



Alcune proprietà del calcestruzzo con microrganismi efficaci e il sopralluogo delle strutture completate

Nobuyuki Sato Hachinohe Institute of Technology, Graduate School, Ingegneria Civile, Giappone
Teruo Higa all'Università delle Ryukyu, Dipartimento Agricoltura, Graduate School, Giappone
Masami Shoya Hachinohe Institute of Technology, Graduate School, Ingegneria Civile, Giappone
Shuichi Sugita Hachinohe Institute of Technology, Graduate School, Ingegneria Civile, Giappone astratto

Astratto

Negli ultimi anni, il deterioramento delle strutture in calcestruzzo è diventato un problema sociale rilevante in Giappone. Per risolvere questo problema, i ricercatori e gli ingegneri stanno conducendo ricerche per migliorare lo sviluppo tecnico di questo prodotto. Essi hanno proposto varie tecniche e materiali del passato, ma non riescono a trovare metodi affidabili ed efficaci al momento. I **microrganismi efficaci**, che sono stati inventati da uno degli autori, hanno mostrato prestazioni notevoli nei settori agricolo e ambientale. Gli autori hanno selezionato quattro tipi di materiali e da questi hanno iniziato a studiare le possibili applicazioni per i calcestruzzi, e per aiutare a risolvere il problema del loro degrado. Lo studio ha rivelato la possibilità di risolvere il problema del degrado. Riportiamo alcuni dati che suggeriscono che una miscela molto efficace può essere prodotta. Alcuni risultati ottenuti dagli esperimenti interni sono i seguenti. (1) Questa nuova miscela ha effetti di superficie abbastanza potente, l'effetto di inglobamento d'aria agente (AE), cioè gas di reazione, e l'effetto dell'acqua riducente, cioè, la funzione di disperdere le particelle di agglomerato. (2) La resistenza alla compressione al 3° e 7° giorno di maturazione è stata confrontata. La forza di questo additivo è stata provata per essere maggiore dal 30% al 50% di quella del controllo. Ciò significa una maggiore resistenza iniziale (3). Abbiamo condotto la prova di accelerazione con concentrazione di gas di carbonio del 5%, umidità del 60% e temperatura di 20°. Il risultato ha mostrato la soppressione quasi totale della carbonatazione. Questo è un risultato molto promettente per la soluzione del problema del degrado.

Parole chiave: **Microrganismi Efficaci** materiali, mescolanza, la forza iniziale, carbonatazione, coefficiente di permeabilità all'aria a livello di superficie, essiccazione-ritiro crepa.

1. Introduzione

Il deterioramento prematuro delle strutture in calcestruzzo in Giappone era già stato segnalato dai mass media come problema sociale già più di 20 anni fa. Le cause del degrado non si limitano ai materiali e alle applicazioni, ma includono aspetti tecnici, sociali ed etici. Alcune cause sono evidenti: contaminazione dell'ambiente, inquinamento dei terreni. In una tale situazione, abbiamo iniziato la ricerca e lo sviluppo di applicazioni che usino i **Microrganismi effettivi (EM)**. Abbiamo scoperto che **la lavorabilità del calcestruzzo fresco migliora, che la resistenza iniziale aumenta notevolmente, e che sopprime la carbonatazione quasi perfettamente**. Abbiamo ottenuto i dati sulla resistenza rappresentati da neutralizzazione. **Riteniamo che questo materiale darà nuovo respiro alle industrie di cemento in un futuro prossimo.**

2. Materiali e Metodi

2.1 Materiali per l'esperimento

I seguenti materiali sono stati utilizzati 1) cemento. Cemento ordinario di Portland fatta da Sumitomo Osaka Cement Co., Ltd. (densità: 3.16g/cm³), 2) malta di aggregazione: diabase sabbia fine (densità di superficie satura asciutta condizione: 2.87 g/cm³, FM = 2,55), 3) aggregato grosso: macigno pietrisco (densità di superficie satura asciutta condizione: g/cm³), 4) additivo: agente AE (naturale resinata agente AE), acqua agente riducente (altamente efficiente dell'acqua riducendo agente dal acido policarbossilico), 5) EM materiale: EM-No.1, EM-n.3, EM-X, EM ceramica [1], [2], [3]

Descrizione di **EM**. Composta da microrganismi provenienti da cinque famiglie e dieci generi (batteri lattici, lieviti, actinomiceti, eumocetes enzimatico, batterio fotosintetico) sono coltivati alternativamente da aerotropism anaerobiosi e sono disponibili in gruppi di diversi. In questo studio abbiamo utilizzato quattro tipi di prodotti di cui sopra.

2.2 Tipo e la miscelazione del cemento

Cemento e materiali vari sono stati mescolati secondo la ricetta mostrata di seguito. Un contenuto d'aria obiettivo è il 5% e un crollo è di 8 cm. Per questo test abbiamo utilizzato **EM-1, EM-3 ed EM-X**. Questi sono stati diluiti al 15%, 10% e il 5% in acqua. Le ceramiche **EM** sono state mescolate con cemento nel 15%, 10% e il 5% della quantità totale dopo la miscelazione. i tipi e la miscelazione del cemento sono indicati nella ricetta.

Table 1

Table of mixing parameters

Target air volume 5%, slump 8cm

W/C (%)	Gmax mm	Type of product	s/a (%)	Unit volume (kg/m ³)					AE°C (%)	SP°C (%)
				W	C	Ceramics	S	G		
55	20	C55	425	169	307	-	834	1077	0.03	-
		Ceramics-5				15.4	827	1068	0.03	0.18
		Ceramics-10				30.7	820	1059	0.35	0.3
		Ceramics-15				46.1	813	1050	0.04	0.35
		EM-No.1-5				-	834	1077	0.025	-
		EM-No.1-10				-				
		EM-No.1-15				-				
		EM-No.3-5				-				
		EM-No.3-10				-				
		EM-No.3-15				-				
		EM-X-5				-				
		EM-X-10				-				
		EM-X-15				-				
						-				
	-									
	-									
	-									
	-									
	0.02									

- * We used EM-No.1, EM-No.3 and EM-X. They are all liquid. We diluted them in 15%, 10% and 5% in water, and used it as water.
- * EM ceramics are mixed with cement in 15%, 10%, and 5% of the total quantity after mixing.

