

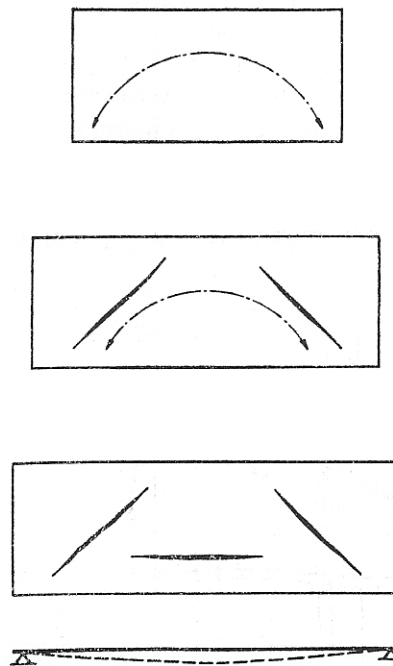
## Οι επί Πλακών Πλινθοδομές ως Παρείσακτος Αγωγός Αστάθμητων Φορτίων σε Πλάκες Πολυωρόφων Οικοδομών

Ιωάννης Τέγος

Ομότιμος Καθηγητής Α.Π.Θ., itegos@civil.auth.gr

### Περίληψη

Το αναγκαίο της παρούσας εργασίας προέκυψε από έναν αριθμό πραγματογνωμοσυιών, οι οποίες είχαν ως αντικείμενο την αντιμετώπιση λειτουργικών βλαβών, οι οποίες εμφανίστηκαν σε πλινθοδομές, που δεν ανήκαν στον λεγόμενο οργανισμό πλήρωσης των φατνωμάτων των πλαισίων του φέροντα οργανισμού πολυωρόφων οικοδομών, αλλά εντάσσονταν στην ειδική εκείνη κατηγορία πλινθοδομών, που δεν εδράζονται επί δοκών, αλλά επί πλακών μεγάλων, συνήθως, στατικών ανοιγμάτων.



Σχ. 1, Με την διαρκή αύξηση, προϊόντος του χρόνου, του βέλους κάμψεως του πατώματος υπό την επίδραση του ερπυσμού της θλιβόμενης ζώνης της πλάκας, η φερόμενη υπό του πατώματος τοιχοποιία, η οποία λόγω της μεγάλης της ακαμψίας δεν δύναται να παρακολουθήσει το βέλος κάμψεως της εύκαμπτης πλάκας, χάνει σημαντικό τμήμα της στήριξής της. Αυτή αρχικώς προσπαθεί να μεταβιβάσει μόνον το βάρος της στα ανένδοτα άκρα του πατώματος, δια της λειτουργίας τόξου (άνω σχήμα). Τούτο επιτυγχάνεται όμως μόνον για κανονικά ανοίγματα πατώματος. Εάν το άνοιγμα του πατώματος είναι μεγάλο σχηματίζονται ρωγμές εκ διαρρήξεως του εις το ενδιάμεσον σχήμα δεικνυμένου είδους. Φέρουσα, πλέον, απομένει μόνον η μεσαία περιοχή της τοιχοποιίας. Συχνά η αντίστοιχη οριζοντία ρωγή δεν αναπτύσσεται εις το κάτω άκρον της τοιχοποιίας, διότι η εφελκυστική αντοχή της διεπιφανείας εδράσεως δεν επαρκεί για την ανάρτηση της πλάκας εις το τόξον της τοιχοποιίας (κάτω σχήμα).

Το αξιοσημείωτο στις εξετασθείσες περιπτώσεις είναι ότι υπήρξε η τήρηση των οικείων κανονιστικών διατάξεων που αφορούν στον καθορισμό του πάχους των φερουσών τις πλινθοδομές πλακών, η παραβίαση των οποίων και αποτελεί τον συνήθη ύποπτο στις εν λόγω περιπτώσεις. Η γενομένη έρευνα των εξετασθεισών περιπτώσεων έδειξε ότι η μηχανική συμπεριφορά αυτών των πλινθοδομών είναι όλως διάφορος από εκείνη των ανηκουσών στον οργανισμό πλήρωσης των φατνωμάτων των πλαισίων και, πιο συγκεκριμένα, ότι η εξεταζόμενη περίπτωση πλινθοδομών υπό ορισμένες προϋποθέσεις αυτές είναι δυνατόν υπό λειτουργικές συνθήκες να αποτελέσουν παρείσακτο αγωγό αστάθμητων φορτίων βαρύτητας για τις φέρουσες πλάκες αφενός και επίσης αστάθμητων φορτίων καταναγκασμού για τις ίδιες πλινθοδομές. Οι κατόπιν τούτου εμφανιζόμενες λειτουργικές βλάβες συνίστανται σε ορατές ρηγματώσεις των πλακών και των πλινθοδομών, γεγονός απaráδεκτο, καθόσον πλην του αισθήματος ασφάλειας των ενοίκων και της αισθητικής πλήττεται κυρίως και το κριτήριο λειτουργικότητας. Η αναγκαία θεραπεία και αποκατάσταση, όταν το φαινόμενο εκδηλωθεί είναι δύσκολη και ιδιαίτερος δαπανηρή και, μολονότι κατά κανόνα δεν σχετίζεται με την ασφάλεια, ως εκ τούτου είναι απολύτως αναγκαία η αποφυγή του. Στο πλαίσιο της εργασίας προτείνεται ασφαλής και αμελητέου κόστους τρόπος αποφυγής των επιπτώσεων του φαινομένου.

