

ΧΗΜΙΚΑ ΠΡΟΣΜΙΚΤΑ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ

Φωτεινή Κεχαγιά

Λέκτορας, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, ΑΠΘ

Max Obbliger

Τεχνικός Σύμβουλος BASF

Γεώργιος Τσώχος

Ομότιμος Καθηγητής, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, ΑΠΘ

Λέξεις κλειδιά: χημικά πρόσμικτα, σκυρόδεμα

ΠΕΡΙΛΗΨΗ: Η ποιοτική βελτίωση της τεχνολογίας σκυροδέματος είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με την παράλληλη εκπλήσσοσα εξέλιξη των χημικών πρόσμικτων. Η εργασία αποτελεί μία συνοπτικά αλλά περιεκτική παρουσίαση της σημερινής γνώσης επί των χημικών πρόσμικτων και βασίζεται στην πρόσφατη έκδοση του βιβλίου «An Introduction to Concrete Admixtures» των Τσώχος/Obbliger. Παρουσιάζονται όλοι οι βασικοί τύποι πρόσμικτων με στοιχεία της διαχρονικής εξέλιξης καθώς και η επίδραση τους στις ιδιότητες του σκυροδέματος (νωπού και σκληρούμενου). Η εργασία κλείνει με μία σύντομη περιβαλλοντική θεώρηση.

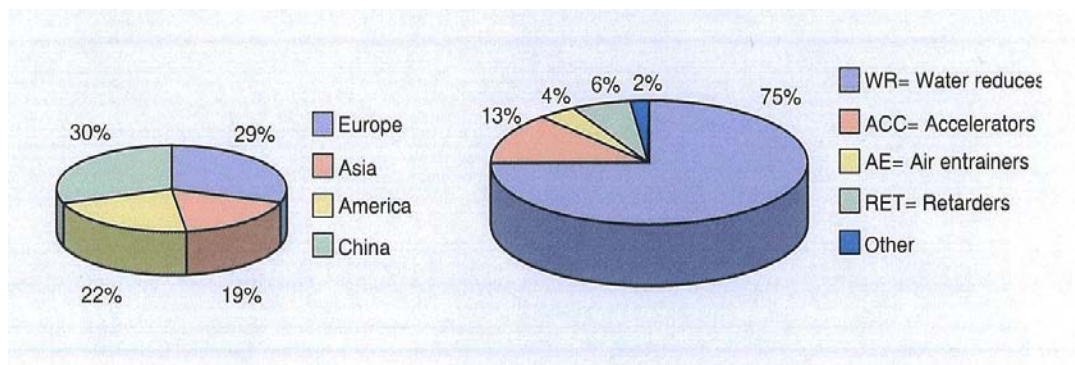
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Ορισμός

Σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή Ομοσπονδία Εταιρειών Χημικών Πρόσμικτων (EFCA) πρόσμικτα είναι χημικές ενώσεις, οι οποίες προστίθενται στο σκυρόδεμα κατά τη διαδικασία ανάμειξης με στόχο τη βελτίωση των ιδιοτήτων και της συμπεριφοράς του σκυροδέματος (EN 934)

1.2 Παγκόσμια κατανάλωση

Η Εικόνα 1 παρουσιάζει την παγκόσμια κατανομή χρήσης πρόσμικτων κατά τύπο πρόσμικτου και ήπειρο (Τσώχος, 2008). Ιδιαίτερη μνεία πρέπει να γίνει για τα πρόσμικτα ελεύθερα αλκαλίων, πρόοδο σημαντική τόσο τεχνολογικά όσο και περιβαλλοντικά.



‘Εικόνα 1. Κατανάλωση πρόσμικτων’

