

Mu steel - prove di flessione su travi costituite da fascio di tubi – M Benettoni 1202

Sono state assemblate 2 travi secondo la sezione indicata:

1) trave incollata con resina PUR monocomponente

Data la difficoltà di polimerizzare la resina all'interno di intercapedini (richiede acqua o umidità dell'aria) la schiumatura è stata effettuata bagnando i tubi, posando cordoni su ogni strato di tubi e posando lo strato di tubi successivo

2) La trave non schiumata è costituita dal fascio di tubi assieme con fascetta in mezz'ora mentre alle estremità sono tenuti tra loro accostati, mediante morsetti, i 3 tubi del 2° strato in modo che i tubi del 1° e 3° strato siano tenuti in posizione senza vincolare tubi di layer diversi, lasciando i 3 strati liberi di scorrere tra loro.

NB

la trave incollata presenta una torsione di circa 5 mm sulla base di appoggio di 50mm, dovuta probabilmente alla modalità di fascettatura messa in opera durante l'incollaggio, mentre la trave non è stata vincolata al tavolo. Le fascette sono state rimosse prima delle misure di deformazione. L'appoggio è stato adeguato mediante uno spessore di 5 mm sotto ad uno dei tubi di appoggio.

Appoggi

Le travi sono appoggiate su due rulli (spezzoni di tubo) di cui uno libero e uno vincolato, a passo 393 cm

Blocchi per circa 10 kg sono stati posati su ogni estremità per stabilizzare le travi (per eliminare giochi e deformazioni tra trave e rulli d'appoggio e tra rulli e tavolo). Altri 4 +4 kg sono stati posati vicino alla mezz'ora a passo di circa 1m sempre con l'intento di stabilizzare le travi.

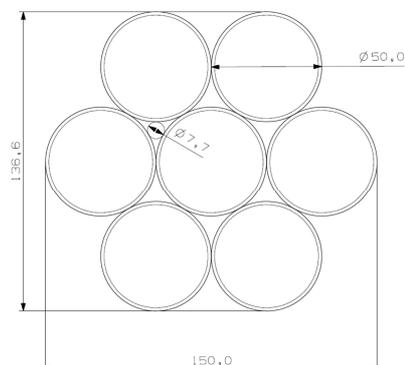
Misure

un comparatore è stato posizionato al centro delle travi appoggiate, a contatto di una placchetta posata sui 2 tubi superiori

Trave incollata

Applicando pesi in mezz'ora di circa 10 kg (9.7 kg in media) si trova deformazione tipica di 0.105 mm/kg. Applicati fino a 40 kg di carico con deformazione lineare di circa 4.2 mm.

Dopo circa 1 ora di carico applicato 40+8 kg si è trovata deformazione viscosa (elastica o plastica?) di 0.7 - 0.8 mm. Dopo rimozione dei 40 kg è stata in parte (0.2 mm) recuperata in mezz'ora.



Test con piccoli carichi

Eliminando i 48 kg in mezzeria, con pesi di circa 2 kg ciascuno la trave si deforma di circa 0.1 mm/kg per carichi fino a 10 kg (valori di stress sulla resina comparabili a quelli innescati da peso proprio su trave appoggiata come da progetto), senza evidente deformazione viscosa.