### Εισαγωγή

Υπό τον όρον “οργανισμός πλήρωσης” νοείται το σύνολο των πλινθοδομών που περικλείουν τους διάφορους χώρους του δομήματος. Ωστόσο, χάριν ακριβολογίας θα πρέπει να αναφερθεί ότι ο όρος “πλήρωσης” σχετίζεται με το γέμισμα των φατνωμάτων των πλαισίων του φέροντος οργανισμού, αφορά δηλαδή στις πλινθοδομές που χτίζονται επί δοκών, οι στέψεις τους καταλήγουν σε δοκούς και αριστερά και δεξιά είναι σε επαφή με στύλους (κολώνες). Σημειωτέον ότι οι πλινθοδομές (τοιχοί) που εδράζονται στο εσωτερικό των πλακών και όχι άμεσα επί δοκών διαφοροποιούνται δραματικά στο μείζον πρόβλημα της αλληλεπίδρασης των πλινθοδομών με τον φέροντα οργανισμό. Συμβαίνει μάλιστα οι απαιτήσεις δόμησης για τις μεν να είναι αντίθετες για τις δε και ό,τι ενδείκνυται για τις πρώτες να αντενδείκνυται για τις δεύτερες.

Είναι γνωστό ότι στην Ελλάδα, που καθ’ ομολογίαν του Αντισεισμικού Κανονισμού (§ 4.1.7.1 [4] ), δεν υφίστανται εν γένει προδιαγραφές τοιχοπληρώσεων, αλλά και των συνιστώντων στοιχείων (κονίαμα, πλίνθοι, τσιμεντόλιθοι) δεν είναι γνωστή η εν λόγω “λεπτομέρεια” και οι μελετητές και οι επιβλέποντες μηχανικοί αντιμετωπίζουν με τον ίδιο τρόπο τις δύο περιπτώσεις. Από την άλλη μεριά είναι γνωστή η σωτηριώδης συνεισφορά του οργανισμού πλήρωσης, όταν αυτός είναι αρτίως δομημένος, στην αντισεισμική ασφάλεια των οικοδομών. Και πολλοί ειδήμονες γνωρίζουν ότι η με ελάχιστες απώλειες αντιμετώπιση του σεισμού της 20ής Ιουνίου 1978 εκ μέρους των οικοδομών της Θεσσαλονίκης δεν οφείλεται ουδόλως στην τότε επάρκεια των φερόντων οργανισμών τους, αλλά στην ισχυρή αντίσταση των οργανισμών πλήρωσής των.

Ωστόσο, η τήρηση των κανόνων επιμελημένης κατασκευής και σφήνωσης στην δεύτερη περίπτωση τοιχοποιιών, που αυτές εδράζονται επί πλακών και όχι επί δοκών, είναι δυνατόν, σε σπάνιες περιπτώσεις πλακών, αφενός, μεγάλων ανοιγμάτων και, αφετέρου, επανάληψης της ίδιας κατάστασης φέροντα και πληρώσεως οργανισμών σε περισσότερους από δύο διαδοχικούς κατά το ύψος ορόφους, και όταν ακόμη τηρούνται οι αφορώσες το πάχος της πλάκας κανονιστικές διατάξεις, να παρατηρούνται ανεπιθύμητες ρηγματώσεις στον οργανισμό πλήρωσης που εδράζεται στην κατώτατη εκ των ομοίων διαδοχικών κατά το ύψος πλακών. Οι ρωγμές, μολονότι δεν απειλούν την ασφάλεια των ενοίκων και του δομήματος, εντούτοις δημιουργούν προβλήματα αισθητικής, ανησυχίας και

φόβου. Η εξήγηση του φαινομένου συνίσταται στο γεγονός ότι, όταν συντρέχουν οι ανωτέρω προϋποθέσεις, οι τοιχοποιίες λειτουργούν ως αγωγοί μεταφοράς φορτίων από την ανώτατη πλάκα, που χάρη σ' αυτές ανακουφίζεται, προς την κατώτατη, η οποία αναδέχεται ένα τμήμα των φορτίων της ανώτατης.

