

L'INFLUENZA DEL RAPPORTO ACQUA/CEMENTO SULL'ADSORBIMENTO DEI SUPERFLUIDIFICANTI, SULLA VARIAZIONE DI POTENZIALE ZETA E SULLA FLUIDITÀ DELLA PASTA DI CEMENTO

THE INFLUENCE OF WATER/CEMENT RATIO ON THE ADSORPTION OF SUPERPLASTICIZERS, ON THE ZETA POTENTIAL CHANGE AND ON THE CEMENT PASTE FLUIDITY

Saveria Monosi, Giacomo Moriconi,
Marco Pauri, Mario Collepardi

INTRODUZIONE

Recenti studi [1-5] hanno messo in evidenza la possibilità di correlare l'effetto fluidificante di polimeri solfonati a base di naltalina o melammina sugli impasti cementizi con il loro adsorbimento sulle particelle di cemento o con la variazione di potenziale zeta. I possibili meccanismi di azione giustificerebbero in entrambi i casi l'aumento di fluidità in termini di una maggiore dispersione delle particelle di cemento in acqua, ottenuta nel primo caso per impedimento sterico da parte del polimero adsorbito e nel secondo caso per repulsione elettrostatica causata da un aumento del potenziale zeta.

Il primo scopo di questo lavoro è quello di valutare l'importanza relativa di tali meccanismi di azione, anche se ne sono stati ipotizzati altri [6] basati su una variazione morfologica dei primi prodotti di idratazione del cemento in presenza degli additivi in esame. Esistono tuttavia alcune difficoltà operative quando questi studi sono estesi ai composti puri del cemento Portland (C₃S, C₂S, C₄A, C₃A) i cui quantitativi disponibili sono sempre molto limitati. L'esame del comportamento reologico delle paste dei composti puri può essere affrontato con tecniche — quali la determinazione del minislump [7] — che limitano il consumo dei composti puri.

Tuttavia, queste prove sono significative solo se condotte su sistemi con rapporto in peso acqua/solido relativamente basso. Al contrario, le prove di adsor-

INTRODUCTION

Recent studies [1-5] have pointed out the feasibility of relating the fluidizing effect of sulfonated naphthalene or melamine polymers on cement mixes to their adsorption on cement particles or to zeta potential change. The possible mechanisms of action in both cases would clear up the increase in fluidity as a greater dispersion of cement particles in water, obtained in the former case by steric hindrance due to the adsorbed polymer and in the latter case by electrostatic repulsion due to zeta potential increases.

The first object of this paper is to value the relative effectiveness of such mechanisms of action, even if other mechanisms [6], based on a morphological change of the earlier cement hydration products in the presence of these additives, have also been assumed. However, some difficulties are met in the feasibility of these studies extended to the Portland cement pure compounds (C₃S, C₂S, C₄A, C₃A), whose available amounts are always very limited. The study of the rheological behaviour of pure compound pastes may be dealt by techniques limiting the pure compound consumption — such as the determination of minislump [7].

However, these tests acquire significance only if they are carried on systems with a relatively low water/solid weight ratio. On the contrary, the adsorption and

bimento e di potenziale zeta sui composti puri debbono essere necessariamente condotte su sospensioni, e cioè su sistemi con elevato rapporto acqua/solido, al fine di ottenere un sufficiente quantitativo di fase acquosa sulla quale operare, a meno che non si disponga — come è possibile per il cemento, ma non per i composti puri — di elevate quantità di pasta dalla quale estrarre un sufficiente volume di fase acquosa per la determinazione dell'adsorbimento e del potenziale zeta.

In queste condizioni, e cioè con rapporti acqua/solido elevati nelle sospensioni e bassi nelle paste, si pone il problema se mantenere costante — al variare del rapporto acqua/solido — la percentuale di polimero rispetto al peso del solido oppure la concentrazione del polimero nella fase acquosa. Tale problema, anche relativamente alla metodologia da seguire per i composti puri del cemento, costituisce il secondo scopo del presente lavoro.

PARTE SPERIMENTALE

Sono state effettuate prove di fluidità espresse come minislump [7] su paste di cemento Portland ($a/c = 0,30-0,35-0,40$) con e senza naftalinsolfonato e melammina solfonata (0,3-0,6-0,9% in peso del cemento). Parallelamente si sono determinate la percentuale di additivo adsorbito e la variazione di potenziale zeta sia sulle paste ($a/c = 0,30-0,35-0,40$) che sulle sospensioni ($a/c = 0,5-1-10-100$) di cemento.

