

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΣΕΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΤΩΝ ΒΛΑΒΩΝ ΠΟΥ ΠΡΟΚΛΗΘΗΚΑΝ ΣΤΟ ΚΕΝΤΡΟ ΤΩΝ ΑΝΩ ΛΙΟΣΙΩΝ(1999)

**ΖΑΡΠΑΣ ΡΑΦΑΗΛ
ΡΗΓΑ ΜΑΡΙΑ**

Περίληψη

Στην παρούσα εργασία θα ασχοληθούμε με τις επιπτώσεις που επέφερε ο σεισμός της 7/9/1999 στα Άνω Λιόσια. Η καταγραφή των βλαβών έγινε σε 135 κτίρια (65 της δικής μας ομάδας), τα οποία χαρακτηρίστηκαν από τις αρμόδιες επιτροπές κίτρινα (προσωρινά ακατάλληλα για χρήση) και κόκκινα (ακατάλληλα για χρήση, επικίνδυνα). Περιλαμβάνεται χάρτης της κεντρικής περιοχής των Άνω Λιοσίων, χρωματισμένος σύμφωνα με τους χαρακτηρισμούς των κτιρίων όπου φαίνεται μία πρώτη εκτίμηση της καταστροφής. Η εργασία έγινε με βάση ένα έντυπο καταγραφής δομικού συστήματος, το οποίο περιλαμβάνει α) τη θέση κτιρίου β) βασικά χαρακτηριστικά του γ) εμφανή αίτια υπερκαταπονήσεως δ) εμφανή αίτια μειώσεως ικανότητας στοιχείων ε) υφιστάμενες βλάβες στ) έλεγχος πολεοδομικού γραφείου. Επίσης, στην εργασία αυτή θα δοθούν τα αποτελέσματα της ανάλυσης των επιταχυνσιογράφων του σεισμού της Αθήνας, από το Γεωδυναμικό Ινστιτούτο του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών.

1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Αν και ως γνωστό η Ελλάδα ανήκει σε μια από τις πιο έντονα σεισμογενείς περιοχές παγκοσμίως, ο σεισμός της 7/9/99 στην Αθήνα ήταν ένα δυσάρεστο ξάφνιασμα για όλους. Το σεισμογόνο ρήγμα ήταν σε αδράνεια από το 1700. Αναδείχτηκε ένα σοβαρό έλλειμμα στη γνώση του σεισμοτεκτονικού περιβάλλοντος, στην εκτίμηση του σεισμικού κινδύνου, και το πιο σημαντικό, η ανεπάρκεια στη σεισμολογική τεχνική υποδομή. Ιδιαίτερη σημασία στην ένταση εκδήλωσης και τις συνέπειες του σεισμού είχαν και οι εδαφικές, τοπογραφικές συνθήκες. Σύμφωνα με εκτιμήσεις επιστημόνων, είχαμε συγκέντρωση βλαβών σε χαλαρά εδάφη και σε θέσεις ανώμαλης τοπογραφίας, όπως απότομα πρανή κοντά σε ρέματα ή σε απότομους λόφους.

Παρά τη συνεχή πρόοδο της επιστημονικής γνώσης, η ιδιομορφία του σεισμικού φαινομένου είναι σε μεγάλο βαθμό ένα τυχαίο φαινόμενο με πολλές άγνωστες παραμέτρους. Αυτό όμως σημαίνει ότι πρέπει να υπάρχει ολοένα και αυξανόμενο ενδιαφέρον όσον αφορά μελέτες και προτεινόμενες λύσεις για την αντιμετώπιση σεισμών, σε περίπτωση που ξαναεμφανιστούν.

Παρακάτω θα παρουσιάσουμε αποσπάσματα από μελέτες που έγιναν πάνω στα αποτελέσματα του σεισμού της Αθήνας.

