

Progettazione di strutture sandwich in materiale composito

Structural design of composite sandwich

Marino Quaresimin (Università di Padova)

Introduzione

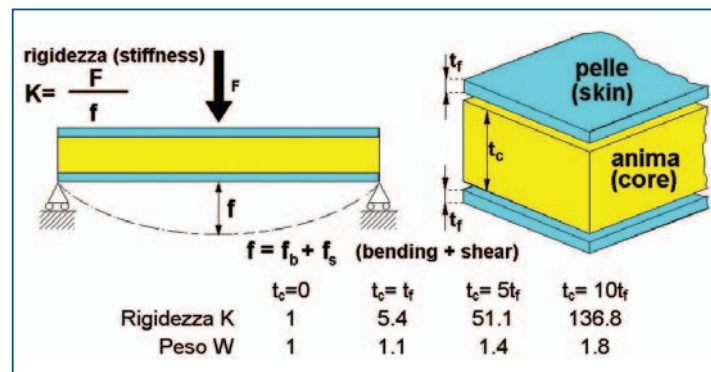
Le strutture sandwich in materiale composito hanno avuto e continuano ad avere una larghissima diffusione in numerosi settori industriali grazie alle loro caratteristiche di resistenza, rigidità e leggerezza, molto utili al progettista nella realizzazione di componenti in grado di associare pesi contenuti ad elevate prestazioni strutturali. Nel settore nautico, accanto alle tradizionali e consolidate applicazioni per imbarcazioni da diporto, a vela e a motore, le pannellature sandwich cominciano ad essere largamente impiegate anche in traghetti veloci di grandi dimensioni e in numerose imbarcazioni militari, come nel caso della corvetta "Visby" della marina svedese, il cui scafo, realizzato completamente a struttura sandwich con laminati in carbonio / epossidica, consente un notevole incremento delle prestazioni e la possibilità di sfruttare l'effetto "stealth".

Le elevate prestazioni di rigidità e resistenza specifiche di questa particolare categoria di elementi strutturali derivano dall'applicazione di un concetto estremamente semplice. In una struttura sottoposta a flessione le superfici esterne risultano essere quelle più sollecitate e tanto più le superfici esterne sono distanti dal piano neutro tanto più la struttura è rigida e resistente. Risulta pertanto evidente come un

pannello sandwich, con pelli esterne rigide e resistenti incollate ad un'anima interna compatta ma a bassa densità, rappresenti la naturale soluzione al problema.

In [Fig. 1] viene riportato un esempio dove vengono confrontati rigidità e peso di

[Fig. 1] - Influenza dello spessore dell'anima sulla rigidità flessionale e sul peso di un pannello sandwich (pelli: laminato carbonio-epossidica, anima: schiuma strutturale) / Influence of core thickness on stiffness and weight of a sandwich panel (skins: carbon/epoxy laminates, core: expanded polymeric foam)



un pannello in diverse configurazioni, ottenute facendo variare solamente lo spessore dell'anima, a parità di altre condizioni: risulta evidente, all'aumentare dello spessore dell'anima, il notevolissimo incremento della rigidità a fronte di un aumento di peso estremamente contenuto. Materiali tipici per la realizzazione delle pelli sono i laminati in materiale composito, i pannelli multistrato in legno e a volte fogli sottili di lega leggera di alluminio. Per l'anima vengono utilizzate schiume polimeriche espanse oppure honeycomb (nido d'ape) in lega leggera di alluminio oppure aramidico.

Introduction

Composite sandwich structures are widely spreading in many industrial fields due to their excellent strength, stiffness and lightness properties, resulting a very useful tool for the designers.

faces are those undergoing the highest stresses; moreover, the higher is the distance between external surfaces and neutral plane, the stronger and the stiffer the structure is. It is therefore clear that a sandwich panel with high strength and stiffness skins bonded to a light, compact core is the obvious and natural solution to the problem.

[Fig. 1] compares stiffness and weight for different configurations of a sandwich panel obtained by varying the core thickness only and leaving the other parameters unchanged: a very strong increase in the panel stiffness can be obtained by increasing the core thickness with only a slight increment in the panel weight. Common materials for the sandwich skins are composite or wood laminates and thin aluminium sheets. Polymeric expanded foams are instead frequently used as core which, for more demanding applications, can be made also in aluminium or aramid honeycomb.

In the boatbuilding industry the sandwich structures are used since long time for small boats, but recently they are applied successfully even in the construction of large fast ferries as well as in many military ships like the "Visby" corvette of the Swedish marine. In this case, the 72-meter hull is completely made in carbon-epoxy sandwich panels giving a "stealth" effect associated to a strong performance increase.

The high specific strength and stiffness properties of a sandwich panel result from the application of a very simple concept. In a structure subjected to bending, the external sur-

It is quite difficult to define, and probably does not exist, the best combination of constituents because the choice of materials depends not only on strength and stiffness requirements but also on process and cost considerations. Moreover, other interesting properties of the constituents can have influence on the design choices, like for instance fire and environment resistance, thermal and acoustic insulation, vibration damping, buoyancy and damage tolerance.