Trave di tubi liberi

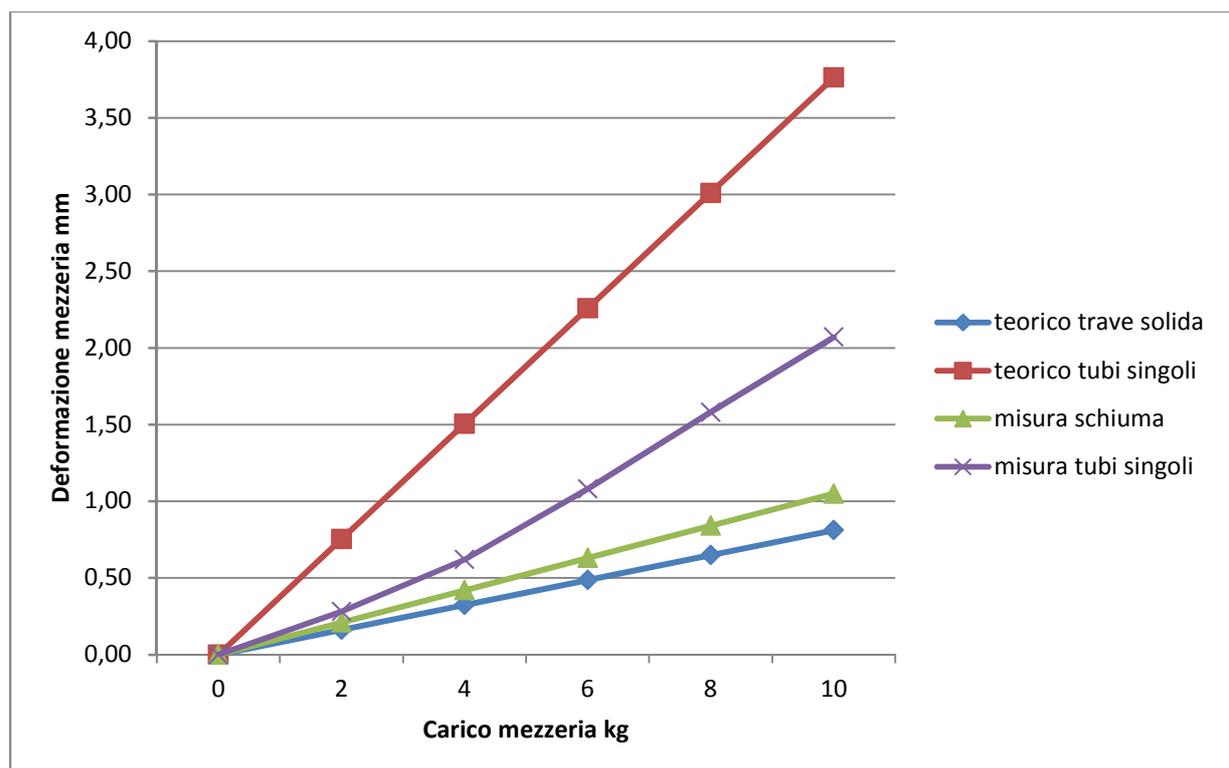
La trave si deforma di 0.20-0.21 mm/kg per carichi fino 20 kg (4.15mm/20kg)

Per carichi piccoli la deformazione e' meno lineare probabilmente a causa dell'attrito tra tubi.

L'effetto dell'attrito tra tubi e' evidente nella deformazione residua: forzando la trave in sensi opposti o con carichi diversi e rilasciando, lo zero strumento (cioe' la forma stabile della trave) cambia .

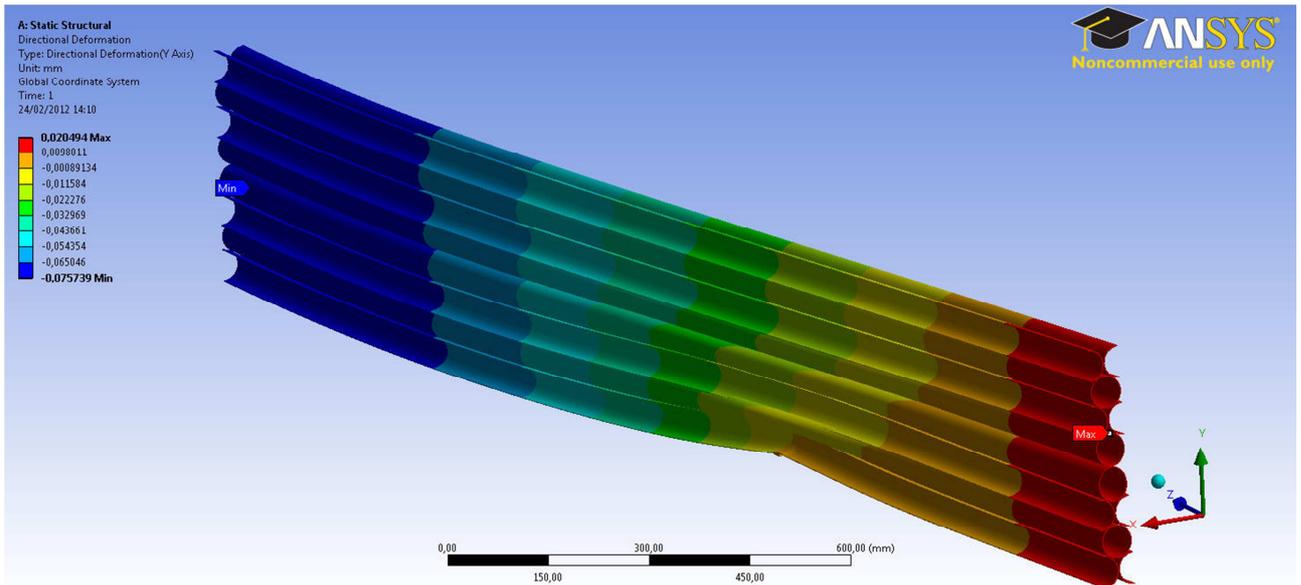
Per confronto:

- la trave teorica con tubi perfettamente solidali si deforma di 0.08 mm/kg
- La trave teorica costituita da tubi liberi di scorrere senza attrito si deforma di 0.38 mm/kg

