

Παράμετροι για τη Σύνθεση Παραδοσιακών Επισκευαστικών Κονιαμάτων

ΜΑΡΙΑ ΣΤΕΦΑΝΙΔΟΥ

Λέκτορας, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών ΑΠΘ
Εργαστήριο Δομικών Υλικών

Περίληψη

Ο σχεδιασμός και η σύνθεση επισκευαστικών κονιαμάτων, που χρησιμοποιούνται σε εργασίες επέμβασης σε μνημεία και ιστορικά κτίρια, είναι μια περίπλοκη διαδικασία, που απαιτεί ειδικευση. Τα τελευταία είκοσι περίπου χρόνια ερευνητικά κέντρα έχουν εφαρμόσει τις μεθοδολογίες που ανέπτυξαν και έχει αποκτηθεί εμπειρία πάνω στο θέμα του σχεδιασμού και της εφαρμογής παραδοσιακών επισκευαστικών κονιαμάτων. Μέσω αυτής της διαδικασίας, σε μερικές περιπτώσεις έχουν προκληθεί λάθη με αποτέλεσμα τη διάβρωση αυθεντικών δομικών υλικών με επιταχυνόμενους ρυθμούς. Τα κονιάματα επισκευής μνημείων και ιστορικών κτιρίων είναι συνήθως βασισμένα σε παραδοσιακά υλικά, τα οποία χαρακτηρίζονται ως χαμηλών δυνατοτήτων (αντοχής, ανθεκτικότητας), η τεχνολογία παρασκευής τους είναι διαφορετική σε σχέση με τα σύγχρονα δομικά υλικά, ενώ η σύνθεσή τους απαιτεί προσοχή κατά τη διάρκεια όλων των σταδίων παραγωγής και εφαρμογής τους. Το παρόν άρθρο επιχειρεί μ' έναν εποπτικό τρόπο, μέσω διαγραμμάτων, να συνδυάσει βασικές ιδιότητες (τη θλιπτική αντοχή, την υδατοαπορροφητικότητα και την εργασιμότητα) των επισκευαστικών κονιαμάτων που βασίζονται σε παραδοσιακά υλικά όπως η υδράρβεστος και η φυσική ποζολάνη και να συνδράμει στη σύνθεση νέων κονιαμάτων με προ-επιλεγμένες ιδιότητες.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η παραγωγή επισκευαστικών κονιαμάτων είναι μια σύνθετη εργασία κατά την οποία λαμβάνονται υπόψη διάφοροι παράμετροι όπως η φύση του παλαιού, αυθεντικού υλικού, το περιβάλλον μέσα στο οποίο βρίσκεται το μνημείο ή το κτίριο, η μορφή και ο ρυθμός διάβρωσης των υφιστάμενων υλικών, καθώς και αισθητικά κριτήρια [1] [2] [3].

Η δυσκολία τυποποίησης της διαδικασίας παρασκευής παραδοσιακών κονιαμάτων ξεκινά από το γεγονός ότι οι πρώτες ύλες που χρησιμοποιούνται για την παρασκευή αυτών των κονιαμάτων δεν είναι ελεγχμένες. Υλικά διαθέσιμα στην αγορά όπως υδράρβεστος, ποζολάνες και άμμοι χρησιμοποιούνται συνήθως χωρίς πιστοποιητικά καταλληλότητας, καθώς δεν έχουν θεσπιστεί κριτήρια που θα εξασφαλίζουν τη σταθερή ποιότητά τους, όπως για παράδειγμα η ενδεδειγμένη περιεκτικότητα της υδρασβέστου σε

Ca(OH)_2 . Σχετικοί κανονισμοί αναφέρονται στον τρόπο με τον οποίο πρέπει να διεξάγονται οι εργαστηριακοί έλεγχοι (EN 998, EN 1015) αλλά η φιλοσοφία και τα κριτήρια με τα οποία σχεδιάζονται και παρασκευάζονται τα κονιάματα εξακολουθεί να είναι μια εμπειρική διαδικασία. Κατά τη σύνθεση κονιαμάτων σε μνημεία και ιστορικά κτίρια για χιλιάδες χρόνια αποτέλεσε κοινή πρακτική η χρήση τοπικών υλικών που βρίσκονται στο περιβάλλον του μνημείου (πηλός, αδρανή) [4] [5].