2,3 metodo di produzione e di proprietà del calcestruzzo fresco

(1) Il metodo di produzione del calcestruzzo fresco è il seguente.

Abbiamo usato un mixer e il tempo di miscelazione (1 + cemento + grossa multa aggregato complessivo: 1. Min, 2, 1 + acqua + EM: 1 min) per la produzione di calcestruzzo fresco [5]

(2) proprietà del calcestruzzo fresco

Abbiamo usato un tipo di Washington aria metri (circa 7L) e il metodo di pressione costante (aria da camera metodo di pressione). In questo test, l'agente di AE è stato mescolato per migliorare la lavorabilità. Il calcestruzzo fresco con il 15% di EM-1 aggiunto inoltre l'agente AE la cui quantità è citata nella ricetta. Il calcestruzzo fresco genera tanta aria che il misuratore d'aria non era in grado di misurarla. **EM-1 contiene vari acidi organici, esteri e altri composti organici e minerali in abbondanza.** Questi composti formano gruppi idrofobi e gruppi idrofili, e mostrano l'attività di dispersione e di superficie. Essi mostrano l'effetto di AE agente, cioè gas di reazione, e l'effetto dell'acqua riducente, cioè, la funzione di disperdere le particelle di agglomerato. Quando il cemento è posto nei cantieri e calcestruzzo fresco viene regolata, produce molto gas. Attualmente siamo testando EM test da solo e la combinazione con l'agente di AE. Stiamo studiando il meccanismo nel dettaglio. Questo test è stato condotto secondo la tecnica specificato in JIS A 1128:1999.

2.4 Prova di compressione del calcestruzzo

(1) Preparazione del provino

Abbiamo preparato il pezzo di prova per l'esperimento secondo JIS A 1132. Tutti i provini sono cilindrici, e misura 100φ × 200mm. Abbiamo usato un telaio rigido, in plastica, leggero per a formare i pezzi di prova. Abbiamo eseguito la colata di cemento in due strati e compattato con una tavola vibratore. Il tempo di compattazione è stato da 3 a 5sec/layer per calcestruzzo con elevato rapporto di acqua e leganti. E' stato 5 a 8sec/layer per calcestruzzi con basso rapporto di acqua e leganti. Il calcestruzzo costituito è stato posto su una lastra di vetro e protetta con un panno umido per prevenire la secchezza. Trascorse 48 ore, è stato sottoposto a cura ad acqua ad una temperatura costante di 20±3° del serbatoio di circolazione dell'acqua fino al tempo stabilito.

(2) Metodo di prova

Il metodo di carico è stata eseguita secondo JIS A 1108.

2.5 Accelerazione prova carbonatazione

(1) Condizioni di prova

Il test di accelerazione della carbonatazione viene generalmente condotto in una vasca ad alta concentrazione di acido carbonico-gas. In questo test, abbiamo utilizzato l'acido carbonico-gas nella concentrazione del 5%, la temperatura di 20°, e l'umidità del 60%. L'età del materiale è stato due settimane, quattro settimane, e sei settimane.



(2) Metodo di prova

- 1) Quando il cilindro di prova $100\phi \times 200\text{mm}$ ha raggiunto l'età (28 giorni), lo abbiamo asciugato per sei giorni in una camera termostatica. Le superfici superiore e inferiore sono state sigillate con silicone primer.
- 2) Sotto le suddette condizioni, abbiamo condotto l'accelerazione di carbonatazione. Tre provini ciascuno sono stati presi per l'età di due settimane, quattro settimane, e sei settimane.
- 3) Dopo i provini, abbiamo usato un tester di compressione per dividerli. Abbiamo asciugato la superficie divisa completamente. Abbiamo spruzzato fenoltaleina (soluzione 1% di etanolo contenente circa il 15% di acqua, JIS K 8001) con uno spruzzatore.
- 4) Abbiamo misurato in unità di millimetri la profondità del segmento che non era scolorito. Abbiamo misurato la neutralizzazione a 10 punti per ottenere la profondità media di neutralizzazione. I 10 punti a partire da 25 millimetri a parte dalla base di collocamento e sono distanziati ad intervalli di 15 mm nella direzione di collocamento.

3. Il test spot di EM contenuto in strutture in calcestruzzo

Le strutture in calcestruzzo contenenti EM sono già utilizzate in ospedali, scuole, appartamenti, residence, ecc e la maggiore caratteristica di questa struttura è l'aspetto lucido del calcestruzzo. E' una bellissima struttura in cemento. Tuttavia, un esame approfondito non è stato condotto fino ad ora. Quindi, non possiamo chiarire le caratteristiche dinamiche e l'accelerazione della carbonatazione etc del cemento contenente EM. In questo studio, abbiamo condotto un totale di 16 osservazioni e test non distruttivi per strutture contenenti EM localizzate nella prefettura di Okinawa. Inoltre, per alcuni edifici, con il permesso del proprietario, siamo riusciti a ottenere campioni di muri di cemento e campioni cilindrici di 100mm ϕ di calcestruzzo. I risultati del test sono i seguenti [4].

3,1 indagine di crepa

Abbiamo condotto un'ispezione visiva delle fessure di strutture in calcestruzzo. Crepe incluso il crack a causa della secca da ritiro. Crepa a causa del carico, il crack a causa di insediamento di strutture irregolari.

3,2 Test di valutazione del calcestruzzo dalla misurazione fisica (test non distruttivi)

Abbiamo condotto i seguenti test di cemento. 1. Abbiamo condotto un test di resistenza alla compressione, utilizzando un martello digitale Schmidt. 2. Abbiamo valutato la permeabilità ai gas di superficie, utilizzando un tester di gas-permeabilità (Torrent). 3. Abbiamo valutato la velocità di propagazione ultrasonica del calcestruzzo, utilizzando un tester ad ultrasuoni per il calcestruzzo.