Η ανάλυση του παρείσακτου μηχανισμού μεταφοράς φορτίων δια των τοιχοποιιών περιγράφεται εις τα πλαίσια της παρούσας εργασίας. Εδώ συμπληρωματικώς αναφέρεται ότι η παρεμπόδιση των ερπυστικών παραμορφώσεων (της “κοιλιάς”) των πλακών των ορόφων, πλην της κατωτέρας, από τις παρεμβαλλόμενες πλινθοδομές εισάγει αυτές παρασιτικώς εις το φέρον τα φορτία βαρύτητας σύστημα.

Σύμφωνα με το σχήμα που παρατίθεται, η κατώτατη πλάκα πλην του φορτίου των πλινθοδομών της καλείται να παραλάβει και μέρος του φορτίου της ανώτατης πλάκας που επιφορτίζει τις πλινθοδομές, το φορτίο των οποίων, ως γνωστόν, δεν μεταφέρεται συνεχώς στην πλάκα, αλλά αυτό γίνεται διά της λειτουργίας ενός τόξου το οποίο ενεργοποιείται μέσα στην πλινθοδομή. Εάν τα βέλη είναι μεγάλα και, επειδή η αντοχή της πλινθοδομής είναι μικρή, τότε εμφανίζονται κατά μήκος του τόξου ρήγματα διάσπασης. Κατόπιν, λόγω και της μείωσης του ύψους του ενεργού τμήματος της πλινθοδομής, το τόξο γίνεται χθαμαλότερο. Συχνά, πάντως, δεν αναπτύσσεται οριζόντια ρωγή στο κάτω τμήμα της τοιχοποιίας, διότι η εφελκυστική αντοχή των αρμών έδρασης δεν επαρκεί για την ανάρτηση της τοιχοποιίας στο τόξο.

Το φαινόμενο χαρακτηρίζεται πολύ σπάνιο και διαφεύγει της προσοχής και των εμπειροτέρων μηχανικών, αλλά και των κανονισμών, οι οποίοι δεν περιέχουν καμία πρόβλεψη για την αποφυγή του. Εάν αφήνετο κενό στην επαφή των τοίχων με την ανώτερα από τις δύο πλάκες μεταξύ των οποίων ευρίσκονται, το κακό δε θα συνέβαινε. Επίσης, εάν οι τοιχοποιίες εκτίζονταν πλημμελώς, χαλαρές και χωρίς σφήνωση, ώστε να μην αντιστέκονται στις ερπυστικές παραμορφώσεις των πλακών, θα περιορίζετο. Ωστόσο, σε έναν ισχυρό σεισμό πιθανόν θα κατέρρεαν με κίνδυνο απωλειών για τους ενοίκους. Οι λόγοι που μέχρι σήμερα οι κανονισμοί δεν έχουν περιλάβει οδηγίες για την αποτροπή των ανωτέρω δυσμενών ενδεχομένων είναι αφενός το αντιμαχόμενο μεταξύ των λειτουργικών και αντισεισμικών απαιτήσεων και αφετέρου η σπανιότητα της εκδηλώσεως των λειτουργικών ρηγματώσεων των τοιχοποιιών υπό οξείαν εκδοχήν. Ο συντάκτης της παρούσας στη μακρά μελετητική και ερευνητική σχέση του με τις κατασκευές συνήνησε το πρόβλημα και προτείνει τη λήψη μέτρων για την αποφυγή του.

### 1. Το πρόβλημα του μηχανικού

Ο Μηχανικός πρέπει να διαμορφώνει ένα κτηριακό δομικό σύστημα ούτως ώστε αυτό να εκπληροί τον σκοπόν του: (α) με ασφάλεια (αντοχή), (β) εις άψογη κατά τον χρόνο λειτουργίας του κατάσταση, (γ) χωρίς άσκοπες δαπάνες και (δ) επιδιώκοντας, τέλος, ένα άρτιο, κατά το δυνατόν, αισθητικό αποτέλεσμα.

Η εκπλήρωση των δύο πρώτων απαιτήσεων (α) και (β) επιτυγχάνεται μέσω της εφαρμογής των διατάξεων των οικείων κανονισμών, αντικείμενο των οποίων είναι η ικανοποίηση των απαιτήσεων αντοχής και λειτουργικότητας των κατασκευών με επαρκή ασφάλεια. Η εκπλήρωση των άλλων δύο απαιτήσεων (γ) και (δ) επαφίεται στην εμπειρία και στην κρίση του Μηχανικού. Ωστόσο, υψηλός βαθμός προσωπικής κρίσεως απαιτείται ενίοτε κατά την φάση των επιλογών που κάνει ο Μηχανικός στα πλαίσια της ικανοποίησης των κανονιστικών διατάξεων, επειδή ενίοτε συμβαίνει οι απαιτήσεις αντισεισμικής ασφαλείας να αντιμάχονται τις απαιτήσεις λειτουργικότητας. Η παρατήρηση αυτή έχει σχέση με το εξεταζόμενο πρόβλημα και τούτο θα φανεί παρακάτω.

