



di Maurizio Reggiani e Paolo Feraboli



Ricerca e sviluppo alla Automobili Lamborghini

I compositi polimerici sono in uso presso Automobili Lamborghini dal 1983, e dal 2001 i compositi in fibra di carbonio sono utilizzati per la produzione di tutti i pannelli della carrozzeria e di varie parti del telaio della Murciélago.

La corporate strategy volta all'incremento del rapporto potenza/peso tramite la riduzione del peso complessivo del veicolo e allo stesso tempo alla diminuzione delle emissioni per soddisfare le sempre più stringenti regolamentazioni in tema di ambiente è l'obiettivo di Automobili Lamborghini. Per raggiungerlo ha identificato nei compositi in fibra di carbonio una delle sue tecnologie chiave, e si è impegnata a diventare un centro d'eccellenza in termini di quantità di materiale usato nella produzione dell'autoveicolo così come nel livello di avanzamento tecnologico.

Sin dal 2007 Automobili Lamborghini lavora in collaborazione con l'Università di Washington e col gruppo di Tecnologia Strutturale della Boeing Research & Technology di Seattle, WA per lo sviluppo e la valutazione di nuove tecnologie per i futuri sistemi automobilistici. Il 6 ottobre 2009 è stato inaugurato presso il Dipartimento di Aeronautica e Astronautica dell'Università di Washington il Laboratorio di Strutture Avanzate in Compositi (ACSL) Automobili Lamborghini. L'ACSL Automobili Lamborghini consiste di 5 ricercatori di dottorato a tempo pieno e 10 assistenti laureandi part-time. Esso comprende tre

distinte facility. L'impianto di Produzione e Caratterizzazione include autoclave, macchinari per pressione a caldo e infusione di resina liquida, attrezzature per prove statiche e cicliche, ispezione ultrasonica, microscopia e altri equipaggiamenti. La facility di Ricerca sulla Dinamica dell'Impatto comprende una slitta per crash test a grandezza naturale, due cannoni pneumatici, una torre di caduta e un generatore di fulmini. Il Centro Computazionale è equipaggiato con un cluster di 32 processori per simulazioni dinamiche LS-DYNA.

Gli attuali sforzi di R&D sono mirati allo sviluppo di strutture primarie a massiccio impiego di compositi che soddisfino i requisiti di peso, costo e tasso di produzione imposti dalla corporate strategy. Ciò richiede che si valutino tecnologie non convenzionali e se ne sviluppino di nuove. Mentre i compositi tradizionalmente usati nelle auto sportive di lusso comprendono materiali preimpregnati per il curing in autoclave derivati da ap-

plicazioni aerospaziali, nuovi processi senza l'uso di autoclave possono offrire efficienze ineguagliate in termini di costo e produttività, lasciando allo stesso tempo inalterate performance e qualità. Tra questi processi, Automobili Lamborghini si sta concentrando sull'infusione di resina liquida (VaRTM e RTM), polimerizzazione a forno di preimpregnati, tecnologie di preformatura (trecciatura, tessuti non ondulati a fibre distese e termoformatura), e stampaggio per compressione avanzato.

Le sfide includono la valutazione e la selezione di tecniche di diagnostica non distruttiva da usarsi sia a livello di laboratorio, nell'assistenza alla definizione della metodologia di processo più adatta, sia durante la produzione, per fini di controllo qualità. Nuove tecnologie vengono costantemente valutate con l'obiettivo di trovare soluzioni più efficienti o performanti, e queste includono tecniche di saldatura come incollaggio e





fissaggio adesivi, così come nuove tipologie di materiali e strutture.

L'avvento di nuove strutture automobilistiche a forte impiego di compositi pone nuove sfide per i progettisti. I compositi in fibra di carbonio hanno dimostrato di comportarsi estremamente bene in caso di urto, e li si sta usando nella produzione di componenti dedicati per l'assorbimento di energia, sia nel mondo della motoristica sportiva (le strutture di impatto delle auto da corsa per Formula 1) sia in quello aerospaziale (il sottopavimento del Boeing 787). La loro capacità di dissipare più energia per unità di massa rispetto ad al-

luminio o acciaio è ottenuta tuttavia solo attraverso uno sforzo di progettazione complesso ed attento. Tale impegno è stato tradizionalmente portato avanti in modo del tutto sperimentale, sottoponendo a crash test componenti autentici, in parte a causa della grande complessità associata alla modellazione della collisione di strutture in compositi. Questa pratica tuttavia è dispendiosa in termini di tempo e denaro e può tradursi in programmi sperimentali di grandissima scala.

