

ΕΞΙΔΡΩΣΙΣ ΚΟΝΙΑΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΤΣΙΜΕΝΤΟΠΟΛΤΩΝ

Υπό του κ. Ν. ΝΙΚΟΛΑΪΔΗ, Χημικού Μηχανικού παρά τη 'Αν. Γεν. 'Ετ. Τσιμέντων

ΜΕΡΟΣ ΠΡΩΤΟΝ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ: Είναι γνωστοί οι έχθροι της ζωής ενός ώπλισμένου σκυροδέματος: προσβολή του όπλισμού του εκ του δευγόνου του ατμοσφαιρικού αέρος παρουσιάς υγρασίας και CO₂, με αποτέλεσμα την σκωρίασιν και σύν τῷ χρόνῳ τὴν ἐκμηδένισιν του ὡς ὄπλισμοῦ. Βασικά αἰτία εἶναι τὸ πορῶδες τοῦ σκυροδέματος καὶ ἡ ἀνεπάρκεια τῆς ἐπικαλύψεως τοῦ ὄπλισμοῦ, δηλαδὴ κακὴ ἢ ἀτυχῆς ἐκτέλεσις τοῦ ὄπλισμένου σκυροδέματος. Πέραν ὅμως αὐτοῦ παρατηροῦνται συνηθέστατα ἐπὶ τῶν ἐπιφανειῶν τῶν σκυροδεμάτων μικραὶ ρωγμαὶ - σκασίματα καὶ πολλοὶ ἐσκέφθησαν ὅτι πιθανὸν δι' αὐτῶν νὰ εἰσχωρῆ ἡ ὑγρασία, ἢ τόσοσ ἀπαραίτητος διὰ τὴν ὀξειδῶσιν τοῦ σιδήρου. Αἱ ρωγμαὶ αὐταὶ κατὰ ἓνα μέρος ὀφείλονται εἰς μεταβολὰς ἀποτόμου, εἴτε τῆς θερμοκρασίας, εἴτε τῆς ὑγρομετρικῆς καταστάσεως, κατὰ ἓνα ποσοστὸν ὅμως ὀφείλονται εἰς τὸ φαινόμενον τῆς καθιζήσεως τῶν διαφόρων κόκκων, εἴτε τοῦ τσιμέντου, εἴτε τῶν συνεισάκτων, κατὰ τὸ διάστημα τῆς πήξεως τῶν κονιαμάτων.

ΚΑΘΙΖΗΣΙΣ: Οἱ διάφοροι κόκκοι ἐντὸς τοῦ μὴ σκληρυνθέντος εἰσέτι κονιάματος καθιζάνουν με διαφορετικὰ ταχύτητας, ὀφειλομένης κατ' ἀρχὴν εἰς τὰς διαφορὰς τοῦ βάρους καὶ τοῦ ὄγκου τῶν. 'Επὶ πλεόν ὅμως ἡ ταχύτης καθιζήσεως πρὸς τὰς παρειάς εἶναι ἀνομοιομορφος καὶ μικροτέρα ἀπὸ τὴν τοῦ κέντρου, εἰς τρόπον ὥστε νὰ δημιουργοῦνται τάσεις ἐκ τοῦ κέντρου πρὸς τὴν περιφέρειαν, με ἀποτέλεσμα τὰς ὀριζοντίους ρωγμάς.

'Η εἰσαγωγή τῶν ἀδρανῶν ἐντὸς τοῦ τσιμεντοπολτοῦ ἔχει ὡς ἀποτέλεσμα τὴν δημιουργίαν κοιλοτήτων μεταξὺ τῶν, διακοπτομένης τῆς κανονικῆς καθιζήσεως ὅπου συγκεντροῦται ὕδωρ, με ἀποτέλεσμα τὴν δημιουργίαν ἐστιῶν ἥσσονος ἀντοχῆς εἰς τὴν ὄλην μάζαν τοῦ κονιάματος.

Οὕτω ἔχομεν τοὺς διαφόρους κόκκους καθιζάνοντας ἐντὸς τοῦ πλεονάζοντος ὕδατος: οἱ βαρύτεροι κόκκοι ὀδεύουν πρὸς τὰ κατώτερα μέρη τῆς κατασκευῆς, τὸ δὲ ὕδωρ φαίνεται ἐπιπολάζον, μετὰ τῶν μικροτάτων κόκκων. Τὸ ὕδωρ, λοιπόν, αὐτὸ τῆς ἐπιπολῆς εἶναι μίᾳ ἐκδήλωσις τοῦ τρόπου τῆς καθιζήσεως τῶν κόκκων ἢ μίᾳ συνέπειᾳ τῆς καθιζήσεως.

