



La Science à l'œuvre pour le
at work for Canada

NRC Publications Archive Archives des publications du CNRC

Application of miniature tests for workability of superplasticized cement systems

Ramachandran, V. S.; Shihua, Z.; Beaudoin, J. J.

This publication could be one of several versions: author's original, accepted manuscript or the publisher's version. /
La version de cette publication peut être l'une des suivantes : la version prépublication de l'auteur, la version acceptée du manuscrit ou la version de l'éditeur.

Publisher's version / Version de l'éditeur:

Il Cemento, 85, 2, pp. 83-88, 1988-04

NRC Publications Record / Notice d'Archives des publications de CNRC:

<http://nparc.cisti-icist.nrc-cnrc.gc.ca/npsi/ctrl?lang=en>

<http://nparc.cisti-icist.nrc-cnrc.gc.ca/npsi/ctrl?lang=fr>

Access and use of this website and the material on it are subject to the Terms and Conditions set forth at

http://nparc.cisti-icist.nrc-cnrc.gc.ca/npsi/jsp/nparc_cp.jsp?lang=en

READ THESE TERMS AND CONDITIONS CAREFULLY BEFORE USING THIS WEBSITE.

L'accès à ce site Web et l'utilisation de son contenu sont assujettis aux conditions présentées dans le site

http://nparc.cisti-icist.nrc-cnrc.gc.ca/npsi/jsp/nparc_cp.jsp?lang=fr

LISEZ CES CONDITIONS ATTENTIVEMENT AVANT D'UTILISER CE SITE WEB.

Contact us / Contactez nous: nparc.cisti@nrc-cnrc.gc.ca.



National Research
Council Canada

Conseil national
de recherches Canada

Canada

Ser
THI
N21d
no. 1574
c. 2
BLDG



**National Research
Council Canada**

**Conseil national
de recherches Canada**

Institute for
Research in
Construction

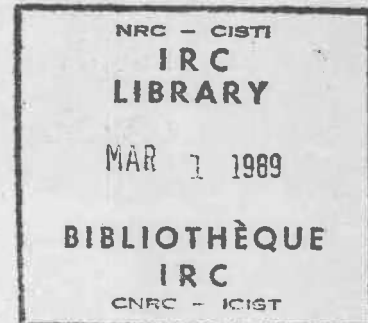
Institut de
recherche en
construction

Application of Miniature Tests for Workability of Superplasticized Cement Systems

by V.S. Ramachandran, Z. Shihua, J.J. Beaudoin

ANALYZED

Reprinted from
Il Cemento
Vol. 85, No. 2, April-June 1988
p. 83-88
(IRC Paper No. 1574)



NRCC 29818

Canada

8667821

ABSTRACT

Cement pastes, mortars and concrete containing 0-0,3 % superplasticizer alone or in combination with 2% polymer were made and their workability characteristics determined. Miniature slump results for cement paste and mortar were compared with those for concrete. Slump results for concrete, based on area measurements rather than conventional height, correlated better with minislump tests.

RÉSUMÉ

On a préparé de pâtes de ciment, mortiers et béton contenant 0-0,3 % de superplastifiant, seul ou en combinaison avec 2 % de polymères et on a déterminé leurs caractéristiques d'ouvrabilité. Les résultats de l'affaissement au cône en miniature pour la pâte de ciment et pour le mortier ont été comparés avec ceux du béton. Les résultats de l'affaissement au cône pour le béton, basés sur les mesures de l'aire plutôt que sur la hauteur conventionnelle, se corrélaient mieux avec les essais d'affaissement au cône en miniature.

CISTI / ICIST



3 1809 00210 7859

**APPLICAZIONE DI PROVE IN MINIATURA PER LA LAVORABILITA' DI SISTEMI
DI CEMENTO SUPERFLUIDIFICATO**

***APPLICATION OF MINIATURE TESTS FOR WORKABILITY OF SUPERPLASTICIZED
CEMENT SYSTEMS***

V.S. Ramachandran, Z. Shihua, J.J. Beaudoin

APPLICAZIONE DI PROVE IN MINIATURA PER LA LAVORABILITÀ DI SISTEMI DI CEMENTO SUPERFLUIDIFICATO

APPLICATION OF MINIATURE TESTS FOR WORKABILITY OF SUPERPLASTICIZED CEMENT SYSTEMS

V.S. Ramachandran (*), Z. Shihua (**), J.J. Beaudoin (*)

INTRODUZIONE

Le proprietà del calcestruzzo fresco influenzano in ampia misura il comportamento del calcestruzzo indurito. Il termine « lavorabilità » è usato per descrivere i requisiti del calcestruzzo allo stato plastico. La lavorabilità può includere termini come consistenza, fluidità, mobilità, pompabilità, compattabilità, attitudine alla finitura e ruvidezza. Sebbene non esista una definizione precisa della lavorabilità, un modo semplice è quello di definirla in termini della quantità di lavoro meccanico o energia richiesto per produrre una compattazione completa del calcestruzzo senza smescolamento [1].

