

5.1. Introduzione

La precompressione delle strutture in acciaio rappresenta un argomento che anche se non nuovo nel senso stretto del termine, in quanto esistono già delle sporadiche realizzazioni (trattasi in genere di ponti) e delle rarissime pubblicazioni in merito per lo più introvabili, è considerato tale dalla maggioranza degli ingegneri per i quali è un argomento del tutto sconosciuto.

In merito a tale nuova tecnologia, le domande che vengono poste più di frequente sono:

1. *Perché l'acciaio precompresso non si è diffuso?*
2. *Perché precomprimere l'acciaio che è un materiale cosiddetto "simmetrico"?*
3. *Qual'è il vantaggio economico?*

Alla prima domanda si può rispondere solo facendo delle supposizioni che portano a pensare che l'acciaio precompresso non sia diffuso nel settore della carpenteria metallica per due motivi di cui il primo largamente predominante, essi sono:

- a) l'argomento non è stato sufficientemente studiato a livello teorico e sperimentale come è avvenuto invece per il cemento armato precompresso (C.A.P.) per cui non è stato insegnato nelle Scuole Universitarie determinando un vuoto di conoscenza presso gli studenti di ingegneria, futuri professionisti;
- b) problemi di natura tecnologica quali la costruzione della trave composta o la tecnologia della precompressione a cavi esterni, oggigiorno inesistenti.

Alla seconda domanda si può rispondere semplicemente associando la precompressione ad un sistema di carichi equivalenti che ne schematizzi l'effetto; tali carichi producono sulla trave delle sollecitazioni opposte a quelle provocate dai carichi permanenti ed accidentali bilanciando parzialmente gli effetti da essi prodotti; l'entità delle sollecitazioni provocate dai carichi equivalenti dipende dal

materiale utilizzato. Per il C.A.P. le sollecitazioni provocate dai carichi equivalenti dovranno per forza di cose essere modeste in quanto il materiale base resiste bene a compressione ma poco o nulla a trazione; per l'A.P. tali sollecitazioni saranno sicuramente maggiori oltre che per le migliori caratteristiche resistenti del materiale base anche per la possibilità di poter sfruttare sia la trazione che la compressione appunto per la simmetria del materiale (in realtà l'acciaio non è un materiale propriamente simmetrico in quanto resiste bene a trazione ma non altrettanto a compressione per l'intervento di fenomeni di instabilità). In definitiva la simmetria è un fattore che esalta l'effetto della precompressione, anche se si può affermare che la precompressione migliora le caratteristiche resistenti (ci si riferisce alle sollecitazioni di flessione e taglio) di qualunque materiale.

Alla terza domanda si può rispondere (con riferimento alle esperienze pratiche) che il minimo vantaggio economico rispetto alle strutture in acciaio non precompresso, disponendo di una sufficiente organizzazione d'officina, si aggira intorno al 15% tenendo conto del costo di mercato dei cavi e della tecnologia di precompressione. Tale valore minimo può arrivare anche al 40 ÷ 50% in funzione della tipologia strutturale e della destinazione d'uso dell'opera. Oltre al vantaggio economico che è sicuramente quello più sentito, vi sono anche altri tipi di vantaggi come la maggiore snellezza a parità di carichi portati, il che comporta l'aver travi più basse di uguale o maggiore sicurezza, la minore deformabilità sotto carico, ecc.

Le realizzazioni di strutture in acciaio precompresso in cui vengono applicate le moderne tecniche di precompressione ed i cavi in acciaio armonico hanno luogo a partire dagli anni '50 quando Dischinger e Magnel iniziarono l'applicazione della precompressione delle strutture in acciaio. Verranno illustrate nel prosieguo alcune tipiche applicazioni di strutture in acciaio precompresso; trattasi di ponti diffusi principalmente nell'Europa dell'Est e negli U.S.A.; essi rappresentano ancora oggi una parte insignificante delle strutture per ponti. In particolare verrà illustrato un viadotto di lunghezza 220 m e campate di 100 m in sistema misto acciaio-calcestruzzo precompresso, realizzato in Italia dall'ing. Luigi Musumeci nel 1992, che rappresenta forse la prima applicazione in Italia di tale tecnologia.

