

44

## APPLICATIONS MARINES DES COMPOSITES A MATRICE METALLIQUE D'ALUMINIUM ASSEMBLES PAR COLLAGE\* .

R.J. DAVIES<sup>1</sup> , M. RITCHIE<sup>1</sup>, R.L. TRUMPER<sup>2</sup>

**Résumé** - Les composites à matrice métallique (CMM) offrent une combinaison unique de propriétés qui fait que cette classe de matériaux est idéalement adaptée à la fabrication de composants soumis à des charges complexes, tels que les structures marines. Pour beaucoup d'applications marines, l'exigence majeure est une réduction du poids structural. Là où une rupture se produit par flambage élastique, la rigidité devient critique. Les CMM incluent une très large classe de matériaux qui peut être subdivisée en trois groupes principaux : métaux renforcés par particules, par whiskers et par fibres continues. Ces matériaux offrent des améliorations en ce qui concerne la rigidité et la résistance par rapport au poids en comparaison des alliages conventionnels. Cependant, l'aptitude à construire des structures marines efficaces est gênée par l'aptitude à assembler ces matériaux entre eux et avec d'autres matériaux. Cet article résume l'utilisation potentielle des composites à matrice métallique d'aluminium pour les applications marines et l'utilisation de la technologie du collage pour améliorer leur performance.

Mots clés : composites à matrice métallique, structures marines, collage, traitement de surface.

\* traduit de l'anglais

<sup>1</sup>RIALTECH LIMITED, Aston Science Park, Birmingham B7 4BJ, Grande Bretagne.

<sup>2</sup>DEFENSE RESEARH AGENCY, Holton Heath, Poole, Dorset, BH16 6JU, Grande Bretagne.

## INTRODUCTION

Pour beaucoup d'applications marines, l'exigence majeure pour un matériau est son aptitude à réduire le poids structural d'une structure et d'atteindre une amélioration de la rigidité. Ces exigences sont particulièrement importantes quand on considère les submersibles où une rupture peut se produire par flambage élastique. La nécessité de maximiser le volume intérieur de la coque, de minimiser le poids et d'obtenir des propriétés de matériaux optimales est la résultante d'une utilisation intensive de l'aluminium et des alliages de titane pour de tels objets. Cependant, ces matériaux ont atteint un plateau en termes d'amélioration de la rigidité et de la résistance. L'apparition des composites à matrice métallique offre maintenant la possibilité d'améliorer les propriétés des matériaux au-delà des matériaux traditionnels (Trumper, 1987).

Les composites à matrice métallique (CMM) sont un groupe de matériaux qui peut être caractérisé par la nature du renfort céramique utilisé dans la masse du composite. Il y a trois types de renfort, à particules, à whiskers et à fibres, courtes ou continues. L'usage intensif de matrice à alliage d'aluminium est un résultat d'une combinaison unique des propriétés de ce matériau incluant la résistance à la corrosion, la faible densité et les excellentes propriétés mécaniques (figure 1).

L'utilisation de métaux renforcés par fibres continues (FRM) permet d'adapter les propriétés mécaniques d'une structure marine aux charges rencontrées en service. L'aptitude des structures FRM serait d'une importance particulière dans la fabrication des submersibles où le point-clé est la réalisation d'un véhicule intègre structurellement avec une charge à bord et une durée de plongée maximisées.

Pour utiliser au mieux les FRM dans les submersibles, l'assemblage et la finition de surface de ces matériaux doivent être considérés. Ces deux facteurs sont très importants si on se rappelle que la construction du submersible et le rôle de l'état de la surface auront une influence sur la résistance à la corrosion et sur la résistance hydrodynamique d'un tel véhicule.

## L'ASSEMBLAGE DES COMPOSITES A BASE D'ALUMINIUM

Dans l'assemblage des composites à base d'aluminium en environnement marin, l'utilisation de la technologie du collage offre des avantages considérables sur les techniques d'assemblage traditionnelles. Toutefois, l'utilisation du collage nécessite un prétraitement de la surface du matériau, afin d'obtenir un assemblage durable (Kinloch, 1987).