## 2. Ο φέρων οργανισμός (σκελετός)

Αποτελείται από τις πλάκες - πατώματα των ορόφων, από τις οριζόντιες δοκούς επί των οποίων στηρίζονται οι πλάκες και παραλαμβάνουν τα φορτία τους, από τους κατακόρυφους στύλους επί των οποίων στηρίζονται οι δοκοί, από τα τοιχώματα που είναι τοιχοειδή υποστυλώματα προορισμένα να προστατέψουν την οικοδομή από τον σεισμό και τα θεμέλια επί των οποίων εδράζονται οι στύλοι και τα τοιχώματα. Από τα 5 αυτά διακριτά μέλη μόνον οι πλάκες δεν εμπλέκονται στην αντισεισμική ασφάλεια του κτηρίου και προορίζονται να παραλαμβάνουν αποκλειστικώς κατακόρυφα φορτία (βάρη), που εδράζονται σ' αυτές. Τα υπόλοιπα 4 πλην των βαρών που αναλαμβάνουν, ενεργοποιούνται και στην παραλαβή των οριζοντίων σεισμικών δράσεων και από την αντοχή τους, κυρίως αλλά όχι μόνον από αυτήν, εξαρτάται η ασφάλεια της οικοδομής.

## 3. Τι είναι “ασφάλεια”

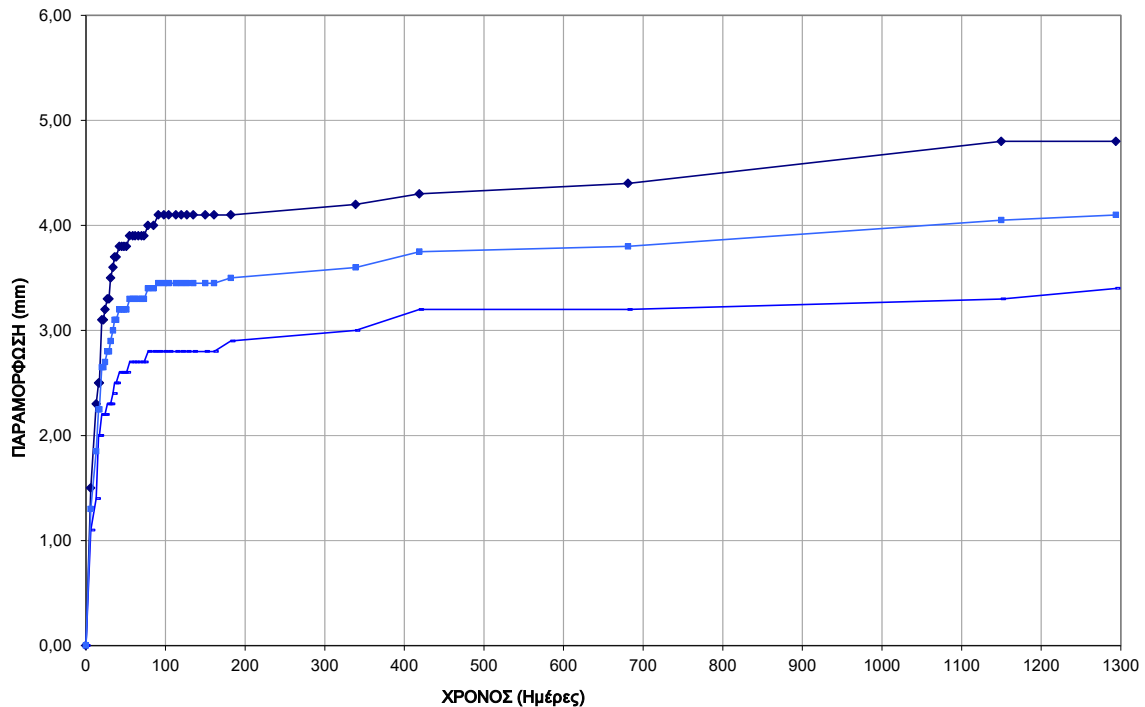
Προ της απαντήσεως εις το καίριο τούτο ερώτημα είναι ανάγκη να διευκρινισθεί ποιοι είναι οι σχετιζόμενοι με τον Μηχανικό παράγοντες, οι οποίοι υπονομεύουν το τιθέμενον από την Πολιτεία μέσω των οικείων Κανονισμών (αναλόγως του Ακαθάριστου Εθνικού Εισοδήματος) επίπεδο Ασφαλείας. Αυτοί είναι: Η υστεροβουλία (χάριν της αυξήσεως του κέρδους), η αμέλεια και η άγνοια. Η ανθρώπινη φύση, αυτή καθ' εαυτήν ατελής, ουδέποτε θα απαλλαγεί του ενδεχομένου του αθελήτου σφάλματος και της συγγνωστής αμέλειας. Από την άλλη μεριά, η φύση των προβλημάτων ασφαλείας, τα οποία αντιμετωπίζει ο Πολιτικός Μηχανικός έχει σαφή πιθανοτικό χαρακτήρα και οι μέθοδοι αντιμετώπισεώς των είναι ατελείς και στηρίζονται σε παραδοχές που συχνά αναθεωρούνται με την πρόοδο της επιστημονικής έρευνας. Αδιαφιλονίκητα είναι δυνατόν να υποστηριχθεί ότι απόλυτη ασφάλεια στον τομέα των κατασκευών δεν είναι δυνατόν να υπάρξει επειδή: (α) Λόγω των πολλών αβεβαιοτήτων των προβλημάτων, οι οποίες προέρχονται από το εν πολλοίς αστάθμητο των ασκουμένων ποικίλων δράσεων, τις ενίοτε χονδροειδείς ατέλειες των προσομοιωμάτων που χρησιμοποιούνται, την πιθανοτική μηχανική συμπεριφορά των εργοταξιακώς παραγομένων υλικών κ.ά., εξαιτίας των οποίων οι προκύπτουσες υπολογιστικώς καταπονήσεις διαφέρουν αισθητώς των υπάρχουσών και, (β) η Πολιτεία μέσω των Κανονισμών έχει αποφασίσει να αποδεχθεί ένα βαθμό κινδύνου σε σπάνιες περιπτώσεις για οικονομικούς λόγους. Παρατηρείται δε διεθνώς, ότι η κοινωνικώς αποδεκτή στάθμη ασφαλείας εξελίσσεται ανάλογα με το μέγεθος του Ακαθάριστου Εθνικού Εισοδήματος. Η Θεωρία των Πιθανοτήτων διδάσκει ότι απόλυτη ασφάλεια δεν είναι δυνατόν να επιτευχθεί.

