

日本鋼管(株) 鷗見製作所 藤村 譲

1 緒言 FRP船の成形には、ガラスマット(M)、ロービングフロス(R)の強化材を不飽和ポリエステル樹脂で交互積層したMR構成の手積成形が行われる。船の建造において、外板成形の打継ぎの二次接着、各種部材やブロックの二次接着継ぎが随所にあり、この継ぎ部の強度確保と信頼性向上が、FRP船や大型構造の成形に重要な問題である。従来、FRPの継ぎ効率 η は、30~50%と低い。バウツキも大きい問題解決のため、各種手積継ぎの静的・動的試験を行い、継ぎ強度に影響する材料、設計・工作法に因る原因を見出し、改良を加えた結果、バウツキも小さく、継ぎ効率も向上した。このMR-FRP継ぎの強度に影響する原因と継ぎの手積成形法について述べる。

2 検討内容 ガラス繊維は、M: 600g/m², R: 860g/m²と低粘型積層用樹脂を用いて、(MR)のt M (t=12mm); ガラス含有率42%を成形した。試験片は、幅90mm、全長1000mmで、この間に各種継ぎ積層を行い、引張試験、曲げ試験、引張疲労試験を行った。これらの諸試験において、継ぎ部の破壊の起点となる白化、クラックの初期発生を観察して、この起点となる欠陥を繰返し改良して、諸試験で確認を行った。

3 検討結果 継ぎの引張試験は、継ぎ部に欠陥を有する場合は、その部分より破壊するのに対して、曲げ試験は、三尖曲げのため初期より母材同等の強度が得られ、主に引張試験にて検討をした。最終結果において、継ぎ強度/母材強度の継ぎ効率 η は、ダブルスカーフ継ぎにて96%、他の継ぎにおいて80%以上の結果が得られた。

これらMR-FRP継ぎ強度に影響する原因として、表1に示す材料特性で、MRの破断伸び1.3%に対して、Rは1%と低く、Rが接合界面に接した場合は、限らずRの端部より破壊する。

材料の問題として、図1に示す様に、Rの端部は、はね上がりを生じ、空洞や樹脂溜りの欠陥を生じ易く、Mの単層は約1.1mmの厚さであるが、ハサミ等で裁断した端面は樹脂溜りを生じ、初期クラックの発生原因となる。継ぎの設計上の問題として、図2に示す継ぎの原形では、ハードスポットにて継ぎ積層の端部より早期破壊を生じたため、改良型は、スムーズなテーパに積層し、また、Overlay lap母材の剛性先端は、応力集中の破壊を生じたため、母材厚さの1/10厚さのマットオドレイを行うことにより、約25%の強度上昇が認められた。

継ぎの手積成形法では、Mの裁断は、定規又は手切りよりも端部はスムーズなテーパに切ったものを採用する。図3に示すソフト積層法により、接合界面には、伸びの大きいM材を配置し、Rを包み込む形状で、Mを順次延ばして積層することにより、継ぎ部の全体の形状はほぼ元の面に積層ができ、継ぎ強度を向上した。

参考文献: 強化プラスチック Vol 22 No. 8, Vol 20 No. 12.

Table 1 Tensile Properties of M.R.FRP

	σ	ϵ	E	GC
	Kg/mm ²	%	Kg/mm	%
M-FRP	10	2.0	1000	33
R-FRP	23	1.0	1700	55
MR-FRP	16	1.3	1300	42

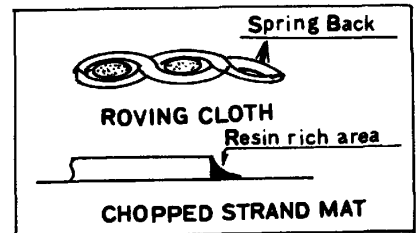


Fig 1 Problem on Material

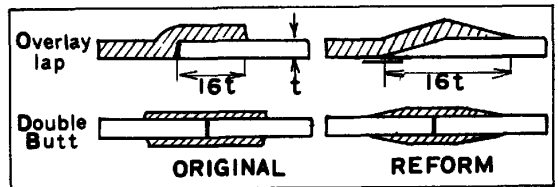


Fig 2 Problem on Design

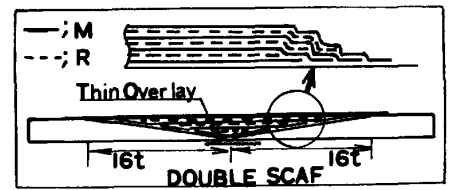


Fig 3 Shift lay-up method