La lavorabilità del calcestruzzo è influenzata da numerosi fattori quali il contenuto di acqua, i dosaggi della miscela, le proprietà dell'aggregato, il tempo, la temperatura, le caratteristiche del cemento e gli additivi.

Non esiste alcuna prova che permetta la misura diretta della lavorabilità. Sono state suggerite parecchie prove, quali la prova di slump, la prova del fattore di compattazione, la prova di spandimento, la prova di remoulding, la prova Vebe, la prova della tavola di spandimento tedesca, la prova con penetrometro a sfera, con sonda K di Nasser e la prova a due punti [2].

(*) Sezione Materiali - Istituto per la Ricerca nelle Costruzioni, CNR - Canada.

(**) Ricercatore ospite, Istituto per la Ricerca nella Scienza delle Costruzioni di Shanghai - Repubblica Popolare della Cina.

INTRODUCTION

The properties of fresh concrete influence to a great extent the behaviour of the hardened concrete. The term « workability » is used to describe the requirements of concrete in the plastic state. Workability may include terms such as consistency, flowability, mobility, pumpability, compactability, finishability and harshness. Although no precise definition for workability exists, one simple way of defining it is in terms of the amount of mechanical work or energy required to produce full compaction of concrete without segregation [1].

The workability of concrete is affected by a number of factors such as water content, mix proportions, aggregate properties, time, temperature, cement characteristics and admixtures.

There is no test that permits direct measurement of workability. Several tests such as slump test, compacting factor test, flow test, remoulding test, Vebe test, German flow table, ball penetrometer, Nasser's K-probe, and two point test have been suggested [2].

(*) Materials Section, Institute for Research in Construction, National Research Council, Canada.

(**) Visiting Scientist, Shanghai Research Institute of Building Science, People's Republic of China.

La prova di slump è il metodo più comunemente usato [3]. Il metodo richiede un tronco di cono con dimensioni: altezza 305 mm (12 in.), diametro superiore 102 mm (4 in.) e diametro di base 203 mm (8 in.). Lo slump è definito come la diminuzione di altezza del centro del provino di calcestruzzo quando il cono è sollevato in modo prestabilito.

Molte delle proprietà di flusso del calcestruzzo dipendono dal componente pasta di cemento della miscela. Per accertare l'effetto dei parametri di miscela, di fattori ambientali e di altri sullo slump del calcestruzzo, è conveniente effettuare una prova di minislump usando pasta di cemento. Il vantaggio del metodo del minislump è che esso è un procedimento rapido e utilizza piccole quantità di materiale. Prove in miniatura sono state sviluppate per misurare la resistenza e la durabilità delle paste e delle malte di cemento indurite [4, 5].

Perenchio et al. [6, 7] hanno sviluppato una prova di slump in miniatura per la pasta di cemento. Le dimensioni del cono di minislump erano: altezza 57 mm (2,2 in.), diametro superiore 19 mm (0,75 in.) e diametro di base 38 mm (1,5 in.). Le aree di spandimento sono state determinate dopo il sollevamento del cono di slump.

Collepari et al. [8, 9] e Chiocchio et al. [10] hanno utilizzato misure di minislump per ricerche su paste di cemento, contenenti additivi. È stato osservato che l'andamento dei risultati ottenuti dalla prova di minislump corrispondeva a quelli ottenuti dalla prova di slump standard su calcestruzzo.

Una versione in scala ridotta di cono standard per slump è stata usata da Young e Hwang [1] per studiare il cedimento di malte. Sono stati fatti confronti tra i valori di slump di calcestruzzi e di malte sulla base di cambiamenti convenzionali dell'altezza. Si è concluso che non vi era stretta correlazione fra l'aumento di slump o la successiva perdita di slump delle malte e quello dei calcestruzzi.

L'obiettivo di questo lavoro è quello di estendere l'uso delle prove di slump in miniatura al calcestruzzo contenente sistemi di additivi binari. I valori di slump della pasta di cemento, malta e calcestruzzo sono stati valutati non soltanto sulla base dell'altezza, ma anche in termini della misura dell'area della base.