Το μόνο δυνατό είναι να κρατηθεί μικρή η πιθανότητα της αστοχίας. Με αυτή τη θεώρηση της ασφαλείας πρέπει να υπάρξει συμβιβασμός. Εν τέλει και οι οδηγοί αυτοκινήτου αναδέχονται εκουσίως και εκτίθενται εις έναν αποδεκτόν κίνδυνον. Επιβάλλεται ως εκ τούτου η ερμηνεία του όρου “ασφάλεια” με την έννοια “ικανοποιητικώς μικρή πιθανότητα αστοχίας”. Τα δεδομένα αυτά, δυστυχώς, δεν έχουν συνειδητοποιηθεί από την Κοινή Γνώμη και, πιθανόν, από ένα μέρος του Δικαστικού Σώματος με αποτέλεσμα, ενίοτε, τον αποπροσανατολισμόν και το “κυνήγι μαγισσών”.

## 4. Ερπυσμός

Ο ερπυσμός και (δευτερευόντως) η συστολή ξήρανσης είναι φαινόμενα κατά τα οποία ένα δομικό μέλος (πλάκα, δοκός σκυροδέματος) συνεχίζει να παραμορφώνεται (συνεχίζει να κάνει “κοιλιά”) για ένα μακρό διάστημα με βραδύτατο, στην αρχή πιο έντονο και κατόπιν ανεπαίσθητο ρυθμό, και πέραν της, μετά την ολική προσαγωγή του φορτίου, παρατηρούμενης αρχικής παραμορφώσεως. Η τελική

τιμή της επιρροής του ερπυσμού φτάνει, ανάλογα με τις συνθήκες, έως και το 4πλάσιο της αρχικής παραμορφώσεως που προκαλούν τα εξωτερικά φορτία. Ενδεικτικώς αναφέρονται ότι σε διάστημα μισού μηνός εκδηλώνεται το 25% της ολικής τιμής, σε διάστημα 3 μηνών το 50%, σε διάστημα ενός έτους το 75% και, τέλος, σε 20 χρόνια περίπου ολοκληρώνεται το φαινόμενο. Η παρουσία πλεοναζόντων καμπτικών οπλισμών στην πλάκα αδιαφιλονίκητα περιστέλλει τα ανωτέρω μεγέθη όπως φαίνεται στο διάγραμμα του Σχήματος 2.