Βεβαίως, πλὴν τοῦ ὕδατος τῆς καθιζήσεως, θὰ ἀνέρχεται καὶ μίᾳ ποσότης τούτου, λόγω δυνάμεων τριχοειδῶν. 'Εν πάσῃ περιπτώσει ἡ τοιαύτη σύνδεσις τοῦ ὕδατος ἐπιπολῆς πρὸς τὴν καθίζησιν καὶ τὰ τριχοειδῆ φαινόμενα ἤγαγεν εἰς μετρήσεις τοῦ ὕδατος αὐτοῦ.

Τὸ φαινόμενον ἐκλήθη Bleeding ἢ Resurgence. 'Η λέξις ἐξιδρώσεως ἀναποκρίνεται μᾶλλον πρὸς τὴν ξένην ὀρολογίαν.

Χαρακτηριστικὰ στοιχεῖα τῆς ἐξιδρώσεως

- 1) Ταχύτης
- 2) Ὀλικὸς ὄγκος ἐξιδρουμένου ὕδατος
- 3) Διάρκεια τῆς ἐξιδρώσεως.

α) Ταχύτης ἐξιδρώσεως:

'Ο Powers ἐρευνῶν τὸ φαινόμενον τῆς ἐξιδρώσεως ἐξεκίνησεν ἀπὸ τὴν ὑπόθεσιν, ὅτι, κατὰ τὴν περίοδον τῆς αἰωρήσεως τῶν κόκκων τοῦ τσιμέντου ἐντὸς τοῦ ὕδατος καὶ πρὶν ἀρχίσουν αἱ χημικαὶ ἀντιδράσεις, οἱ κόκκοι διατηροῦν τὴν θέσιν καὶ τὸν χώρον ποῦ τοὺς ἔδωκεν ἡ ἀνάμιξις, καὶ ὅτι κατὰ τὴν περίοδον αὐτὴν μόνον τὸ ἰξῶδες τοῦ ὕδατος ἀντιτίθεται εἰς τὴν καθίζησιν. Κατόπιν τούτου, ἐφαρμόζων τὸν νόμον τοῦ Poiseuille

σχετικῶς μετὰ τὴν κίνησιν ὕδρων ἐντὸς τριχοειδῶν, κατέληξεν εἰς τὸν γενικὸν τύπον

$$Q = \frac{0,2 \times 980 \times (dc - df)}{\eta \sigma^2} \times \frac{(W - W1)^2}{C}$$

ὅπου Q = ἡ ποσότης ἢ διαρρέουσα ἓνα τριχ. εἰς τὴν μονάδα τοῦ χρόνου.

0,2 = συντελεστῆς, κατὰ τὸν Carman, διὰ σώματα σφαιρικὰ ἢ ἀκανονίστων σχημάτων, τῶν ὁποίων δυνάμεθα κατ' εὐθείαν νὰ μετρήσωμεν τὴν εἰδικὴν ἐπιφάνειαν (Εἶδ. ἐπιφάνεια = cm²/gr κόνεως τινος)

980 = ἐπιτάχυνσις τῆς βαρύτητος

dc = πυκνότης τσιμέντου εἰς τὸ ὕδωρ

df = πυκνότης τοῦ ρευστοῦ (ὕδατος)

η = ἰξῶδες τοῦ ὕδατος

σ = εἰδικὴ ἐπιφάνεια κατὰ Wagner

W = ὀλικὸς ὄγκος τοῦ ὕδατος τῆς ἀναμίξεως

W1 = ὀλικὸς ὄγκος τοῦ ἀκίνητοποιηθέντος ὕδατος λόγω σχήματος τῶν κόκκων καὶ τῆς χημικῆς συγγενείας πρὸς τὸ ὕδωρ

C = μοναδιαῖος ὄγκος τσιμέντου ἀνά μονάδα ὄγκου τοῦ τσιμεντοπολτοῦ.

Διδομένου ἐνός τσιμέντου, τὸ ὕδωρ τῆς ἀναμίξεως εἶναι γνωστὸν, ὅπως ἐπίσης καὶ ἡ θερμοκρασία τοῦ χῶρου. Κατὰ συνέπειαν, ὁ λόγος:

$$\frac{0,2 \times 980 \times (dc - df)}{\eta \sigma^2} = K \text{ εἶναι σταθερὸς}$$

$$\text{ἄρα } Q = K \frac{(W - W1)^2}{C}$$

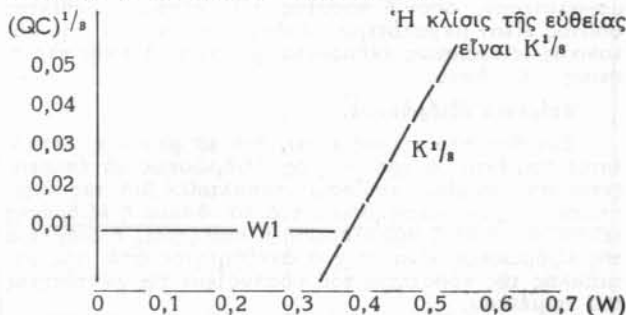
'Η τιμὴ τοῦ K διὰ τὰ διάφορα τσιμέντα ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὸ εἰδικὸν βᾶρος τοῦ τσιμέντου καὶ κυρίως ἀπὸ τὴν εἰδικὴν ἐπιφάνειαν αὐτοῦ.