PARTE SPERIMENTALE

Materiali

Cemento portland: la composizione era la seguente: $\text{SiO}_2 = 22,00\%$; $\text{Al}_2\text{O}_3 = 4,88\%$; $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 1,93\%$; $\text{CaO} = 63,29\%$; $\text{MgO} = 4,24\%$; $\text{SO}_3 = 1,95\%$; $\text{Na}_2\text{O} = 0,17\%$; $\text{K}_2\text{O} = 0,78\%$. La finezza Blaine era $351 \text{ m}^2/\text{kg}$ e la composizione mineralogica calcolata secondo Bogue era $\text{C}_3\text{S} = 49,35\%$; $\text{C}_2\text{S} = 25,82\%$; $\text{C}_3\text{A} = 9,67\%$; $\text{C}_4\text{AF} = 5,87\%$ e $\text{CaSO}_4 = 3,32\%$.

Aggregato fine: sabbia naturale con modulo di finezza di 2,41.

Aggregato grossolano: calcare frantumato suddiviso in frazioni, con rapporto della granulometria (dimensione nominale) da 3/8" a 1/4": da 1/2" a 3/8": da 3/4" a 1/2" = 1:1,5:2,75.

The slump test is the most commonly used method [3]. The method requires a truncated cone with dimensions: height 305 mm (12 in.), top diameter 102 mm (4 in.) and bottom diameter 203 mm (8 in.). Slump is defined as the decrease in height of the center of the concrete specimen when the cone is lifted in a prescribed manner.

Many of the flow properties of concrete depend on the cement paste component of the mix. To ascertain the effect of mix parameters, environmental and other factors on the slump of concrete it is advantageous to devise a mini-slump test using cement paste. The advantage of the mini-slump method is that it is a rapid procedure and uses small amounts of material. Miniature tests have been developed for measuring strength and durability of hardened cement pastes and mortars [4, 5].

Perenchio et al. [6, 7], developed a miniature slump test for cement paste. The dimensions of the mini-slump cone were: height 57 mm (2,2 in.), top diameter 19 mm (0,75 in.) and bottom diameter 38 mm (1,5 in.). Pat areas after lifting the slump cone were determined.

Collepari et al. [8, 9] and Chiocchio et al. [10] employed mini-slump measurements in investigations of cement pastes containing admixtures. It was observed that trends in results obtained from the mini-slump test corresponded to those from the standard concrete slump test.

A scaled down version of the standard slump cone was used by Young and Hwang [1] for studying the slump of mortars. Comparisons were made between slump values of concrete and mortars on the basis of conventional changes in height. It was concluded that there was no close correlation between slump gain or subsequent slump loss of mortars and those of concretes.

The objective of this work was to extend the use of the miniature slump tests to concrete containing binary admixture systems. Slump values of cement paste, mortar and concrete were assessed not only on the basis of height but also in terms of base area measurement.

EXPERIMENTAL

Materials

Portland cement: The composition was as follows: $\text{SiO}_2 = 22,00\%$; $\text{Al}_2\text{O}_3 = 4,88\%$; $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 1,93\%$; $\text{CaO} = 63,29\%$; $\text{MgO} = 4,24\%$; $\text{SO}_3 = 1,95\%$; $\text{Na}_2\text{O} = 0,17\%$; $\text{K}_2\text{O} = 0,78\%$. Blaine fineness was $351 \text{ m}^2/\text{kg}$ and calculated Bogue compound composition was $\text{C}_3\text{S} = 49,35\%$; $\text{C}_2\text{S} = 25,82\%$; $\text{C}_3\text{A} = 9,67\%$; $\text{C}_4\text{AF} = 5,87\%$ and $\text{CaSO}_4 = 3,32\%$.

Fine aggregate: Natural sand having a fineness modulus of 2,41.

Coarse aggregate: Graded crushed limestone of particle size ratio (nominal size) 3/8" to 1/4": 1/2" to 3/8": 3/4" to 1/2" = 1:1,5:2,75.

Additivi

Superfluidificante: è stato usato lo 0-0,3% in peso di cemento di un polimero a base di melamina solfonata con formaldeide (SP).

Polimero: due polimeri sperimentali (2% in peso sul cemento) preparati per ridurre la perdita di slump del calcestruzzo superfluidificato, sono stati usati in combinazione con il superfluidificante.

