



A
d
v
a
n
c
e
d

B
u
i
l
d
i
n
g

S
y
s
t
e
m



Blast Overpressure Test Description and Results

Descrizione e risultati dei test di sovrappressione dovuta ad esplosione

Progetto su pannelli blindati Ceratech realizzati con pannelli strutturali in EPS, EMMEDUE

Data dei test: 17-18 Settembre 2009

Località dei Test : University of Kentucky, Lexington, KY

Scopo dei test:

E' stata testata la resistenza alle esplosioni di diversi tipi di pannelli M2 (pannelli in polistirene rinforzati con reti in acciaio) completati con differenti tipologie di cemento ad alta resistenza prodotto da CeraTech. Le dimensioni dei campioni testati sono di 1,52mX1,52m (5x5ft).

La prova è stata realizzata utilizzando un potente esplosivo in commercio, in una camera di prova ottimizzata per produrre un'onda d'urto uniforme sulla faccia dei pannelli.

Descrizione dell'attrezzatura:

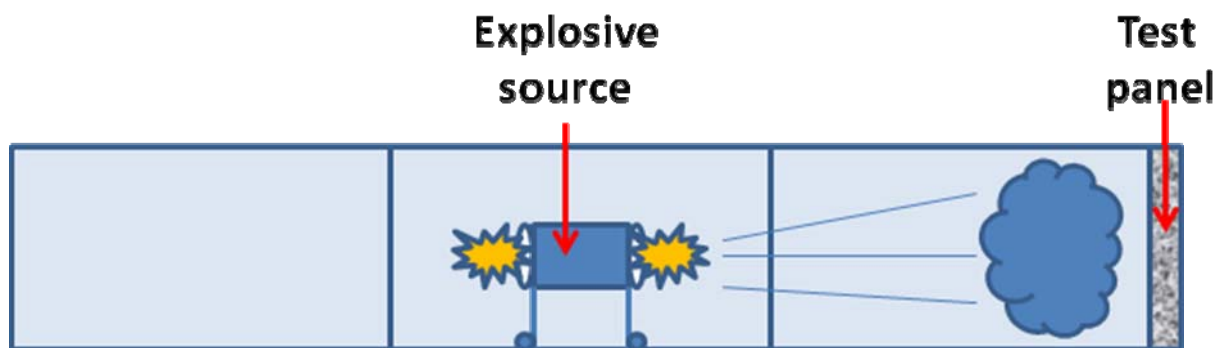
L'assetto della camera di prova è mostrato nella figura sottostante. Essenzialmente consiste in un lungo tubo d'urto formato da molteplici contenitori ISO con travi di appoggio esterne in acciaio saldate e rinforzate.

Il tubo è lungo 30,48m (100 ft). Ad una estremità del tubo il pannello da testare è saldamente fissato da ferri d'angolo, disposti su entrambe le facce, esterna ed interna. Nel centro del tubo, è posizionato un cilindro di acciaio di 152cm (5 ft) di lunghezza e 61 cm (2ft) di diametro con le estremità aperte rivolte verso le estremità della camera di prova.

Modalità di prova:

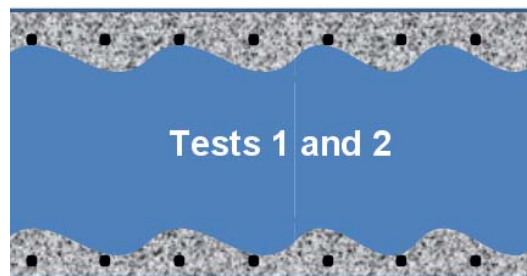
Una quantità nota di esplosivo si fa detonare dal centro di questo cilindro. La quantità di esplosivo utilizzato e la distanza alla quale l'esplosivo viene posizionato rispetto al pannello di prova, determinano la sovrappressione dovuta all'esplosione esercitata sulla faccia del pannello testato. La quantità di esplosivo, inoltre, determina la durata dell'evento esplosivo.