3,3 Prova di neutralizzazione

Abbiamo strofinato sulla Superficie del calcestruzzo la carta vetrata. Poi, la superficie è stata spruzzata con la fenoltaleina reagente (JIS K 8001) che viene utilizzato per la prova di neutralizzazione di accelerazione. Se necessario, la Superficie del calcestruzzo è stata strofinata più a profondo.

4. I Risultati dei test di indirizzo e Discussione

4,1 Risultato della Prova di Resistenza uno COMPRESSIONE (Ceramica EM contenuta nel cemento)

La figura 1 mostra il rapporto tra resistenza a compressione rispetto all'età del cemento contenente ceramica EM nel 5%, 10%, e il 15% e con il rapporto del 55% di acqua e materiale vincolante. Figura 3 mostra la resistenza a compressione rapporto. Come mostra il grafico, l'età più alta aumenta la forza. L'ordine crescente è il materiale di controllo, 5% di ceramica EM ceramica, il 10% di ceramica EM e il 15% di ceramica EM. Dopo l'età di 3 giorni, la ceramica EM al 10% e al 15% sono più forti del controllo e della ceramica EM al il 5%. **Tra l'età di 7 giorni e 28 giorni, il cemento contenente le ceramiche EM è chiaramente più forte.** Tuttavia, il 5% della ceramica non cambia notevolmente. La figura 2 mostra la resistenza a compressione rapporto. Tra l'età di 3 giorni e 28 giorni, il rapporto è più alto in tutti i tipi di cementi contenenti le ceramiche EM. A qualsiasi età, la percentuale più alta di EM ottiene il rapporto più alto. In particolare, il cemento con la ceramica EM al 10% 15%. Le ceramiche EM mostrano il più alto rapporto all'età di 3 giorni. Sulla base di questi risultati, abbiamo impostato il volume d'aria al 5% e condotti aria-contenuti correzione (Figura 2 e Figura 4). Ogni cambiamento non è stato notato, perché il volume d'aria è pressoché lo stesso del materiale di controllo.

4,2 Risultato della prova di compressione per EM ceramica contenenti cemento

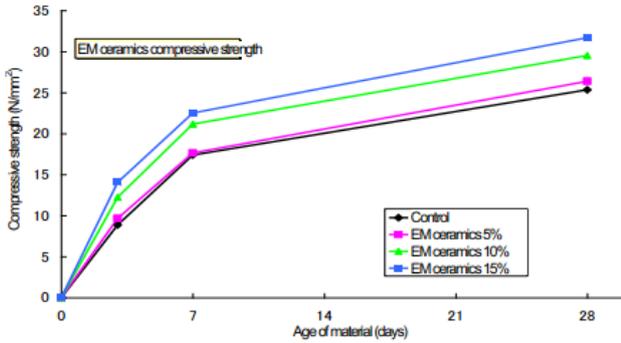


Fig. 1 (EM ceramic compressive strength)

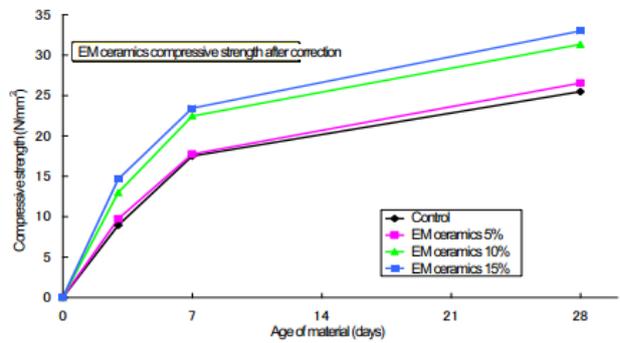


Fig. 2 (EM ceramic compressive strength after correction)

Fig. 1 (resistenza alla compressione della ceramica EM)

fig. 2 (Resistenza alla compressione della ceramica EM dopo la correzione)

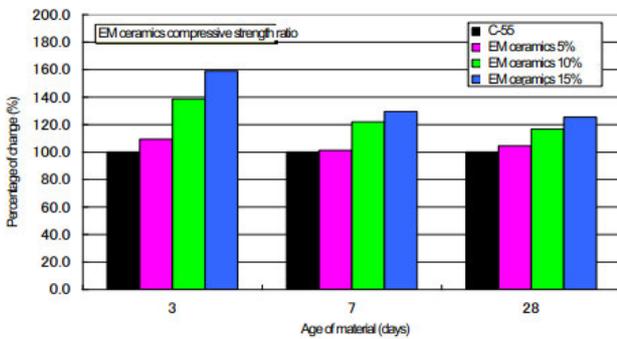


Fig. 3 (EM ceramic compressive strength ratio)

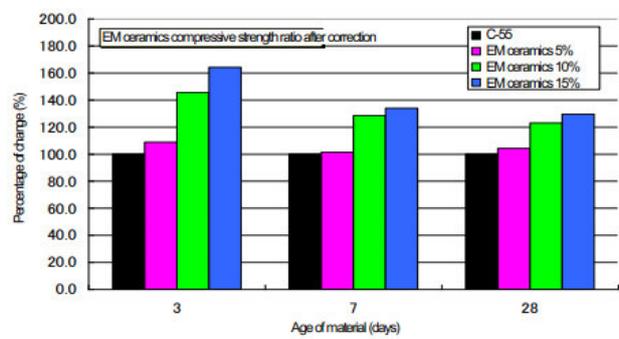


Fig. 4 (EM ceramic compressive strength ratio after correction)

Fig. 3 (Rapporto di resistenza alla compressione della ceramica EM),

fig. 4 (Rapporto di resistenza alla compressione dopo la correzione)

4,3 Risultato della prova di resistenza a compressione (Cemento contenente EM-1)