Sono stati impiegati cemento Portland ottenuto per macinazione in laboratorio di clinker industriale ($C_3S = 65\%$, $C_2S = 15\%$, $C_1A = 13\%$, $C_4AF = 4\%$) con 5% di gesso (linezza Blaine di circa 4000 cm^2/g) ed i sali sodici dei polimeri a base di naftalina o melammina solfonata, entrambi forniti dalla MAC S.p.A. di Treviso. Le paste e le sospensioni sono state preparate in mescolatrice automatica premiscelando cemento e polimeri in polvere, quindi aggiungendo l'acqua e miscelando per 4 minuti. A 5 minuti dall'inizio del mescolamento è stata misurata la fluidità delle paste determinando il minislump. Si è misurata cioè l'area della superficie occupata per spandimento dalla pasta di cemento precedentemente immessa in un tronco di cono alto 60 mm con diametri inferiore e superiore rispettivamente di 40 mm e 20 mm. La prova di fluidità è stata ripetuta a 30 minuti dall'inizio del mescolamento.

Tra le due misure di fluidità, dopo 15 minuti dall'inizio del mescolamento, una porzione di pasta è stata filtrata sotto vuoto in modo da ottenere circa 30 cc di soluzione. Alcune particelle solide della pasta sono state disperse in una frazione della soluzione in misura di circa 10 mg/20 ml. Su di esse si è determinato il potenziale zeta, attraverso misure elettroforetiche in un campo elettrico determinato secondo una metodologia già descritta in un precedente lavoro [8]. Sulla rimanente porzione di soluzione si è determinata la concentrazione del polimero mediante spettrofotometria UV ($\lambda = 228$ nm per il naftalinsolfonato e $\lambda = 218$ nm per

la melammina solfonata) e per differenza dalla concentrazione iniziale è stata calcolata la percentuale di additivo adsorbito dal cemento.

Le determinazioni di potenziale zeta e di adsorbimento sono state effettuate anche sulle sospensioni di cemento dopo filtrazione a 15 minuti dall'inizio del mescolamento.

EXPERIMENTAL PART

Fluidity tests, expressed as minislump [7] on Portland cement pastes ($w/c = 0,30-0,35-0,40$) with and without sulphonated naphthalene and melamine (0,3-0,6-0,9% by weight of cement) had been carried out. At the same time the adsorbed additive percentage and the zeta potential change were determined both on the cement pastes ($w/c = 0,30-0,35-0,40$) and on the suspension ($w/c = 0,5-1-10-100$).

Portland cement got by laboratory grinding of industrial clinker ($C_3S = 65\%$, $C_2S = 15\%$, $C_1A = 13\%$, $C_4AF = 4\%$) with 5% of gypsum (Blaine fineness equal to about 4000 cm^2/g) was used together with sodium salts of the sulphonated naphthalene or melamine polymers, both provided by MAC S.p.A. of Treviso.

The pastes and the suspensions were prepared in an automatic laboratory mixer by premixing the cement and the polymers powders, then by adding water and mixing for 4 minutes. After 5 minutes from starting the mixture the paste fluidity was measured by determining the minislump, that is measuring the surface area covered by spreading the cement paste previously let in a 60 mm high truncated cone having the lower and the upper diameter respectively equal to 40 mm and 20 mm. The fluidity tests were repeated after 30 minutes from starting the mixture.

In the interval between the two fluidity tests, after 15 minutes from starting the mixture, a portion of the paste was vacuum filtered as to obtain about 30 cc of solution. Some solid particles of the paste were dispersed in a fraction of the filtered solution in order to obtain a suspension of about 10 mg/20 ml. On them the zeta potential was determined, through electrophoretic measures in a fixed electric field, according to a methodology already described in a previous paper [8]. On the remaining portion of the solution the polymer concentration was determined through UV spectrophotometry ($\lambda = 228$ nm for sulphonated

naphthalene and $\lambda = 218$ nm for sulphonated melamine) and the percentage of the additive adsorbed by cement was calculated by difference from the initial concentration.

The zeta potential and adsorption tests were also carried on the cement suspensions after filtration at 15 minutes from starting the mixture.

