

POLITECNICO di MILANO



DIPARTIMENTO di CHIMICA, MATERIALI e INGEGNERIA CHIMICA "G. Natta"

Resistenza a corrosione dei casseri QUICKJET

DB SYSTEM INTERNATIONAL SPA

Via delle ar5tio e dei Mestieri, 26027 Rivolta d'Adda (CR)

Milano, 11 dicembre 2007

File: 07-10 DB-System.doc

Stesura rapporto

M. Ormellese

Responsabile della consulenza

P. Pedefferri

Sede Leonardo

Piazza L. Da Vinci, 32 - 20133 Milano
Tel. ++39-02 2399.3200
Fax ++39-02 2399.3209

Cod. fisc. 80057930150
Partita IVA 04376620150
Sito web: www.chem.polimi.it

Sede Mancinelli

Via Mancinelli, 7 - 20131 Milano
Tel. ++39-02 2399.3100
Fax ++39-02 2399.3180



4 Resistenza a corrosione dei casseri a perdere *Quick-Jet*

Nel presente paragrafo si illustra la resistenza a corrosione dei casseri a perdere *Quick-Jet* per le principali applicazioni in cui è utilizzato:

- fondazioni completamente interrate;
- fondazioni non interrate (semi-interrati);
- strutture realizzate in locali interni non direttamente esposte all'atmosfera;
- strutture esposte all'atmosfera esterna.

Prima di descrivere nello specifico ciascuna applicazione è opportuno ricordare che il cassero ha perdere non ha funzioni strutturali, ossia il dimensionamento della fondazione, della colonna, o del muro prescinde dalla presenza del cassero stesso.

Unica funzione del cassero è quella di contenere il calcestruzzo fresco dopo il getto.

I casseri sono realizzati in acciaio al carbonio o in acciaio zincato. Lo spessore del lamierino è di 0,5 mm.

Nel caso dei casseri zincati, è fondamentale applicare un adeguato spessore di zinco, in relazione all'aggressività ambientale e alla vita di servizio della struttura. La durata della protezione infatti cresce con lo spessore di zinco. In ambiente alcalino, quale è quello del calcestruzzo non carbonatato e privo di cloruri, lo zinco, essendo un materiale a comportamento anfotero, subisce un iniziale attacco corrosivo, che produce lo scioglimento di uno spessore di zinco pari a circa 10 μm . Tale fenomeno si manifesta durante la fase di presa del calcestruzzo; dopo questa iniziale corrosione, lo zinco tende a passivarsi (si ricopre di cristalli di idrossido e ossido di zinco) e, una volta che il calcestruzzo è indurito, la velocità di corrosione dello zinco è decisamente bassa, pari a circa 1 $\mu\text{m}/\text{anno}$. Questo finché non sono presenti cloruri che possono invece provocare un attacco corrosivo localizzato con velocità molto elevate.

Pertanto lo spessore di zincatura è dettato dalla vita di servizio della struttura. Se, per esempio, la vita utile di una struttura in calcestruzzo armato è di 50 anni, lo spessore di zinco deve essere almeno pari a 60 μm ($= 10 \mu\text{m} + 1 \mu\text{m}/\text{anno} \times 50 \text{ anni}$).

L'accoppiamento metallico nel calcestruzzo di elementi zincati con le armature in acciaio al carbonio comporta una maggiore velocità di corrosione dello zinco nella fase di presa del calcestruzzo. Per cui la passivazione viene raggiunta a tempi più lunghi. Peraltro, tale accoppiamento, fa sì che la corrosione dello zinco possa iniziare a tenore di cloruri minori, anche simili a quelli di soglia per l'acciaio al carbonio (0,4% rispetto al peso di cemento). Pertanto in calcestruzzo che opera a contatto con ambienti consententi cloruri (strutture marine o montane cosparsa di sali antigelo) deve essere evitato ogni possibile accoppiamento tra strutture zincate e strutture in acciaio al carbonio.

Prima di descrivere le varie applicazioni, le principali raccomandazioni sono le seguenti:

- per strutture permanentemente interrate è possibile usare casseri in acciaio al carbonio;
- per strutture soggette solo a corrosione da carbonatazione (in assenza di cloruri) è preferibile l'impiego di casseri in acciaio zincato: lo spessore di zincatura, come sopra detto, dipende dalla vita di servizio;



- per strutture soggette a corrosione da cloruri, o da carbonatazione e cloruri, l'utilizzo del solo cassero zincato non è sufficiente. Si deve applicare sulla superficie esterna uno spessore di calcestruzzo di qualità (basso rapporto a/c, cementi di miscela, elevato copriferro) che riduca al minimo la penetrazione dei cloruri (si vedano per esempio le indicazioni delle normative EN 206 e l'Eurocodice 2, valide in Europa). In ambienti caldi e tropicali, devono essere impiegati maggiori spessori di copriferro e minori rapporti a/c rispetto a quelli indicati.

