3/3/2020 2 ore

PROGETTAZIONE DI AEROSTRUTTURE IN MATERIALE COMPOSITO (PAMC)

Aereo deve mantenersi sano e affidabile nel tempo → certificabile.

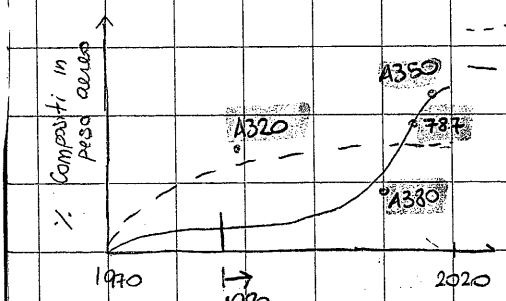
- Introduzione pag 1 → 38
- Analisi laminati pag 39 → 90
- Calcolo e resistenza dei laminati e strutture 91 → 186 + ESERCITAZIONI IN ABAQUS
- Progettazione preliminare e in dettaglio → 187 → 256
- Aspetti certificativi delle strutture in composito → 257 → 287

RICORDA: la struttura NASCE insieme al materiale

Introduzione parte I

▷ progettazione di strutture in composito è ITERATIVA

▷ Per adesso le strutture in composito non sono "ben viste" nei business Jet per questioni di riparazione.



Dagli anni '80 ha inizio l'utilizzo dei compositi sugli aerei.

⊙ IMPULSO è venuto dal mondo Americano ('90)

⊙ 2000: TANGO 1,2,3 voluto da AIRBUS che superano l'utilizzo del composito come negli anni '80 (Black Aluminum?)

(787): Sonic cruiser simil concorde
- Diventato poi 737 ‖ utilizzo pre-preg

(A320): ha strutture primarie delle sup secondarie in composito

(A350): fusoliera, ali e strutture primarie in composito
↓
IBRIDO dato che ordinate (alcune) sono metalliche a differenza di quelle BOEING

A320
- GFRP: pannelli e (BA) coda verticale → per IMPATTO e questioni estetiche ⇒ SOSTITUIBILI
- AFRP: - piloni ← lontano da raggio astratto per ragioni
  - fairing
- CFRP: Zone strutt. più importanti → • SUP MOBILI • CODE

777:

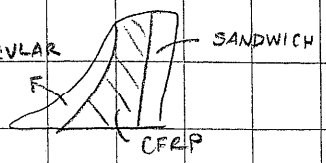
• CARBONIO: Travi di pavimento, sup mobili e code e ripari
↓
7 - 8 m di semiapertura

ATR

Code e superfici MOBILI → BA in Kevlar per motivi di resistenza a impatto
↓
- LA fm è CEDEVOLE a impatto volatile -

in Sandwich o monolitico in CARBONIO

• Kevlar o GFRP nei radom



perchè schermabili

ATR 72:

Parte ext ala in composito ← È la prima struttura di categoria (A) non sostituibile certificata in composito

787

50% Composito

- Fusoliera: composito monolitico
- Cassone alare, (BA), sup. mobili
- Code in Sandwich innovativo in CFRP ma con bordo in metallo