Σήμερα, η αξιοποίηση τέτοιων υλικών μπορεί να γίνει, αφού πρώτα διεξαχθούν οι κατάλληλοι εργαστηριακοί έλεγχοι όπως για παράδειγμα έλεγχος περιεκτικότητας οργανικών υλικών, ποσοστού παιπάλης, υδατοδιαλυτών αλάτων, κοκκομετρία, δείκτη ποζολανικότητας στην περίπτωση πηλών ή ποζολανών. Επίσης, η τεχνολογία παρασκευής επισκευαστικών παραδοσιακών κονιαμάτων είναι διαφορετική από αυτή των σύγχρονων υλικών με αποτέλεσμα να μην υπάρχει εξειδικευμένο τεχνικό προσωπικό που να γνωρίζει τις ιδιότητες και τη συμπεριφορά των υλικών αυτών, που χαρακτηρίζονται ως χαμηλής αντοχής και ανθεκτικότητας συγκρινόμενα με τα σύγχρονα δομικά υλικά.

Για τη σύνθεση και παραγωγή παραδοσιακών κονιαμάτων υπάρχουν τρία διακριτά στάδια [6] [7] [8]:

1. Κατανόηση της φύσης του μνημείου και αυτό σημαίνει γνώση της ιστορίας του, εμπειρισταωμένη δειγματοληψία και ανάλυση των παλαιών δομικών υλικών ώστε να προσδιοριστούν οι φυσικές, μηχανικές, χημικές, μικροδομικές και οι ορυκτολογικές ιδιότητές τους.
2. Σχεδιασμός του νέου κονιάματος βάσει των αναλύσεων των παλαιών υλικών και του περιβάλλοντος του μνημείου. Παράγοντες όπως οι θερμοκρασιακές συνθήκες, η υγρασία, η παρουσία υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα, η απόσταση από τη θάλασσα, η ταχύτητα του ανέμου λαμβάνονται υπόψη για τον σχεδιασμό της απαιτούμενης ανθεκτικότητας του νέου κονιάματος.
3. Η παραγωγή και η εφαρμογή του νέου κονιάματος. Καθώς τα κονιάματα αποτελούν τους φορείς μέσω των

οποίων το νερό και οι διαβρωτικοί παράγοντες που μπορεί να περιέχει, εισέρχονται στο εσωτερικό της κατασκευής, αυτό το τρίτο στάδιο αποτελεί σημαντική παράμετρο για την επιτυχή λειτουργία του κονιάματος. Είναι γνωστό ότι ένα καλά σχεδιασμένο κονίαμα, εάν δεν εφαρμοστεί σωστά, θα προκαλέσει προβλήματα στην κατασκευή.

Η ανάλυση μεγάλου αριθμού παλαιών κονιαμάτων στο πλαίσιο ερευνητικών προγραμμάτων από το Εργαστήριο Δομικών Υλικών του ΑΠΘ έδειξε ότι αυτά βασίζονται στην άσβεστο ενώ όπου η θέση στην κατασκευή το απαιτούσε (επαφή με υγρασία ή σκηση μεγάλων φορτίων) στη σύσταση των κονιαμάτων προστίθονταν υλικά με ποζολανικές ιδιότητες με σκοπό τη μείωση της διαπερατότητας και την αύξηση της αντοχής σε σχέση με τα αμιγή ασβεστοκονιάματα [9]. Τα επισκευαστικά κονιάματα για να καλύψουν την ανάγκη της συμβατότητας με τα παλαιά, με τα οποία θα έρθουν σε επαφή και τα οποία καλούνται να προστατέψουν, βασίζονται, επίσης, στις διαθέσιμες στην αγορά πρώτες ύλες όπως υδράσβεστο και φυσικές ποζολάνες. Η σύγχρονη ανάγκη για γρήγορους ρυθμούς κατασκευής συμβάλει συχνά στη ανάγκη πρόσθεσης ειδικού τύπου τσιμέντου (λευκού), το οποίο δεν αλλοιώνει το χρώμα του τελικού προϊόντος, δεν περιέχει υδατοδιαλυτά άλατα ενώ η προσθήκη του σε μικρό ποσοστό φαίνεται ότι δεν αλλοιώνει τις επιθυμητές ιδιότητες των κονιαμάτων [10]. Στο παρόν άρθρο καταγράφονται τα αποτελέσματα από την εργαστηριακή σύνθεση σειράς κονιαμάτων, που βασίζονται σε διαθέσιμες στην αγορά “παραδοσιακές” πρώτες ύλες των οποίων οι ιδιότητες έχουν ελεγχθεί και επιχειρείται η σύνδεση βασικών ιδιοτήτων των κονιαμάτων με σκοπό την απλοποίηση της σύνθεσης των επισκευαστικών κονιαμάτων, που βασίζονται σε αυτά τα υλικά.

2. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

Παρασκευάστηκαν εργαστηριακά τρεις διαφορετικές κατηγορίες κονιαμάτων βάσει των κονιών που χρησιμοποιήθηκαν. Αμιγή ασβεστοκονιάματα (L), μεικτά συστήματα κονιών με συνδυασμό ασβέστου και ποζολάνης (P) καθώς και συνδυασμός ασβέστου, ποζολάνης και λευκού τσιμέντου (C). Οι ιδιότητες των κονιών που χρησιμοποιήθηκαν φαίνονται στους πίνακες 1, 2 και 3.

Ως αδρανή χρησιμοποιήθηκε πρότυπη άμμος (AFNOR) σε αναλογία κονία/αδρανή 1:3 κατά βάρος. Η χρήση πρότυπης άμμου περιορίζει τις παραμέτρους που επηρεάζουν την ποιότητα των κονιαμάτων ενώ η αναλογία κονιάς/ αδρανή που χρησιμοποιήθηκε είναι συνηθισμένη σε παλαιά κονιάματα δόμησης. Η εργασιμότητα ελέγχθηκε με τράπεζα εξάπλωσης βάσει του κανονισμού EN1015-3. Από κάθε είδος κονιάματος παρασκευάστηκαν 6 κονιάματα με τέσσερις διαφορετικές τιμές εργασιμότητας, 11±0.5cm, 12±0.5cm, 15±0.5cm και 16±0.5cm. Οι αναλογίες των κονιαμάτων φαίνονται στον πίνακα 4.

Πίνακας 1. Χαρακτηριστικά κονιών
Table1. Properties of the binders used

	Περιεκτικότητα Ca(OH) ₂	Ειδικό βρος	Δείκτης ποζολανικός
		gr/ml	τιητας
Άσβεστος	75%	1.99	-
Ποζολάνη	-	2.22	4.9MPa
Λευκό τσιμέντο	-	2.91	-

Πίνακας 2. Χημική σύσταση κονιών
Table2. Physical characteristics of binders

Οξειδία (% κ. β.)							
	Na ₂ O	K ₂ O	CaO	MgO	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	SiO ₂
Άσβεστος	0.17	0.08	64.9	2.83	0.03	2.33	0.26
Ποζολάνη	2.29	3.08	1.76	0.40	0.50	15.7	67.5

Διαλυτά άλατα (% κ. β.)			
	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻
Άσβεστος	0.020	0.040	0.100
Ποζολάνη	0.070	0.000	0.030

Πίνακας 3. Κοκκομετρία κονιών (Malvern Scirocco2000)
Table3. Gradation of the binders (Malvern Scirocco2000)

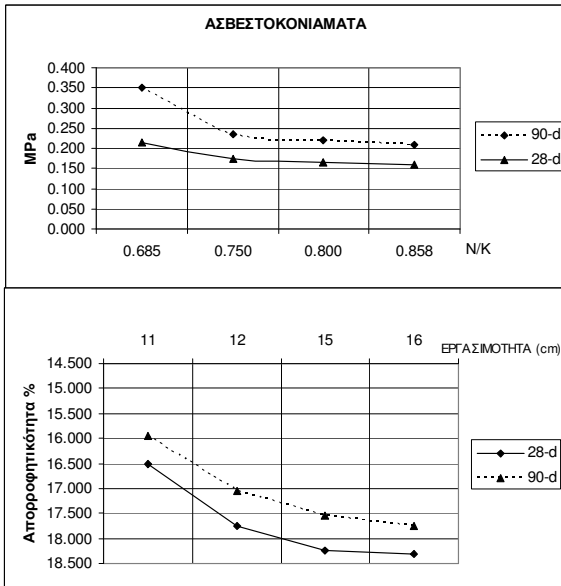
	D(0.1)	D(0.5)	D(0.9)	Ειδική Επιφάνεια κόκκων m ² /g
Άσβεστος	1.43	8.29	77.06	1.53813
Ποζολάνη	5.4	162.3	1054	0.342857
Λευκό τσιμέντο	1.87	15.57	54.65	1.37071