**Άνω καμπύλη:** Αντιπροσωπεύει την περίπτωση ερπυστικών παραμορφώσεων για κανονικό οπλισμό

**Κάτω καμπύλη:** Ερπυστικές παραμορφώσεις για διπλάσιο του κανονικού οπλισμό

**Ενδιάμεση καμπύλη:** Αντιστοιχεί στην περίπτωση 50% επιπλέον του κανονικού οπλισμού

Σχ. 2 Η επιρροή της παρουσίας των καμπτικών οπλισμών στην άμβλυνση των χρονίων εγκάρσιων παραμορφώσεων (βελών) πλάκας

#### Ανάλυση του παρασιτικού μηχανισμού

Υπό τον όρον “οργανισμός πλήρωσης” νοείται το σύνολο των πλινθοδομών που περικλείουν τους διάφορους χώρους του δομήματος. Ωστόσο, χάριν ακριβολογίας θα πρέπει να αναφερθεί ότι ο όρος “πλήρωσης” σχετίζεται με το γέμισμα των φατνωμάτων των πλαισίων του φέροντος οργανισμού, αφορά δηλαδή στις πλινθοδομές που χτίζονται επί δοκών, οι στένεις τους καταλήγουν σε δοκούς και αριστερά και δεξιά είναι σε επαφή με στύλους (κολώνες). Σημειωτέον ότι οι πλινθοδομές (τοιχοί) που εδράζονται στο εσωτερικό των πλακών και όχι άμεσα επί δοκών (όπως αυτές που προκαλούν και υφίστανται το επίμαχο πρόβλημα) διαφοροποιούνται δραματικά στο μείζον πρόβλημα της αλληλεπίδρασης των πλινθοδομών με τον φέροντα οργανισμό. Συμβαίνει μάλιστα οι απαιτήσεις δόμησης για τις μεν να είναι αντίθετες για τις δε και ό,τι ενδείκνυται για τις πρώτες να αντενδείκνυται για τις δεύτερες.

Είναι γνωστό ότι στην Ελλάδα, που καθ’ ομολογίαν του Αντισεισμικού Κανονισμού (ΕΑΚ - ΟΑΣΠ, 2000) (§ 4.1.7.1 [4]), δεν υφίστανται εν γένει προδιαγραφές τοιχοπληρώσεων, αλλά και των συνιστώντων στοιχείων (κονίαμα, πλίνθοι, τσιμεντόλιθοι) δεν είναι γνωστή η εν λόγω “λεπτομέρεια”

και οι μελετητές και οι επιβλέποντες μηχανικοί αντιμετωπίζουν με τον ίδιο τρόπο τις δύο περιπτώσεις. Από την άλλη μεριά είναι γνωστή η σωτηριώδης συνεισφορά του οργανισμού πλήρωσης, όταν αυτός είναι αρτίως δομημένος, στην αντισεισμική ασφάλεια των οικοδομών. Και πολλοί ειδήμονες γνωρίζουν ότι η με ελάχιστες απώλειες αντιμετώπιση του σεισμού της 20ής Ιουνίου 1978 εκ μέρους των οικοδομών της Θεσσαλονίκης δεν οφείλεται ουδόλως στην τότε επάρκεια των φερόντων οργανισμών τους, αλλά στην ισχυρή αντίσταση των οργανισμών πλήρωσής των.

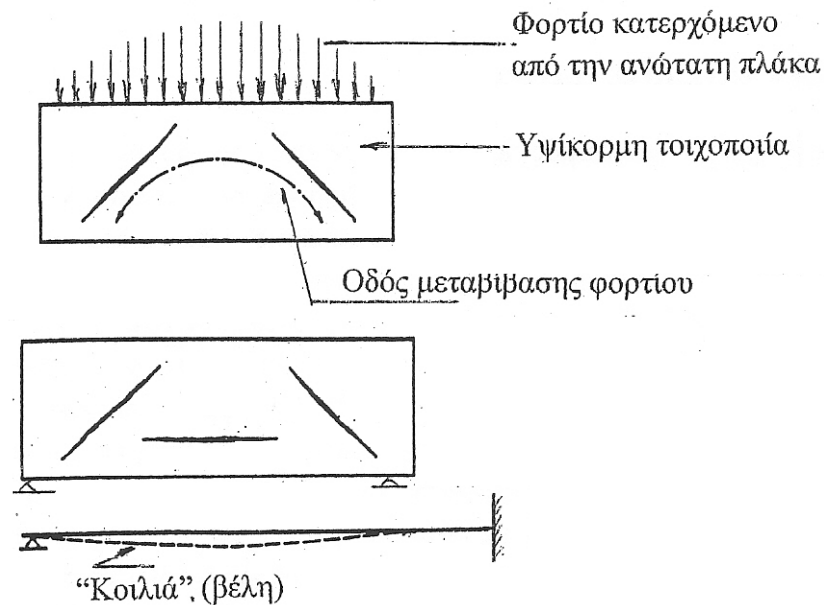
Ωστόσο, η τήρηση των κανόνων επιμελημένης κατασκευής και σφήνωσης στην δεύτερη περίπτωση τοιχοποιιών, που αυτές εδράζονται επί πλακών και όχι επί δοκών, είναι δυνατόν, σε σπάνιες περιπτώσεις πλακών, αφενός, μεγάλων ανοιγμάτων και, αφετέρου, επανάληψης της ίδιας κατάστασης φέροντα οργανισμού και διαχωριστικών πλινθοδομών σε δύο και περισσότερους από δύο διαδοχικούς κατά το ύψος ορόφους, και όταν ακόμη τηρούνται οι αφορώσεις το πάχος της πλάκας που φέρει πλινθοδομές κανονιστικές διατάξεις, να παρατηρούνται ανεπιθύμητες ρηγματώσεις στον οργανισμό πλήρωσης που εδράζεται στην κατώτατη εκ των ομοίων διαδοχικών κατά το ύψος πλακών. Οι ρωγμές, μολονότι δεν απειλούν την ασφάλεια των ενοίκων και του δομήματος, εντούτοις δημιουργούν προβλήματα αισθητικής, ανησυχίας και φόβου. Η εξήγηση του φαινομένου συνίσταται στο γεγονός ότι, όταν συντρέχουν οι ανωτέρω προϋποθέσεις, οι τοιχοποιίες λειτουργούν ως αγωγοί μεταφοράς φορτίων από την ανώτατη πλάκα, που χάρη σ' αυτές ανακουφίζεται, προς την κατώτατη, η οποία αναδέχεται ένα μικρό ή μεγάλο τμήμα των φορτίων της ανώτατης.