Schema della camera di prova



Nello specifico sono stati eseguiti i seguenti test:

Test 1



Descrizione pannello M2:

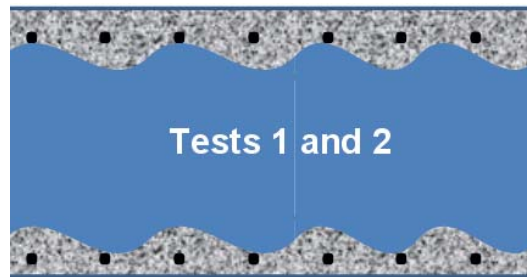
- Uno strato di rete in acciaio di diametro 3mm su entrambe le facce del pannello: tale pannello è stato ottenuto modificando il pannello PSM100HP fornito da M2 con due strati di rete su entrambi i lati.
- Cemento ad alta resistenza, non armato, applicato con spessore di 3cm su entrambi i lati del pannello. Il cemento ha maturato per almeno 28 giorni. La resistenza a compressione del cemento risulta $843,6 \text{ Kg/cm}^2 = 82,73 \text{ Mpa}$.

La sovrappressione raggiunta con l'esplosione in questo test è di $1,05 \text{ Kg/cm}^2$ (15 psi) = $10,5 \text{ ton/m}^2 = 0,103 \text{ MPa}$

Risultato:

La faccia posteriore del pannello mostra lievi fessure, mentre la faccia anteriore (lato soggetto all'onda d'urto) non mostra fessure visibili.

Test 2



Descrizione pannello M2:

- Uno strato di rete in acciaio di diametro 3mm su entrambe le facce del pannello: tale pannello è stato ottenuto modificando il pannello PSM100HP fornito da M2 con due strati di rete su entrambi i lati.
- Cemento CeraTech ad alta resistenza, non armato, applicato con spessore di 3cm su entrambi i lati del pannello. Il cemento ha maturato per almeno 28 giorni. La resistenza a compressione del cemento risulta $843,6 \text{ Kg/cm}^2 = 82,73 \text{ MPa}$.

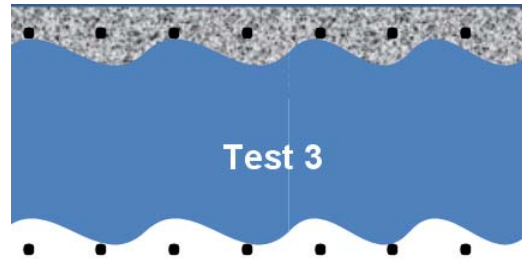
La sovrappressione raggiunta con l'esplosione in questo test è di $2,10 \text{ Kg/cm}^2$ (30psi) = $21,0 \text{ ton/m}^2 = 0,206 \text{ MPa}$.

Nota: in questa prova si è testato lo stesso pannello già utilizzato nel test n°1. Il campione provato, quindi, aveva già subito una pressione di $10,5 \text{ ton/m}^2$ (0,103 Mpa) dovuta all'onda d'urto della precedente esplosione.

Risultato:

La faccia posteriore del pannello mostra ulteriori fessure, mentre sulla faccia anteriore (lato esposto all'onda d'urto) si sono generate lievi fessure.

Test 3



Descrizione pannello M2:

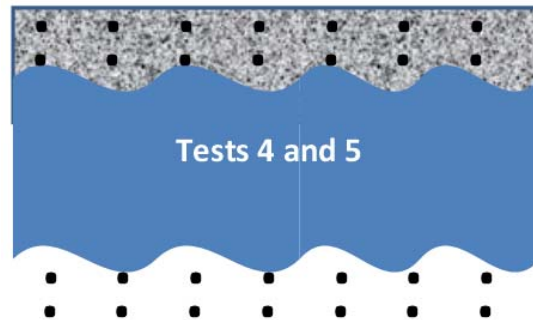
- rete in acciaio di diametro 3mm: rete singola sulla faccia completata con cemento (lato anteriore), doppia rete sulla faccia posteriore: tale pannello è stato ottenuto modificando il pannello PSM100HP fornito da M2 con due strati di rete su entrambi i lati.
- Cemento CeraTech ad alta resistenza, non armato, applicato con spessore di 3cm su una sola faccia del pannello (lato direttamente soggetto alla pressione dell'esplosione). Il cemento ha maturato per almeno 28 giorni. La resistenza a compressione del cemento risulta $843,6 \text{ Kg/cm}^2 = 82,73 \text{ MPa}$.