'Οθεν, αἱ χαρακτηριστικὰ ἐκάστου τσιμέντου ἀπὸ τὴν ἀποψιν ταχύτητος ἐξιδρώσεως εἶναι ἡ K καὶ ἡ W1. Δυνάμεθα εὐκόλως νὰ προσδιορίσωμεν τὰς τιμὰς τῶν K καὶ W1 μετροῦντες τὰς πραγματικὰς ταχύτητας ἐξιδρώσεως διὰ διαφόρους περιεκτικότητας ὕδατος Οὕτω:

$$QC = K (W - W1)^2$$

$$\text{καὶ } (W - W1) = \left(\frac{QC}{K} \right)^{1/2}$$

'Η καμπύλη τῆς (QC)^{1/2} εἶναι εὐθεῖα τέμνουσα τὴν τετμημένην W εἰς σημεῖον ὅπου W = W1



Διακρίνομεν κατὰ τὴν διάρκειαν τῆς ἐξιδρώσεως δύο στάδια:

- 1) Τὸ τῆς σταθερᾶς ταχύτητος.
 - 2) Τὸ τῆς φθίνουσας ταχύτητος μέχρι πέρατος.
- 'Εκφράζομεν δὲ τὴν ταχύτητα ἐξιδρώσεως εἰς ἓκα-

τομυριοστά του cm^3 ύδατος, ανά cm^3 της επιφανείας του τοιμενοπολτού και ανά δευτερόλεπτον.

β) Όγκος εξιδρώσεως ύδατος

Ός ολικός όγκος εξιδρουμένου ύδατος καθορίζεται ή ποσότης του ύδατος ή συλλεγομένη κατά την πρώτην περίοδον της υπό σταθεράν ταχύτητα εξιδρώσεως, πλέον της ποσότητος της εξιδρουμένης μέχρι τέλους του φαινομένου.

Έκφράζομεν τόν όγκον της εξιδρώσεως εις όγκον ύδατος ανά μονάδα όγκου του τοιμενοπολτού.

Καλοῦμεν βασικήν ποσότητα ύδατος δι' ένα τοιμενοπολτόν την ποσότητα εκείνην του ύδατος που θά επιτρέψη εις τούς κόκκους του τοιμέντου νά καταλάβουν τόν μικρότερον δυνατόν όγκον. Οί κόκκοι δηλαδή τότε θά εϋρίσκωνται έν έπαφή μεταξύ των.

Εάν ένας κύβος ύδατος - τοιμέντου άκμης ίσης με 1 έλαχίστου όγκου, δηλ. περιέχων την βασικήν ποσότητα ύδατος, άναμιχθῆ με μίαν συμπληρωματικήν ποσότητα ύδατος ΔW, ώστε νά διαχωρισθούν οί κόκκοι του τοιμέντου, τότε ό όγκος γίνεται :

$1 + \Delta W$ και ή πλευρά του κύβου, δηλ. τό ύψος του, γίνεται $1 + \Delta H = (1 + \Delta W)^{1/3}$.

Ηδη όμως άρχίζει ή καθίζησις των κόκκων μέχρι του άρχικου ύψους 1, όποτε θά έξη αφαιρεθῆ όλον τό προστεθέν ύδωρ.

Επειδή όμως μία έλάττωσις του όγκου δέν ήμπορει νά γίνη παρά μόνον δι' έλαττώσεως και των τριών διαστάσεων του κύβου, συνάγεται ότι : Εάν ή μειώσις είναι άποτελεσμα μειώσεως μόνον μις διαστάσεως, δηλ. του ύψους, ή μεγίστη δυνατή μεταβολή έσεται :

$$\Delta H = (1 + \Delta W)^{1/3} - 1$$

$$\eta \Delta H = 1 + \frac{1}{3} \Delta W - \frac{1}{9} \Delta^2 \frac{2}{W} + \frac{5}{81} \Delta^3 \frac{3}{W} \dots - 1$$

$$\eta \Delta H = \frac{1}{3} \Delta W - \frac{1}{9} \Delta^2 \frac{2}{W} + \frac{5}{81} \Delta^3 \frac{3}{W} \dots$$

