5	2700	70	20	予熱火口1本付加
9mm	○	小池 106#3	310	1180	1.5	2700	150	25	予熱火口2本付加
19mm	○	小池 106#3	310	1180	1.5	2700	70	25	予熱火口2本付加
9mm	×	田中 3155B	750	3000	5.0	7500	100	8	
9mm	○	田中 3155B	750	3000	5.0	10400	100	8	
9mm	×	田中 3155B	750	3000	5.0	10400	120	8	

切断火口を用いて9mm厚FRP単板の切断を実施した。しかし40mm/minの切断速度で切断分離することが出来なかった。そこで、熱量を増す目的で先行予熱火口（3φ特殊ミキシング火口、予熱ガス流量1000ℓ/h、予熱酸素流量3800ℓ/h）を切断線前方35mmの位置に20°傾けて付加したところ切断が可能となり70mm/minの速度まで切断可能であった。次に、同じ先行予熱火口をもう1本追加して総熱量を増して切断した結果150mm/minの速度まで切断出来ることが判明した。また、19mm厚FRPの最大切断速度は、同様に先行予熱火口2本を付加した場合の70mm/minであった。

一連のFRP材切断実験の結果以下に述べる現象が明らかになった。

- (1) 火炎が当たってから数秒後に表層部樹脂を焼却すると同時に炎がFRP表面に広がる。炎が広がるとともに、刺激性のガス、臭気及び黒煙が発生する。ガラス繊維(軟化点840℃)は炭化するのみで、ガラス繊維の下側の樹脂は燃焼しない。
- (2) ガラス繊維は簡単には溶融しないので、ガスの圧力により吹き飛ばす必要がある。吹き飛ばすのに時間が懸かるので火口位置と最も掘れている位置とは一致しない。
- (3) ガラス繊維のうちチョップドストランドマットは比較的容易に吹き飛ばされるが、ロービングクロスは困難である。
- (4) ガラス繊維を一層ずつ吹き飛ばしていくため、平面方向への熱の広がり大きく切断面にはスリパチ状の傾斜がつき、切断幅も大きくなる。切断中の燃焼状況のスケッチを図一3に示す。
- (5) 火口直下が分離されないため火炎の戻りがあり、火口が加熱され高温化する。

結局、FRP材を分離切断するにはガラス繊維を吹き飛ばす必要がある。田中製作所製3155BカーテンダイバーNo.2を用い、吹き飛ばす力を増すため切断酸素流量を5800ℓ/hまで上げ9mm厚FRPを切断した結果、切断火口のみでの切断可能速度は80mm/minまで上昇した。さらに、切断酸素流量を10400ℓ/hにしたところ最大切断速度は100mm/minとなった。



図一3 燃焼状態