RESULTS AND DISCUSSION

Fig. 1 shows the change in fluidity varying the water/cement (w/c) ratio for different dosages of sulphonated naphthalene. The increase in fluidity with the added polymer percentage at equal w/c value can be observed. It can also be noted how the fluidity after 30 minutes is slightly lower than the fluidity after 5 minutes, particularly with low polymer concentrations and low w/c values.

Similar results were obtained for the sulphonated melamine polymer, as it is shown in fig. 2.

In fig. 3 the sulphonated naphthalene polymer adsorption trend is plotted by varying the w/c ratio for different added polymer percentages. With polymer additions of 0,6 and 0,9%, the adsorption rises with the w/c ratio as far as to reach a constant value. On the contrary, when the polymer dosage is equal to 0,3%, the adsorption is constant even varying the w/c ratio. It is possible, however, that the last curve produces an increasing trend in the case of a lower w/c ratio interval. Fig. 3 also shows how, w/c ratio being equal, the adsorption rises as the polymer addition increases.

Similar results, shown in fig. 4, were obtained for the sulphonated melamine polymer adsorption.

The zeta potential change as a function of the w/c ratio is shown in fig. 5, adding different quantities of sulphonated naphthalene polymer (lower part) or sulphonated melamine polymer (upper part). In both cases a zeta potential decrease as the w/c ratio increases is observed. Moreover, at equal w/c , the zeta potential rises by increasing the added polymer percentage.

Referring to the first aim of the work, this first series of results substantially does not solve the question whether adsorption or zeta potential affect fluidity, since both adsorption and zeta potential increase, together with fluidity, when the added polymer amount increases.

However, as far as the second aim of the work is concerned, fig. 5 shows how the zeta potential data obtained on suspensions, that is with a high w/c ratio, are not absolutely comparable with the data obtained on pastes, that is with a low w/c ratio.

Incidentally, it is worth pointing out that, when tests are carried out by mixing cement and saturated lime-

RISULTATI E DISCUSSIONE

La fig. 1 mostra la variazione della fluidità con il rapporto acqua/cemento (a/c) per diversi dosaggi di naftalina solfonata. Si può osservare l'aumento della fluidità con la percentuale di polimero aggiunto a parità di a/c . Si può anche notare come la fluidità a 30 minuti sia leggermente inferiore a quella a 5 minuti, soprattutto alle basse concentrazioni di polimero e con bassi valori di a/c .

Risultati del tutto analoghi sono stati ottenuti con il polimero a base di melammina solfonata, come è mostrato in fig. 2.

In fig. 3 è riportato l'andamento dell'adsorbimento del polimero di naftalinsolfonato al variare del rapporto a/c e con diverse percentuali di polimero aggiunto. Con aggiunte di polimero dello 0,6 e dello 0,9%, l'adsorbimento cresce con il rapporto a/c per poi raggiungere un valore costante. Esso rimane, invece, praticamente costante al variare del rapporto a/c per un dosaggio del polimero pari allo 0,3%. È tuttavia possibile che anche quest'ultima curva presenti un andamento crescente in un intervallo a/c più basso di quello investigato. Sempre nella fig. 3 si può notare come, a parità del rapporto a/c , l'adsorbimento cresce all'aumentare del dosaggio di polimero.

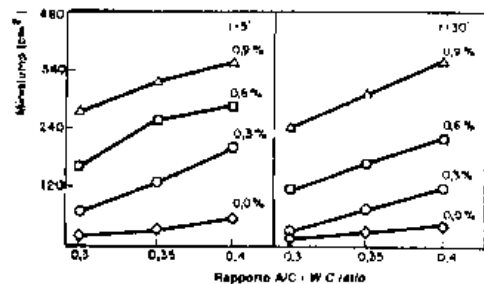
Risultati del tutto analoghi, mostrati in fig. 4, sono stati ottenuti per l'adsorbimento del polimero a base di melammina solfonata.

In fig. 5 è riportata la variazione del potenziale zeta in funzione del rapporto a/c con diverse aggiunte di polimero di naftalinsolfonato (in basso) o di melammina solfonata (in alto). In entrambi i casi si osserva una diminuzione del potenziale zeta incrementando il rapporto a/c . Inoltre, a parità di a/c , si ha un aumento del potenziale zeta all'aumentare della percentuale di polimero aggiunto.