Prove di slump

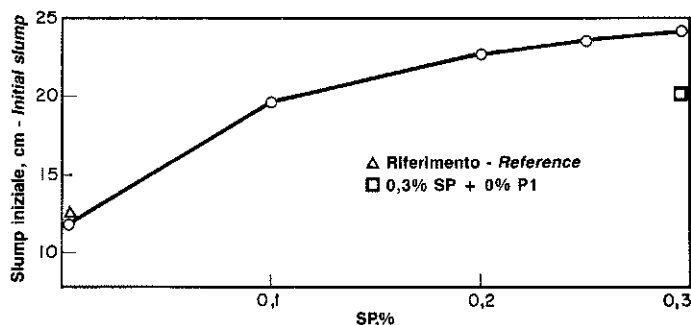
Pasta di cemento: sono state effettuate prove di minislump per la pasta di cemento secondo il procedimento descritto da Kantro [7]. I campioni sono stati riutilizzati per stabilire le curve perdita di slump-tempo. I campioni sono stati attentamente sigillati in un contenitore fra una prova e l'altra e miscelati per un minuto prima della prova successiva.

Malta: sono state effettuate prove di minislump per la malta con un cono di slump avente le dimensioni seguenti: diametro superiore 37,5 mm; diametro di base 75,0 mm e altezza 112,5 mm. I procedimenti di miscelazione e di prova sono stati effettuati secondo la ASTM C305. Le proporzioni della miscela erano cemento:sabbia naturale = 1:2,75 con un rapporto nominale acqua/cemento = 0,50.

Calcestruzzo: il metodo per misurare il cedimento al cono del calcestruzzo rispondeva alla ASTM C192-81 e ASTM C143-78. La proporzione della miscela del calcestruzzo era cemento:sabbia:aggregato grossolano = 1:2:3,2. Il rapporto nominale a/c era 0,50. Un miscelatore ad asse verticale di 1,5 piedi³ (0,46 m³) è stato usato per tutte le miscele di calcestruzzo. Le aree dello slump sono state ottenute facendo la media di 3 valori del diametro.

RISULTATI E DISCUSSIONE

L'effetto del dosaggio di superfluidificante sullo slump iniziale del calcestruzzo contenente il 2% di polimero (P1) è mo-



1 - Effetto del dosaggio di superfluidificante (SP) sullo slump del calcestruzzo contenente il 2% di polimero (P1)

1 - Effect of superplasticizer (SP) dosage on slump of concrete containing 2% polymer (P1)

2 - Effetto di additivi sul mantenimento dello slump del calcestruzzo (acqua/cemento = 0,48)

2 - Effect of admixtures on slump retention of concrete (w/c = 0,48)

Admixtures

Superplasticizer: 0-0,3% by weight of cement of a sulpho-nated melamine formaldehyde based polymer (SP) was used.

Polymer: Two experimental polymers (2% by weight based on cement) designed to reduce slump loss of superplasticized concrete were used in combination with the superplasticizer.

Slump tests

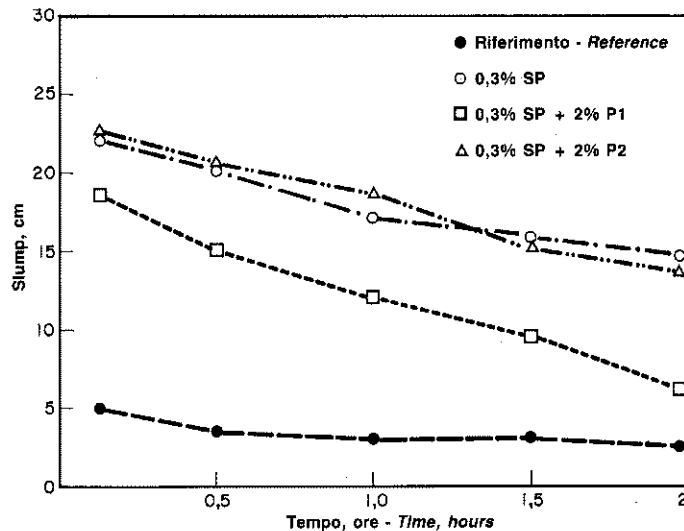
Cement paste: Mini-slump tests for cement paste were carried out according to procedure described by Kantro [7]. Samples were re-used in establishing slump-loss-time curves. The sample was carefully sealed in a container during test intervals and mixed for 1 minute prior to subsequent test.

