Riassunto

I dettagli costruttivi delle barre di armatura descrivono la forma, le dimensioni geometriche e la quantità di acciaio da disporre nelle strutture in calcestruzzo armato. Queste regole permettono una progettazione semplice e veloce, tengono conto di alcuni effetti trascurati nei calcoli, assicurano una sufficiente robustezza e un comportamento soddisfacente in condizioni di esercizio e riguardo ad azioni imprevedibili. Negli ultimi decenni, la maggior parte delle regole di dettaglio fornite nei codici non sono state aggiornate considerando i metodi di produzione attuali (automatizzazione della piegatura delle barre), le prestazioni dei materiali (aumento della resistenza dell'acciaio e del calcestruzzo) e le conoscenze scientifiche. I dettagli costruttivi, si basano spesso su "regole di buona pratica" che, anche se ritenute soddisfacenti, mancano di una forte base scientifica e potrebbero non essere necessarie. Questo è uno dei motivi per cui alcune regole di dettaglio differiscono significativamente a seconda del paese e la norma considerata. Di conseguenza, alcune di queste regole costruttive risultano eccessivamente conservative, in particolare nella valutazione delle strutture esistenti, mentre altre possono trascurare effetti significativi. Anche se queste regole giocano un ruolo importante nell'economia e nella sicurezza delle opere civili, la ricerca svolta negli ultimi anni è lacunosa.

Diverse regole costruttive che si trovano in letteratura necessitano di essere analizzate per tenere conto delle attuali esigenze pratiche e delle recenti evoluzioni tecnologiche. Questa tesi presenta un programma di ricerca completo focalizzato su tre regole di dettagli prioritari: dettaglio delle piegature delle barre d'armatura e diametro del mandrino, ancoraggio dell'armatura a taglio con piegature e ganci, e rapporto minimo di armatura a taglio. Questa ricerca ha lo scopo di sviluppare modelli meccanici, formule semplificate e dettagli costruttivi con il supporto di risultati sperimentali. Tali risultati sperimentali sono stati ottenuti utilizzando tecniche di misura all'avanguardia (*Digital Image Correlation* e *Fibre Optical Measurements*) grazie alle quali si può ottenere una migliore comprensione della risposta strutturale.

Le piegature e i ganci delle barre d'armatura in acciaio sono solitamente ottenuti mediante deformazione plastica delle barre contro i mandrini. Le norme specificano i diametri minimi dei mandrini per garantire un trasferimento sicuro delle forze e per evitare rotture per "splitting" o "spalling" che possono potenzialmente limitare la resistenza del dettaglio. Questa tesi include un programma di ricerca completo sui dettagli costruttivi delle piegature e sul diametro del mandrino necessario per evitare rotture locali del calcestruzzo che porterebbero all'espulsione del copriferro (spalling).

Su tale base, un modello meccanico è stato sviluppato per la progettazione delle armature piegate, insieme ai corrispondenti dettagli costruttivi. Quindi, una procedura di piegatura standard semplificata viene proposta grazie alla quale i dettagli che richiedono vari diametri di piegatura possono essere ottenuti utilizzando un singolo diametro del mandrino, consentendo una produzione automatizzata e più rapida delle armature piegate.

La disposizione dei ganci o delle piegature all'estremità delle barre è una soluzione semplice e conveniente per l'ancoraggio dell'armatura stessa. Questi dettagli sono relativamente sensibili allo stato fessurativo del calcestruzzo circostante. Per l'armatura a taglio, le rotture fragili possono verificarsi anche a causa dell'espulsione del copriferro (spalling), specialmente per le barre in prossimità di una superficie libera. Sulla base di indagini sperimentali, un modello meccanico, nonché delle considerazioni pratiche sull'attivazione dell'armatura a taglio vengono presentate allo scopo di aggiornare le norme e regole attualmente in vigore.

L'armatura minima a taglio in travi e solette è stata discussa per decenni. Tale armatura è necessaria per garantire nuove strutture economiche e sicure e per valutare accuratamente quelle esistenti. I risultati di un'indagine sperimentale mostrano che il comportamento dipende fortemente dalla quantità di armatura a taglio e dalla risposta post-snervamento dell'armatura (classe di duttilità). Infine, una discussione dell'implementazione di questi risultati nella nuova generazione di norme è presentata, evidenziando la coerenza delle recenti modifiche, in particolare per quanto riguarda le classi di duttilità, introdotte nella nuova generazione dell'Eurocodice 2.

Parole chiave: strutture in calcestruzzo armato, dettagli costruttivi, diametro del mandrino, ancoraggio, spalling, fessurazione, aderenza, ganci, barre piegate, armatura a taglio, armatura minima a taglio, misurazioni con fibre ottiche, correlazione digitale di immagini.