La Figura 5 mostra la relazione tra resistenza a compressione e età del calcestruzzo contenente EM diluita al 5%, 10%, e il 15% e al rapporto del 55% di acqua e materiale vincolante. Come illustrato nella figura, il 5%, 10% e 15% sono ugualmente forti, a differenza del controllo. Dopo l'età di 3 giorni, i cementi contenenti EM sono più forti. Tra l'età di 7 giorni e 28 giorni, i cementi al 5%, 10% e il 15% sono più forti in questo ordine. La figura 6 mostra il rapporto di resistenza alla compressione. Tra l'età di 3 giorni e 28 giorni, il rapporto è superiore a quello contenente EM rispetto al controllo. Fino all'età di 7 giorni, il 5% e il 10% mostrano il rapporto di circa il 130%. All'età di 28 giorni, il rapporto diminuisce a 120% o meno. Il cemento con EM al 15% mostra il rapporto di circa il 120% sempre tra l'età di 3 giorni e 28 giorni. Sulla base di questi risultati, abbiamo eseguito la correzione del contenuto d'aria. Il grafico di resistenza alla compressione dopo la correzione mostra a tutte le età che la forza è aumentata del 10% rispetto a prima della correzione. Il rapporto di resistenza alla compressione dopo la correzione, al 5%, un aumento di circa il 15% a tutte le età. Più alta è percentuale di EM maggiore è l'aumento.

4,4 Risultato di prova di resistenza alla compressione di cemento contenente EM-1

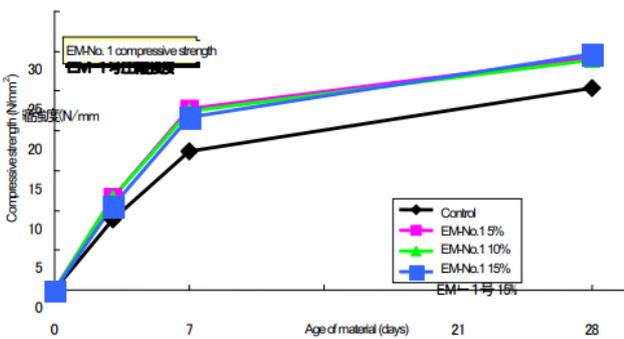


Fig. 5 (EM-No.1 compressive strength)

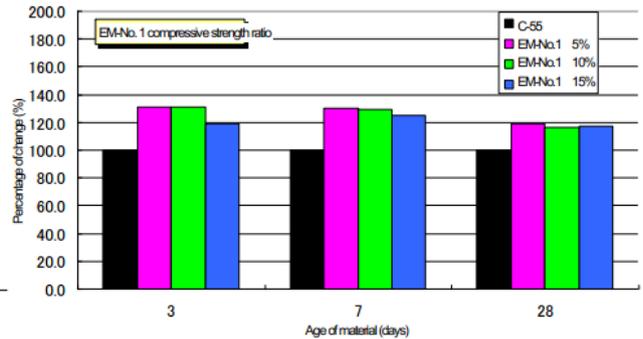


Fig. 6 (EM-No.1 compressive strength after correction)

Fig. 5 (Rapporto di resistenza alla compressione EM),

Fig. 6 (Rapporto di resistenza alla compressione dopo la correzione)

4,5 Risultato della prova di resistenza a compressione (cementi contenenti EM-No.3)

La figura 7 mostra il rapporto di resistenza alla compressione rispetto all'età per il calcestruzzo contenente il EM-N. 3 diluita al 5%, al 10%, ed al 15% e con un rapporto del 55% di acqua e materiale vincolante. La figura 8 mostra il rapporto di forza del calcestruzzo stesso. All'età di 3 giorni, la forza è quasi la stessa del controllo. All'età di 7 giorni, il 10%, 5% e il 15% è diventato più forti in questo ordine. All'età di 28 giorni, il 10% non ha aumentato la resistenza. Il punto di forza è inferiore al controllo. Figura 8 mostra il rapporto di resistenza alla compressione. All'età di 3 giorni, il rapporto per il 5% e il 10% è grande come circa il 140%. Secondo l'aumentare dell'età, diminuisce il rapporto. All'età di 28 giorni, il 10% è più debole rispetto al controllo. Il grafico di resistenza alla compressione dopo la correzione, a tutte le epoche, mostra l'aumento della forza di circa il 10% rispetto a prima della correzione. Il 5% a tutte le età hanno mostrato l'aumento del 10% meno. Il 10% in tutte le epoche hanno mostrato l'aumento di circa il 10%. Secondo l'aumento dell'età, il rapporto di forza diminuisce gradualmente.

4,6 Risultato della prova di resistenza alla compressione di cementi contenenti EM-n.3

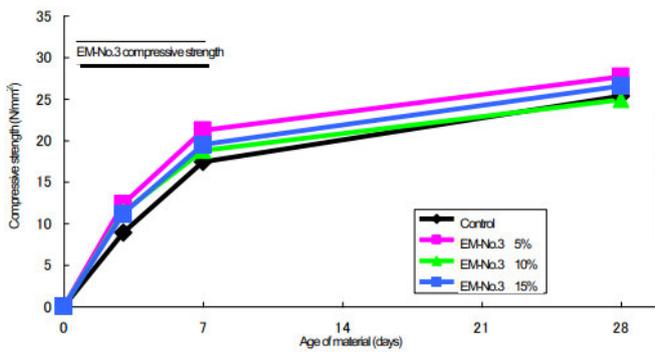


Fig. 7 (EM-No. 3 compressive strength)