Dans le prétraitement de l'aluminium à des fins de collage,

l'anodisation est souvent citée. Davies & Kinloch (1989) ont essayé d'expliquer les meilleures performances de l'aluminium anodisé en termes de degré de pénétration de colle dans l'oxyde anodique poreux produit. Ils ont trouvé que l'oxyde produit était complètement pénétré par la colle en formant un "micro-composite" d'oxyde de céramique et de colle polymère. Par la suite, des recherches à Rialtech (Davies & Richie, 1992) ont montré que la présence d'un tel "micro-composite" pourrait avoir une influence critique sur la résistance et la durée de vie du joint de colle. Un travail récent a été entrepris à Rialtech (Davies & Richie, 1992) qui a souligné l'importance de la formation d'un "micro-composite" en mesurant le changement des propriétés mécaniques de cette région microscopique quand celle-ci est exposée à un environnement marin.

Pour obtenir les effets bénéfiques de l'anodisation, il est nécessaire d'obtenir une surface métallique continue et ininterrompue. Dans le FRM, il y a souvent des zones où les fibres sont exposées à la surface. En anodisant ces matériaux, un endommagement de fibre peut se produire (figure 2) affectant les performances du collage. Comme conséquence, des solutions alternatives à l'anodisation comme des traitements d'attaque chimique sont en cours d'évaluation. Le travail conduit jusqu'à présent indique qu'une attaque chimique suivie de l'utilisation d'un agent de couplage au silane conduit à des performances d'assemblage supérieures.

## **FINITION DE SURFACE**

La finition de surface des métaux renforcés par fibres est entreprise pour les applications marines à deux fins, premièrement la protection contre la corrosion et deuxièmement la diminution de la résistance hydrodynamique. Dans ces matériaux, les régions de fibres exposées tendent à agir comme des sites préférentiels de corrosion, et par conséquent, une mesure de protection, comme un film polymère, est nécessaire. Le film polymère, quand il est appliqué correctement, a également l'avantage de réduire la résistance hydrodynamique. Les mécanismes à l'origine de la perte d'intégrité du film polymère sont identiques à ceux affectant la durée de vie des collages. Donc, des prétraitements similaires à ceux nécessaires pour les collages peuvent être appliqués.

De façon à maintenir les bénéfices du revêtement polymère pendant la durée de vie du submersible, il faut être capable de réparer les zones endommagées pendant le service. Rialtech, à l'heure actuelle développe de telles méthodes de réparation.

## CONCLUSION

Les composites à matrice métallique offrent un potentiel considérable pour les structures marines en termes de réduction de poids et d'accroissement de la résistance des matériaux, en particulier pour des applications comme les sous-marins. Avant que ces matériaux ne soient utilisés à leur plein potentiel, les problèmes d'efficacité d'assemblage et de corrosion de surface doivent être résolus.

La technique du collage offre la solution la plus économique au problème de l'assemblage. L'utilisation de l'anodisation avant le collage a été montrée peu appropriée, et plus spécialement si les fibres sont exposées à la surface du FRM. Ce travail a montré qu'une attaque acide est actuellement le prétraitement le plus efficace, quand il est utilisé conjointement à un agent de couplage au silane convenable.

Un tel procédé de prétraitement peut aussi être utilisé pour l'application des revêtements polymères afin d'améliorer les caractéristiques de surface de sous-marins construits à partir de FRM d'aluminium.

---

DAVIES R.J., KINLOCH A.J., 1989, Adhesion-13, ed. Allen, Elsevier Science Publishers Ltd.

DAVIES R.J., RITCHIE M., 1992, J. Adhesion, vol. 40.

DAVIES R.J., RITCHIE M., 1992, Rialtech Technical Report TR 9010.

KINLOCH A.J., 1987, Adhesion and Adhesives, Chapman and Hall.

RRUMPER R.L., Metal matrix composites, Metals and Materials, p. 662.