Η ανάλυση του παρείσακτου μηχανισμού μεταφοράς φορτίων δια των τοιχοποιιών περιγράφεται στο Σχήμα 3. Εδώ συμπληρωματικώς αναφέρεται ότι η παρεμπόδιση των ερπυστικών παραμορφώσεων (της “κοιλιάς”) των πλακών των ορόφων, πλην της κατωτέρας, από τις παρεμβαλλόμενες πλινθοδομές εισάγει αυτές παρασιτικώς εις το φέρον τα φορτία βαρύτητας σύστημα.

Σύμφωνα με το σχήμα που παρατίθεται, η κατώτατη πλάκα πλην του φορτίου των πλινθοδομών της καλείται να παραλάβει και μέρος του φορτίου της ανώτατης πλάκας που επιφορτίζει τις πλινθοδομές, το φορτίο των οποίων, ως γνωστόν, δεν μεταφέρεται συνεχώς στην πλάκα, αλλά αυτό γίνεται διά της λειτουργίας ενός τόξου το οποίο ενεργοποιείται μέσα στην πλινθοδομή. Εάν τα βέλη είναι μεγάλα, επειδή η αντοχή της πλινθοδομής είναι μικρή, τότε εμφανίζονται κατά μήκος του τόξου ρήγματα διάσπασης. Κατόπιν, λόγω και της μείωσης του ύψους του ενεργού τμήματος της πλινθοδομής, το τόξο γίνεται θθαμαλότερο. Συχνά, πάντως, δεν αναπτύσσεται οριζόντια ρωγή στο κάτω τμήμα της τοιχοποιίας, διότι η εφελκυστική αντοχή των αρμών έδρασης δεν επαρκεί για την ανάρτηση της τοιχοποιίας στο τόξο.

Το φαινόμενο χαρακτηρίζεται πολύ σπάνιο και διαφεύγει της προσοχής και των εμπειροτέρων μηχανικών, αλλά και των κανονισμών, οι οποίοι δεν περιέχουν καμία πρόβλεψη για την αποφυγή του (ΕΚΩΣ - ΟΑΣΠ, 2000).

Εάν αφεθεί κενό στην επαφή των τοίχων με την ανώτερα από τις δύο πλάκες μεταξύ των οποίων ευρίσκονται, το πρόβλημα δε συμβαίνει. Επίσης, εάν οι τοιχοποιίες κτίζονται πλημμελώς, χαλαρές και χωρίς σφήνωση, ώστε να μην αντιστέκονται στις ερπυστικές παραμορφώσεις των πλακών, ομοίως. Ωστόσο, σε έναν ισχυρό σεισμό θα κατέρρεαν εγκαρσίως με κίνδυνο ζωής για τους ενοίκους. Οι λόγοι που μέχρι σήμερα οι κανονισμοί δεν έχουν περιλάβει οδηγίες για την αποτροπή των ανωτέρω δυσμενών ενδεχομένων είναι αφενός το αντιμαχόμενο μεταξύ των λειτουργικών και αντισεισμικών απαιτήσεων και αφετέρου η σπανιότητα της εκδηλώσεως των λειτουργικών περιγραφεισών ρηγματώσεων των τοιχοποιιών υπό οξείαν εκδοχήν. Ο συντάκτης της παρούσας στη μακρά μελετητική και ερευνητική σχέση του με τις κατασκευές συνήνησε το εξεταζόμενο πρόβλημα σε ήπιες και βαριές εκδηλώσεις του.