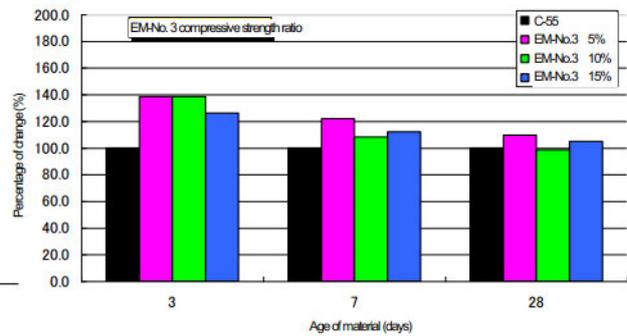


Fig. 8 (EM-No. 3 compressive strength ratio)

Fig. 7. (3 EM-No. Resistenza alla compressione)

Fig. 8 (3 EM-No. Rapporto di Resistenza alla compressione)

4,7 Risultato della prova di resistenza a compressione (cementi consententi EM-X-)

La figura 9 mostra il rapporto di resistenza alla compressione rispetto all'età per il calcestruzzo contenente il EM-X diluito al 5%, 10%, e il 15% e con il rapporto del 55% di acqua e materiale vincolante. La figura 10 mostra il rapporto di forza del cemento stesso. All'età di 3 giorni, la forza è superiore al controllo. All'età di 3 giorni e 7 giorni, il 5%, 10% e il 15% mostrano quasi la stessa forza. Fino all'età di 28 giorni, il 10% e il 15% mostra l'aumento della forza in parallelo come il controllo. Il 5% mostra un leggero aumento di forza. Il grafico di rapporto di resistenza alla compressione mostra che il rapporto è particolarmente elevato all'età di 3 giorni. Dimostra anche maggiori risultati a età in un rapporto inferiore. Il rapporto di forza è alto secondo l'ordine crescente del rapporto di miscela del 5%, 10% e il 15%. In base a questi risultati, abbiamo definito lo standard di volume d'aria. Il volume d'aria era quasi lo stesso del controllo, determinando un leggero cambiamento. La resistenza alla compressione aumentato a qualsiasi età e qualsiasi rapporto di miscelazione. Il rapporto di resistenza a compressione non è cambiato molto.

4,8 Risultato della prova di resistenza a compressione di cementi contenenti EM-X

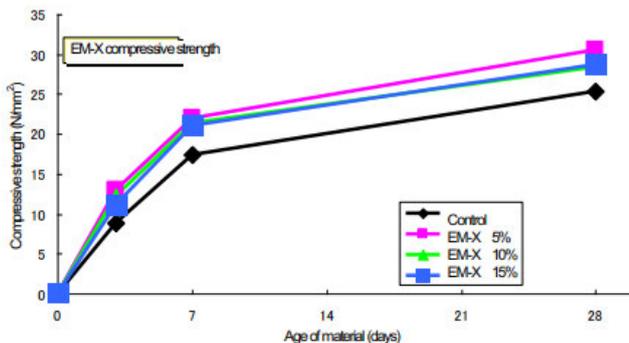


Fig. 9 (EM-X compressive strength ratio)

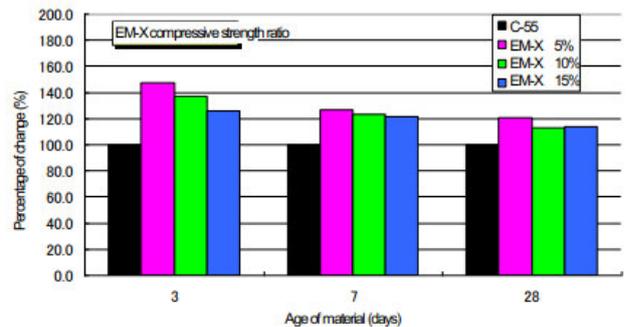


Fig. 10 (EM-X compressive strength ratio after correction)

Fig. 9 (EM-X rapporto resistenza a compressione)

Fig. 10 (EM-X rapporto resistenza a compressione dopo la correzione)

4,9 Sintesi della resistenza alla compressione

Abbiamo testato la resistenza a compressione del calcestruzzo contenente EM-ceramica, n.1, n.2 e X, rispettivamente. La forza ha superato il controllo in tutte le condizioni, sia l'acqua del 55% e materiale vincolante e dopo la correzione. Il cemento contenente la ceramica EM al 10% e il 15% era più forte il controllo, a partire dall'età di 3 giorni. Il cemento contenente ceramica EM al 5% era forte come il controllo, anche all'età di 28 giorni. Il cemento contenente EM-No.1 era molto più forte rispetto al controllo. L'incremento è quasi lo stesso per tutti i rapporti di miscelazione del 5%, 10% e 15%. Il cemento contenente EM-n.3 stato più debole del 10% del controllo all'età di 28 giorni. Il cemento contenente EM-X al 10% e il 15% ha mostrato la stessa modifica, iniziando all'età di 7 giorni. Il tasso di variazione diminuisce con l'età- **Ciò dimostra che come EM additivo può aumentare la forza in una certa misura. In particolare, EM-No.1 e ceramiche EM hanno mostrato il più risultato ideale.**

5. Risultato della prova di accelerazione neutralizzazione

5,1 Risultato della prova di neutralizzazione per EM ceramiche contenenti cemento

La figura 11 mostra il risultato del test di neutralizzazione per i cementi contenenti la ceramica EM. Il cemento contenente EM ceramica al 15% ha mostrato la profondità di neutralizzazione che è il 50% minore rispetto al controllo. Il cemento contenente EM ceramica al 10% e il 15% ha mostrato la profondità di neutralizzazione che è del 70% minore rispetto al controllo. Quando abbiamo aumentato il rapporto di miscelazione della ceramica EM superiore al 10%, la profondità neutralizzazione non è cambiato molto. Il grafico mostra che la miscelazione di ceramica EM non accelera la neutralizzazione.

5,2 Risultato della prova di accelerazione neutralizzazione (ceramica EM)

5,3 Risultato del cemento contenente EM-No.1 nel test di neutralizzazione

La figura 12 mostra il risultato del cemento contenente EM-No.1 nel test di neutralizzazione. All'età di due settimane, la profondità neutralizzazione di questo cemento è diminuita del 70% rispetto al controllo. All'età di quattro settimane, la profondità era la più grande nei cementi contenenti il 10% e la profondità era di circa il 40% del controllo. La profondità all'età di sei settimane era la stessa che all'età di quattro settimane. Questo risultato suggerisce che i cementi contenenti EM-No.1 non accelerano molto la neutralizzazione.