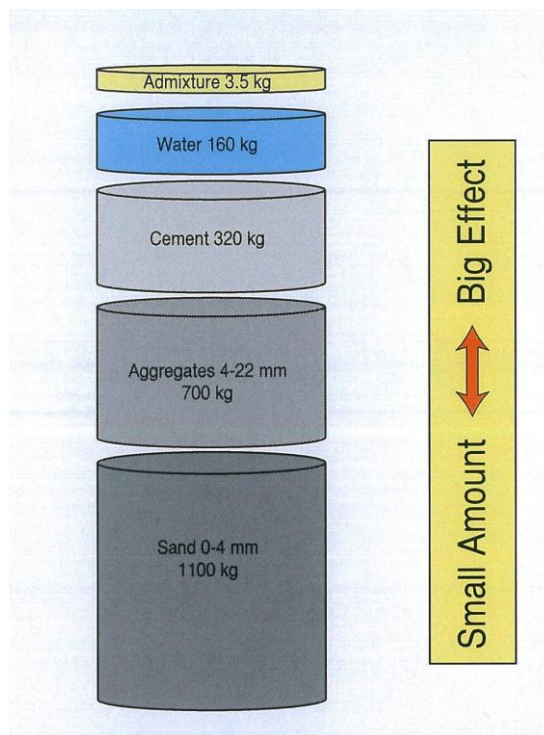
1.3 Τύποι χημικών πρόσμικτων

Ο Πίνακας 1 συνοψίζει τα εν χρήσει χημικά πρόσμικτα

Πίνακας 1. Χημικά Πρόσμικτα

Κύρια	Ειδικά
<ul style="list-style-type: none"> • μειωτής ύδατος • επιταχυντές • επιβραδυντές 	<ul style="list-style-type: none"> • VMA)Viscosity Modifyer Admixtures) • υδρόφοβα • Αναστολείς διάβρωσης (corrosion inhibitors)
<ul style="list-style-type: none"> • αερακτικό 	<ul style="list-style-type: none"> • επανάκτησης σκυροδέματος • μειωτές συρρίκνωσης

Για όλα τα πρόσμικτα ισχύει η Εικόνα 2, σε σχέση με τη σύνθεση του σκυροδέματος.



‘Εικόνα 2. Σύνθεση σκυροδέματος (με πρόσμικτα)’

1.4 Στόχοι

Τα χημικά πρόσμικτα σκοπεύουν σε μεταβολή (βελτίωση) των ιδιοτήτων του σκυροδέματος και συγκεκριμένα :

- Εργασιμότητα, μεταβολή της σύστασης και του χρόνου εφαρμογής
- Ποιότητα, μεταβολή της ανθεκτικότητας
- Αντοχή, υψηλότερες τιμές, σε συνδυασμό με την μεταβολή του απαιτούμενου χρόνου επίτευξης
- Διαχείριση, βελτίωση των συνθηκών μεταφοράς κα διάστρωσης
- Ανθεκτικότητα, επιμήκυνση του χρόνου ζωής του σκυροδέματος
- Περιβάλλον, μείωση απαιτήσεων σε νερό και ενέργεια

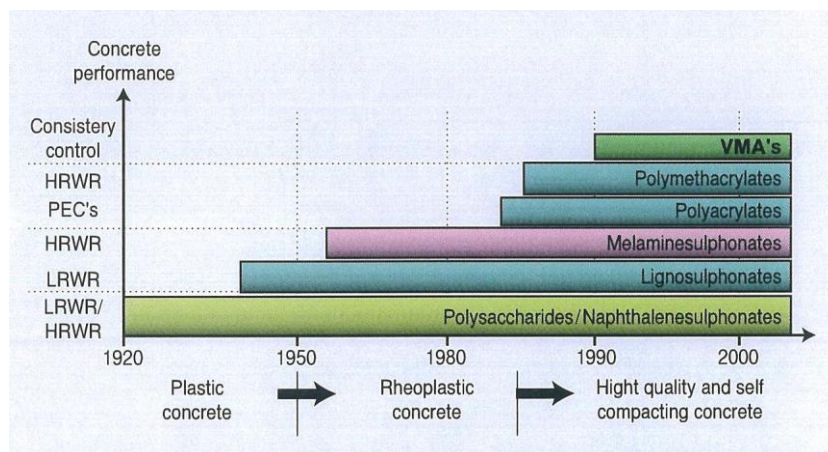
1.5 Επιλογή πρόσμικτου

Η επιλογή του σωστού χημικού πρόσμικτου πρέπει να ακολουθεί την επόμενη διαδικασία:

