PuntoSicuro

ARTICOLO DI PUNTOSICURO

Anno 12 - numero 2527 di giovedì 09 dicembre 2010

Aspetti tecnici e legislativi dei ponteggi metallici fissi di facciata

Una ricerca fornisce un contributo ad alcune delle problematiche tipiche della progettazione dei sistemi di ponteggio. La risposta dei diagonali di facciata, i modelli di analisi numerica, le carenze normative e la robustezza strutturale.

Sul sito prevenzionecantieri.it ? un portale informativo collegato al Piano Nazionale di Prevenzione in Edilizia ? sono stati pubblicati i risultati di un progetto di ricerca, finanziato dal Dipartimento Tecnologie di Sicurezza dell' Ispesl, relativo ai **ponteggi metallici di facciata**.

In " **I ponteggi metallici fissi di facciata utilizzati nei cantieri temporanei o mobili. Le nuove norme di prodotto: aspetti tecnici e legislativi**", a cura di N . Baldassino e R. Zandonini, si sottolinea che la ricerca si è proposta di "fornire un contributo ad alcune delle problematiche tipiche della progettazione dei sistemi di ponteggio".
In particolare "lo studio ha considerato **tre tipologie di ponteggio a telai prefabbricati**, con telaio aperto a portale, di produzione italiana:
- " ponteggio Carpedil tipo A31/2500 con telaio a spinotti;
- ponteggio Carpedil tipo A33/2500 con telaio a boccole;
- ponteggio Dalmine "REALPONT EU 92", Tipo "Portale 105 a boccole" con tavole metalliche PD-FAP".

La ricerca si è sviluppata attraverso una parte sperimentale, una parte numerica e, infine, una parte gestionale .

Pubblicità
<#? QUI-PUBBLICITA-MIM-[QS0006] ?#>

La fase sperimentale ha affrontato il problema della risposta dei diagonali di facciata ed è stata sviluppata "nel rispetto delle prescrizioni delle norme UNI EN 12810-2:2004 e UNI EN 12811-3:2005".
Obiettivo di questa parte è "la definizione di una **legge semplificata spostamento-azione assiale** associata ai diagonali, visti come parte integrante del sistema di facciata".
In questo modo ? continua la relazione ? "si è inteso superare le limitazioni che la schematizzazione di asta incernierata ai montanti, adottata usualmente per la modellazione dei diagonali di facciata, comporta".
La fase numerica della ricerca si è occupata invece dello "studio della risposta dei sistemi intelaiati attraverso lo sviluppo di analisi numeriche condotte mediante i **codici calcolo** Ansys e PEP micro".

Rimandandovi alla lettura integrale del voluminoso documento, ricco di allegati, riepiloghiamo alcuni dei **risultati** evidenziati.

Come già detto la **parte sperimentale** della ricerca si è occupata della "risposta dei diagonali di facciata visti come parte integrante del sistema intelaiato".
Per determinare una "legge spostamento-azione assiale associata al diagonale, facilmente implementabile nei modelli 3D di analisi numerica", è stato progettato un "**dispositivo di prova** per mezzo del quale sono stati 'testati' dei 'sistemi di facciata' dotati di diagonali, appartenenti alle tre tipologie di ponteggio considerate nello studio".
Sono state effettate 36 prove, 12 per ciascuna tipologia di ponteggio nel rispetto delle prescrizioni della norma UNI EN 12810-2:2004.
È stato possibile "determinare delle **leggi multilineari** associate ai diagonali delle tre tipologie di ponteggio, che riassumono in modo semplificato l'articolata risposta dei sistemi di facciata.
Inoltre il lavoro "ha permesso di puntualizzare alcuni aspetti riguardanti sia l'aspetto normativo, sia la risposta dei sistemi in sé".

Ad esempio sul **fronte normativo** si è osservato "come le informazioni riguardanti le modalità di attuazione della sperimentazione, intese come sistema di prova e modalità di svolgimento delle prove, siano trattati in modo succinto e non esaustivo lasciando all'operatore libertà gestionale ed operativa. Analoghe considerazioni possono essere fatte anche per quanto riguarda la procedura di elaborazioni dati che, così come descritta dalla normativa, presenta alcuni punti non chiari e, per certi aspetti contraddittori, non facilitando l'operatore nella fase di analisi dei risultati. A ciò si aggiunge il fatto che la procedura è laboriosa e caratterizzata da un onere computazionale non trascurabile".