Per quanto riguarda il primo scopo del lavoro, questa prima serie di risultati non risolve sostanzialmente il problema se sia l'adsorbimento o il potenziale zeta ad influenzare la fluidità, dal momento che sia l'adsorbimento sia il potenziale zeta aumentano, parallelamente alla fluidità, all'aumentare della quantità di polimero aggiunto.

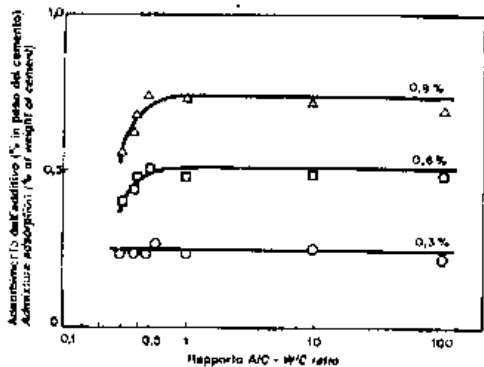
Per quanto concerne, invece, il secondo scopo del lavoro, la fig. 5 indica come i dati di potenziale zeta ottenuti sulle sospensioni, e quindi con elevati rapporti a/c , non siano assolutamente paragonabili con quelli ottenuti sulle paste, e quindi con bassi rapporti a/c .

Incidentalmente, vale la pena di segnalare che, se le prove sono condotte mescolando il cemento con ac-



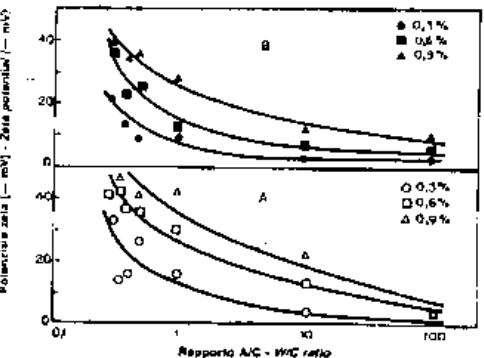
1 - Fluidità della pasta di cemento in funzione del rapporto a/c. I numeri sulle curve indicano le percentuali di polimero di naftalinsolfonato rispetto al peso di cemento

1 - Cement paste fluidity vs a function of the w/c ratio. The figures on the curves indicate the percentages of sulfonated naphthalene polymer by weight of cement



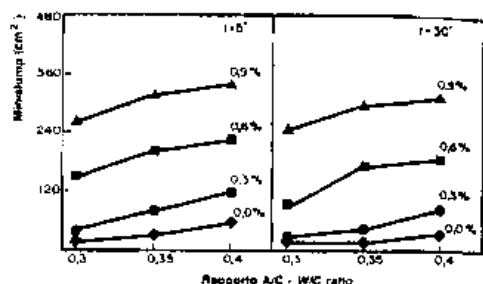
3 - Adsorbimento del polimero di naftalinsolfonato in funzione del rapporto a/c. I numeri sulle curve indicano le percentuali di polimero rispetto al peso di cemento

3 - Sulfonated naphthalene polymer adsorption versus w/c ratio. The figures on the curves indicate the percentages of polymer by weight of cement



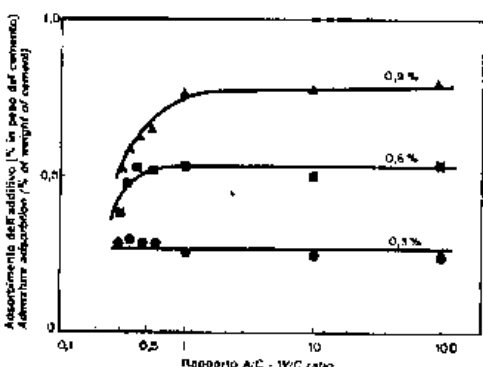
5 - Andamento del potenziale zeta al variare del rapporto a/c per diversi dosaggi di naftalinsolfonato (A) e di melammia solfonata (B). I numeri nella figura indicano le percentuali di polimero rispetto al peso di cemento

5 - Zeta potential trend (by) varying the w/c ratio for different sulfonated naphthalene additions (A) and sulfonated melamine additions (B). The figures indicate the percentages of polymer by weight of cement



2 - Fluidità della pasta di cemento in funzione del rapporto a/c. I numeri sulle curve indicano le percentuali di polimero di melammia solfonata rispetto al peso di cemento