Διά μικράς μεταβολάς ΔW δυνάμεθα νά δεχθώμεν,

$$\text{δι} \Delta H = \frac{\Delta W}{3}$$

Η ποσότης ΔH άναφέρεται εις μεταβολήν ανά μονάδα μήκους του άρχικου ύψους, δηλ. του ύψους του άρχικου όγκου. Θά είναι δηλ.

$$\Delta H' = \frac{(1 + \Delta W)^{1/3} - 1}{(1 + \Delta W)^{1/3}} = \frac{\Delta W}{\Delta W + 3}$$

δηλ. ό όγκος του εξιδρουμένου ύδατος είναι περίπου τό 1/3 του προστεθέντος ύδατος. Αυτό έξηγει διατί οί πολλοί - κονιάματα κτλ. έχουν πάντοτε τελικών όγκον μεγαλύτερον, όσον ή ποσότης του χρησιμοποιηθέντος ύδατος είναι μεγαλύτερα, δεδομένου ότι διά της κανονικής εξιδρώσεως εκδιώκεται μόνον τό 1/3 της περισείας του ύδατος.

Διάρκεια εξιδρώσεως.

Συνήθης περίπτωσις είναι, διά τά μεγάλης λεπτότητος τοιμένα, ό χρόνος της εξιδρώσεως νά έπηρεάζεται από τό ύδωρ του τοιμενοπολτού. Διά τās περιπτώσεις ύψων καθίζησεως, διά τά όποια ή εξιδρωσις τελειούται πριν ή συμπληρωθῆ ή καθίζησις, ή διάρκεια της εξιδρώσεως είναι συχνά ανεξάρτητος από τās μεταβολάς της ποσότητος του ύδατος και της λεπτότητος του τοιμέντου.

Δι' έν δεδομένον ύψος L του τοιμενοπολτού, ό χρόνος εις λεπτά, όπου τελειούται ή εξιδρωσις, εάν αύτη συνεχίζετο με την σταθεράν άρχικήν ταχύτητα, έσεται

$$\frac{L \Delta H'}{60 Q}$$

όπου Q = ή ποσότης ή διαρρέουσα ένα τριχοειδές εις την μονάδα του χρόνου. Ο πραγματικός χρόνος της εξιδρώσεως θά είναι

$$R = \frac{L \Delta H'}{60 Q}$$

όπου R είναι ή σχέση της πραγματικής διάρκειας πρός την έλαχίστην ύπολογισθείσαν υπό σταθεράν ταχύτητα.

Τό φαινόμενον της εξιδρώσεως, ως έτέθη, και τά άποτελέσματα των μετρήσεων των στοιχείων αύτης δέν αποτελούν κριτήριο της ποιότητος του τοιμέντου αύτης καθ' έαυτήν. Αποτελούν όμως την έκφραση ιδιοτήτων σχέσιον έχουσών με την λειτουργίαν των τριχοειδών ή την καθίζησιν των κόκκων, δηλ. ιδιοτήτων πέραν των χημικών μεταβολών που λαμβάνουν χώραν κατά την στερεοποίησιν ένός κονιάματος και που κατά τās νεωτέρας θεωρίας παίζουσ τόν σημαντικώτερον ρόλον εις την στερεοποίησιν και σκλήρυνσιν των κονιαμάτων.

Τά άποτελέσματα των μετρήσεων δέν έχουν άξίαν ως μεγέθη άπολύτως. Θά πρέπη νά διδη κανείς μεγαλύτεραν προσοχήν εις την κανονικότητα της εξιδρώσεως, δηλ. την σταθεράν ταχύτητα εξιδρώσεως κατά τό πρώτον ήμίωρον, ή εις αύτην ταύτην την ταχύτητα. Θά πρέπη δέ νά ίδωμεν την διάρκειαν του φαινομένου έν σχέσει με τόν χρόνον πήξεως. Δέν πρέπει δέ νά μάς διαφεύγη, ότι ό ολικός όγκος της εξιδρώσεως είναι συνάρτησις του προστεθέντος εις τόν τοιμενοπολτόν ύδατος, αλλά συγχρόνως εξαρτάται και από τόν χρόνον πήξεως αύτου. Η καλή ποιότης ένός κονιάματος και ή εξασφάλισις των καλλιτέρων άντοχών αύτου θά είναι συνέπεια μις καθίζησεως όμαλής άνευ διακοπών (σταθερά ταχύτης εξιδρώσεως) και εις χρόνον τούτου, όπου όλόκληρον τό ποσόν του πλεονάζοντος ύδατος έχει άποβληθῆ κανονικώς, άποκλειόμενον του σχηματισμού θυλάκων μεταξύ των άδρανών.

