

Νέο σύστημα τοιχοπλήρωσης: Οπτοπλινθοδομή διαιρεμένη σε μικρότερους τοιχίσκους μέσω κατακόρυφων αρμών κονιάματος

Χρυσή-Ελπίδα Αδάμη

Μεταδιδακτορική Ερευνήτρια ΕΜΠ, Πολιτικός Μηχανικός, adamis@central.ntua.gr

Βασιλική Παλιεράκη

Μεταδιδακτορική Ερευνήτρια ΕΜΠ, Πολιτικός Μηχανικός, vasopal@central.ntua.gr

Ελισάβετ Βιντζηλαίου

Καθηγήτρια ΕΜΠ, elvintz@central.ntua.gr

Βασιλική Νικολοπούλου

Υπ. Διδάκτορας ΕΜΠ, MSc Πολιτικός Μηχανικός, villynik@central.ntua.gr

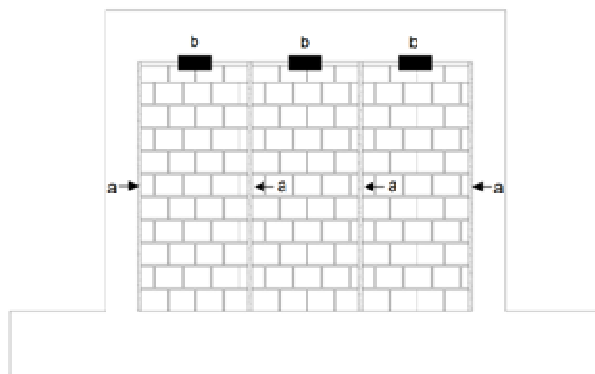
1. Εισαγωγή

Όπως είναι γνωστό, οι τοιχοπληρώσεις οφείλουν να συμμορφώνονται με ένα πλήθος διαφορετικών απαιτήσεων, όπως οι καλές συνθήκες κατοικησιμότητας, η ενεργειακή απόδοση κ.α. Οι τοίχοι πλήρωσεως δεν θεωρούνται φέροντα στοιχεία και, επομένως, τρεχόντως η συμβολή τους κατά τον σχεδιασμό των κατασκευών δεν λαμβάνεται υπόψη, ενώ ο ΕΚ8 περιλαμβάνει μόνον συστάσεις ποιοτικού χαρακτήρα για την βελτίωση της συμπεριφοράς των τοίχων πλήρωσεως. Είναι, επίσης, γνωστό ότι συνεπεία σεισμών (ακόμη και μετρίου μεγέθους) προκαλούνται εκτεταμένες βλάβες στις (αόπλες) τοιχοπληρώσεις, οι οποίες οδηγούν σε σημαντική αύξηση του κόστους επισκευής των κτηρίων. Ως εκ τούτου, η μείωση της τρωτότητας των τοίχων πλήρωσεως, έναντι εντός και εκτός επιπέδου δράσεων, είναι επιβεβλημένη. Στην εργασία παρουσιάζεται η λογική σχεδιασμού ενός καινοτόμου συστήματος τοιχοπλήρωσης για πλαίσια από ωπλισμένο σκυρόδεμα. Κατά την προτεινόμενη λύση (INSYSTEM 1), η οποία αναπτύχθηκε στο πλαίσιο του προγράμματος INSYSME (χρηματοδότηση από την ΕΕ), ο τοίχος πλήρωσεως διαιρείται σε μικρότερου μήκους τοιχίσκους μέσω κατακόρυφων αρμών κονιάματος (Σχ. 1). Οι προκύπτοντες τοιχίσκοι έχουν μεγαλύτερο λόγο ύψους προς μήκος, είναι λιγότερο ευαίσθητοι σε εντός επιπέδου τέμνουσα, ενώ οι πολλαπλοί κατακόρυφοι αρμοί κονιάματος επιτρέπουν την συγκέντρωση βλαβών σε αυτές τις θέσεις, καθυστερώντας την εμφάνιση βλαβών μέσα στο σώμα της τοιχοποιίας. Η αποτελεσματικότητα της λύσης τεκμηριώνεται πειραματικώς μέσω εντός επιπέδου δοκιμών (υπό ανακυκλιζόμενες επιβαλλόμενες μετακινήσεις) και εκτός επιπέδου δοκιμών (υπό επαναλαμβανόμενες επιβαλλόμενες παραμορφώσεις) σε δοκίμια φυσικής κλίμακας. Η απόκριση του νέου συστήματος συγκρίνεται με εκείνη ενός ενιαίου συμπαγούς τοίχου (κατασκευασμένου με τις ίδιες οπτοπλίνθους), καθώς και του τρεχόντως εφαρμοζόμενου συστήματος τοιχοπληρώσεων (δύο παράλληλοι δρομικοί τοίχοι με το κενό ανάμεσά τους να πληρώνεται με θερμομονωτικό υλικό). Αποδεικνύεται ότι το νέο σύστημα τοιχοπλήρωσης μειώνει ουσιαδώς τον κίνδυνο εμφάνισης πρόωρης βλάβης, καθώς εξασφαλίζει σημαντικά βελτιωμένη συμπεριφορά του τοιχοπληρωμένου πλαισίου ωπλισμένου σκυροδέματος έναντι μεγάλου εύρους επιβαλλόμενων παραμορφώσεων.