5,4 Risultato della prova di accelerazione neutralizzazione (EM-No.1)

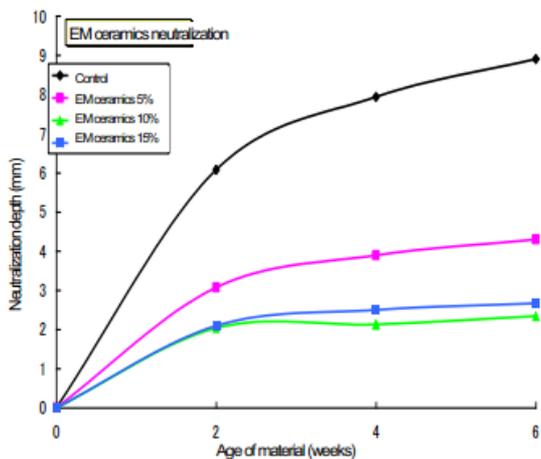


Fig. 11 (EM ceramic neutralization)

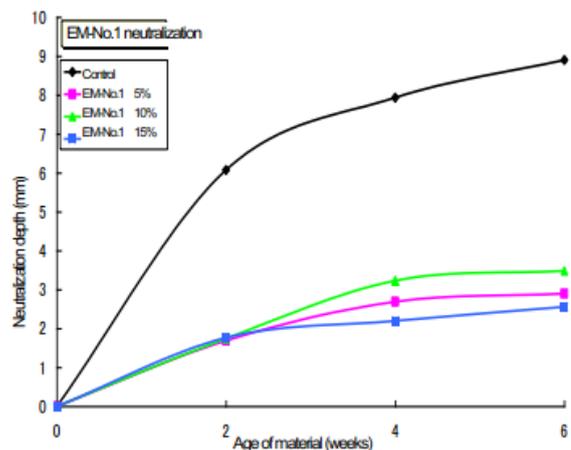


Fig. 12 (EM-No. 1 neutralization)

Fig. 11 (neutralizzazione ceramica EM)

Fig. 12 (neutralizzazione EM-No. 1)

5,5 Risultato di EM-No. 3-cemento contenenti test di neutralizzazione

Figura 13 mostra il risultato della prova di neutralizzazione sui cementi contenenti EM-No. 3. All'età di due settimane, la profondità neutralizzazione di questo cemento è diminuita del 60% rispetto al controllo. All'età di quattro settimane, la profondità è stata la più grande per il calcestruzzo contenente il 10%, e la profondità era di circa il 60% rispetto al controllo. La profondità di neutralizzazione di questo aumenta nell'ordine del 15%, 5% e il 10% del rapporto di miscelazione. All'età di sei settimane, i cementi contenenti EM hanno mostrato la diminuzione della profondità di

neutralizzazione. I cementi contenenti EM-n.3 hanno mostrato in generale la diminuzione della profondità neutralizzazione rispetto al controllo.

5,6 Risultato della prova di accelerazione neutralizzazione (EM-No. 3)

5,7 Risultato del test di neutralizzazione per i cementi contenenti EM-X.

La figura 14 il risultato dei test di neutralizzazione sui cementi contenenti EM-X. All'età di due settimane, il cemento contenente EM-X al 5% ha mostrato la diminuzione della profondità neutralizzazione del 70% rispetto al controllo. per l' 10% e il 5%, il calo è quasi lo stesso. All'età di quattro settimane, la profondità di neutralizzazione è maggiore del 5%, e la profondità è di circa il 40% rispetto al controllo. Da questo risultato, quando EM-X è stato mixato da oltre il 5%, la profondità di neutralizzazione non cambia notevolmente. Come mostra il grafico, è difficile promuovere la neutralizzazione dei cementi contenenti EM-X

5,8 Risultato della prova di accelerazione neutralizzazione (EM-X)

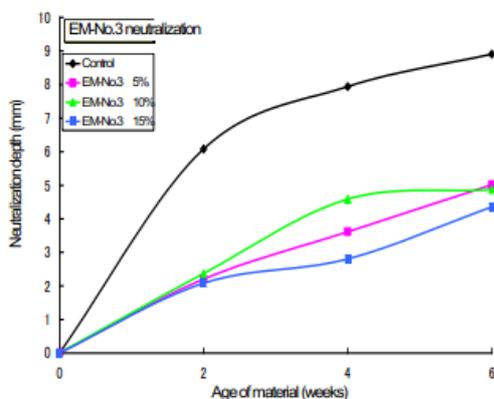


Fig. 13 (EM-No. 3 neutralization)

Fig. 13 (neutralizzazione EM-No. 3)

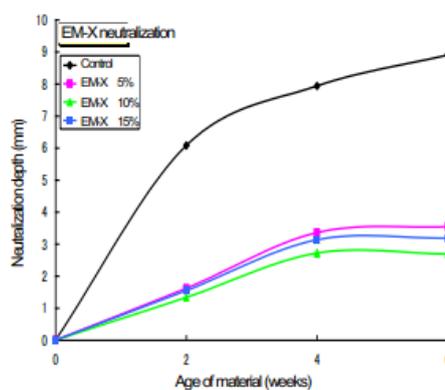


Fig. 14 (EM-X neutralization)

Fig. 14 (EM-X neutralizzazione)

5,9 Sintesi dei test di neutralizzazione

Il risultato del test di neutralizzazione mostra che la neutralizzazione diventa difficile per il calcestruzzo contenente ogni tipo di prodotto EM. In particolare, la profondità di EM-No.1 era minore, e la promozione di neutralizzazione è stata difficile. EM-X e la ceramica EM hanno dato lo stesso risultato. La differenza di rapporto di miscelazione non ha influenzato la profondità. Infine, abbiamo scoperto che EM n.3 era meno in grado di sopprimere la neutralizzazione rispetto ad altri prodotti EM.