Παράγοντες επιδρώντες επί του φαινομένου της εξιδρώσεως :

Κατά πρώτον, σημαντικώτατον ρόλον επί της εξιδρώσεως έχει ή λεπτότης της άλέσεως.

Διά μίαν ώρισμένην τιμήν της σχέσεως $\frac{\text{ύδατος}}{\text{τοιμέντου}}$

$\left(\frac{W}{C}\right)$ ή εξιδρωσις θά είναι μηδενική. Εάν φαντασθώμεν τās μεταβολάς που ήμπορει νά ύφίσταται ή σχέση $\frac{W}{C}$ συναρτήσει της λεπτότητος, εικάζομεν την εύρυστάτην επίδρασιν αύτης επί της εξιδρώσεως. Επίσης ή χημική σύνθεσις έπηρεάζει την εξιδρωσιν. Μεταβολά της περιεκτικότητος του τοιμέντου εις C_2S , C_3A , κατ' εύθειαν μεταβάλλουσαι τόν χρόνον πήξεως, έπηρεάζουσ δι' αύτου τό φαινόμενον της εξιδρώσεως.

Η επίδρασις των άλκαλιών του τοιμέντου επίσης πρέπει ν' άναφερθῆ. Είναι γνωστή ή επίδρασις αυτών επί της διαλυτότητος της άσβέστου και της γύψου, όπως και ή επίδρασις αυτών επί των άργιλικών ενώσεων του τοιμέντου, δηλ. επί των ενώσεων άκριβώς έκείνων, άτινες τό πρώτον ένυδατούνται και στερεοποιούνται.

Θά ήδύνατο ακόμη νά παρατηρηθῆ, ότι σημαντικόν ρόλον θά πρέπη νά παίξη τό ειδικόν βάρος και ή μορφή των κόκκων. Επίσης ή κρυσταλλογραφική σύστασις του Clinker καθώς και ή άλεισις αύτου.

Εάν π.χ. εις ένα Clinker τό C_3A είναι άρκετά ή ύξημένον, τό δι' αύτου τοιμέντον πηγνυται ταχύτερον και συνεπώς χρειάζεται περισσότερο ύδωρ διά τόν κανονικόν τοιμενοπολτόν.

Η Ικανότης αύτου πρός συγκράτησιν ύδατος είναι μεγαλύτερα και συνεπώς ή εξιδρωσις μικροτέρα. Αντιθέτως, εάν τό C_3A εις έν Clinker εύρίσκεται κάτω ένός κρισίμου όριου, ή εξιδρωσις είναι μεγαλύτερα, τό δέ αντίστοιχον τοιμέντον δίδει κονιάματα συμπαγέστερα και πάντοτε μεγαλύτερων άντοχών.

ΜΕΡΟΣ ΔΕΥΤΕΡΟΝ

Μετρήσεις.

α) Συσκευαί μετρήσεως.

Κατ' άρχήν αι μετρήσεις υπό τών Powers και Stei-pour έγέγοντο τη βοηθεία ένός μικρού πλωτήρος έκ βακελίτου, διαμέτρου 18,75 m/m και πάχους 3,10 m/m, επί του οποίου εις τό κέντρον και κατακορύφως ύπάρ-χει μικρά άκίς. Ο βακελίτης, λόγω ειδικού βάρους, έπι-πλέει του τοιμεντοπολτου και παρακολουθεί την έλευ-θέραν έπιφάνειαν αυτού, τοποθετείται δέ εις σημείον μη έπηρεαζόμενον υπό τής παρειάς, ώστε σκοπεύοντες την κορυφήν τής άκίδος να μετρώμεν την μετακίνησιν του δίσκου.

Οι Valore, Bowling και Blaine, του National Bureau of Standards τών U.S.A., εισήγαγον μίαν μέτρησιν άπ' εούθείας του έξιδρουμένου ύδατος.

Η συσκευή άποτελείται άπό έν δοχείον, όπου το-ποθετείται ό τοιμεντοπολτός, και μίαν προχοίδα 25 cm³, τής οποίας τό έτερον άκρον είναι διαμορφωμένον εις χοάνην με έσφυρισμένα τά χείλη. Η χοάνη αύτη προσαρμόζεται επί ένός δακτύλιου δυναμένου να μη βυθίζεται (Dow Metal) έντός του τοιμεντοπολτου, λό-γω του ειδικού βάρους αυτού του μετάλλου. Τό δο-χείον πληροϋται διά τοιμεντοπολτου, τοποθετείται ό συλλέκτης δακτύλιος και ή έπιφάνεια του τοιμεντοπολ-του καλύπτεται διά τετραχλωριούχου άνθρακος.

Διά καταλλήλου διατάξεως πληροϋται μέχρι τινός ή προχοίς διά τετραχλωριούχου άνθρακος.