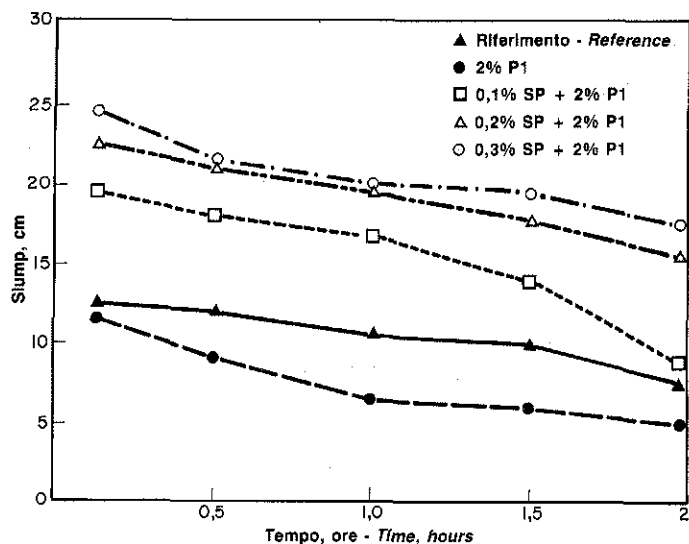
Mortar: Mini-slump tests for mortar were carried out with a slump cone having the following dimensions: top diameter 37,5 mm, bottom diameter 75,0 mm and height 112,5 mm. The mixing and testing procedures were performed in accordance with ASTM C305. Mix proportions were cement:natural sand = 1:2,75 with a nominal water-cement ratio = 0,50.

Concrete: The method for measuring slump of concrete conformed to ASTM C192-81 and ASTM C143-78. The mix proportion of concrete was cement:sand:coarse aggregate = 1:2:3,2. The nominal water-cement ratio was 0,50. A 1,5 ft³ (0,46 m³) pan mixer was used for all concrete mixes. Slump areas were obtained by using average of 3 values of the diameter.

RESULTS AND DISCUSSION

The effect of superplasticizer dosage on the initial slump of concrete containing 2% polymer (P1) is shown in fig. 1. The





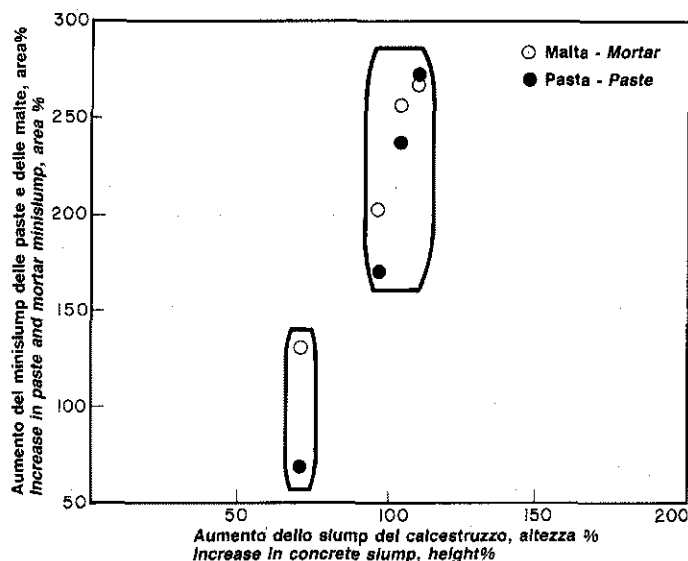
3 - Mantenimento dello slump del calcestruzzo contenente il polimero P1 e diverse quantità di SP ($w/c = 0,52$)

3 - Slump retention of concrete containing polymer P1 and different amounts of SP ($w/c = 0,52$)

strato nella fig. 1. Il valore di slump aumenta con l'aumentare della quantità di superfluidificante (SP) e si stabilizza a dosaggi più alti. I valori di slump del calcestruzzo contenente solo SP sono più bassi di quelli del calcestruzzo contenente SP e P1. Un precedente lavoro ha indicato che lo slump iniziale di un calcestruzzo contenente SP cessa di aumentare oltre un particolare dosaggio [11]. Si può concludere dai risultati della fig. 1 che l'aggiunta di polimero al calcestruzzo superfluidificato produce un ulteriore aumento di slump.

Sono stati usati due diversi polimeri (P1 e P2) in combinazione con lo 0,3% di SP per studiare i loro effetti sul mantenimento dello slump (fig. 2). L'aggiunta di P1 e P2 aumenta lo slump iniziale di 4 cm rispetto al calcestruzzo contenente soltanto SP. Lo slump del calcestruzzo contenente una combinazione di SP e P1 è notevolmente maggiore di quello del calcestruzzo contenente SP. Dopo due ore, il valore di slump per il calcestruzzo con SP è di 6,7 cm mentre il valore relativo al calcestruzzo con (SP + P1, P2) è di 14,0 cm. L'aggiunta di polimeri P1 o P2 diminuisce efficacemente la perdita di slump nel calcestruzzo superfluidificato.