6. Sopralluogo di EM contenenti strutture in calcestruzzo

1. Osservazione visiva di aspetto

L'osservazione visiva di aspetto è stato eseguito per 16 strutture in calcestruzzo contenenti EM. Ogni aspetto era lucido. Ritiri dovuti a secchezza non si sono verificati. Alcuni edifici di grandi dimensioni hanno mostrato crepe a causa di cedimenti di terreno. Le strutture erano da 2 a 5 anni.

2. Fisica (test non distruttivi) di misura

Abbiamo testato i seguenti. 1. Abbiamo stimato la consistenza con un martello digitale Schmidt. Abbiamo misurato 20 punti per 16 edifici in cui cementi contenenti EM erano stati utilizzati. Il risultato medio è stato di 42 N/mm². I cementi contenenti EM hanno evidenziato un risultato circa del 10% prima del calcestruzzo ordinario della stessa età. 2. Abbiamo usato un tester ultrasonico (TICO) per misurare la velocità degli impulsi. La velocità degli ultrasuoni che viaggiano attraverso le sostanze dipende dalla densità ed elasticità. La velocità degli impulsi è correlata con la qualità e la forza delle sostanze attraverso le quali passano gli ultrasuoni. Pertanto, possiamo utilizzare gli ultrasuoni per omogeneità di prova, crack, ecc profondità di strutture in calcestruzzo. Abbiamo prestato particolare attenzione alla qualità del calcestruzzo. La velocità media per 16 edificio era 4230 m/s, che indica che il calcestruzzo è molto omogeneo. 3. Abbiamo utilizzato un tester gas-permeabilità (TORRENTE) per misurare la permeabilità ai gas del calcestruzzo. Questo tester è in grado di misurare la permeabilità ai gas di cemento di copertura in breve tempo. Il più grande merito di questo tester è che impiega due camere tipo conchiglia. Come risultato, siamo in grado di misurare qualsiasi punto con precisione, senza essere influenzati da altri punti. Il risultato è espresso dal valore KT (coefficiente di permeabilità all'aria). Il valore più piccolo significa che la qualità del calcestruzzo è alta. Abbiamo usato questo tester per indagare 16 edifici. Il valore di KT era sorprendentemente piccolo. La media era di 0,86 KT [10-16m²]. Circa la



metà dei risultati hanno dimostrato il valore di 0,0036, ecc Il campo di misura di questo tester è 0,001 a 100. **Il test suggerisce che la tenuta all'aria è molto alta per i cementi contenenti EM.**

7. Discussione

7,1 Forza dei cementi contenenti EM

Noi abbiamo utilizzato EM per il calcestruzzo e testato la resistenza alla compressione. Abbiamo miscelato EM (ceramica EM, EM No.1, EM-n.3, EM-X) con l'acqua ad un rapporto del 55% con il materiale vincolante. Abbiamo anche misurato la forza dopo la correzione. In tutte le condizioni, la forza era superiore al controllo. In particolare, i cementi contenenti EM-No.1 erano i più forti. All'età di 3 giorni, 7 giorni e 28 giorni, i valori erano gli stessi per il 5% e il 10%, rispettivamente. La resistenza alla compressione è diventata via via meno evidente alle altre età. Questo significa che i prodotti EM possono essere un utile additivo.

La distribuzione dei pori è stata la seguente. All'età di 7 giorni, il 5% dei cementi contenenti le ceramiche EM ha mostrato quasi lo stesso risultato del controllo. Per il 10%, il volume dei pori relativo aumento vicino a 50nm. Per EM-No.1 all'età di 7 giorni e ad un rapporto di miscela del 5%, il volume dei pori è stato di 80nm. Per il 10% e il 15%, i picchi sono stati trovati a 50nm. In ogni rapporto di miscelazione, il volume dei pori è stato maggiore del controllo. Per EM-n.3 all'età di 7 giorni, i picchi del 5%, 10% e il 15% erano 70nm, 60nm e 80nm, rispettivamente. Il volume dei pori è maggiore del controllo. Per EM-X all'età di 7 giorni, i picchi del 5%, 10% e il 15% erano 60nm. Il volume relativo dei pori per il 5% e il 10% era di circa il 30%, mentre il volume per il 15% era di circa il 25%. Per EM-X, il valore a 10nm è stato superiore a quello del controllo. Questo risultato suggerisce che il poro è generalmente misurabile dall'età di 7 giorni. All'età di 28 giorni, non cambiano per qualsiasi tipo.

Alla giovane età (3 o 7 giorni dopo la miscelazione), la forza è apparsa notevole. La differenza diventa piccola a maggiori età. I dettagli sono ora sotto indagine. L'aumento di resistenza iniziale è a volte fino al 50%. Questo effetto è stato notato in tutti i prodotti EM. Questo effetto può abbreviare il periodo di costruzione. Non solo, questo effetto è importante per la prevenzione dei danni da gelo iniziale del calcestruzzo presso il cantiere situato in regioni fredde.