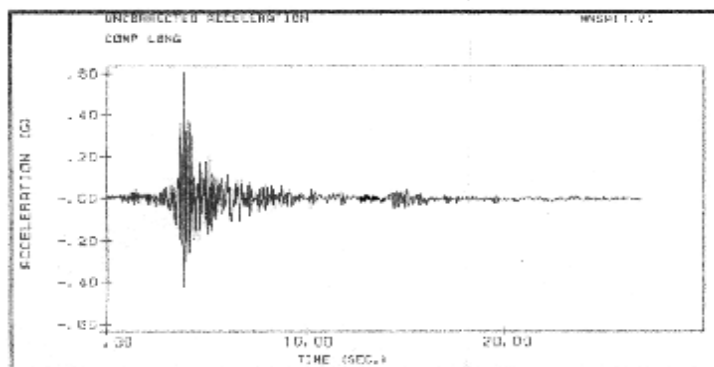
2.Ο ΣΕΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΑΘΗΝΑΣ ΣΤΙΣ 7 ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΥ 1999, 14:57

Ο σεισμός είχε επιφανειακό μέγεθος $M_s=5.9$, 18 χιλιόμετρα βορειοδυτικά της Αθήνας. Οι συντεταγμένες του επικέντρου προσδιορίστηκαν σε 38.12N-23.64E, στην περιοχή νοτιοδυτικά της Πάρνηθας. Το μέγεθος του σεισμού και η κατανομή των μετασεισμών καθορίζουν ένα σεισμογόνο όγκο διαμέτρου 12-15 χιλιομέτρων. Η σεισμική ροπή υπολογίστηκε σε 7X10 NT*m. Ο μηχανισμός γένεσης του σεισμού, σύμφωνα με τα στοιχεία του Γεωδυναμικού Ινστιτούτου, προσδιορίζει κανονική διάρρηξη με διεύθυνση στο επίπεδο του ρήγματος μεταξύ 36 και 47° νοτιοδυτικά. Οι ισχυρότεροι μετασεισμοί που έχουν συμβεί μέχρι σήμερα είναι αυτοί της 7 και 8 Σεπτεμβρίου με επιφανειακά

μεγέθη $M_s=4.7.0$ συνολικός αριθμός των μετασειμών ξεπέρασε τους 1000 τα πρώτα πέντε 24ωρα .

Οι εκτιμήσεις των επιστημόνων είναι ότι τα επιταχυνσιογραφήματα από την πλειοψηφία της περιοχής ,πρέπει να ξεπέρασαν το 0.5g σε οριζόντια συνιστώσα, ενώ να πλησίασαν το g σε κατακόρυφη (Σχ.1). Με βάση τον σημερινό Αντισεισμικό Κανονισμό η περιοχή της πρωτεύουσας σχεδιάζεται για επιτάχυνση υπόβαθρου 0.16g, ενώ με τον κανονισμό που ίσχυε από το 1959 ως το 1995 είχαμε αντίστοιχη επιτάχυνση σχεδιασμού 0.04g ή 0.06g.

Αυτό σημαίνει πρακτικά ότι οι επιπλοήσεις που δέχτηκαν τα κτίρια ήταν μεγαλύτερες από αυτές για τις οποίες , βάσει Κανονισμού σχεδιάστηκαν.



(Σχ.1)

3.ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΒΛΑΒΩΝ ΠΟΥ ΠΡΟΚΛΗΘΗΚΑΝ ΣΤΑ ΑΝΩ ΛΙΘΙΑ

Πριν προχωρήσουμε στην περιγραφή των βλαβών, παρουσιάζουμε κάποια χαρακτηριστικά των κτιρίων που εξετάστηκαν από τις δύο ομάδες (135 κτίρια).

ΥΛΙΚΟ	(%)
Οπλισμένο σκυρόδεμα+τοιχοποιίες πλήρωσεως	88
Πλινθοδομή-Οπτοπλινθοδομή	5
Μικτή κατασκευή	7

	ΙΣΟΓΕΙΑ (36)	ΔΥΟΡΟΦΑ (84)	ΤΡΙΟΡΟΦΑ (12)	ΤΕΤΡΑΟΡΟΦΑ (3)
Ο.Σ.+Τοιχοποιίες πλήρωσεως	24	80	12	3
Πλινθοδομή- οπτοπλινθοδομή	6	1		
Μικτή Κατασκευή	6	3		

ΣΥΣΤΗΜΑ ΔΟΜΗΣΕΩΣ		ΑΣΥΜΜΕΤΡΙΑ ΚΑΤΟΨΗΣ	(%)
Ελεύθερο	56	Ναι	36
Συνεχές	9	Όχι	64
Μικτό	35		

ΕΚΚΕΝΤΡΟΤΗΤΑ ΟΡΟΦΟΥ	(%)
Ναι	77
Όχι	23

(Από τα 92 κτίρια που υπήρχε δυνατότητα πρόσβασης)