La sovrappressione raggiunta con l'esplosione in questo test è di $1,05 \text{ Kg/cm}^2$ (15psi) = $10,5 \text{ ton/m}^2 = 0,103 \text{ MPa}$.

Risultato:

Il pannello presenta lievi fessure nella faccia anteriore (lato esposto all'onda d'urto). La rete d'acciaio sulla faccia opposta si è deformata attorno al telaio di aggancio del pannello.

Test 4



Descrizione pannello M2:

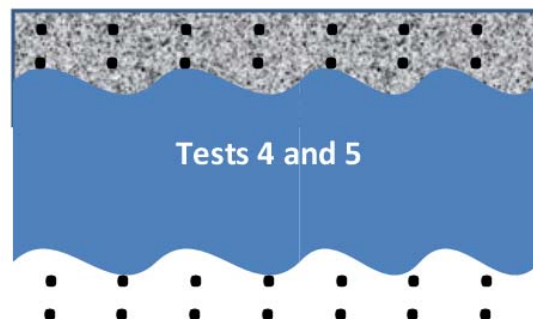
- Doppia rete in acciaio di diametro 3mm presente sia sulla faccia completata con cemento (lato anteriore), che sulla faccia opposta. Pannello PSM100HP.
- Cemento CeraTech ad alta resistenza, non armato, applicato con spessore di 5,00cm su una sola faccia del pannello (lato direttamente soggetto alla pressione dell'esplosione). Il cemento ha maturato per almeno 28 giorni. La resistenza a compressione del cemento risulta $843,6 \text{ Kg/cm}^2 = 82,73 \text{ MPa}$.

La sovrappressione raggiunta con l'esplosione in questo test è di $2,10 \text{ Kg/cm}^2$ (30psi) = $21,0 \text{ ton/m}^2 = 0,206 \text{ MPa}$.

Risultato:

Il pannello presenta lievi fessure nella faccia anteriore (lato esposto all'onda d'urto). E' apparsa una singola fessura lungo l'intero campione in corrispondenza della giunzione esistente fra i due pannelli utilizzati per produrre il campione stesso. Sul retro, la rete di acciaio risulta deformata attorno al telaio di aggancio del pannello.

Test 5



Descrizione pannello M2:

- Doppia rete in acciaio di diametro 3mm presente sia sulla faccia completata con cemento (lato anteriore), che sulla faccia opposta. Pannello PSM100HP.

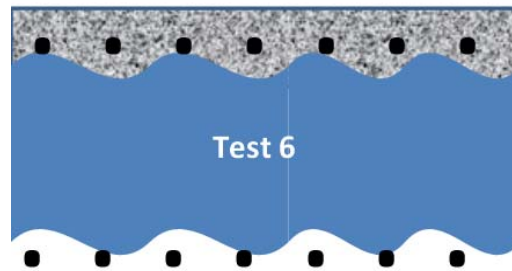
- Cemento CeraTech ad alta resistenza, non armato, applicato con spessore di 5,00cm su una sola faccia del pannello (lato direttamente soggetto alla pressione dell'esplosione). Il cemento ha maturato per almeno 28 giorni. La resistenza a compressione del cemento risulta $843,6 \text{ Kg/cm}^2 = 82,73 \text{ MPa}$.

La sovrappressione raggiunta con l'esplosione in questo test è di $2,25 \text{ Kg/cm}^2$ (32psi) = $22,5 \text{ ton/m}^2 = 0,22 \text{ MPa}$.