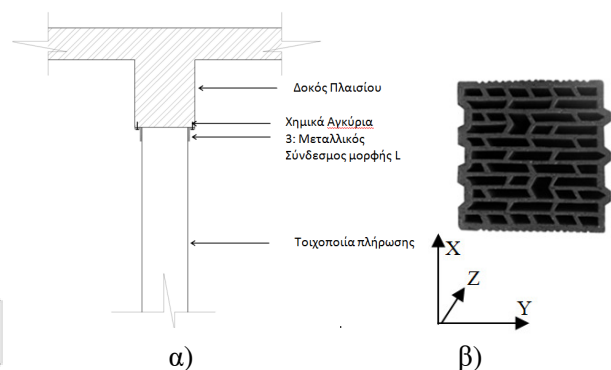
2. Τεχνικές Κατασκευής

2.1 Σύστημα INSYSTEM 1: Το INSYSTEM 1 συνίσταται σε μια μονή τοιχοποιία κατασκευασμένη από ορθότρυπες δομικές μονάδες αργιλικής σύστασης (Σχ. 1), η οποία δεν αγκυρώνεται στο πλαίσιο

ωπλισμένον σκυροδέματος: Στις διεπιφάνειες μεταξύ των υποστυλωμάτων του πλαισίου ωπλισμένου σκυροδέματος και της τοιχοποιίας κατασκευάζεται αρμός κονιάματος από κονίαμα με μειωμένο μέτρο ελαστικότητας. Η τοιχοπλήρωση χωρίζεται σε μικρότερους σε μήκος τοιχίσκους μέσω κατακόρυφων αρμών κονιάματος με μεγάλη παραμορφωσιμότητα (Σχ. 1:α). Η λύση INSYSTEM 1 βασίζεται στην ιδέα ότι οι κατακόρυφοι αρμοί κονιάματος μεταξύ διαδοχικών τοιχίσκων αποτελούν (προκαθορισμένες) θέσεις στις οποίες θα συγκεντρωθούν οι βλάβες του τοίχου πλήρωσης για σημαντικό εύρος της επιβαλλόμενης παραμόρφωσης. Έτσι, με την δημιουργία τοιχίσκων με μικρότερο λόγο μήκους προς ύψος, καθυστερεί η εκδήλωση (της ψαθυρής) διατμητικής αστοχίας των τοιχίσκων. Επί πλέον, καθώς επιτρέπεται η ολίσθηση μεταξύ διαδοχικών τοιχίσκων της τοιχοπλήρωσης, οι τοιχίσκοι δύνανται να παραμορφώνονται στο επίπεδό τους για μεγάλες τιμές της επιβαλλόμενης παραμόρφωσης. Αποτέλεσμα αυτής της συμπεριφοράς είναι η αστοχία των τοιχίσκων να συμβαίνει για μεγαλύτερες τιμές της επιβαλλόμενης γωνιακής παραμόρφωσης, σε σχέση με την περίπτωση της ενιαίας τοιχοπλήρωσης. Η εκτός επιπέδου κατάρρευση της τοιχοπλήρωσης προλαμβάνεται με την χρήση απλών μεταλλικών συνδέσμων, οι οποίοι τοποθετούνται στην στέψη των τοιχίσκων και οι οποίοι επιτρέπουν την εντός επιπέδου ολίσθηση των τοιχίσκων (Σχ. 1: β). Αυτοί οι μεταλλικοί σύνδεσμοι τοποθετούνται μόνον στην περίπτωση πολύ λυγηρών τοιχίσκων, οπότε και εμφανίζεται ο κίνδυνος πρόωρης εκτός επιπέδου αστοχίας τους. Στην παρούσα μελέτη, χρησιμοποιήθηκαν μεταλλικοί σύνδεσμοι διατομής L, που συνδέθηκαν με την δοκό ΩΣ με χημικά αγκύρια (Σχ. 2α). Η κατασκευή του INSYSTEM 1 δεν εξαρτάται από το είδος της οπτοπλίνθου. Στην παρούσα εργασία χρησιμοποιήθηκε οπτόπλινθος που διατίθενται στο εμπόριο με την ονομασία CLIMABLOCK 25. Η θλιπτική αντοχή του λιθοσώματος κατά μήκος των τριών διευθύνσεων της είναι $f_{t2}=8.4\text{MPa}$, $f_{t3}=4.2\text{MPa}$ και $f_{t1}=0.2\text{MPa}$ αντιστοίχως. Το κονίαμα δόμησης των τοίχων πλήρωσης είναι ένα τυπικό κονίαμα γενικής χρήσης κονίαμα το οποίο σύμφωνα με τον EN 1996, κατατάσσεται στην κατηγορία M2-M3.