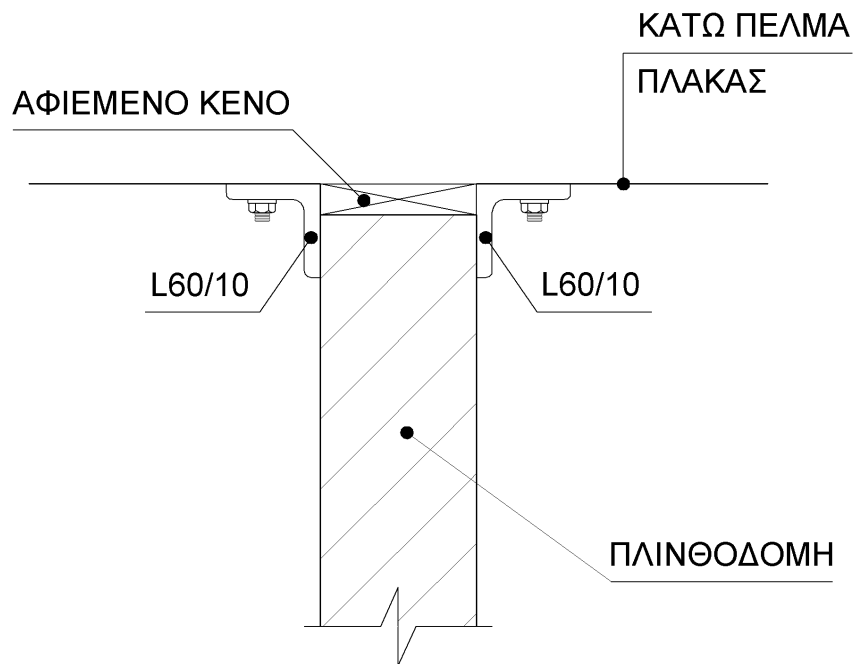
Σχ. 3 Ανάλυση του παρείσακτου μηχανισμού μεταφοράς φορτίων δια των τοιχοποιών

### Συμπεράσματα – προτάσεις

Μετά την εκτεθείσα ανάλυση του παρείσακτου μηχανισμού διατυπώνονται τα εξής συμπεράσματα ομού με τα προτεινόμενα μέτρα αποφυγής του κινδύνου:

1. Το πρόβλημα είναι δυνατόν να εμφανισθεί, όταν κατά το ύψος του κτηρίου επαναλαμβάνεται σε δύο ή περισσότερους διαδοχικούς ορόφους η ίδια εν κατόψει φέρουσα πλινθοδομές πλάκα, οπότε αναφύεται ο κίνδυνος οι πλινθοδομές να δράσουν ως αγωγοί φορτίων βαρύτητας από τις ανώτερες προς τις κατώτερες πλάκες ανακατανέμοντας τα φορτία των πλακών.
2. Ως ληπτέα μέτρα, που συμβιβάζουν τις λειτουργικές με τις αντισεισμικές απαιτήσεις προτείνονται τα εξής:

- α) Ο καθορισμός του πάχους της φέρουσας τις πλινθοδομές πλάκας να γίνεται σύμφωνα με τις υποδείξεις του Κανονισμού.
- β) Οι αναδεχόμενες τα φορτία των πλινθοδομών πλάκες να υπεροπλίζονται τουλάχιστον κατά 50% με στόχο την άμβλυνση των αρχικών αλλά και των χρονίων παραμορφώσεων.
- γ) Προς αποτροπήν του λειτουργικού προβλήματος οι φερόμενες πλινθοδομές όχι μόνον να μὴν σφηνώνονται στο κάτω πέλμα της υπερκείμενης πλάκας, αλλά να αφήνεται στη στέψη τους ένα κενό της τάξεως εκατοστών προς αποτροπήν της μεταξύ των επαφής κατά την εκδήλωση των χρονίων παραμορφώσεων (βελών) της πλάκας.
- δ) Προς αποτροπήν εγκάρσιου καταρρεύσεως κατά τον σεισμό, οπότε οι πλινθοδομές λειτουργούν ως πρόβολοι, συνιστάται η εγκάρσια συγκράτησή τους μέσω αμφιπλεύρων γωνιακών πακτωμένων στο κάτω πέλμα της υπερκείμενης πλάκας, Σχ. 4.



Σχ. 4 Εγκάρσια συγκράτηση στέψης πλινθοδομής

### Βιβλιογραφία

ΟΑΣΠ (2000), “Ελληνικός Αντισεισμικός Κανονισμός”

ΟΑΣΠ (2000), “Ελληνικός Κανονισμός Ωπλισμένου Σκυροδέματος”

CEN (2004), “Eurocode 2. Design of concrete structures – Part 1–1: General rules and rules for buildings (EN 1992-1-1)”, Brussels.

Mayer H. & Rush H., (1967), “Bauschden als Folge der Durchbiegung von Stahlbetonbauteilen”, Heft 193 des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton, *Verlag Ernst u. Sohn*, Berlin

Psarras K. & Tegos I. (2013), “Experimental research on ways of halting the concrete creep & shrinkage deformations”, *fib Symposium 2013*, Tel-Aviv, Israel. Paper No. 310