Πίνακας 4. Σύστατικά των κονιαμάτων (μέρη βάρους)
Table 4. Composition of mortars in part per weight

	ασβέστης	ποζολάνη	Λευκό τσιμέντο	Άμμος (04mm)	Εργασμ cm	N/K
La	-	-	-	3	16±0.5	0.858
Lb	-	-	-	3	15±0.5	0.800
Lc	-	-	-	3	12±0.5	0.750
Ld	-	-	-	3	11±0.5	0.685
Pa	1	-	-	6	16±0.5	0.794
Pb	1	-	-	6	15±0.5	0.733
Pc	1	-	-	6	12±0.5	0.666
Pd	1	-	-	6	11±0.5	0.630
Ca	0.8	0.2	-	6	16±0.5	0.719
Cb	0.8	0.2	-	6	15±0.5	0.685
Cc	0.8	0.2	-	6	12±0.5	0.620
Cd	0.8	0.2	-	6	11±0.5	0.589

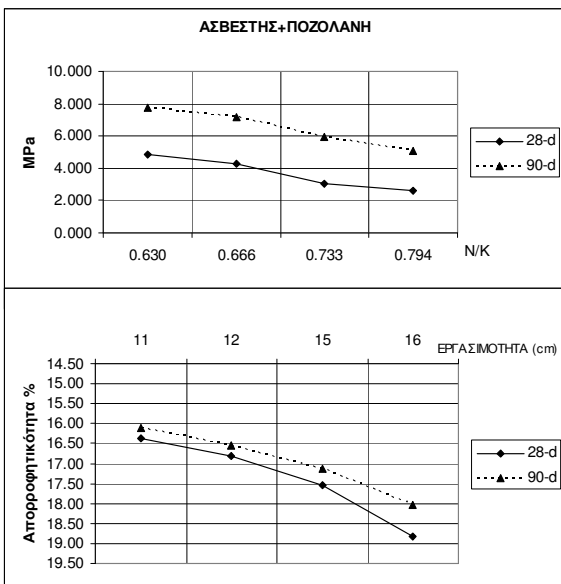
Σε ηλικία 28 και 90 ημερών ελέγχθηκε η θλιπτική αντοχή βάσει του κανονισμού EN 1015-11 και η υδατοαπορροφητικότητα βάσει της μεθόδου RILEM CPC11.3 [11]. Τα δοκίμια στο διάστημα ελέγχου συντηρήθηκαν βάσει του κανονισμού EN459-2.

Από τα αποτελέσματα προέκυψαν τα διαγράμματα, όπως φαίνονται στα σχήματα 1, 2 και 3.



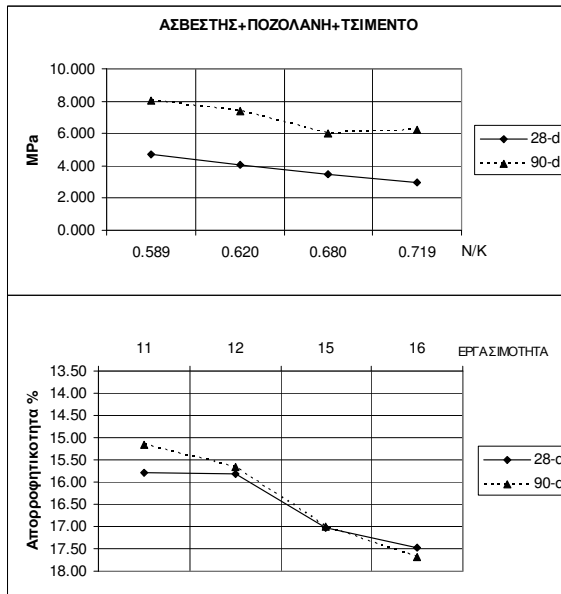
Σχήμα 1. Σχέση θλιπτικής αντοχής, εργασιμότητας και απορροφητικότητας σε ασβεστοκονιάματα σε διαφορετικές ηλικίες ελέγχου