- Προσδιορισμός απαιτήσεων συμπεριφοράς σκυροδέματος
- Έλεγχος διαδικασίας μίξης με επιλογή των κατάλληλων υλικών (του πρόσμικτου συμπεριλαμβανομένου)
- Εκτέλεση εργαστηριακών και ει δυνατόν και επί τόπου δοκιμών
- Προσδιορισμός μεταβολής του κόστους λόγω χρήσης πρόσμικτου και των συγκριτικών πλεονεκτημάτων για τον χρήστη

2. ΜΕΙΩΤΗΣ ΥΔΑΤΟΣ

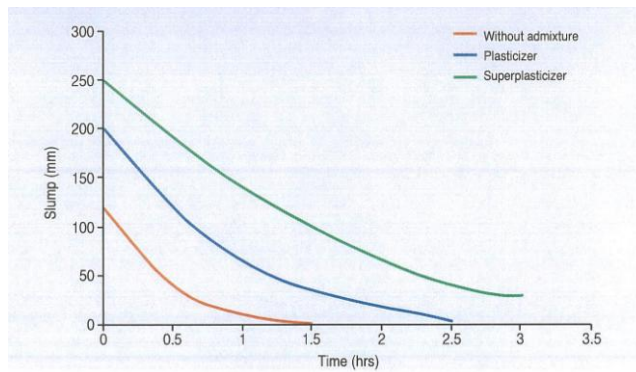
Ονομάζονται τα πρόσμικτα τα οποία χωρίς να επηρεάζουν την σύσταση και εργασιμότητα επιτρέπουν τη μείωση του ποσοστού ύδατος στο μίγμα του σκυροδέματος. Η Εικόνα 3 παρουσιάζει τη διαχρονική εξέλιξη της τεχνολογίας καθώς και την χημική τους σύσταση (Τσώχος, 2008).



‘Εικόνα 3. Χημική σύσταση των διαφόρων μορφών μειωτών ύδατος’

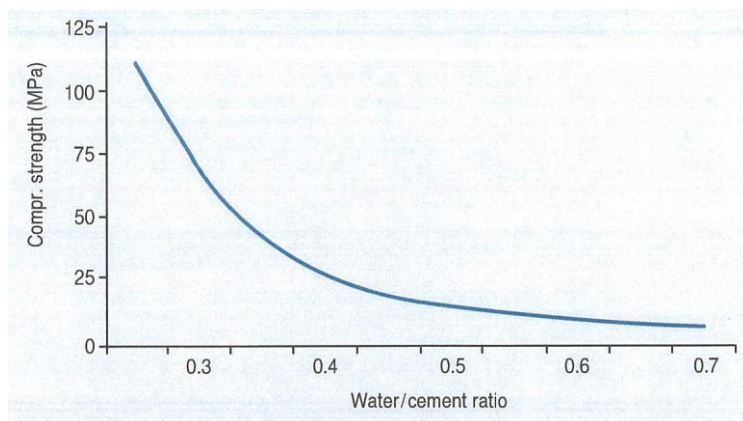
Ιδιότητες που κυρίως επηρεάζονται είναι:

- εργασιμότητα



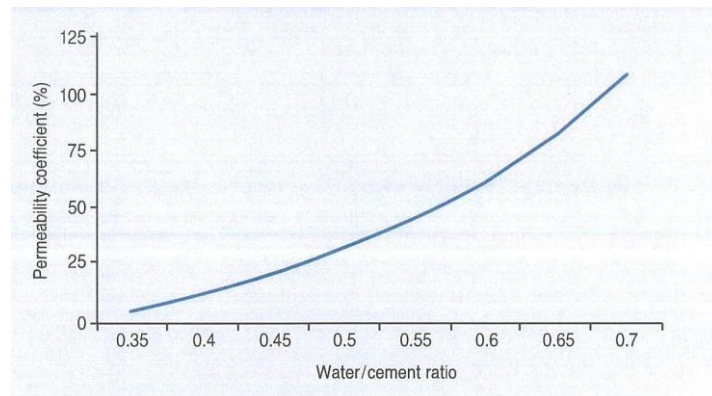
‘Εικόνα 4. Επίδραση μειωτών ύδατος στην εργασιμότητα’

- θλιπτική αντοχή



‘Εικόνα 5. Μεταβολή θλιπτικής αντοχής λόγω χρήσης μειωτών ύδατος (μείωση λόγου W/C)’