2 - Cement paste fluidity vs a function of the w/c ratio. The figures on the curves indicate the percentages of sulfonated melamine polymer by weight of cement

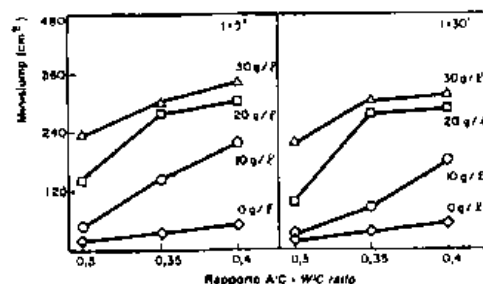


4 - Adsorbimento del polimero di melammia solfonata in funzione del rapporto a/c. I numeri sulle curve indicano le percentuali di polimero rispetto al peso di cemento

4 - Sulfonated melamine polymer adsorption versus w/c ratio. The figures on the curves indicate the percentages of polymer by weight of cement

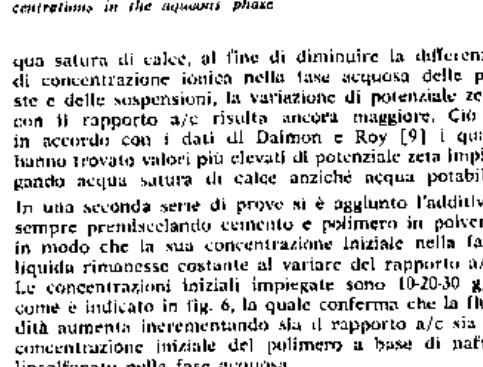
5 - Andamento del potenziale zeta al variare del rapporto a/c per diversi dosaggi di naftalinsolfonato (A) e di melammia solfonata (B). I numeri nella figura indicano le percentuali di polimero rispetto al peso di cemento

5 - Zeta potential trend (by) varying the w/c ratio for different sulfonated naphthalene additions (A) and sulfonated melamine additions (B). The figures indicate the percentages of polymer by weight of cement



6 - Fluidità della pasta di cemento in funzione del rapporto a/c. I numeri sulle curve indicano le concentrazioni iniziali del polimero di naftalinsolfonato nella fase acquosa

6 - Cement paste fluidity versus w/c ratio. The figures on the curves indicate the sulfonated naphthalene polymer initial concentrations in the aqueous phase

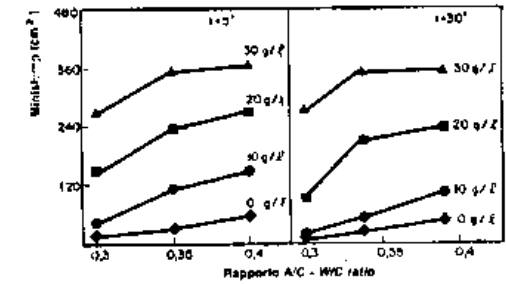


7 - Adsorbimento del polimero di melammia solfonata in funzione del rapporto a/c. I numeri sulle curve indicano le concentrazioni iniziali del polimero di melammia solfonata nella fase acquosa

7 - Sulfonated melamine polymer adsorption versus w/c ratio. The figures on the curves indicate the sulfonated melamine polymer initial concentrations in the aqueous phase

7 - Cement paste fluidity versus w/c ratio. The figures on the curves indicate the sulfonated naphthalene polymer initial concentrations in the aqueous phase

7 - Cement paste fluidity versus w/c ratio. The figures on the curves indicate the sulfonated melamine polymer initial concentrations in the aqueous phase



7 - Fluidità della pasta di cemento in funzione del rapporto a/c. I numeri sulle curve indicano le concentrazioni iniziali del polimero di melammia solfonata nella fase acquosa

7 - Cement paste fluidity versus w/c ratio. The figures on the curves indicate the sulfonated melamine polymer initial concentrations in the aqueous phase

qua saturata di calce, al fine di diminuire la differenza di concentrazione ionica nella fase acquosa delle paste e delle sospensioni, la variazione di potenziale zeta con il rapporto a/c risulta ancora maggiore. Ciò è in accordo con i dati di Daimon e Roy [9] i quali hanno trovato valori più elevati di potenziale zeta impiegando acqua saturata di calce anziché acqua potabile.