Τό ύδωρ τής έξιδρώσεως άνέρχεται εις την προχοί-δα έκτοπίζον τον CCL₄, όπου μετρείται εις cm³ και εις ώρισμένους χρόνους παρατηρήσεως. Κατά την έκ-τέλεισιν τής μετρήσεως θα πρέπει να δοθής προσοχή εις τυχόν ψευδείς καταστάσεις, άπό τής άπόψεως του άληθοϋς χρόνου πήξεως, λόγω θιξοτροπικών φαινο-μένων.

Κατωτέρω παραθέτομεν μετρήσεις επί διαφόρων τύπων τοιμένων, ως και συγκριτικές τινας μετρήσεις λόγω προσθήκης τινός ή μεταβολής στοιχείων τινών του τοιμένου.

Ηκολουθήθη ή μέθοδος τών A.S.T.M. C243—55T.

α) Τοιμένα Portland.

Έχρησιμοποιήθησαν δείγματα τοιμένων Portland ληφθέντων έκ του έμπορίου.

Στοιχεία έξιδρώσεως	Δείγματα τοιμένων.				
	A	B	Γ	Δ	E
Ταχύτης	159	84	103	125	134
Όγκος	61	25	43	30	35
Διάρκεια	70'	60'	80'	60'	70'

β) Έπίδρασις λεπτότητος.

Έλήφθη μία ποσότης Clinker και έγέγοντο διαδο-χικαί άλέσεις υπό τās αυτās συνθήκας εις μύλον δο-κιμαστικών και με τό αυτό ποσόν γύψου έκάστοτε. Ούτω έλήφθησαν διαδοχικώς δείγματα τοιμένου Port-land με τās άκολουθους λεπτότητας :

- A = 2575 M²/G Blaine
- B = 3000 » »
- Γ = 3245 » »
- Δ = 4500 » »

Ο έπόμενος πίναξ δίδει εικόνα τής έπίδρασεως τής λεπτότητος επί τών στοιχείων τής έξιδρώσεως.

Στοιχεία έξιδρώσεως	Δείγματα τοιμένων.			
	A 2575	B 3000	Γ 3245	Δ 4500
Ταχύτης	155	108	89	45
Όγκος	63	42	26	8
Διάρκεια	80'	70'	60'	40'

γ) Έπίδρασις τής κρυσταλλογραφικής δομής του Clinker.

Η δομή του Clinker παίζει σημαντικώτατον ρόλον. Μεταβολαί τής κρυσταλλογραφικής συστάσεως έν σχέ-σει με την ύαλώδη μάζαν (κατά τον Lerch, ή ύαλώδης μάζα δύναται να μεταβάλλεται άπό 0—22 %) έπηρεά-ζουν βαθύτατα τās διαφόρους ιδιότητας του Clinker.

Ούτω δι' άλέσεως Clinker τής αύτης αναλυτικής συστάσεως, άλλα διαφόρου κρυσταλλογραφικής, υπό την αύτην λεπτότητα προκύπτουν τοιμένα έχοντα ση-μαντικās διαφοράς όσον άφορᾷ τά στοιχεία τής έξι-δρώσεως.

Στοιχεία έξιδρώσεως	Clinker I		Clinker II	
	Ποσοτόν ύα-λώδους μάζης κανονικόν	Ποσοτόν ύα-λώδους μάζης ηξέτημένον	Ποσοτόν ύα-λώδους μάζης κανονικόν	Ποσοτόν ύα-λώδους μάζης ηξέτημένον
Ταχύτης	169	182	120	140
Όγκος	46	65	38	62
Διάρκεια	70'	90'	60'	80'

δ) Έπίδρασις θηραϊκής γής.

Πρός τον σκοπόν αυτόν παρεσκευάσθησαν τοιμέ-να με διαφόρους περιεκτικότητας εις θηραϊκήν γήν (10 %—20 %—30 %). Ως μητρικόν τοιμένον έχρησι-μοποιήθη τό αυτό πάντοτε Πόρτλανδ, έλήφθη δέ φρον-τίς κατά την ανάμειξιν με θηραϊκήν να μη μεταβληθῇ ή λεπτότης αυτού ή τής προστιθεμένης θηραϊκής, ώστε τά άποτελέσματα να έπηρεάζωνται μόνον άπό τό πο-σοτόν τής προστεθείσης θηραϊκής.