È stato aggiunto il 2% di polimero (P1) al calcestruzzo contenente 0,1-0,3% di SP ed è stato determinato il risultante effetto sulla perdita di slump nel tempo (fig. 3). Sebbene il polimero di per se stesso non aumentasse lo slump iniziale, in combinazione con SP, i valori di slump erano notevolmente superiori a tutti i dosaggi. Lo slump è aumentato di circa il 100% per il calcestruzzo contenente lo 0,3% di SP. Dopo 2 ore il mantenimento di slump è stato notevolmente maggiore per il calcestruzzo contenente 0,2-0,3% di SP. Lo slump è diminuito soltanto di circa 6 cm per il calcestruzzo con 0,3% SP + 2% P1, mentre per il calcestruzzo con 0,3% di SP il valore corrispondente era superiore a 10 cm. Per tutti



4 - Aumento di lavorabilità di paste e malte (area %) in funzione di quella del calcestruzzo (altezza %)

4 - Increase in workability of paste and mortar (area %) with concrete (height %)

slump value increases as the amount of superplasticizer (SP) increases and levels off at higher dosages. The slump values of concrete containing only SP are less than those for concrete containing SP and P1. Previous work has suggested that initial slump of concrete containing SP ceases to increase beyond a particular dosage [11]. It can be concluded from the results in fig. 1 that the addition of polymer to superplasticized concrete produces a further increase in slump.

Two different polymers (P1 and P2) were used in combination with 0,3% SP to investigate their effects on slump retention (fig. 2). The addition of P1 and P2 increases the initial slump by 4 cm with respect to concrete containing SP alone. The slump of concrete containing SP and P1 combination is consistently higher than that containing SP. At two hours the slump value for SP concrete is 6,7 cm whereas the value for (SP + P1, P2) concrete is as high as 14,0 cm. The addition of polymers, P1 or P2, effectively reduces the slump loss in superplasticized concrete.

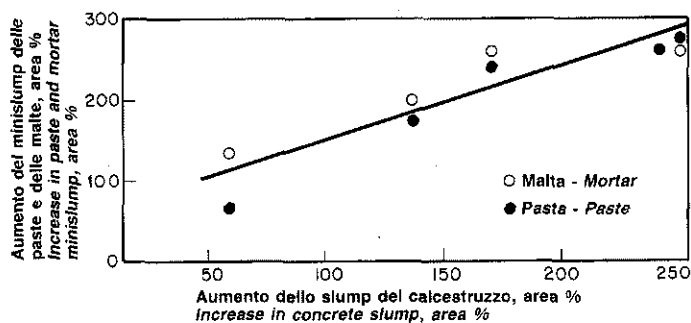
Two percent polymer (P1) was added to concrete containing 0,1-0,3% SP and the resulting effect on slump loss with time was determined (fig. 3). Although the polymer by itself did not increase the initial slump, in combination with SP, slump values were consistently higher at all dosages. Slump increased by about 100% for concrete containing 0,3% SP. At 2 hours slump retention was significantly greater for concrete containing 0,2-0,3% SP. Slump decreased only by about 6 cm for the (0,3% SP + 2% P1) concrete, whereas for 0,3% SP concrete the corresponding value is more than 10 cm. For

i dosaggi di SP, l'aggiunta di polimero (P1) è efficace per ridurre la perdita di slump.

Lo slump del calcestruzzo espresso in termini di altezza o di area è confrontato con l'area dello slump della pasta di cemento e della malta (figg. 4 e 5). Tutti gli aumenti di slump sono espressi come percentuale sul materiale di riferimento non additivato. I punti nelle figure rappresentano i valori di slump di campioni contenenti diverse quantità di SP in combinazione con il 2% di P1. Nella fig. 4 il campo di valori della pasta e della malta (50-275%) è molto superiore a quello delle altezze del calcestruzzo (75-110%). Tuttavia i valori di slump confrontati sulla base dell'area mostrano una relazione lineare entro un ampio intervallo (50-275%). Per prevedere lo slump del calcestruzzo superfluidificato, si possono usare le aree di minislump della pasta di cemento e della malta; una migliore previsione può essere fatta quando lo slump del calcestruzzo è pure espresso in termini di area. Lo slump determinato sulla base dell'area è più sensibile di quello basato sull'altezza del calcestruzzo contenente superfluidificanti. In questo studio la maggior parte dei valori di slump cade fra 15 e 25 cm. Corrispondenti valori dell'area oscillano da circa $0,5 \times 10^3$ a $3,0 \times 10^3$ cm² (fig. 6). Un aumento del 65% nell'altezza dello slump corrisponde a un aumento di circa 500% nell'area dello slump.