Figure 1. Relation between compressive strength, workability and water absorption in pure lime mortars at different ages



Σχήμα 2. Σχέση θλιπτικής αντοχής, εργασιμότητας και απορροφητικότητας σε ποζολανικά κονιάματα σε διαφορετικές ηλικίες ελέγχου

Figure 2. Relation between compressive strength, workability and water absorption in pozzolanic mortars at different ages



Σχήμα 3. Σχέση θλιπτικής αντοχής, εργασιμότητας και απορροφητικότητας σε κονιάματα με τσιμέντο σε διαφορετικές ηλικίες ελέγχου

Figure 3. Relation between compressive strength, workability and water absorption in mortars containing cement at different ages

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Για να επιτευχθεί η ίδια εργασιμότητα σε διαφορετικά συστήματα κονιών, απαιτείται διαφορετικός λόγος νερού/κονία. Τα ασβεστοκονιάματα απαιτούν τη μεγαλύτερη ποσότητα νερού σε σχέση με τα άλλα δύο είδη κονιών. Όταν προστίθεται ποζολάνη η απαιτούμενη ποσότητα νερού μειώνεται, ενώ επιπλέον μείωση καταγράφεται με την προσθήκη τσιμέντου.

Το εύρος της θλιπτικής αντοχής για τα αμιγή ασβεστοκονιάματα στην ηλικία των 28 ημερών είναι 0.16-0.22MPa, ενώ σε 90 ημέρες το όριο είναι 0.22-0.35MPa. Στα ποζολανικά κονιάματα καταγράφεται εύρος αντοχής 3.0-4.3MPa για 28 ημέρες, σε 90 ημέρες είναι 5-7,8MPa, ενώ στα κονιάματα που περιέχουν τσιμέντο η αντοχή κυμαίνεται 3.0-4.7MPa για 28 ημέρες και 6-8MPa σε ηλικία 90 ημερών. Η απορροφητικότητα είναι 16-18.0% για τα ασβεστοκονιάματα σε 28 ημέρες. Στο ίδιο περίπου επίπεδο είναι η απορροφητικότητα (16-18.8%) για τα ποζολανικά κονιάματα και 14.8-17.7% είναι η απορροφητικότητα των κονιαμάτων στα οποία προστίθεται τσιμέντο. Στις 90 ημέρες η μείωση της τάσης για απορρόφηση νερού είναι 5-6% σε σχέση με την απορροφητικότητα στις 28 ημέρες για τα ασβεστοκονιάματα ενώ το ποσοστό είναι 1-3% μείωση της απορροφητικότητας για τα υδραυλικά συστήματα κονιών στους αντίστοιχους χρόνους ελέγχου.

Από τα διαγράμματα φαίνεται, επίσης, ότι η σχέση που συνδέει τον λόγο νερού /κονία (N/K) με την αντοχή και

την απορροφητικότητα ακολουθεί την ίδια τάση για όλα τα κονιάματα, αφού όσο αυξάνεται το προστιθέμενο νερό, μειώνεται η αντοχή και αυξάνεται η απορροφητικότητα [12]. Η τάση αυτή εξακολουθεί να ισχύει στον έλεγχο των 3 μηνών. Η επίδραση του λόγου Ν/Κ για τα ίδια συστήματα κονιών είναι καθοριστική. Παρατηρείται ότι στα κονιάματα με μικρή αναλογία νερού/ κονία (εργασιμότητα $11\pm 0,5\text{cm}$) η αύξηση της αντοχής φτάνει το ποσοστό 25-35% σε σχέση με τα αντίστοιχα κονιάματα που έχουν μεγάλη αναλογία νερού/ κονία (εργασιμότητα $16\pm 0,5\text{cm}$). Στα μείγματα αυτά η μείωση της υδατοαπορροφητικότητας φτάνει το ποσοστό 10-13%.