In una seconda serie di prove si è aggiunto l'additivo, sempre premiscelando cemento e polimero in polvere, in modo che la sua concentrazione iniziale nella fase liquida rimanesse costante al variare del rapporto a/c. Le concentrazioni iniziali impiegate sono 10-20-30 g/l, come è indicato in fig. 6, la quale conferma che la fluidità aumenta incrementando sia il rapporto a/c sia la concentrazione iniziale del polimero a base di naftalinsolfonato nella fase acquosa.

Risultati del tutto analoghi sono stati ottenuti con il polimero a base di melammia solfonata, come è mostrato in fig. 7.

Anche l'adsorbimento. In queste condizioni, aumenta sia con il rapporto a/c che con la concentrazione iniziale del polimero, come è indicato nella fig. 8 per il polimero di naftalinsolfonato e nella fig. 9 per il polimero di melammia solfonata.

I dati di fig. 10 mostrano invece come, mantenendo costante la concentrazione iniziale dell'additivo nella fase liquida delle paste e delle sospensioni, il potenziale zeta non vari sostanzialmente né con il rapporto a/c né con la concentrazione iniziale del polimero (polimero di naftalinsolfonato in basso e di melammia solfonata in alto) a pari rapporto a/c.

Similar results were obtained by using the sulfonated melamine polymer, as it is shown in fig. 7.

The adsorption too, on these terms, rises both increasing the w/c ratio and the polymer initial concentration, as it is suggested by fig. 8 for the sulfonated naphthalene polymer and by fig. 9 for the sulfonated melamine polymer.

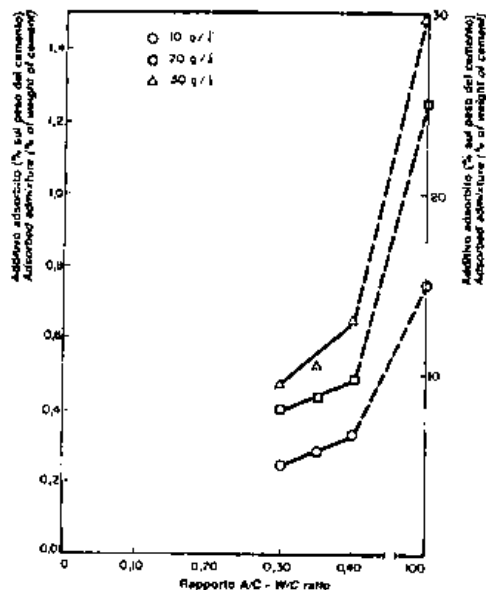
The data reported in fig. 10, on the contrary, point out that, keeping the additive initial concentration constant in the liquid phase of pastes and suspensions, the zeta potential does not substantially vary neither with the w/c ratio nor with the polymer initial concentration w/c ratio being equal (sulfonated naphthalene polymer in the lower part and sulfonated melamine polymer in the upper one).

CONCLUSIONS

Per quanto concerne il primo scopo del lavoro, dai dati delle prove condotte a pari concentrazione iniziale dell'additivo nella fase liquida delle paste e delle suspen-

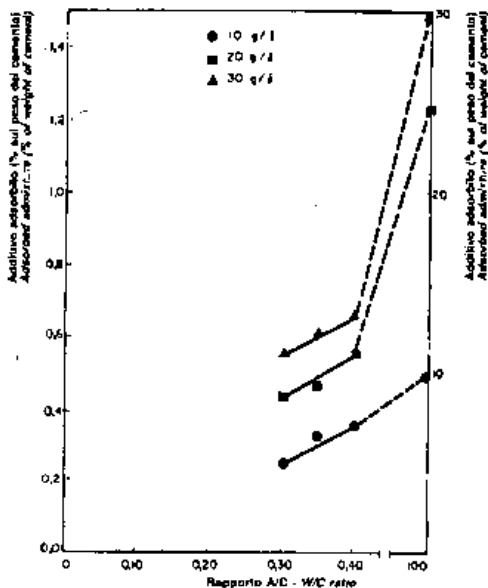
CONCLUSIONS

In regard to the first object of this paper, from the data of the experiments carried out at equal additive initial concentration in the liquid phase of pastes and