CONCLUSIONI

- 1) I valori di minislump della pasta di cemento e delle malte contenenti diverse quantità di superfluidificante e un polimero mostrano un andamento simile ai valori di slump del calcestruzzo, usando metodi standard.
- 2) I valori di minislump della pasta di cemento e delle malte superfluidificate mostrano una relazione lineare con i valori di slump del calcestruzzo determinati sulla base della misura dell'area.
- 3) Per prevedere l'effetto degli additivi binari e ternari nel calcestruzzo superfluidificato, debbono essere effettuate pro-



5 - Confronto della lavorabilità di paste, malte e calcestruzzi in base alla misura dell'area

5 - Comparison of workability of paste, mortar and concrete based on area measurement

6 - Relazione fra lo slump del calcestruzzo misurato con l'area e con l'altezza

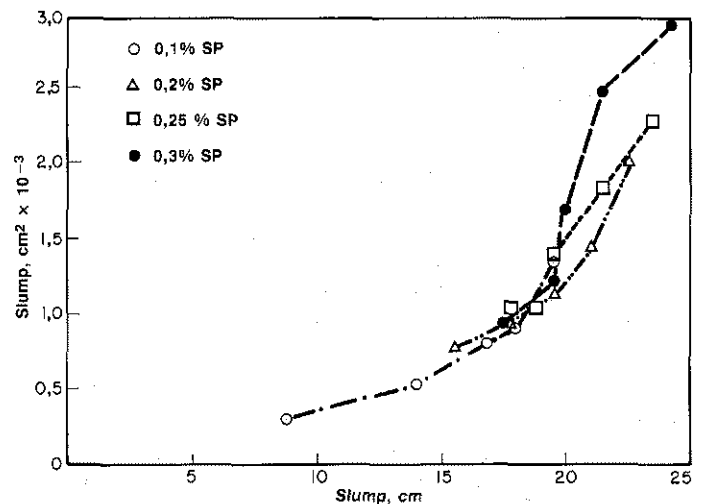
6 - Relation between concrete slump measured by area and height

all dosages of SP, addition of polymer (P1) is effective in reducing slump loss.

The slump of concrete expressed in terms of height or area is compared with the slump area of cement paste and mortar (figs. 4 and 5). All increases in slump are expressed as a percentage of the reference material containing no admixture. Points in the figures represent slump values of samples containing different amounts of SP in combination with 2% P1. In fig. 4 the range in values for the paste and mortar (50%-275%) is much greater than that for concrete heights (75%-110%). However, slump values compared on an area basis show a linear relation over a wide range (50-275%). For predicting slump of superplasticized concrete the mini-slump areas of cement paste and mortar can be used; better predictions can be made when slump of concrete is also expressed in terms of area. Slump determined on the basis of area is more sensitive than that based on height for concrete containing superplasticizers. Most slump values in this study fall between 15 and 25 cm. Corresponding area values range from approximately $0,5 \times 10^3$ to $3,0 \times 10^3$ cm² (fig. 6). A 65% increase in slump height corresponds to about 500% increase in slump area.

CONCLUSIONS

- 1) Mini-slump values of cement paste and mortars containing different amounts of superplasticizer and a polymer show a similar trend to concrete slump values using standard methods.
- 2) Mini-slump values of superplasticized cement paste and mortar show a linear relationship with concrete slump values determined on the basis of area measurement.
- 3) For predicting the effect of binary and ternary admixtures in superplasticized concrete preliminary slump experi-



ve preliminari di slump basate sull'area per stabilire le relazioni fra pasta di cemento, malta e calcestruzzo.

4) Per il calcestruzzo superfluidificato, le misure di slump basate sull'area sono un buon indice della lavorabilità.

* * *

Gli Autori desiderano ringraziare i Signori R. Lacroix, R. Myers e G. Polomark per la loro assistenza durante le prove. Si ringrazia per l'aiuto finanziario dato al Signor Zheng Shihua da parte del Servizio dell'Università Mondiale del Canada.

Settembre 1987

Building Materials Section - Division of Building Research - National Research Council Canada - Ottawa, Canada K1A 0R6.

Su questo articolo è aperta la discussione fino al 31 Dicembre 1988.

ments based on area should be carried out to establish interrelationships between cement paste, mortar and concrete.

4) For superplasticized concrete slump measurements based on area are a good indicator of workability.

* * *

The authors would like to thank Messrs-R. Lacroix, R. Myers and G. Polomark for their experimental assistance. Financial assistance to Mr. Zheng Shihua by the World University Service of Canada is gratefully acknowledged.

September, 1987

Discussion on this Paper is open until 31st December 1988.