4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Ο ρόλος της προσθήκης νερού στο ανάμειγμα των κονιαμάτων επέμβασης για την επίτευξη της απαιτούμενης εργασιμότητας είναι καθοριστικός για τις μακροσκοπικές ιδιότητες του τελικού προϊόντος. Για τον λόγο αυτό οι ιδιότητες του νωπού μείγματος πρέπει με επιμέλεια να ελέγχονται και να καταγράφονται. Η σχέση της εργασιμότητας με τον λόγο νερού/κονίας μπορεί να αλλάξει με τη χρήση πρόσμεικτων στο μείγμα αλλά αυτό δεν αποτελεί αντικείμενο μελέτης της παρούσας εργασίας.

Από το πειραματικό μέρος της εργασίας προκύπτει ότι ο έλεγχος ορισμένων βασικών ιδιοτήτων των κονιαμάτων όπως η αντοχή και η υδατοαπορροφητικότητα του σκληρυμένου μείγματος είναι εφικτός, όταν προκαθορίζονται οι ιδιότητες και οι αναλογίες των πρώτων υλών. Η αλληλεξάρτηση των ιδιοτήτων αυτών καθορίζει την ανθεκτικότητα του νέου κονιάματος επέμβασης. Ο έλεγχος των πρώτων υλών που θα χρησιμοποιηθούν για τη σύνθεση των κονιαμάτων επισκευής φαίνεται να είναι το πρώτο βήμα προς την κατεύθυνση παρασκευής καλής ποιότητας κονιαμάτων. Τα επισκευαστικά κονιάματα που βασίζονται σε παραδοσιακές πρώτες ύλες είναι “μαλακά” υλικά και απαιτούν προσοχή σε όλα τα στάδια της σύνθεσης και εφαρμογής τους. Η απόκτηση αντοχών γίνεται σταδιακά και συνήθως απαιτεί χρόνο. Παρόλο αυτά οι δυνατότητές τους μπορεί να είναι καθορισμένες και η επίτευξη των ιδιοτήτων αυτών να είναι εφικτή μέσα από συντονισμένους και προσεκτικούς

χειρισμούς τόσο στο στάδιο του σχεδιασμού, όσο και στο στάδιο της παραγωγής τους.

5. ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- [1] Papayianni I. “A holistic way of studying mortars and bricks of ancient masonries for manufacturing compatible repair materials” Proceedings 4th International Symposium on the conservation of Monuments in the Mediterranean Rhodes 6-11 May, 1997 Edited by A. Moropoulou , F. Zezza, E. Kollias, I. Papachristodoulou vol. 3 pp. 265-274
- [2] Papayianni, I. “Criteria and methodology for manufacturing compatible repair mortars and bricks”. In Compatible materials for the protection of European cultural heritage, PACT 56. Biscontin, G., Scientific Editor. Technical Chamber of Greece, Athens (1998) pp. 179190.
- [3] Henriques F.M.A. “Replacement Mortars in Conservation: an overview” 10th International Congress on Deterioration and Conservation of Stone, 2004, Stockholm June27-July 2 pp.973-984 Edited by D. Kwiatkowski and R. Lofvendahl
- [4] Malinowski, Roman. “Durable ancient mortars and concretes.” Nordic concrete research, December, no. 1 (1981) pp. 1-22.
- [5] Vitruvius, Pollio. Vitruvius: the ten books on architecture. Dover Publications, New York (1960)
- [6] Κ. Θεοχαρίδου “Κονιάματα και επιχρίσματα στην συντήρηση των μνημείων” Συντήρηση -Αποκατάσταση ιστορικών κτιρίων και συνόλων, 1992
- [7] Stefanidou M. “Study of the microstructure and the mechanical properties of traditional repair mortars” Doctoral thesis Department of Civil Engineering, Thessaloniki, 2000.
- [8] ΤΕΕ “Οδηγός δομικών υλικών-κονιάματα” Ι.Παπαγιάννη, Σ. Τσίμας, Π. Μοίρα, Χ Μαλαμής, Σ. Παπαγιαννάκης, Σ, Ζήση, Ι. Σακελλάρης, Αθήνα, 2001
- [9] Papayianni I., Stefanidou M. “Durability aspects of Ancient Mortars of the archaeological site of Olynthos” Journal of Cultural Heritage Vol.8 Issue 2 April-June 2007 pp 193-196
- [10] Papayianni I., Stefanidou M. “Repair Mortars Suitable for Interventions of Ottoman Monuments” International Conference on Studies in Ancient Structures 14-17 Ἰουλίου, 1997 Istanbul, Turkey, Edited by Gorun Ozsen pp. 255-264
- [11] RILEM RECOMMENDATIONCPC11.3 Absorption of water by immersion under vacuum
- [12] Papayianni I., Stefanidou M. “Strength- porosity relationships in lime- pozzolan mortars” Construction and Building Materials 20 2006 pp. 700-705.