} CARBONIO MONOLITICO

A350

- Fusoliera con pannelli in CFRP e ordinata metallica
- ali e poppa in carbonio

F15 — F18 - EF — F22

2% | > 19% | 24% | % in peso

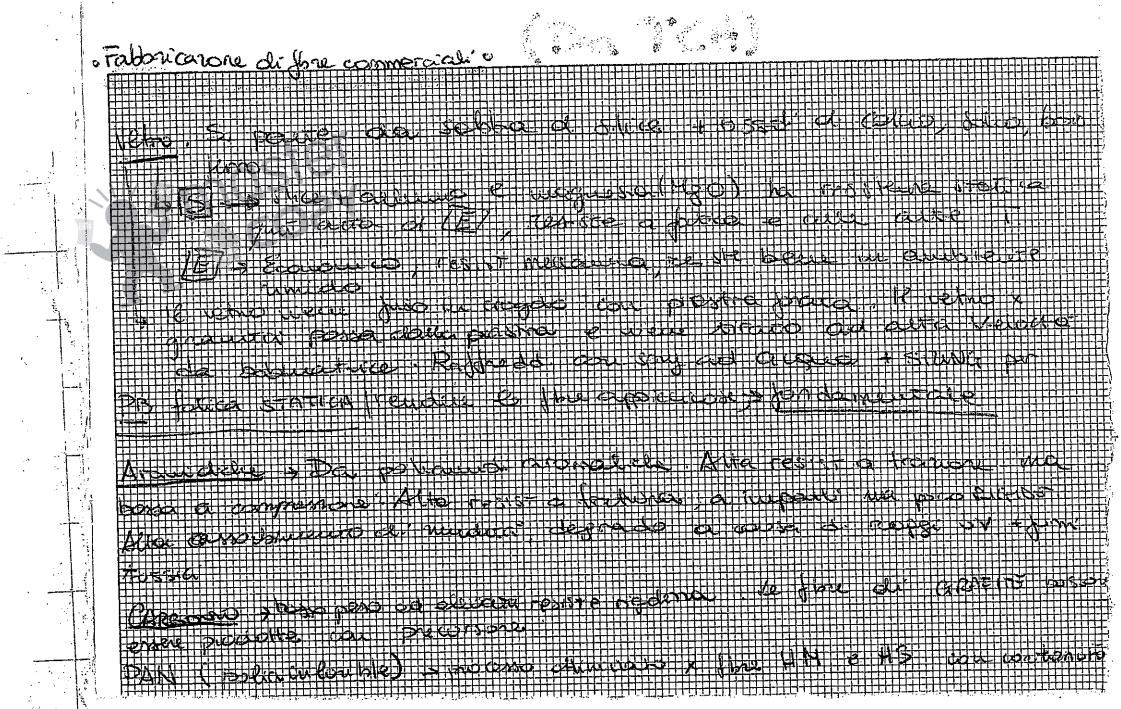
Titanio rimane materiale molto usato

↓
pari anteriore ala in metallo xkè si scaldano molto e soggette a impatto

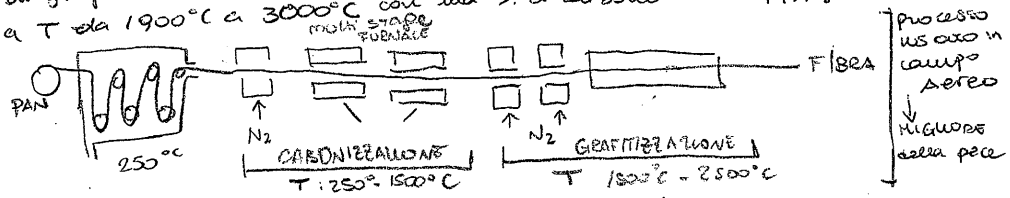
• Prima si usavano resine ~~non~~ tenacizzate e fibre non di 1ª generazione a diff. di adesso

↓

RESINA TENACIZZATA: con microparticelle



di grafite del 93-95%. Prodotte a T = 1315°C mentre le alte modulo a T da 1900°C a 3000°C con una % di carbonio del 99%!



altro precursore è la PECE (pitch process). La pece viene presa e trattata termicamente e poi sottoposta a carbonizzazione o grafitizzazione per ottenere

2) le fibre carbonio sono estremamente fragili + corrosione galvanica

master COPY COPISTERIA

master COPY

B2 : Velivolo stealth

- Ampio uso di Graphite / Epoxy e vetro in quanto stealth !
- Permette l'invisibilità al velivolo

Tecnologie di fabbricazione delle strutture in composito

- pre preg (fibra + resina già attiva) B-staged
- fibre secche
- resina

→ Con questi costituenti creano le parti.

FIBRE (Componentistica aeronautica)

- Glass (S-Glass (strutturale), E-Glass (Elettrico)) → Performante ma costosissimo; S2 → più economico
- Carbonio (HS, HM, HSS, IM) → più leggero del vetro
- Kevlar
- (Boro) ⇝ per questioni storiche usate negli anni '70

RESINE (Termoindurenti)

- Epox
- Bismaleimidiche
- Poliimidiche

per alta T

VIA DI MEZZO e non troppo costosa

- IMC
- Spectra 1000
- Kevlar
- HStrength Carbon (AS4)
- S-Glass (S2)
- E-Glass
- Boro
- HSS Extreme HM (*)
- Steel
- AE
- FP (Ceramic)

Specific tensile strength STS

STM Specific tensile Modulus → $\frac{E}{\rho}$

σ_{TRAZ} / ρ

Hanno alta ρ !!

Il STM e STS si trovano andando a tirare UNA FIBRA prova molto difficile perché la fibra va sollecitata a trazione semmai si spezza.

NOTA: le fibre hanno un comport. elasto-fragile perché immerse nella matrice, una rottura di una fibra non comporta la rottura del

(*) Ottenibili con una grafitazione estrema materiale

La scelta della fibra DIPENDE dal requisito di progetto se a RESIST. o RIGIDEZZA. ESEMPIO: pala elicottero (lunghissima pala) progettata a rigidezza ⇒ fibre alto modulo

Dove ho entrambi i requisiti mi metto nel mezzo

	ρ	σ_R		SS (GPa)	SM (GPa)	E (GPa)	
S-Glass	2,5	4,6	GPa	1,85	89	72	⇝ dove il vetro è più scadente
Graphite type II	1,7	2,6	GPa	1,52	118	200	
Kevlar	1,44	2,8	GPa	1,94	90	130	⇝ usato x giubbotti antiproiettile

Reagisce al fuoco! TOSSICO