

Riassunto

La progettazione di nuove strutture e la stima della resistenza ultima per strutture esistenti soggette ad uno stato di sforzi membranali sono spesso condotte mediante modellazioni che utilizzano campi di tensione o sistemi puntone-tirante. Questi metodi sono spesso utilizzati sia per il dimensionamento che per la verifica ipotizzando legami costitutivi e meccanismi di trasmissione sostanzialmente simili malgrado gli scopi possano essere differenti. Nel caso del dimensionamento di nuove strutture, l'obiettivo del calcolo è l'ottenimento di soluzioni che siano in equilibrio con le forze esterne, con disposizioni semplici delle armature e assicurando allo stesso tempo un comportamento soddisfacente allo Stato Limite di Esercizio. Nel caso della verifica della resistenza ultima di strutture esistenti, lo scopo è, invece, evitare rinforzi strutturali non necessari.

La complessità richiesta nei modelli di verifica dipende dai requisiti di resistenza, e necessita di un raffinamento graduale se i risultati ottenuti coi modelli attuali forniscono risultati insufficienti. Questo processo di raffinamento porta a soluzioni sempre più esatte che corrispondono, infine, alla massima resistenza ammissibile calcolata attraverso l'analisi limite.

Questa tesi presenta varie strategie che possono essere adottate in caso di modellizzazioni di campi di tensione e modelli puntone-tirante nel caso di dimensionamento e verifica di strutture in calcestruzzo armato. L'idea di un graduale raffinamento del modello (sia per il dimensionamento che per la verifica) verrà introdotta mediante esempi pratici. Allo stesso tempo, potenziali raffinamenti legati ad ogni soluzione saranno elencati e discussi.

Saranno inoltre investigate l'accuratezza e la generalità di soluzioni esatte ottenute con Campi di Tensione Elasto-Plastici (CTEP). A tal fine, i carichi di rottura ottenuti mediante tali campi saranno confrontati con risultati sperimentali presi dalla letteratura. Al fine di facilitare futuri studi, tali risultati sono stati inseriti in un database disponibile online. Saranno presentati e discussi, inoltre, analisi mediante CTEP di elementi strutturali con ancoraggi insufficienti o indirettamente appoggiati.

Questa tesi si focalizza, anche, su analisi di sensitività dei campi di tensione elasto-plastici, al fine di investigare la stabilità dei risultati in funzione della taglia, forma e dell'orientamento degli elementi finiti. Infine, sarà analizzata l'influenza del numero di incrementi di carico e chiare raccomandazioni saranno fornite a riguardo.

Campi di tensione basati su soluzioni esatte della teoria della plasticità simulano il comportamento fisico di elementi strutturali in calcestruzzo in maniera più accurata che gli attuali codici. Per tale motivo, una procedura di calibrazione dei fattori parziali di sicurezza per il calcestruzzo e l'acciaio sarà presentata e discussa. I fattori di sicurezza parziali ridotti possono

essere utilizzati nel caso di verifica della resistenza di strutture esistenti o in elementi strutturali precompressi. Tali riduzioni potrebbero portare, a significativi abbassamenti dei costi nel campo della manutenzione strutturale.

Al fine di comprendere al meglio gli aspetti costitutivi legati al comportamento di softening del calcestruzzo in compressione (importante per l'applicazione dei campi tensionali), un modello meccanico per la stima della resistenza effettiva a compressione del calcestruzzo sarà sviluppato e trattato in dettaglio. Lo "spalling" del copriferro, lo schiacciamento del calcestruzzo per elevati sforzi di compressione e lo scorrimento della fessura saranno presi in considerazione.

Un'attenzione speciale sarà data al contributo dell'effetto spinotto prodotto dalle armature e ai suoi effetti sulla matrice di calcestruzzo circostante. Il modello sarà validato mediante risultati sperimentali presenti in letteratura. Infine, sarà valutata la pertinenza degli approcci semi-empirici esistenti per tenere conto della riduzione della resistenza a compressione per softening, in presenza di deformazioni trasversali.

Parole-chiave: modelli puntone-tirante, campi tensionali, dimensionamento, verifica, lunghezza di ancoraggio insufficiente, fattori parziali di sicurezza, legge costitutiva della resistenza a compressione, modello meccanico, fattore di efficienza