Risultato:

Sono apparse fessure addizionali sul lato anteriore del pannello. E' apparsa una singola fessura lungo l'intero campione in corrispondenza del punto di giunzione esistente fra i pannelli con cui si è creato il campione stesso. Sul retro, la rete di acciaio risulta deformata attorno al telaio di aggancio del pannello. Durante l'esplosione, come evincibile dal video, si è generata una flessione tale che il polistirene è stato spinto attraverso le barre di acciaio.

Test 6



Descrizione pannello M2:

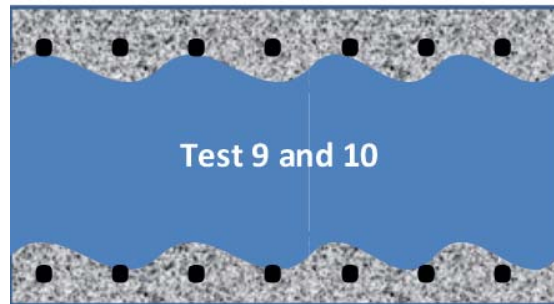
- Barre in acciaio di diametro circa di 5mm, disposte in strato singolo su entrambe le facce del pannello. Le reti sono collegate l'una all'altra attraverso connettori elettrosaldati che attraversano il polistirene. Pannello PSM100, rete $\Phi 5$, maglia $7\text{cm} \times 7\text{cm}$.
- Cemento CeraTech ad alta resistenza, non armato, applicato con spessore di 4 cm su una sola faccia del pannello (lato direttamente soggetto alla pressione dell'esplosione). Il cemento ha maturato per almeno 28 giorni. La resistenza a compressione del cemento risulta $843,6 \text{ Kg/cm}^2 = 82,73 \text{ MPa}$.

La sovrappressione raggiunta con l'esplosione in questo test è di $2,60 \text{ Kg/cm}^2$ (37psi) = $26,0 \text{ ton/m}^2 = 0,255 \text{ MPa}$.

Risultato:

Il pannello presenta lievi fessure nella faccia anteriore (lato esposto all'onda d'urto). E' apparsa una singola fessura lungo l'intero campione in corrispondenza del punto di giunzione esistente fra i pannelli con cui si è creato il campione stesso. Sul retro, la rete di acciaio risulta deformata attorno al telaio di aggancio del pannello.

Test 9



Descrizione pannello M2:

- Barre in acciaio di diametro circa di 5mm, disposte in strato singolo su entrambe le facce del pannello. Le reti sono collegate l'una all'altra attraverso connettori elettrosaldati che attraversano il polistirene. Pannello PSM100, rete $\Phi 5$, maglia 7cmX7cm.
- Cemento CeraTech ad alta resistenza, non armato, applicato con spessore di 4 cm su entrambe le facce del pannello. Il cemento ha maturato per almeno 28 giorni. La resistenza a compressione del cemento risulta $843,6 \text{ Kg/cm}^2 = 82,73 \text{ MPa}$.

La sovrappressione raggiunta con l'esplosione in questo test è di $2,95 \text{ Kg/cm}^2$ (42 psi) = $29,5 \text{ ton/m}^2 = 0,289 \text{ MPa}$.

Risultato:

Si sono verificate delle fessurazioni di minima entità sul retro del pannello. Non sono apparse fessurazioni visibili sul fronte del pannello

RIEPILOGO TEST E PANNELLI TESTATI

Test Panel Configurations

Test	Panel type	Concrete thickness	sides	test pressure (Psi/MPa)
Test 1.	TPSM100, 3mm wire	3cm	2	15 /0.103
Test 2.	same as test 1	3cm	2	30 /0.206*
Test 3.	TPSM100, 3mm wire	3cm	1	15 /0.103
Test 4.	TPSM100HP, 3mm wire	5cm	1	30 /0.206
Test 5.	same as test 5	5cm	1	32 /0.220*
Test 6.	TPSM100, 5mm wire	4cm	1	37 /0.255
Test 9.	TPSM100, 5mm wire	4cm	2	42 /0.289
Test 10.	same as test 9	4cm	2	47 /0.324*

** Panel tested was the same panel from the previous test, demonstrating blast overpressure from a second pressure pulse.*