ΜΟΡΦΗ ΙΣΟΓΕΙΟΥ	ΠΟΣΟΣΤΑ(%)	ΑΣΥΜΜΕΤΡΙΑ ΚΑΘ'ΥΨΟΣ	(%)
Pilotis	10	Όχι	74
Ψευδο-pilotis	29	Ναι	26
Χτισμένο ισόγειο	58	(Από τα 99 μη-ισόγεια)	
Ψευδο-pilotis- χτισμένο	3		

Όσον αφορά κάποια εμφανή αίτια μειώσεως ικανότητας στοιχείων, όπως είναι η ποιότητα του σκυροδέματος, οι κακοί κατασκευαστικοί αρμοί, οι ανεπαρκείς συνδετήρες, οι έκκεντρες συνδέσεις και τα στοιχεία μεγάλης λυγνότητας, δεν μπορούμε να δώσουμε ποσοστά στο σύνολο των κτιρίων, γιατί δεν ήταν πάντα εύκολο να παρατηρηθούν. Ωστόσο, σε αυτά που υπήρχε η δυνατότητα, προέκυψαν τα παρακάτω στοιχεία

ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ	(%)
Καλή	73
Κακή	27

ΚΑΚΟΙ ΑΡΜΟΙ	(%)	ΑΝΕΠΑΡΚΕΙΣ ΣΥΝΔΕΤΗΡΕΣ	(%)
Ναι	28	Ναι	58
Όχι	72	Όχι	42

ΕΚΚΕΝΤΡΕΣ ΣΥΝΔΕΣΕΙΣ	(%)
Ναι	23
Όχι	77

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΜΕΓΑΛΗΣ ΛΥΓΝΟΤΗΤΑΣ	(%)
Ναι	11
Όχι	89

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ	(%)
ΚΟΚΚΙΝΑ	29
ΚΙΤΡΙΝΑ	71

Α.ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ ΑΠΟ ΟΠΛΙΣΜΕΝΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ ΚΑΙ ΤΟΙΧΟΠΟΙΪΕΣ ΠΛΗΡΩΣΕΩΣ

Στις κατασκευές αυτές βλάβες παρατηρούνται:

(α) Στον σκελετό

Ο σκελετός των κτιρίων παρουσίασε βλάβες κατά τον σεισμό στα υποστυλώματα, στις δοκούς, στις πλάκες και στα τοιχώματα.

ΒΛΑΒΕΣ ΣΤΑ ΥΠΟΣΤΗΛΩΜΑΤΑ

Παρατηρήθηκαν σε μεγάλο ποσοστό βλάβες καμπτικού χαρακτήρα στην κορυφή και στην βάση τους (αλλά και στη μέση) (φωτ.1-2). Οι βλάβες αυτές είναι οριζόντιες ρωγμές λόγω υπέρβασης του ορίου διαρροής του χάλυβα σε εφελκυσμό. Οφείλονται σε ανεπάρκεια ή και μη ύπαρξη συνδετήρων κατά μήκος του υποστυλώματος. Η ανεπάρκεια είναι εμφανής επειδή τις περισσότερες φορές, η κάμψη συνοδεύεται με αποφλοίωση του σκυροδέματος στην περιοχή επικάλυψης των οπλισμών.



(φωτ.1)



(φωτ.2)

Βλάβες διατμητικού χαρακτήρα παρατηρήθηκαν σε μεγαλύτερο βαθμό στο μέσον των υποστυλωμάτων και σε μικρότερο στα άκρα αυτών και εκδηλώθηκαν με λοξές ρωγμές, ή και χιαστί λόγω της αντιστροφής της σεισμικής δράσης. Εμφανής ήταν, στις βλάβες αυτές, η ανεπάρκεια συνδετήρων, καθώς και η χαμηλή αντοχή του σκυροδέματος. Οι εμφανείς ρωγμές από διάτμηση ήταν λιγότερες σε σύγκριση με αυτές από κάμψη.