Sfruttando l'esperienza dell'industria aerospaziale, Automobili Lamborghini ha esteso al mondo dell'automobile l'ap-

proccio modulare, in cui i calcoli dei margini di sicurezza sono basati su un complesso mix di test e analisi. Poiché nell'industria aeronautica commerciale è accettato che le tecniche di analisi per i compositi non hanno sufficiente potere predittivo, con la combinazione di verifiche e analisi ai vari livelli di complessità strutturale, spesso partendo da piccoli campioni e progredendo attraverso elementi strutturali e sub-componenti fino a parti a grandezza naturale, è possibile sviluppare la fiducia necessaria a ridurre la quantità di crash test in scala reale che è necessario effettuare. ■

Automotive

english text

Research and development at Automobili Lamborghini

di Maurizio Reggiani
e Paolo Feraboli

Polymer composites have been in use at Automobili Lamborghini since 1983, and since 2001 carbon fiber composites have been used for the production of all body panels and several portions of the spaceframe structure of the Murciélago.

The corporate strategy to increase the power-to-weight ratio by reducing the overall vehicle weight while at the same time reducing emissions to meet ever more stringent environmental regulations is the goal of Automobili Lamborghini. To achieve it, Automobili Lamborghini has identified in carbon fiber composites one of its key technologies, and has committed to become a center of excellence in terms of amount of material used on a production vehicle as well as degree of technological advancement.

Since 2007, Automobili Lamborghini has been working in collaboration with the University of Washington and with the Structures Technology group of Boeing Research & Technology in Seattle, WA the for the development and assessment of new technologies for future vehicle systems. On October 6th, 2009 the Automobili Lamborghini Advanced Composite Structures Laboratory (ACSL) was inaugurated in the Department of Aeronautics & Astronautics at the University of Washington. The Automobili Lamborghini ACSL is comprised of 5 full-time doctoral student researchers and 10 part-time undergraduate student assistants. It is comprised of three separate facilities. The Manufacturing and Characterization facility includes autoclave, heated press, liquid resin infusion stations, static and cyclic test frames, ultra-

sonic inspection, microscopy and other equipment. The Impact Dynamics Research Facility is comprised of a full-scale crash sled, two gas guns, a drop tower, and a lightning strike generator. The Computational Center is equipped with a 32-processor cluster for LS-DYNA dynamic simulations.

Current R&D efforts are aimed at the development of composite-intensive primary structures that meet weight, cost, and rate requirements for the corporate strategy. This requires evaluating non-conventional technologies and developing new ones. While traditional composites used in the luxury sports car industry have comprised aerospace-derived prepreg materials for autoclave cure, new out-of-autoclave processes can yield unparalleled efficiencies in terms of cost and rate, while leaving performance and quality unaffected. Among these processes, Automobili Lamborghini is focusing on liquid resin infusion (VaRTM and RTM), oven-cure prepregs, preforming technologies (braiding, non-crimp fabrics and thermoforming), and advanced compression molding.

Challenges include the evaluation and selection of non-destructive inspection techniques to be used both at the laboratory level to assist in defining the most suitable processing methodology, and during production for quality control purposes. New technologies are constantly evaluated in order to find more efficient or performing solutions, and these include joining techniques such as adhesive bonding and fastening, as well as new material systems and forms.

The advent of composite-intensive automotive structures poses new challenges for the designers. Carbon fiber composites have shown to be able to perform extremely well in the case of a crash, and are being used to manufacture dedicated energy-absorbing components, both in the motorsport world (the impact structures of Formula 1 racecars) and in the aerospace world (the Boeing 787 crushable subfloor). Their ability to dissipate more energy per unit mass than aluminum or steel is however obtained only through a complex and careful design effort. This effort has been traditionally carried out by experiment alone, by crash-testing actual components, partly because of the great complexities associated with crash modeling of composite structures. This practice is however costly and time-consuming, and can result in very large experimental programs.

Borrowing from the aerospace industry, Automobili Lamborghini has extended to the automotive world the Building Block Approach, whereby Margin of Safety calculations are based on a complex mix of testing and analysis. Since in the commercial aircraft industry it is accepted that analysis techniques for composites are not sufficiently predictive, by combining testing and analysis at various levels of structural complexity, often beginning with small coupons and progressing through structural elements and sub-components up to full-scale components, it is possible to develop the necessary confidence to reduce the amount of full scale crash tests to be performed. ■