Μαρία Στεφανίδου

Λέκτορας, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Τομέας Επιστήμης και Τεχνολογίας των Κατασκευών, Πανεπιστημιούπολη 54124 Θεσσαλονίκη, e-mail:stefan@civil.auth.gr

Extended summary

Parameters for the Production of Repair Mortars

Maria A. Stefanidou

Lecturer, Aristotle University of Thessaloniki

Department of Civil Engineering, Laboratory of Building Materials

Abstract

The production of repair mortars used for the renovation of monuments and historic buildings is a complicated task that has been developed over the last twenty years through trial and error. In many cases, the errors have cost the loss of irreplaceable elements of our world cultural heritage. Nevertheless, through that procedure experience was gained. As these repair mortars are usually based on traditional materials, they are characterized as low potential materials and require care during all the stages of their production and application.

The present paper aims to correlate three important properties for repair mortars—compressive strength, measured according to the EN1015-11; open porosity, measured according to RILEM CPC11.3; and workability, measured by flow table (EN 1015-3)—and simplify the mortar mixture through diagrams that combine these properties. In this way predefined properties of repair mortars can be derived, based on the properties of the raw materials used for the mortar mixture.

The production of repair mortars is a delicate task, in which many parameters should be taken into account: the nature of the old authentic materials, the environment in which the monument stands, the existing decay state and rate of deterioration, as well as aesthetic criteria [1] [2] [3].

The difficulty of standardizing mortar production stems from the fact that the raw materials used for mortars are not always checked. Materials available in the local market, such as lime, pozzolana and sands, are usually used, and there are no special requirements concerning, for example, the optimum content of $\text{Ca}(\text{OH})_2$ in lime. Relevant regulations refer to the way laboratory tests should be performed (EN 998, EN 1015) but the philosophy of mortar production and the criteria on which a repair mortar should be based are

still a matter of experience. Besides, during repair mortar production it is a common practice to use materials that are found in the environment of the monument or the historic site. This technique was also used by old masons, who used their intuition and practical rules rather than scientific criteria for their work [4] [5]. These techniques may still be valid today but only after relevant tests are performed in the laboratory.

The production of repair mortar involves three distinct stages [6] [7] [8]:

1. Understand the nature of the monument, which means knowing the history, visiting the place, performing an accurate sampling and analyzing the old materials.
2. Design the new mortar based on the results of the analysis of the old materials and the monument's environment. Factors such as the climatic conditions under which the monument stands—temperature, humidity, distance from the sea, wind, underground water—are taken into account for the required mortar durability.
3. Production and application of the new mortar. As mortars are the surfaces through which water and deterioration factors can enter the structure, mortar application is crucial for the structure's longevity. A well designed mortar, if not applied correctly, can cause severe problems for the integrity of the monument.

In the present work an attempt was made to standardize mortar production, producing mortars in the laboratory with tested materials. The results could be of practical assistance in the field.

The experimental study found that repair mortars based on traditional binders are low potential materials that have a fragile nature and require great care. The control of the raw materials used is the first step in the direction of producing good quality mortars. The diagrams produced are an effort to correlate important properties of the repair mortars that were made under controlled conditions.

Submitted: Sep. 18, 2007 Accepted: Aug 25, 2008

Maria A. Stefanidou

Lecturer, Aristotle University of Thessaloniki, Department of Civil Engineering, Laboratory of Building Materials University Campus 54124 Thessaloniki