- ανθεκτικότητα



‘Εικόνα 6. Βελτίωση της ανθεκτικότητας λόγω μείωσης της διαπερατότητας (μείωση λόγου W/C)’

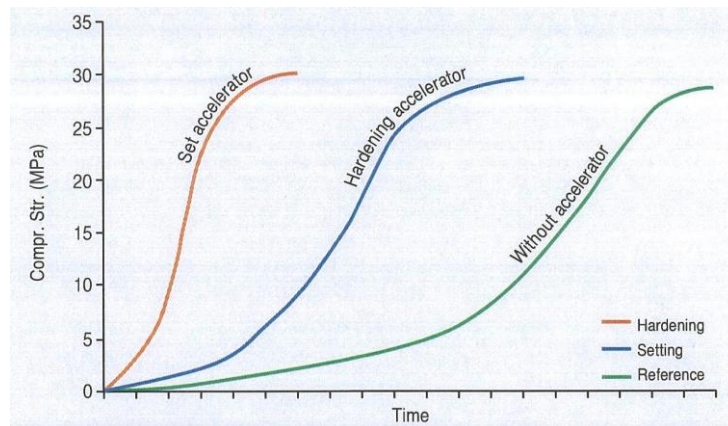
Ο Πίνακας 2 είναι η σύνοψη των αποτελεσμάτων λόγω χρήσης των μειωτών ύδατος.

Πίνακας 2. Αποτελέσματα λόγω χρήσης των μειωτών ύδατος

Τύπος	Μείωση ύδατος (%)	Αντοχή (Μρα)
Πλαστικοποιητές	5-10	10-25
Super plasticizers	10-20	20-50
Megaplasticizers	25-40	40-150

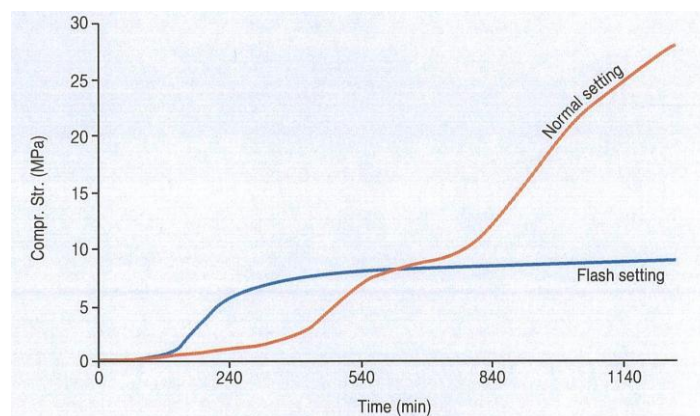
3. ΕΠΙΤΑΧΥΝΤΕΣ

Ορίζονται οι χημικές ουσίες, οι οποίες μειώνουν το χρόνο μετάβασης από την πλαστική κατάσταση στην σκληρόμενη (EN 934). Συνέπεια αυτής της διαδικασίας είναι ότι επιτυγχάνεται ταχεία ανάπτυξη της αντοχής χωρίς να επηρεάζεται ο χρόνος καθίζησης (EFNARC, 1999). Η χρήση επιταχυντών επηρεάζει σημαντικά την αντοχή.



‘Εικόνα 7. Ανάπτυξη της αντοχής ως συνάρτηση της χρήσης επιταχυντή’

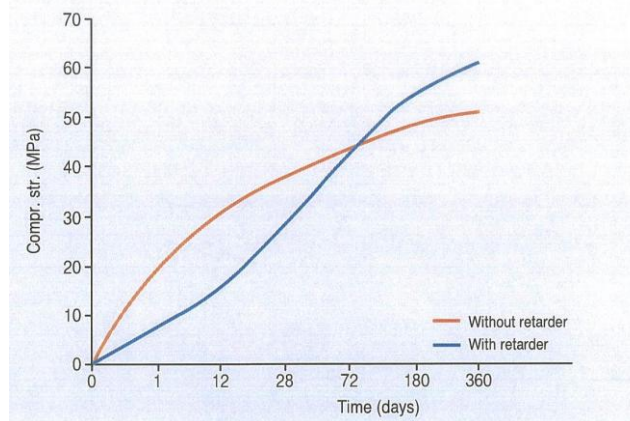
Τονίζεται ότι η αύξηση της ταχύτητας καθίζησης δεν συνεπάγεται και αύξηση της αντοχής.