5.2. Ricerca sperimentale

Dal mese di aprile/99 al mese di luglio/99 è stata tenuta sotto osservazione una trave in acciaio precompresso di luce 21,40 m, non comune per una ricerca sperimentale ma idonea ad una verifica reale della tecnologia e delle possibilità offerte dalla precompressione applicata alle strutture in acciaio.

Lo scopo della ricerca era quello di verificare:

1. perdite di tensione (attrito e rilassamento)
2. tensioni e spostamento della trave nella sezione di mezzzeria
3. incremento della forza di precompressione in esercizio

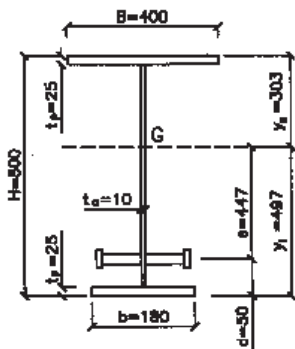
4. variazione della tensione lungo il cavo
5. rottura
6. metodo di calcolo.

I punti che è stato possibile verificare con i mezzi a disposizione (la ricerca è stata finanziata da un imprenditore privato) sono stati 1), 2) e 6) con qualche indicazione di tipo qualitativo per il punto 3). Si auspica che, anche in seguito ai notevoli risultati di seguito riportati, si possa fare una campagna di sperimentazione più vasta utilizzando travi di diversa lunghezza ed altezza sottoposte a più condizioni di carico indagando ancora più approfonditamente la tecnologia della precompressione applicata all'acciaio.

5.2.1. Analisi teorica della trave

Ogni sperimentazione ha bisogno di una fase preliminare a tavolino in cui vengono preparati i dati di progetto e in cui vengono determinati teoricamente alcuni valori caratteristici che successivamente verranno testati durante la prova sperimentale.¹

La trave oggetto del test è stata calcolata per un soppalco in carpenteria metallica di luce $21,4\text{ m}$, ed è stata sottoposta a carichi che riproducono l'effettiva condizione di carico in esercizio; pertanto il test riproduce fedelmente quello che sarà la situazione reale. In base alla geometria ed ai carichi di progetto sono stati eseguiti alcuni tentativi per ottenere la sezione ottimizzata in base a quanto detto nel capitolo 2. La trave ottenuta è quella riportata in figura 5.1 con le rispettive caratteristiche geometriche, di resistenza e di carico.



$$A = 22000\text{ mm}^2; \quad p.p. = 1,72\text{ kN/m}$$

$$\text{Carichi permanenti} = q_p = 10,2\text{ kN/m}$$

$$\text{Carichi accidentali} = q_a = 11,4\text{ kN/m}$$

$$\text{Luce} = L = 21400\text{ mm}$$

$$I_G = 2323 \cdot 10^6\text{ mm}^4; \quad W_i = 4674\text{ cm}^3;$$

$$W_s = 7667\text{ cm}^3$$

Figura 5.1

¹ Si sta diffondendo oggi giorno l'uso delle sperimentazioni di tipo virtuale dove oltre ad essere virtuali le strutture analizzate sono virtuali anche i carichi e le condizioni di carico e cosa ancora peggiore sono virtuali anche i risultati, quasi sempre attesi e positivi, che molte volte presi dall'euforia si considerano reali; tale sperimentazione virtuale viene eseguita al computer con l'utilizzo di sofisticati programmi agli elementi finiti. Si spera che tale modo di fare venga presto abbandonato e si ritorni alla filosofia Galileiana che in estrema sintesi asseriva che è vero tutto ciò che può essere dimostrato e riprodotto sperimentalmente.