Σχ. 1 Σκαρίφημα της λύσης INSYSTEM 1

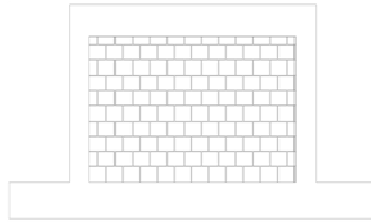


Σχ. 2 α) Τοποθέτηση μεταλλικών συνδέσμων διατομής L με χημικά αγκύρια, β) δομική μονάδα

2.2 Ενιαία τοιχοπλήρωση (ET): Για να αποτιμηθεί η επίδραση των κάθετων αρμών στην απόκριση του τοιχοπληρωμένου πλαισίου, κατασκευάστηκε και δοκιμάστηκε ενιαία τοιχοπλήρωση με τις ίδιες δομικές μονάδες και το ίδιο κονίαμα με εκείνο της λύσης INSYSTEM 1 (Σχ. 3).

2.3 Τρεχόντως Εφαρμοζόμενο Σύστημα (ΤΕΣ): Η τυπική λύση που εφαρμόζεται ευρέως έως σήμερα στην Ελλάδα, είναι η κατασκευή τοιχοπλήρωσης αποτελούμενης από δυο παράλληλους δρομικούς τοίχους. Το τυπικό πάχος του κάθε δρομικού τοίχου είναι ίσο με 90 mm. Εδώ, για την κατασκευή της τοιχοπλήρωσης χρησιμοποιήθηκαν 12όπες οπτόπλινθοι οριζοντίων οπών (Σχ. 4). Στο μέσον του ύψους κάθε τοίχου κατασκευάστηκε οριζόντιο διάζωμα σκυροδέματος. Η τελευταία σειρά τούβλων

στην στέψη των τοίχων διατάχθηκε υπό γωνία 45 μοιρών. Ο χώρος μεταξύ των δύο ασύνδετων τοίχων, ο οποίος φιλοξενεί την θερμομόνωση ή εναλλακτικώς συρόμενα κουφώματα, αφήθηκε κενός.