Τά άποτελέσματα τών μετρήσεων έχουν ως άκο-λούθως :

Είδος τοιμένου	Διάρ-κεια	Ταχύτης	Όλικός όγκος
A			
Πόρτλανδ 3090	60'	126,5	35,1
Θηραϊκή 10 %	60'	111	30,5
» 20 %	60'	83,7	22
» 30 %	60'	62,4	17,4
B			
Πόρτλανδ 3275	70'	98,3	27,1
Θηραϊκή 10 %	80'	85,2	25,6
» 20 %	80'	71,2	21,5
» 30 %	80'	57	17,9

Τ' ανωτέρω αποτελέσματα δεικνύουν, ότι η θηραϊκή γη συγκρατεί βεβαίως έν ποσοστόν ύδατος, τό όποϊόν δέν άποδίδει κατά την διάρκειαν της πρώτης φάσεως της πήξεως, πλην όμως δέν έπηρεάζει καθόλου τόν ρυθμόν και την διάρκειαν του φαινομένου, ώστε από της άπόψεως καθιζήσεως των κόκκων και λειτουργίας των τριχοειδών ή θηραϊκή γη ούδεμίαν δημιουργεί άνωμαλίαν, έστω και άν τό ποσοστόν αύτης άνέλθη εις 30%. Είναι δε πιθανόν τό ύδωρ τουτο νά χρησιμεύση διά την ένύδρωσιν ύδραυλικών ένώσεων μη ένυδατωθεισών κατά την πρώτην φάσιν της στερεοποίησης.

Συμπέρασμα.

Αν και τό φαινόμενον της έξιδρώσεως είναι όλίγον γνωστόν, φαίνεται ότι ή μελέτη των στοιχείων αυτού δίδει πολυτίμους ένδείξεις, τόσον εις τόν πολιτικόν μηχανικόν, όσον και εις τόν τεχνικόν της βιομηχανίας τό τοιμέντου.

Η εύρυτάτη σήμεραν χρήσις των πουζολανών, των μεταλλουργικών σκωριών, ή άλλων παρεμφερών ύλικών, καθώς και ή χρησιμοποίησις διαφόρων προσθεμάτων, όπως τά Air Entraining Agents ή τά Plastifiants,

καθιέρωσε την μελέτην των στοιχείων της έξιδρώσεως ως πολυτίμων συμβούλων της επίδράσεως αυτού ή εκείνου του προσθέματος επί των ιδιοτήτων των κονιαμάτων τοιμέντου.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- 1) R. H. Bogue : The Chemistry of Portland Cement, 1956.
- 2) Bowling - Biaine : The direct and continuous measurement of bleeding in Portland cement - Water mixtures [(Proceedings A.S.T.M., vol. 49 (1949)].
- 3) L. Blondiau : Le ressuage des mortiers et des bétons [Revue de matériaux. Numéro du cinquanteaire 1905-1955].
- 4) W. Lerch : Influence of Gypsum on Portland cement pastes.
- 5) Significance of tests and properties of concrete and concrete aggregates (ASTM Special Technical Publications, No 169).
- 6) Ν. Νικολαΐδης : Η θηραϊκή γη ως δραστικόν πρόσθεμα εις τά τοιμέντα Πόρτλαντ έλληνικού τύπου. Ανακοίνωσις εις τό XXX Διεθνές Συνέδριον Βιομηχ. Χημείας, Σεπτέμβριος 1957.

Η ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΙΣ ΕΦΑΡΜΟΖΟΜΕΝΗ ΕΙΣ ΤΑΣ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΑΣ ΕΠΙ ΠΡΟΤΥΠΩΝ ΕΝ ΣΜΙΚΡΥΝΣΕΙ ΥΔΡΑΥΛΙΚΑΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

Υπό του Δρος ΠΡΑΞΙΤΕΛΟΥΣ ΑΡΓΥΡΟΠΟΥΛΟΥ, Πολ. Μηχ., M. ASCE, M. I.A.H.R

Α'. Η Μαθηματική Άνάλυσις και ή συμβολή ταύτης προς επίλυσιν των ύδραυλικών προβλημάτων.