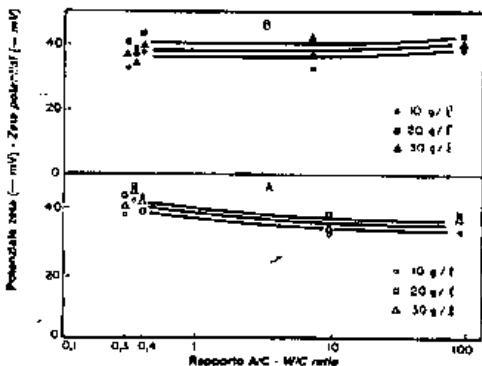
8 - Adsorbimento del polimero di naftilna-solfonato in funzione del rapporto a/c. I numeri dentro la figura indicano le concentrazioni iniziali di polimero nella fase acquosa. L'ordinata di sinistra si riferisce alle prove in pasta (a/c = 0,30-0,35-0,40), quella di destra alla sospensione (a/c = 100)

8 - Sulphonated naphthalene polymer adsorption versus w/c ratio. The figure on the curve indicate the polymer initial concentrations in the aqueous phase. The ordinate on the left is referred to the pastes (w/c = 0,30-0,35-0,40) tests, the one on the right to the suspension (w/c = 100)



9 - Adsorbimento del polimero di melamina solfonata in funzione del rapporto a/c. I numeri dentro la figura indicano le concentrazioni iniziali di polimero nella fase acquosa. L'ordinata di sinistra si riferisce alle prove in pasta (a/c = 0,30-0,35-0,40), quella di destra alla sospensione (a/c = 100)

9 - Sulphonated melamine polymer adsorption versus w/c ratio. The figure on the curves indicate the polymer initial concentrations in the aqueous phase. The ordinate on the left is referred to the pastes (w/c = 0,30-0,35-0,40), the one on the right to the suspension (w/c = 100)



10 - Potenziale zeta in funzione del rapporto a/c. I numeri dentro la figura indicano le concentrazioni iniziali del polimero di naftilna-solfonato (A) e di melamina solfonata (B) nella fase acquosa

10 - Zeta potential versus w/c ratio. The figures indicate naphthalene polymer (A) and sulphonated melamine polymer (B) initial concentrations in the aqueous phase

sioni appare che, aumentando la concentrazione del polimero, aumentano sia la fluidità (figg. 6-7) sia la quantità di polimero adsorbito (figg. 8-9), mentre non risulta significativamente modificato il potenziale zeta (fig. 10). Sembra quindi trovare conferma [4, 5] il fatto che l'influenza del potenziale zeta sulla fluidità delle paste cementizie non sia determinante.

Al contrario sembra sicuramente importante, anche se non si possono escludere altri fattori come ad esempio la variazione morfologica dei prodotti idratati [6], l'influenza della qualità di polimero adsorbito sulla fluidità degli impasti cementizi.

Per quanto concerne il secondo scopo del lavoro, i dati della fig. 10 mostrano come, mantenendo costante la concentrazione iniziale dell'additivo nella fase liquida, e quindi aggiungendo percentuali diverse di additivo rispetto al cemento al variare del rapporto acqua/cemento, le misure di potenziale zeta effettuate sulle sospensioni possono essere estrapolate a sistemi con più bassi rapporti acqua/cemento come le paste cementizie. Ciò appare di rilevante importanza nello studio dell'influenza degli additivi sui composti puri del cemento, quando le misure di adsorbimento e di potenziale zeta devono essere necessariamente effettuate su sospensioni a causa dei limitati quantitativi di solido disponibili.

Aprile 1982

Dipartimento di Scienza dei Materiali della Facoltà di Ingegneria, Università di Ancona - 30, Via della Montagnola - 60128 Ancona.

Su questo articolo è aperta la discussione fino al 30 Settembre 1983.

suspensions, it appears that, increasing the polymer concentration, both the fluidity (figs. 6-7) and the adsorbed polymer amount (figs. 8-9) increase, while the zeta potential does not turn out significantly modified (fig. 10). Therefore the zeta potential influence on the fluidity of the cement pastes does not seem to be determinant [4, 5].

On the contrary, it appears surely as a main point, even if other elements cannot be excluded such as for instance the morphological change of the hydrated products [6], the influence of the adsorbed polymer amount on the fluidity of cement mixes.

As far as the second object of this paper is concerned, the data reported in fig. 10 show how, keeping the additive initial concentration constant in the liquid phase, and then adding different amounts of additive to cement when the water/cement ratio varies, the zeta potential measurements carried on suspensions can be extrapolated to systems with lower water/cement ratios like cement pastes. This fact appears really remarkable in the study of the influence of additives on cement pure compounds, when adsorption and zeta potential measurements must be necessarily carried on suspensions owing to the limited available amounts of solid.