BIBLIOGRAFIA - REFERENCES

- [1] YOUNG J.F., HWANG C.L.: *Slump loss and freeze-thaw resistance of superplasticized concrete*, University of Illinois, USA, 121 (1983).
- [2] NEVILLE A.M.: *Properties of concrete*, Pitman Publishing Co., Londra - London, 779 (1981).
- [3] *Standard test method for slump of portland cement concrete, American Standard for Testing and Materials*, Vol. 4.02, ASTM C143-78 (1986).
- [4] FELDMAN R.F., RAMACHANDRAN V.S.: « New accelerated methods for predicting durability of cementitious materials », Proc. 1st Int. Conf. Durability of Building Materials and Components, Eds. P.J. Sereda and G.G. Litvan, ASTM STP 691, 313-326 (1978).
- [5] TRÄTTEBERG A., RAMACHANDRAN V.S.: « The microstructural and hardening behaviour of tricalcium silicate pastes in the presence of calcium chloride », *J. Appl. Chem. and Biotech.*, 24, 157-170 (1974).
- [6] PERENCHIO W.F., WHITING D.A., KANTRO D.L.: « Water reducer, slump loss and entrained air void systems as influenced by superplasticizers », Proc. 1st Int. Symp. Superplasticizers in Concrete, CANMET, Canada. Energy, Mines and Resources, Ottawa, 29-31 Maggio - May 29-31, 1, 295-324 (1978).
- [7] KANTRO D.L.: « Influence of water-reducing admixtures on properties of cement paste - A miniature slump test », *Cem. Conc. Aggregates*, 2, 95-105 (1980).
- [8] COLLEPARDI M., CORRADI M., BALDINI G., PAURI M.: « Influence of sulfonated naphthalene on the fluidity of cement pastes », 7th Intl. Congress on Chem. of Cement, Vol. III, VI.20-VI.25 (1980).
- [9] COLLEPARDI M., CORRADI M., VALENTE M.: « Influence of polymerization of sulfonated naphthalene condensate and its interaction with cement », *Am. Conc. Inst. SP-68*, 485-498 (1981).
- [10] « Effects of addition time of superplasticizers on workability of portland cement pastes with different mineralogical composition », *Il Cemento*, 82, 69-80 (1986).
- [11] RAMACHANDRAN V.S.: *Concrete admixtures handbook*, Noyes Publication, N. Jersey, 626 (1984).

Applicazione di prove in miniatura per la lavorabilità di sistemi di cemento superfluidificato - Riassunto - Sono state confezionate paste di cemento, malte e calcestruzzi contenenti lo 0-0,3% di superfluidificante da solo o in combinazione con il 2% di polimeri e sono state determinate le loro caratteristiche di lavorabilità. I risultati dello slump in miniatura per la pasta di cemento e per la malta sono stati confrontati con quelli del calcestruzzo. I risultati di slump per il calcestruzzo, basati sulle misure dell'area piuttosto che sull'altezza convenzionali, si correlavano meglio con le prove di minislump.

Application of miniature tests for workability of superplasticized cement systems - Synopsis - Cement pastes, mortars and concrete containing 0-0,3% superplasticizer alone or in combination with 2% polymer were made and their workability characteristics determined. Miniature slump results for cement paste and mortar were compared with those for concrete. Slump results for concrete, based on area measurements rather than conventional height, correlated better with minislump tests.

Application d'essais en miniature pour l'ouvrabilité de systèmes de ciment superplastifié - Résumé - On a préparé de pâtes de ciment, mortiers et béton contenant 0-0,3% de superplastifiant, seul ou en combinaison avec 2% de polymères et on a déterminé leurs caractéristiques d'ouvrabilité. Les résultats de l'affaissement au cône en miniature pour la pâte de ciment et pour le mortier ont été comparés avec ceux du béton. Les résultats de l'affaissement au cône pour le béton, basés sur les mesures de l'aire plutôt que sur la hauteur conventionnelle, se corrôlaient mieux avec les essais d'affaissement au cône en miniature.

Der Einsatz von Kleinprueflingen zur Bestimmung der Verarbeitbarkeit von Fließmittel enthaltenden Zementsystemen - Zusammenfassung - Es wurden Zementpaste, Moertel und Beton mit einem Gehalt von 0-0,3% Fließmittel, allein oder in Verbindung mit 2% Polymer hergestellt und ihre Verarbeitbarkeitseigenschaften bestimmt. Die Ergebnisse der Setzversuche mit Kleinprueflingen aus Zementpaste und Moertel wurden mit denen aus Beton verglichen. Die Ergebnisse der Setzversuche mit Beton, die auf Flaechenmassen anstatt auf Hoehenmassen basierten, korrelierten besser mit den Setzversuchen mit Kleinprueflingen.