‘Εικόνα 8. Ανάπτυξη της αντοχής (θλιπτικής) ως συνάρτηση της ταχύτητας κάθισης’

4. ΕΠΙΒΡΑΔΥΝΤΕΣ

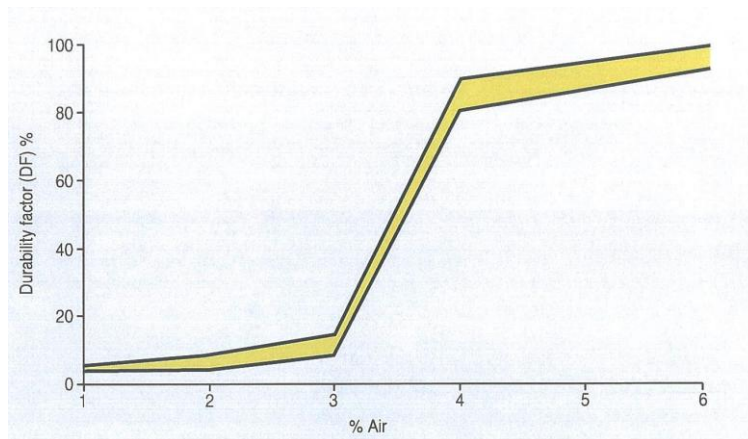
Ορίζονται τα χημικά πρόσμικτα τα οποία μειώνουν το χρόνο μετάβασης από την πλαστική στην σκληρυμένη κατάσταση του σκυροδέματος. Η κύρια επίδραση είναι στην ανάπτυξη της θλιπτικής αντοχής.



Εικόνα 9. Θλιπτική αντοχή ως συνάρτηση της χρήσης επιβραδυντή

5. ΑΕΡΑΚΤΙΚΟ

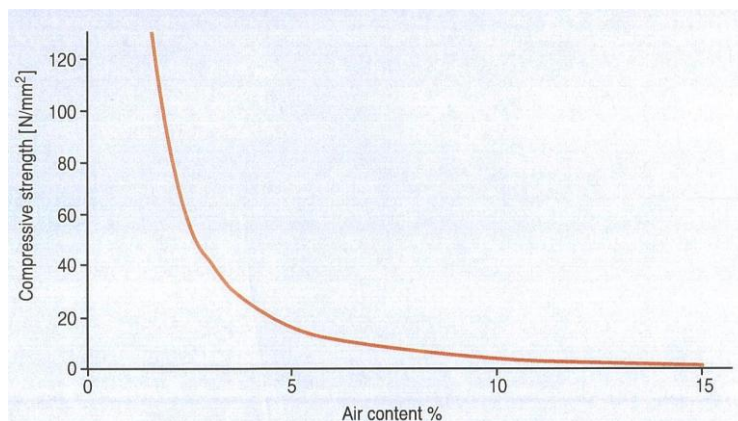
Είναι τα χημικά πρόσμικτα τα οποία κατανέμουν ομοιόμορφα τις φυσαλίδες αέρος στο σκυρόδεμα κατά τη διαδικασία μίξης. Οι φυσαλίδες παραμένουν κα μετά την πήξη του σκυροδέματος. Κύρια επίδραση των είναι η βελτίωση της ανθεκτικότητας του σκυροδέματος και κατά συνέπεια και της διάρκειας ζωής του.



Έικονα 10. Ανθεκτικότητα σκυροδέματος ως συνάρτηση του ποσοστού αέρος

6. DEFOAMERS

Είναι τα χημικά πρόσμικτα τα οποία μειώνουν τα κενά αέρος στο σκυρόδεμα, ιδίως τις μεγαλύτερες όγκου φυσαλίδες. Συνέπεια αυτού είναι η δυνατότητα μεταφοράς του σκυροδέματος σε μεγαλύτερες αποστάσεις. Η χρήση τους είναι κυρίως σε σκυροδέματα όχι υψηλών ποιοτικών απαιτήσεων. Τονίζεται ότι δεν υποκαθιστούν τους πλαστικοποιητές και απαιτείται προσοχή στην εφαρμογή τους. Η Εικόνα 11 είναι χαρακτηριστική της επιρροής του ποσοστού των κενών αέρος στη θλιπτική αντοχή.