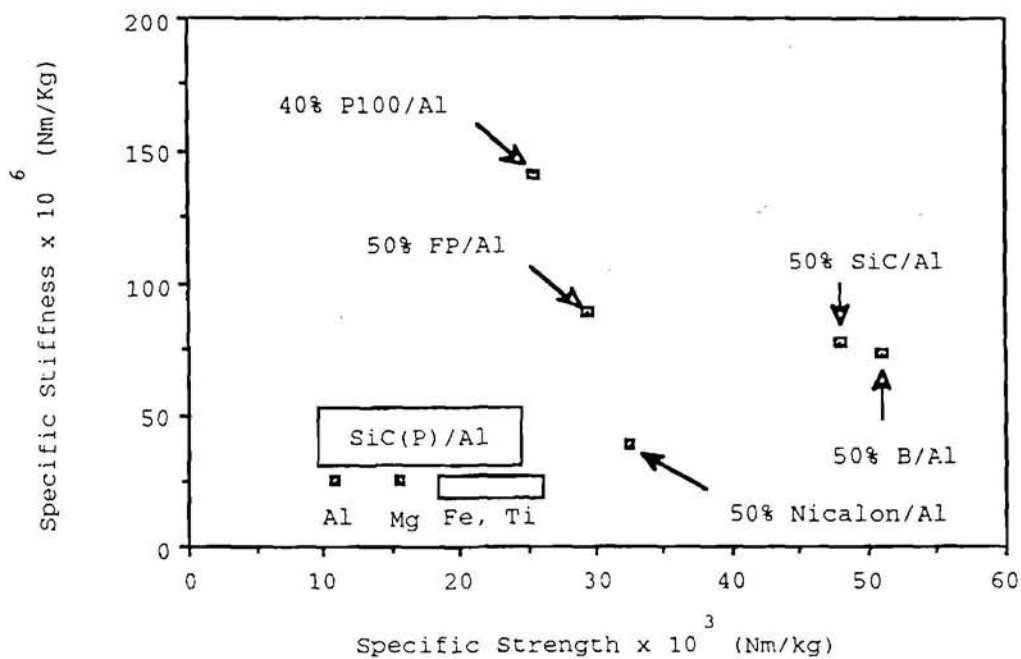


Figure 1. Comparaison des MMC avec des alliages structuraux courants  
*Comparison of MMC's with common structural alloys*

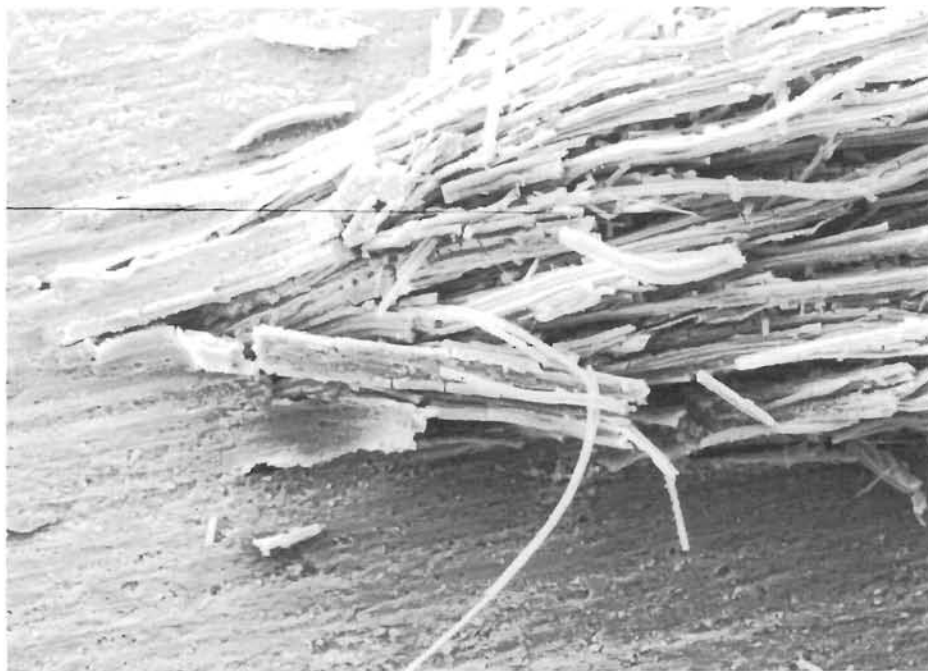


Figure 2. Micrographie d'endommagement de la surface dû à l'anodisation.  
*Micrograph of surface fibre damage as a consequence of anodising.*