Continuando con i risultati della prima fase della ricerca, il lavoro indica che le "**risposte sperimentali dei tre sistemi di facciata**, hanno evidenziato un comportamento marcatamente asimmetrico, sia per quanto riguarda gli scorrimenti iniziali, sia per quanto riguarda la risposta per livelli di carico più rilevanti. La variabilità dei giochi tra diagonali e sistemi di connessione al montante (boccole o spinotti) e la diversa rigidezza dei sistemi in trazione e compressione si è tradotta in risposte sperimentali asimmetriche".

La **seconda fase dello studio**, "che ha voluto contribuire all'approfondimento delle conoscenze sulla risposta dei ponteggi, si è attuata mediante analisi numeriche svolte per tutti e tre i sistemi di ponteggio considerati".
Lo studio, "che si è attuato mediante analisi elastiche del secondo ordine, ha considerato sia la risposta dei sistemi nella loro globalità (**modelli 3D**) sia la risposta nel piano di stilata (**modello 2D**)".
In particolare i "risultati di preliminari analisi svolte durante la fase di messa a punto dei modelli, hanno permesso di evidenziare l'importanza della risposta del sistema di piano nei confronti della prestazioni dei sistemi, l'influenza della distribuzione dei vincoli all'opera servita nei confronti delle risposta delle stilate e l'affidabilità dei modelli 2D di stilata".
Sulla scorta dei risultati preliminari sono state poi svolte delle "**analisi di sensitività**, con l'obiettivo di analizzare la risposta dei sistemi al variare delle imperfezioni alla base e della risposta del sistema di impalcato. I risultati delle analisi hanno evidenziato come le prestazioni dei ponteggi siano influenzate in modo rilevante dalle imperfezioni alla base: riduzioni del 25% delle imperfezioni possono determinare un incremento del 13% (analisi 3D) e del 19% (analisi 2D-stilata B) della capacità portante ultima".

È stata investigata anche "l'influenza della schematizzazione del **sistema di controvento di facciata** sulla risposta globale dei ponteggi".
I risultati delle analisi hanno "permesso di evidenziare come la diversa modellazione del diagonale di facciata, rispetto all'ipotesi di diagonali incernierati ai montanti usualmente adottata, non determina una sostanziale riduzione della capacità portante ad eccezione del caso in cui il sistema di piano non sia in grado di svolgere una adeguata azione di controventamento".

In relazione alle difficoltà del modello proposto dalla normativa UNI EN 12810-2:2004 nel predire il carico di collasso del sistema, sono stati fatti degli studi per la definizione di un nuovo "**modello 2D di facciata** che si è mostrato in grado di predire con maggiore accuratezza la risposta dei sistemi considerati".
Le difficoltà operative "conseguenti alla gestione dei modelli di calcolo, specie se riferite alla risposta globale del sistema, hanno suggerito l'opportunità dello sviluppo di una **procedura automatizzata** finalizzata alla gestione dei dati necessari alla 'costruzione' di un modello di calcolo".
La procedura gestionale progettata "si propone come strumento dedicato alla raccolta ordinata dei parametri necessari alla scrittura del codice di input dati nel linguaggio di macroprocedura caratteristico del programma ad elementi finiti che si intende utilizzare".

Infine un cenno agli **sviluppi futuri**.
L'articolata risposta dei sistemi di ponteggio "lascia aperti innumerevoli fronti sui quali ancora investigare, sia dal punto di vista numerico, sia dal punto di vista sperimentale".
In futuro l'eventuale estensione sistematica di questi studi ad una più ampia gamma di tipologie di ponteggio "permetterebbe di trarre delle indicazioni utili ai fini progettuali sicuramente più esaustive riguardo alla risposta complessa di queste strutture".
Questi studi potrebbero fornire delle utili indicazioni anche per quanto riguarda l'aspetto della **robustezza strutturale**: la "capacità della struttura di subire danni non sproporzionati alle cause che li hanno generati".