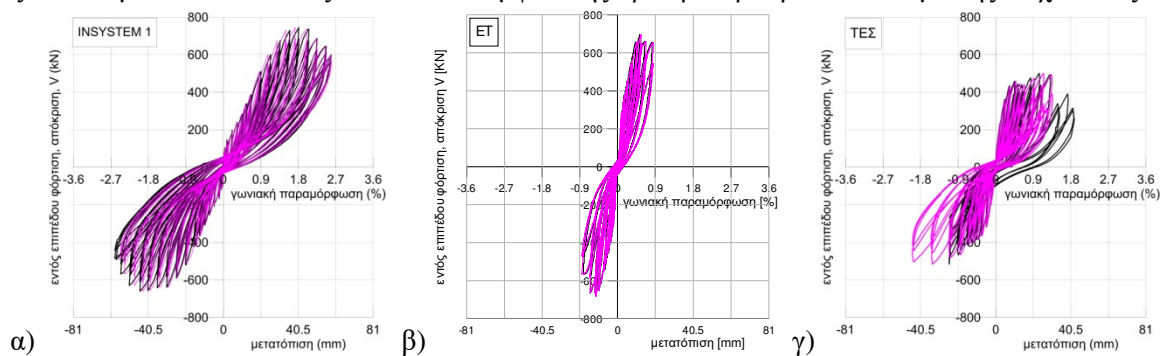


Σχ. 3 Σκαρίφημα της Ενιαίας Τοιχοπλήρωσης (ΕΤ) Σχ. 4 Τρεχόντως εφαρμοζόμενο σύστημα (ΤΕΣ)

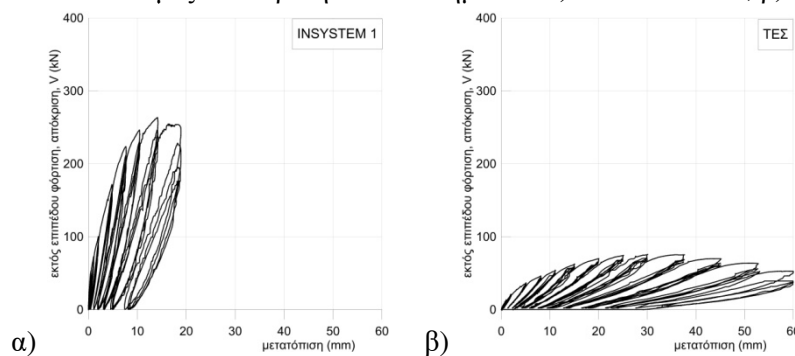
3. Επιλεγμένα πειραματικά αποτελέσματα

Στα Σχ. 5 και 6 παρουσιάζονται οι βρόχοι υστέρησης για τις εντός και εκτός επιπέδου δοκιμές, οι οποίες πραγματοποιήθηκαν σε δοκίμια φυσικής κλίμακας.

Από την σύγκριση της απόκρισης μεταξύ των διαφόρων τοιχοπληρώσεων προκύπτει ότι το νέο σύστημα τοιχοπλήρωσης INSYSTEM 1 εξασφαλίζει σημαντικά βελτιωμένη συμπεριφορά του τοιχοπληρωμένου πλαισίου ωπλισμένου σκυροδέματος κυρίως σε όρους ικανότητας παραμόρφωσης, καθώς και ότι μειώνει ουσιαστικά τον κίνδυνο εμφάνισης πρόωρων βλαβών στο σώμα της τοιχοποιίας.



Σχ. 5 Εντός επιπέδου δοκιμές. Απόκριση των συστημάτων α) INSYSTEM 1, β) ΕΤ και γ) ΤΕΣ.



Σχ. 6 Εκτός επιπέδου δοκιμές. Απόκριση των συστημάτων α) INSYSTEM 1 και β) ΤΕΣ.

Ευχαριστίες

Η παρούσα έρευνα χρηματοδοτείται από το 7ο Πρόγραμμα Πλαίσιο για την Έρευνα και την Τεχνολογική Ανάπτυξη (Αριθμός Συμβολαίου Νο 606229, <http://www.insysme.eu/>). Εκφράζονται ευχαριστίες στην εταιρία Archirodon Group N.V. για την χορηγία και στην εταιρεία ΧΑΛΚΙΣ ΑΕΒΕ για την συνεργασία στον σχεδιασμό της καινοτόμου λύσης INSYSTEM 1, για την οποία έχει κατατεθεί αίτημα κατοχύρωσής του (Δίπλωμα ευρεσιτεχνίας).