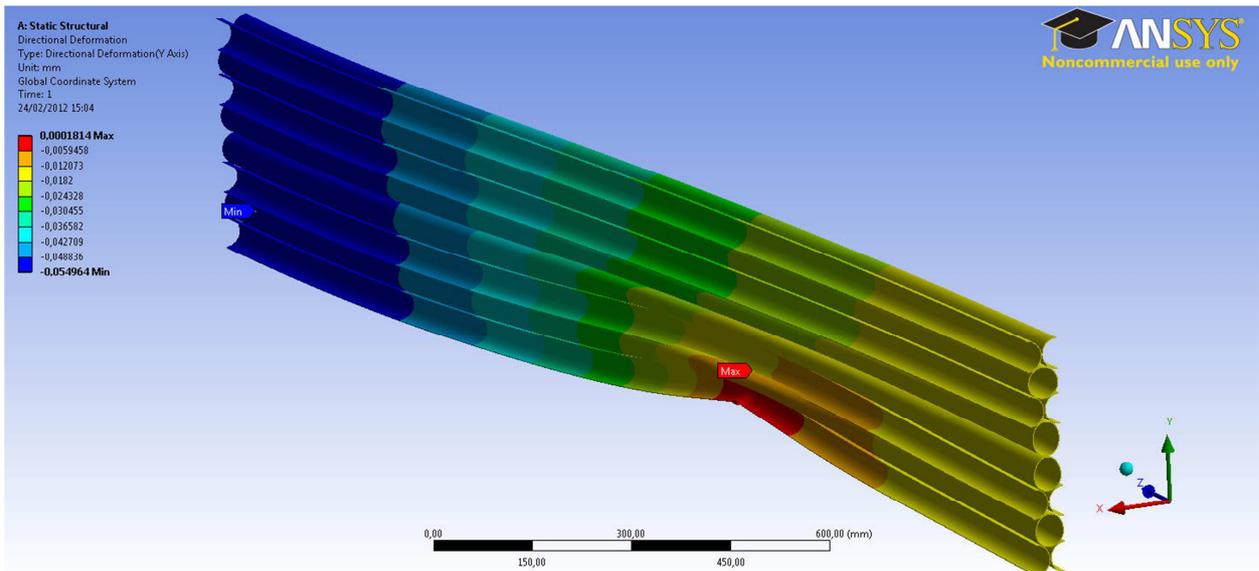


La trave incollata si deforma il 30% piu' della teorica di tubi solidali. Per i bassi valori di stress presenti nella trave - appoggiata opportunamente - non dovrebbe manifestarsi deformazione viscosa, ma andrebbe verificato con prove a lungo termine.

Supponendo che il peggioramento del 30% rispetto al bonding ideale si possa estendere al superlayer completo la deformazione attesa e' trascurabile (entro 0.1 mm) per moduli di 6m con campata appoggi c= 62%L. L'ampio margine disponibile permette inoltre di limitare la schiumatura ai tratti effettivamente necessari (zona compresa tra 1 e 2m di distanza da ciascuna estremita')



Porzione di struttura di L 6m, tubi vincolati con bonding (Workbench), senza carico alle estremita'



Porzione di struttura di L 6m, tubi vincolati con bonding (Workbench), carico alle estremita' 2N/channel

La trave con tubi scorrevoli con attrito si deforma circa la meta' del caso ideale con tubi senza attrito.

Nel caso del superlayer il rapporto tra deformazione dell' ideale bondato e quello con tubi scorrevoli senza attrito e' di 1/36.4 , mentre nella travetta del test il rapporto e' di 1/4.6.

Data una deformazione del superlayer ideale bondato di 0.05 mm (con 2N/ch alle estremita', che riducono la deformazione) la struttura di tubi scorrevoli con attrito dovrebbe avere "un incremento di deformazione" di circa 0.6 - 1 mm.

La struttura non incollata manca di un'unica forma stabile con la possibilita' , causa movimentazioni, trasporto o altre sollecitazioni accidentali, che la trave venga deformata piu' di quanto accettabile e mantenga tale forma a causa dell'attrito tra i tubi.

Tecnica costruttiva

L'incollaggio con resina monocomponente va bene per prototipi mentre per una produzione si dovrebbe optare per la bicomponente, con adeguati macchinari di iniezione. Il vantaggio rispetto l'epossidica e' la maggior superficie di incollaggio e la minor precisione di posizionamento e dosatura necessaria.

I tubi dovrebbero essere vincolati entro dime da fissare ad un piano rigido (tavolo) di riferimento

La modalita' costruttiva dovrebbe prevedere di iniettare resina in profondita' nei tratti necessari, zone di estensione 1 - 1.5 m intorno agli appoggi, evitando la fuoriuscita di resina sulle testate. Fattibile sia su tubi finiti che da filare, le testate vanno protette con cappucci/tappi.

Foto della costruzione e delle prove di carico:

http://www.pd.infn.it/~bmassimo/Radiografia/1202_test/