4.1 Fondazioni

Nel caso di applicazione dei casseri a perdere Quick-Jet per fondazioni che saranno completamente e permanentemente interrati è possibile utilizzare casseri in acciaio al carbonio, purché nel terreno non siano presenti elevate quantità di cloruri. L'eventuale corrosione della superficie esterna del cassero si produce con una velocità pari a circa 30-40 $\mu\text{m}/\text{anno}$ nei primi anni per poi ridursi nel tempo. La corrosione è di tipo generalizzato e non provoca alcun problema di tipo strutturale, avendo il cassero solo funzione di contenere il calcestruzzo fresco dopo il getto. Per rallentare e controllare il fenomeno corrosivo, eventualmente è possibile applicare un rivestimento esterno (di tipo bituminoso).

Nel caso di fondazioni poste in semi-interrati, la risalita capillare di acqua potrebbe creare problemi di corrosione, soprattutto se nell'acqua sono presenti cloruri. Si consiglia pertanto l'utilizzo di casseri in acciaio zincato e di protezioni passive sugli stessi, quali per esempio rivestimenti bituminosi. Ovviamente la situazione è più aggressiva al crescere della temperatura.

4.2 Strutture esposte all'atmosfera

Si distinguono due condizioni: strutture che operano in locali interni di edifici e strutture che operano a contatto con l'atmosfera esterna

4.2.1 Locali interni

Per strutture che operano in ambiente atmosferico interno, in cui non esistono rischi di bagnamento, l'umidità relativa sia inferiore al 70% in climi tropicali, è possibile utilizzare casseri in acciaio al carbonio, senza nessuna ulteriore protezione esterna, oppure è anche possibile applicare una malta cementizia dello spessore di 2-3 cm. L'umidità sale all'80% in climi temperati.

Se invece esiste rischio di carbonatazione del calcestruzzo, e se l'umidità sale sopra l'80%, anche nei locali interni è preferibile l'impiego di casseri in acciaio zincato. In questo caso è consigliabile l'applicazione sul cassero (lato esterno) di una malta cementizia di spessore 2-3 cm, per rallentare l'avanzamento della carbonatazione. Il rapporto a/c, il tipo di cemento della malta cementizia, come anche lo spessore da applicare, devono essere stimati in base all'aggressività ambientale.

4.2.2 Strutture esposte all'atmosfera esterna

Per strutture esposte all'atmosfera esterna devono essere usati casseri a perdere in acciaio zincato e si deve applicare sopra il cassero, lato esterno, uno strato di calcestruzzo con un basso rapporto a/c (<0.45), confezionato con un cemento di miscela e con un adeguato spessore di copriferro.



Nel caso di strutture soggette a sola carbonatazione, la presenza di acciaio zincato preserva la struttura dalla corrosione, anche quando il pH della soluzione dei pori del calcestruzzo a contatto con il cassero è sceso a valori prossimi alla neutralità.

Le situazioni più critiche si manifestano invece in presenza di cloruri, come per esempio, per le strutture realizzate in ambiente marino. I casseri a perdere possono essere utilizzati per strutture non a diretto contatto con acqua di mare, mentre non sono consigliabili per strutture a diretto contatto con l'acqua di mare (spruzzi, maree, mareggiate), in cui la penetrazione dei cloruri è molto più rapida.

Quando a livello del cassero *Quick-Jet* i cloruri raggiungono un tenore pari a circa 1,2% rispetto al peso di cemento, i casseri sono soggetti ad attacco corrosivo. Tale valore si riduce all'1% se il calcestruzzo a livello dei casseri è anche carbonatato. Si riduce ulteriormente, fino ad anche lo 0,4%, se esistono accoppiamenti metallici tra acciaio zincato e acciaio al carbonio.

La corrosione dà luogo a dei prodotti voluminosi, che causano fessurazione e distacco di calcestruzzo dal cassero. Pertanto è necessario applicare un adeguato strato di calcestruzzo sopra il cassero per evitare di raggiungere le condizioni critiche.