

Controls S.R.L., 20063 Cernusco s/N. (MI), Italia

## Prove su RDP (Round Determinate Panel)

I metodi di prova per la caratterizzazione dei calcestruzzi rinforzati con fibre e calcestruzzi proiettati sono oggi giorno pratica abituale. Le piastre circolari chiamate RDP (Round Determinate Panel) vengono provate attraverso l'applicazione di un carico concentrato e misurando la resistenza offerta dal materiale in funzione della sua deformazione.

Il calcestruzzo prefabbricato è oggi giorno largamente utilizzato nelle opere civili ed in molti casi è associato a calcestruzzo ad alta resistenza (HSC, High Strength Concrete) e/o rinforzato con fibre (FRC, Fibre Reinforced Concrete). Lo sviluppo di nuove tecnologie avanza rapidamente e ha permesso agli specialisti del settore di spingere le strutture di calcestruzzo a limiti sino a pochi anni fa impensabili.

Il mondo sta assistendo alla nascita di edifici multipiano sempre più alti, primi fra tutti quelli siti in Medio Oriente.

I calcestruzzi ad alta resistenza stanno ottenendo un'ampia accettazione nell'industria delle costruzioni, soprattutto quando finalizzati a grandi opere. La loro proliferazione futura appare ormai una realtà grazie a un mercato sempre più orientato verso la sicurezza e la qualità del costruito in termini di servizio e durabilità.

### Prove di flessione su travetti di calcestruzzo fibrorinforzato (FRC)

Le prove di flessione su travetti FRC sono attualmente molto diffuse. La duttilità del materiale viene valutata in termini di assorbimento di energia deformativa attraverso la curva carico-spostamento ottenuta dalla prova su 3 o 4 punti. L'ampiezza dell'area sottesa alla curva rappresenta un'indicatore della capacità deformativa e risulta dipendere direttamente dalle caratteristiche geometriche del provino oltre che dallo schema di carico. La prova di flessione può essere rappresentata attraverso la curva carico-spostamento secondo ASTM C1018/C1609 oppure attraverso la curva carico-apertura di fessura (CMOD, Crack Mouth Open Displacement) secondo EN 14651. Nel primo caso la curva carico-spostamento è calcolata per valori multipli della deflessione corrispondente alla prima fessurazione, nel secondo caso la resistenza flessionale residua è valutata per valori definiti di apertura di fessura.

### Prove di carico concentrato su piastre di calcestruzzo fibrorinforzato (FRC)

Recenti studi [7] relativi a prove di flessione su travetti FRC e su piastre circolari aventi le stesse caratteristiche meccaniche e contenuto in fibre hanno rivelato che la maggior dispersione statistica dei risultati è causata dalla dimensione degli elementi e dall'area delle fessure interessate nella prova che poco rappresentano l'effettivo comportamento strutturale degli elementi in opera. Le strutture reali sono caratterizzate da un alto grado di iperstaticità in cui la redistribuzione degli sforzi genera ampie fessure e minor dispersione dei risultati di prova.

Sono necessari provini che possano originare fessure più ampie, quindi di dimensioni maggiori o di forma differente come piastre.

Attraverso prove di carico concentrato su piastre quadrate o circolari l'energia di assorbimento viene valutata attraverso la curva carico-spostamento registrata a valori definiti.

Generalmente, sia con piastre quadrate che con piastre circolari la deflessione nel punto centrale è circa 1/20 della luce verticale in modo da ottenere un quadro fessurativo che coinvolga alti livelli di energia.

Con la prova di flessione su piastre quadrate (e.g. EN 14488-5, UNI 10834) il provino, appoggiato su di un telaio ausiliario, viene caricato nel centro attraverso un punzone di acciaio azionato da un martinetto in controllo di spostamento.

Il metodo di prova ASTM C1550 proposto di recente e in progressiva diffusione mondiale prevede l'uso di piastre circolari appoggiate su tre perni di acciaio simmetricamente disposti a 120° in configurazione isostatica. Il quadro fessurativo è prevedibile ed il comportamento post-fessurativo può essere delineato in maniera più accurata [5].

Le prestazioni del provino vengono quantificate in termini di energia assorbita nella fase post picco tra un valore di carico stabilito e il valore di deflessione. Come per EN 14488-5 il carico è applicato attraverso un punzone di acciaio azionato attraverso un martinetto idraulico in controllo di spostamento.



Fig. 1: Modello 50-C1601/FR telaio da 300kN ad alta rigidità accessorio per prove secondo ASTM C1550

Le dimensioni nominali delle piastre sono 800 mm di diametro per 75 mm di spessore. Lo spessore incide in modo significativo sui risultati della prova mentre la variazione di diametro in misura minore [5].

Il peso notevole non rappresenta un grosso problema in molti cantieri giacchè sono largamente disponibili dispositivi di sollevamento e movimentazione. Considerando la maggior consistenza e robustezza del metodo RDP e di conseguenza la riduzione dei provini necessari, il costo totale del controllo di qualità del processo di produzione è significativamente minore.