April, 1982

BIBLIOGRAFIA - REFERENCES

[1] CILLUPPINI M., GERANI M., BALDINI G., PAULI M.: «Hydration of C₃A in the presence of lignosulphonate-carbonate system of sulphonated naphthalene polymer». *Proc. Paris Congress, 1980, Vol. IV, p. 524.*
 [2] ROY D.M., DAJMON M.: «Effect of admixtures upon electrokinetic phenomena during hydration of C₃S, C₃A and cement». *Proc. Paris Congress, 1980, Vol. II, p. 11, 242.*
 [3] HARTON K.: «Superplasticizers in Concrete». *American Concrete Institute, Special Publication SP-62, 37-66 (1979).*

- [4] BANFILI P.P.G.: Discussione sull'articolo: *A discussion of the paper «Rheological Properties of Cement Mixes»* di M. Daimon e D.M. Roy / by M. Daimon and D.M. Roy *Com. Concr. Res.*, 9, 795-96 (1979).
- [5] COLLEPARI M., CORRADI M., VALENTI M.: «Development in the Use of Superplasticizers», *American Concrete Institute, Special Publication SP-68*, 485-498 (1981).
- [6] MASSEZZA E., COSTA U.: «Effect of Superplasticizers on the C₃A hydration», *Proc. Paris Congress, 1980, Vol. IV*, p. 529.
- [7] PURNISHO W.F., WHITING D.A., KANTRO D.I.: «Superplasticizers in Concrete», *American Concrete Institute, Special Publication SP-62*, 137-156 (1979).
- [8] COLLEPARI M., MONISI S., MORICINI G., CORRADI M.: «Combined Effect of Lignosulphonate and Carbonate on Pure Portland Clinker Compounds Hydration. I. Tetracalcium Aluminosulfate Hydration», *Com. Concr. Res.*, 10, 455 (1980).
- [9] DAIMON M., ROY D.M.: «Rheological Properties of Cement Mixes: I. Methods, Preliminary Experiments, and Adsorption Studies», *Com. Concr. Res.*, 8, 253 (1978).

L'influenza del rapporto acqua/cemento sull'adsorbimento dei superfluidificanti, sulla variazione di potenziale zeta e sulla fluidità della pasta di cemento - Riassunto - È stata studiata l'influenza di polimeri di melamina o naltalina solfonato sulla fluidità, sul potenziale zeta e sull'adsorbimento di paste e sospensioni cementizie. Il potenziale zeta misurato sulle sospensioni è all'incirca uguale a quello delle paste purché si usi una fase liquida avente la stessa concentrazione di polimero.

The influence of water/cement ratio on the adsorption of superplasticizers, on the zeta potential change and on the cement paste fluidity - Synopsis - The influence of sulfonated melamine or naphthalene polymers on fluidity, zeta potential and adsorption of cement pastes and suspensions has been studied. The zeta potential measured on cement suspensions is approximately the same as that of the cement pastes, provided that the polymer concentration in the aqueous phase is the same.

L'influence du rapport eau/ciment sur l'adsorption des superfluidifiants, sur la variation du potentiel zeta et sur la fluidité des pâtes de ciment - Résumé - On a étudié l'influence des polymères de melamine ou de naphthaline sulfonate sur la fluidité, sur le potentiel zeta et sur l'adsorption des pâtes et des suspensions de ciment. Le potentiel zeta mesuré sur les suspensions est presque égal à celui des pâtes de ciment si on utilise une phase liquide ayant la même concentration de polymère.

Der Einfluss des Verhältnisses Wasser/Zement auf die Adsorption der superfluiden Stoffe, auf die Veränderung des Zeta-Potentials und der Fluidität der Zementpasten - Zusammenfassung - Es wurde der Einfluss von Melamin-Polymer oder sulfoniertes Naphthalin auf die Fluidität hin, geprüft, auf das Zeta-Potentials und auf die Adsorption der Pasten oder auf die Zementmischungen. Das Zeta-Potential, nach den Einstellungen gemessen, gleicht ungefähr den Pasten, aber nur wenn man eine flüssige Phase, die die gleiche Polymerkonzentration aufweist, benutzt.