7.2 Caratteristiche dei cementi contenenti EM (cemento EM)

1. EM-No.1 è disponibile in forma liquida. Ha l'effetto di agente AE, acqua-riducente, e l'acqua-agente di riduzione di prestazioni elevate. L'aria è introdotta nel cemento per l'effetto gas. E' efficace per disperdere le particelle agglomerate di cemento agglomerato e rendono il fluido concreto. In altre parole, la lavorabilità del calcestruzzo è migliorata. Negli ultimi anni, tendono a costruire molti grandi edifici e ponti lunghi e grandi dimensioni. Spesso richiedono calcestruzzi di alta resistenza e fluidità. I prodotti liquidi, come EM EM-No.1 ed EM-X possono diventare i materiali importanti del calcestruzzo. [6]

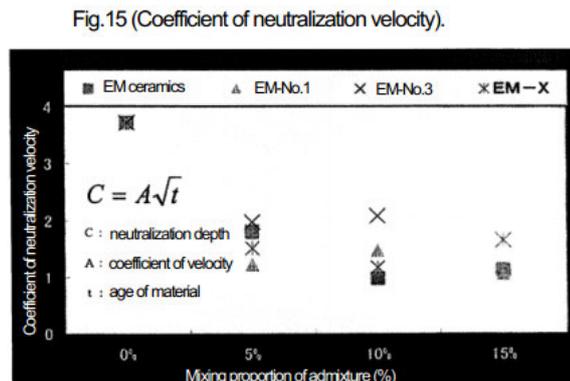
2. La forza iniziale migliora. Il periodo di rotazione per stampi telaio diventa più corta. La velocità di costruzione migliora. Il danno del calcestruzzo durante la stagione fredda è ridotta, determinando l'aumento dei profitti.

3. Asciugatura-ritiro crepa non è stato visto nella maggior parte delle strutture indagate. Uno dei difetti principali del calcestruzzo si asciuga-ritiro crack. La sua totale assenza in tutte le strutture indagato suggerisce che i prodotti EM sono adatti come materiale per il calcestruzzo.

4. Il coefficiente di permeabilità all'aria presso lo strato superficiale del calcestruzzo è molto piccolo rispetto al calcestruzzo ordinario. E' più piccolo di un fattore due cifre. Essa suggerisce che la struttura interna è a tenuta d'aria, o che alcune sostanze sopprimere permeabilità all'aria. I composti in questione erano già identificati. [8]

5. Si può sopprimere la neutralizzazione [carbonatazione]. Non vi è alcuna possibilità di carbonatazione. Il risultato del test di accelerazione neutralizzazione è stato convertito al coefficiente di neutralizzazione della velocità, ed è illustrato nella figura 15.

Fig.15 (Coefficiente di velocità di neutralizzazione).





Questa figura mostra una profondità di neutralizzazione espressa da $C = A \sqrt{t}$. (C = profondità di neutralizzazione, A = coefficiente di velocità, t = età del materiale). Questo dato indica che tutti i prodotti EM possono sopprimere neutralizzazione efficace. Per il cemento contenente il 5% di EM-No.1, il coefficiente di velocità di neutralizzazione era leggermente più grande di uno. Per il calcestruzzo contenente la ceramica EM al 10%, il coefficiente è stato il più piccolo, e quasi lo stesso di EM-No.1.

Per i cementi contententi EM al 15% di EM-No.1, il coefficiente era il più piccolo. Le ceramiche EM hanno mostrato quasi lo stesso andamento. Da questo risultato, abbiamo individuato che l'ottima proporzione di miscelazione si trova a 5% per EM-No.1 e il 5% o meno per EM ceramica. Abbiamo studiato 16 edifici che erano costruiti da 2 a 5 anni. Abbiamo raschiato la superficie delle strutture e spruzzato la fenoltaleina. Abbiamo dimostrato che tutti i 16 edifici in cemento EM erano liberi da neutralizzazione. In Thailandia, abbiamo testato un grande edificio in cemento che aveva 10 anni, senza trovare alcuna traccia di neutralizzazione. Si presume che gli edifici vecchi di 10 anni, almeno loro superficie, siano effetti da carbonatazione. Nessuna traccia è stata trovata. Ci sono stati altri edifici vicini, che non hanno utilizzato calcestruzzo EM e che erano vecchi come il primo edificio. Ai fini del controllo, abbiamo studiato la neutralizzazione. Abbiamo scoperto che la superficie del calcestruzzo è stata in parte neutralizzata. Abbiamo notato efflorescenze sul soffitto vicino alla sala macchine e un ambiente acquoso. La forza stimata a compressione non aveva alcuna differenza grande, ma c'era una tendenza che concreta EM era più alta.

8. conclusione

EM migliora il calcestruzzo fresco. EM-No.1 e No.2 EM dovrebbero avere l'effetto di riduzione per gas, acqua, e dispersione di polvere. Per concreta impostazione, è stato dimostrato che la forza iniziale diventa grande. La carbonatazione [neutralizzazione] si prevede che mostra quasi un valore steady-state. Qualsiasi materiale diverso da EM non può migliorare la qualità del calcestruzzo in tanti aspetti. Per avere l'effetto di forte dispersione della polvere.

Referenze

- [1] Teruo Higa, *EM rivoluzione industriale*, Total Unicom, 1994
- [2] Teruo Higa, *EM rivoluzione industriale*, Total Unicom, 2003
- [3] Teruo Higa, *Uso agricolo di batteri e di protezione dell'ambiente*
- [4] Tetsuhiko Kurihara, Yoshihiko Nishida, Toshiro Kamata, Nobuaki osoku, *Studio di solidità del TRUTTURA cemento, atti del Simposio, struttura dell'Associazione*, 1998, 11-16
- [5] Shinichi Miyazato, Nobuaki osoku, Toshiro Kamata, *Effetto di differenti acqua / cemento percentuale sul danno sale di travi in cemento armato, invasione delle strutture, strutturali serie tecnologia ingegneristica, n. 5, Civil Engineering Society*, 2002, 267-276i
- [6] Toshiro Kamata, Tomokazu Goto, Keitetsu Rokugo, *Forza del calcestruzzo con aggregati riciclati e le caratteristiche della generazione di AE, Concrete Technical Report*, 1998
- [7] Takashi Yokomuro, *la struttura dei pori della pasta di cemento e l'effetto di particelle altoforno sulla resistenza alla compressione. Associazione Giapponese di Architettura, Technical Report di Strutture*, 1998
- [8] Hideo Ogawa, Hideki Moriyama, *situazione attuale della durabilità delle strutture in calcestruzzo per la casa compost, Giappone Società di strutture agricole*, 1998, 1998 procedendo incontro annuale, F29

Può contenere errori di traduzione