Εικόνα 11. Θλιπτική αντοχή ως συνάρτηση του ποσοστού κενών

7. ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΘΕΩΡΗΣΗ

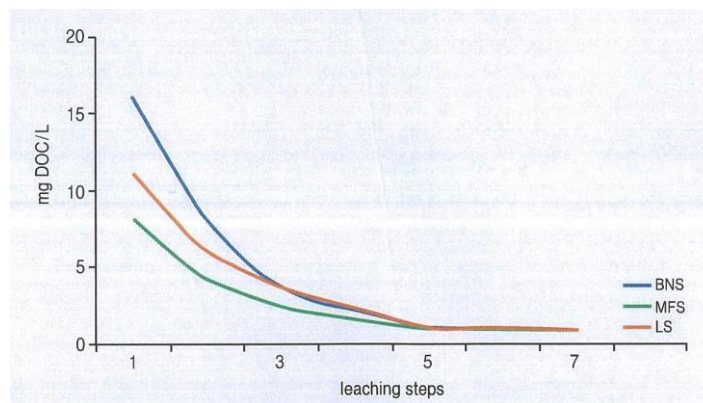
Τα χημικά πρόσμικτα στους πρώιμους χρόνους εφαρμογής παρουσιάζουν αρκετά περιβαλλοντικά προβλήματα. Σήμερα η εξέλιξη έχει οδηγήσει σε προϊόντα σαφώς φιλικότερα προς το περιβάλλον.

7.1 Τοξικότητα

Τα χημικά πρόσμικτα σήμερα αποτελούνται από μη επικίνδυνες πολυμερείς ενώσεις καθόσον περιλαμβάνουν αυτά ουσίες όπως σάκχαρα, αλκοόλες ή ανόργανα/οργανικά άλατα, οι οποίες είναι μη τοξικές. Στα χημικά πρόσμικτα για εκτοξευόμενο σκυρόδεμα η ύπαρξη αλκαλίων επηρεάζουν τα μάτια, το δέρμα κτλ. Για την αντιμετώπιση του προβλήματος δημιουργήθηκε μία νέα γενιά πρόσμικτων τα οποία εξαφανίζουν ή μειώνουν σημαντικότητα τις δυσμενείς επιπτώσεις στους χρήστες.

7.2 Έκπλυση

Το γράφημα στην Εικόνα 12 παρουσιάζει τη συμπεριφορά διαφόρων πρόσμικτων σε έκπλυση.



Εικόνα 12. Οργανικές ενώσεις που εκπλύνονται σε διαδοχικούς κύκλους

7.3 Πόσιμο ύδωρ

Από τα μέχρι σήμερα αποτελέσματα ερευνών δεν προκύπτει δυσμενής επιρροή των πρόσμικτων στο πόσιμο ύδωρ

7.4 Αέρια ρύπανση

Η επίδραση στην αέρια ρύπανση είναι πρακτικά μηδενική λόγω της ανυπαρξίας πτητικών οργανικών ουσιών στη θέση των πρόσμικτων

7.5 Κύκλος ζωής

Τα χημικά πρόσμικτα δεν φαίνεται να έχουν δυσμενείς επιπτώσεις καθόλη τη διάρκεια του κύκλου ζωής.

Συνοψίζοντας μπορεί να λεχθεί ότι τα χημικά πρόσμικτα είναι φιλικά προς το περιβάλλον.

ΑΝΑΦΟΡΕΣ

Βιβλία

EFNARC “European Specification for Sprayed Concrete”, European Federation of Producers and Applications of Specialist Products for Concrete Structures, 1999

Mollah M., et al. “A review of cement superplasticizers interactions and their models”, Advances in cement Research, 2000

Myrdal R., “Modern chemical admixtures for shotcrete”, 3rd Int. Symp.on sprayed Concrete, 1999, Gol, Norway

Taylor H.F.W., Cement Chemistry, 2nd Edition, Thomas Telford, 1997

Tsohos G., Oppliger M., “An Introduction to concrete admixtures”, University Studio Press, Thessaloniki, 2008

Yamada K., et al. Effects on the chemical structure on the properties of polycarboxylate-type superplasticizers, Cement and concrete Research, 2000