L'**indice** del documento:

1. IL PROGETTO DI RICERCA
1.1 La progettazione dei ponteggi: criteri operativi e aspetti critici
1.2 I contenuti del lavoro

2. LA CARATTERIZZAZIONE DEL SISTEMA DI CONTROVENTO DI FACCIATA
2.1 L'attrezzatura di prova
2.2 Il sistema di misura
2.3 La campagna di indagine sperimentale
2.4 Le modalità di prova
2.5 Le prove effettuate e le modalità di collasso
2.6 I risultati sperimentali
2.7 Il modello della risposta
2.7.1 Il modello della risposta secondo il documento UNI EN 12811-3:2005
2.7.1.1 Determinazione della resistenza caratteristica (Rk) e della resistenza di progetto (Rd)
2.7.1.2 Determinazione dello scorrimento e della rigidezza
2.7.1.3 I risultati delle elaborazioni
2.7.1.4 Determinazione della legge globale spostamento-azione assiale
2.7.1.5 La legge globale spostamento-azione assiale
2.8 Considerazioni finali
3. LE ANALISI NUMERICHE
3.1 I casi considerati
3.2 I modelli di calcolo
3.2.1 Le caratteristiche generali del modello 3D
3.2.2 Le caratteristiche generali del modello 2D
3.3 Le analisi numeriche 3D e 2D
3.3.1 I risultati delle analisi 3D
3.3.2 I risultati delle analisi 2D
3.3.3 Confronti tra i risultati delle analisi 3D-2D
3.4 Considerazioni finali
4. LE ANALISI DI SENSITIVITA'
4.1 L'influenza delle imperfezioni alla base
4.2 L'influenza della rigidezza del sistema di impalcato
4.3 L'influenza dello scorrimento iniziale del sistema di impalcato
4.4 Considerazioni finali
5. L'INFLUENZA DEL DIAGONALE DI FACCIATA
5.1 Il modello di calcolo
5.2 Le analisi numeriche
5.3 Considerazioni finali
6. IL MODELLO 2D DI FACCIATA
6.1 Il modello 2D di facciata secondo la norma UNI EN 12810-2:2004
6.2 La proposta alternativa per il modello 2D di facciata
6.3 Considerazioni finali
7. LA PROCEDURA AUTOMATIZZATA PER LA GESTIONE DEI DATI
7.1 La procedura automatizzata per le analisi 3D
7.1.1 Descrizione della procedura automatizzata
7.1.1.1 Definizione della mesh del telaio e della facciata
7.1.1.2 Tipologie di elementi finiti utilizzati e loro caratteristiche
7.1.1.3 Definizione delle proprietà delle sezioni e dei materiali
7.1.1.4 Condizioni di vincolo tra gli elementi
7.1.1.5 Condizioni di vincolo esterne
7.1.1.6 Imperfezioni
7.1.1.7 Condizioni di carico e tipologie di analisi
7.1.1.8 Generazione del file di input
7.1.1.9 Output dati
7.2 La procedura automatizzata per le analisi 2D
7.3 Confronti fra i risultati di SAP e di ANSYS
7.3.1 Condizioni di carico
7.3.2 Confronto fra i risultati di SAP e di ANSYS per le analisi 3D
7.3.3 Confronto fra i risultati di SAP e di ANSYS per le analisi 2D nel piano di stilata

7.4 Considerazioni finali
8. CONCLUSIONI
8.1 Riepilogo dei principali risultati
8.2 Sviluppi futuri
RINGRAZIAMENTI
BIBLIOGRAFIA

Ispesl, DTS, " I ponteggi metallici fissi di facciata utilizzati nei cantieri temporanei o mobili. Le nuove norme di prodotto: aspetti tecnici e legislativi", a cura di N . Baldassino e R. Zandonini - Università degli Studi di Trento - Dipartimento di Ingegneria Meccanica e Strutturale (formato PDF, 8.7 MB).

Tiziano Menduto

Questo articolo è pubblicato sotto una Licenza Creative Commons.

---

www.puntosicuro.it