Η έπιστήμη της Ύδραυλικής, παρά την μέχρι τουδε άλματώδη πρόοδον και άνάπτυξιν των έφηρμοσμένων γενικώς έπιστημών και τας καταβληθείσας έκτεταμένας προσπάθειας των ειδικών προς άλλαγήν ταύτης από τόν «πειραματισμόν» και έν μέρει τόν «έμπειρισμόν», δέν έχει μέχρι τουδε άποβάλει τόν πειραματικόν αύτης χαρακτήρα. Πολύριθμοι κατά τό παρελθόν προσπάθειαι έκ μέρους διασήμων έπιστημονικών φυσιογνωμιών, ως π. χ. του Euler, Navier, Bernoulli, Saint-Venant και πολλών άλλων, με επί κεφαλής τόν Boussinesq, τόν έξαίρετον πρωταγωνιστήν της προσπάθειας προς αντικατάστασιν εις την Ύδραυλικήν του πειράματος διά της Θεωρίας και της Μαθηματικής Άναλύσεως, δέν έπέφερον τό άναμενόμενον αποτέλεσμα. Ένώ δέ, χάρις εις τας άκάμπτους προσπάθειας διασήμων μαθηματικών, φυσικών, ύδραυλικών κ.ά. του παρελθόντος, έπαρκής αριθμός ύδραυλικών προβλημάτων έδικαιολογήθη έπαρκώς διά της μαθηματικής όδοϋ, πλείστα άλλα τοιαύτα, σημαντικώς ένδιαφέροντα κατ' έξοχήν τας πρακτικές έφαρμογάς, εξακολουθοϋσι και σήμεραν νά αποτελώσι, παρά τας καταβληθείσας προσπάθειας έκ μέρους διαφόρων έξαιρέτων ύδραυλικών του τρέχοντος αΐωνος, ως του Reynolds, Nikuradse, Von Karman, Prandtl, Kozeny, Safranez, Bakmetef, Rouse, Escande και πλείστων άλλων, θέματα μη ίκανοποιητικώς έπιλυθέντα, είτε και άλλα τοιαύτα.

Ητοι ή μαθηματική επίλυσις πλείστων, συνθέτου περιεχομένου, ύδραυλικών προβλημάτων δέν κατέστη εισέτι δυνατή, λόγω των άδυναμιών, ως προβάλλει αύτη, προς κατάστρωσιν και διατύπωσιν κατά τρόπον αϋτούσιον, άνευ παραδοχών είτε παραλείψεως μέρους των έπηραζόντων τό ύπ' όψιν φαινόμενον παραγόντων ή και εισαγωγής πειραματικών συντελεστών άμφιβόλου ένιότε περιεχομένου. Ούτω, συχνότατα προβάλλεται ή περιπτώσις, καθ' ήν, ένώ είναι γνωστοί οι έπηραζόντες την άνάπτυξιν, την λειτουργίαν και την έξέλιξιν ύδραυλικού

τινος φαινομένου παράγοντες, δέν καθίσταται δυνατή ή διά καταλλήλου συσχετίσεως αϋτών μετά των βασικών δεδομένων του προβλήματος διατύπωσις του μαθηματικού νόμου, όστις διέπει τοϋτο. Τούναντιον, εις άλλας περιπτώσεις, ένώ παρέχεται μαθηματική επίλυσις κατόπιν διαφόρων παραλείψεων, άπλουστεύσεων και παραδοχών, πράγμα τό όποϊον περιορίζει την άξίαν της έπιτευχθείσης λύσεως, την δέ έφαρμογήν των έξαχθεισών έν προκειμένω μαθηματικών σχέσεων καθιστά διστακτικήν, έλλείπει ολοκληρωτική και πλήρης επίλυσις αϋτού. Ητοι αι έξαγόμεναι μαθηματικά σχέσεις είναι κατά τό πλείστον προσεγγιστικά, άπέχουσαι, κατά τό μάλλον ή ήττον, της έπιθυμητής άκρίβειας. Ούτω δυνάμεθα νά ειπωμεν, ότι εις αρκετάς περιπτώσεις ή «Θεωρία» και ό «Υπολογισμός» δέν ήδυνήθησαν μέχρι σήμεραν νά καλύψωσι κατά τρόπον άπολύτως ίκανοποιητικόν τας απαιτήσεις της Ύδραυλικής. Έν προκειμένω ό γνωστός διά τας έρεύνας και μελέτας του καθηγητής Schlag, εις τό βιβλίον του «L'écoulement en conduites des liquides», λέγει :

«L' un des principaux obstacles qui de tout temps ont entravé le développement de l' hydraulique, est l' impuissance de l' analyse mathématique à résoudre à elle seule, la presque totalité des problèmes qui lui étaient posés. Elle est presque toujours incapable d' aborder la question dans toute sa complexité et, souvent, elle ne devient possible qu' à condition de s' édifier sur des hypothèses simplificatrices ... La recherche expérimentale est donc un élément essentiel du développement de l' hydraulique ... »

Κατόπιν τούτου, ό μηχανικός προς επίλυσιν των ύδραυλικών του προβλημάτων ύπεχρεώθη νά στραφή πάλιν προς τό πείραμα, όπερ τόσα μέχρι τότε προσέφερον εις την Ύδραυλικήν και από τό όποϊον δέν φαίνεται ότι θά δυνηθή αύτη νά απαλλαγή έξ ολοκληρώου, ολάνδήποτε άνάπτειν και άν λάβη ή μαθηματική διαχείρισις των προβλημάτων της. Ούτω, οι ειδικοί έστράφησαν προς την έρευναν διά της μεθοδικής έν τώ Έργαστηρίω άναπαραγωγής επί