La cassaforma tipica degli RDP consiste in un piatto metallico monolitico sostituito in alcuni casi da uno strato di legno centrale poi ricoperto da un foglio di acciaio. Il piatto viene poi circoscritto da pareti metalliche di altezza tale da garantire uno spessore del provino pari a 75mm. E' uso comune, a fronte di un peso di circa 90 kg, fissare due traversine di legno sul fondo del piatto in modo da facilitarne la movimentazione. Ultimato il getto la superficie deve essere rasata in maniera accurata: l'uniformità dello spessore è infatti un parametro fondamentale per assicurare coefficienti da variazioni minimi nei risultati di prova.

### Macchina di prova per prove su RDP (Round Determinate Panel)

La macchina di prova richiesta è servoidraulica pilotata a ciclo chiuso da un microprocessore ad altissima risoluzione sulla base della misura della corsa del pistone o meglio della deflessione del provino. Il flusso idraulico generato deve essere dosato



Fig. 2: 50-C9842 ADVANTEST 9. Unità di comando automatica servo-idraulica

accuratamente senza brusche fluttuazioni in quanto da distribuirsi linearmente in termini di spostamento per l'intera durata della prova.

Sia le valvole proporzionali che le servovalvole operano in maniera simile a livello concettuale modulando con continuità la portata ed eventualmente anche la pressione a valle attraverso le perdite di carico indotte dall'otturatore, conferendo al sistema un'efficace programmazione ed una grande flessibilità.

Le non idealità del sistema che generano differenze tra il valore di riferimento della portata ed il valore effettivo vengono facilmente eliminate attraverso una calibrazione ad hoc del sistema.

Per controllare l'instabilità del provino nella fase post-fessurativa (snap-back instability) è necessaria una risoluzione molto alta del controllo a ciclo chiuso oltre che un'elevata rigidità del telaio, di gran lunga eccedente quel del provino (non minore di 200 kN/mm [2]).

Le dimensioni del telaio hanno un ruolo determinante non solo per quanto riguarda la rigidità dello stesso ma anche per l'alloggiamento della piastra circolare. La distanza tra le colonne deve essere almeno pari a 900 mm e le colonne devono essere progettate in modo tale da consentire un facile ed immediato posizionamento del provino anche con l'ausilio di un mezzo di movimentazione industriale.

La macchina di prova controllata da PC deve essere dotata di un software specifico che consenta al laboratorio di gestire le commesse per numero cliente, impresa e mix della miscela. I risultati di prova possono essere memorizzati in base al numero identificativo, data e ora, tipo di provino e morfologia di rottura, poi trasferiti al PC per l'elaborazione ed infine all'archivio. In tal modo i rapporti di prova sono immediatamente consultabili e disponibili con un semplice click del mouse. Eseguita la prova, trascritta in un formato protetto e inserita nell'apposito archivio, il cliente vi può immediatamente accedere attraverso la rete.

Il miglioramento qualitativo delle prove grazie all'utilizzo di sistemi di prova moderni rappresenta la chiave di successo per un mercato esigente e concorrenziale. Sono evidenti la riduzione dei tempi di elaborazione dei rapporti di prova e la minimizzazione degli errori di immissione e trascrizione dati.

### ■ Bibliografia

- [1] EN 14651. Test method for metallic fibered concrete - Measuring the flexural tensile strength (limit of proportionality (LOP), residual), 2005.
- [2] EN 14488-5. Testing sprayed concrete. Determination of energy absorption capacity of fibre reinforced slab specimens, 2006
- [3] ASTM C1018. Standard test method for flexural toughness and first crack strength of fibre-reinforced concrete (using beam with third-point loading), 2005
- [4] ASTM C1609. Standard test method for flexural performance of fibre-reinforced concrete (using beam with third-point loading), 2005.
- [5] ASTM C1550. Standard test method for flexural toughness of fibre-reinforced concrete (using centrally loaded round panel). 2005
- [6] UNI 10834. Sprayed concrete, 1999.
- [7] Minelli F, Plizzari G. Round Panel vs beam tests toward a comprehensive and harmonic characterization of FRC material,
- [8] di Prisco M., Failla C., Polizzari G.A., Toniolo G. Italian guidelines on SRFC, 2004.
- [9] Bernard, E. S., Point load capacity in Round steel Fibre reinforced Concrete Panels. Civil engineering report CE, School of Civil engineering and Environment, University of western Sydney, Nepean, 1998.
- [10] Bernard, E. S., Correlations in the behaviour of Fibre reinforced shotcrete beams and panel specimens. Material and Structures, Vol. 35, 2002.

### ■ ALTRE INFORMAZIONI

# CONTROLS

Controls S.R.L.  
Via Aosta, 6  
20063 Cernusco s/N. (MI), Italia  
T +39 029 21841  
F +39 029 2103333  
[controls@controls.it](mailto:controls@controls.it)  
[www.controls.it](http://www.controls.it)