Ένας σοβαρός τύπος βλάβης ήταν η ταυτόχρονη ύπαρξη κάμψης και διάτμησης. Το αποτέλεσμα ήταν ο λυγισμός των κατακόρυφων ράβδων και η παραμόρφωση των διατμητικών. Στις περιπτώσεις αυτές, το σκυρόδεμα διογκώθηκε και έχασε σημαντικό μέρος της συνοχής του. Πρέπει να σημειωθεί, ότι τέτοιου είδους βλάβες παρατηρήθηκαν σε κτίρια που κατασκευάστηκαν ή καλύτερα μελετήθηκαν με παλαιότερους Αντισεισμικούς Κανονισμούς. Τα υποστυλώματα τους τα χαρακτηρίζουμε ανεπαρκώς οπλισμένα, όσο σε διαμήκεις ράβδους, (πολλά είχαν 4Φ12) όσο και σε διατμητικούς (είχαμε ακόμα και έλλειψη των δευτέρων). Είναι προφανές, ότι οι κατασκευές αυτές

χαρακτηρίστηκαν ακατάλληλες για χρήση, λόγω της αστοχίας των στοιχείων αυτών, εφόσον αδυνατούν πλέον να αναλάβουν και να μεταφέρουν τα προβλεπόμενα φορτία.

Τέλος, παρατηρήθηκαν επιφανειακές ρωγμές, μεμονωμένες με πολύ μικρή διάμετρο, των οποίων η προέλευση μπορεί να μην είναι από κάμψη ή διάτμηση, αλλά από κάποιες τοπικές αδυναμίες της κατασκευής. Για παράδειγμα οι αρμοί διακοπής εργασίας, ή η επίδραση της εν επαφή τοιχοπλήρωσης.

ΒΛΑΒΕΣ ΣΤΑ ΔΟΚΑΡΙΑ

Έπονται σε σπουδαιότητα των βλαβών που παρατηρούνται στα υποστυλώματα, λόγω μικρότερης επικινδυνότητας σε ότι αφορά την ευστάθεια της κατασκευής. Οι βλάβες αυτές μπορούν να χωριστούν σε δύο κατηγορίες: Η μία είναι εγκάρσιες καμπτικές ρωγμές στο κάτω πέλμα, πολύ μικρής όμως διαμέτρου και επιφανειακές. Είναι πιθανόν πολλές από αυτές να προϋπήρχαν ως τριχοειδείς ρωγμές, και να έγιναν ορατές μετά τον σεισμό. Η δεύτερη κατηγορία και η πιο συχνή, είναι εγκάρσιες ρωγμές κοντά στις στηρίξεις και στο κάτω πέλμα της δοκού. Ένας πιθανός λόγος για τη βλάβη αυτή, είναι η καμπτική αστοχία της διατομής, από διαρροή του εφελκυσμού στο κάτω πέλμα ή ακόμα η ανεπαρκής αγκύρωση του οπλισμού κάτω πέλματος.

Ξεχωριστή ήταν η περίπτωση (φωτ.3) ενός δοκαριού που αστόχησε πλήρως σε δύο σημεία δίπλα στα υποστυλώματα. Στα σημεία αυτά κατέρρευσε το σκυρόδεμα και είναι εμφανής η ανεπάρκεια οπλισμού και η παραμόρφωσή του.



(φωτ.3)

ΒΛΑΒΕΣ ΣΕ ΤΟΙΧΩΜΑΤΑ

Παρατηρήθηκαν κυρίως βλάβες διατμητικού χαρακτήρα, οι οποίες εκδηλώθηκαν με διαγώνιες ρωγμές ή και χιαστί (λόγω της αντιστροφής της δράσης σεισμού), στην μεγαλύτερη πλευρά του τοιχώματος (φωτ.4). Εκτός από τις εμφανείς ρωγμές υπήρχαν και περιπτώσεις που είχαμε λόγω του συνδυασμού κάμψης και διάτμησης, αστοχία των τοιχωμάτων. Ήταν εμφανής η ανεπάρκεια οπλισμού, όπως και στα υποστυλώματα (φωτ.5).

ΒΛΑΒΕΣ ΣΤΙΣ ΠΛΑΚΕΣ

Οι πλάκες ουσιαστικά δεν επηρεάστηκαν από τον σεισμό, λόγω της μεγάλης υπερστατικότητάς τους. Η εξέταση των πλακών δεν ήταν πάντα εφικτή λόγω των πατωμάτων ή και ψευδοροφών. Όπου ήταν δυνατόν παρατηρήθηκαν κάποιες ρωγμές σε τυχαίες θέσεις σε πολύ μικρό όμως βαθμό και οι οποίες δεν ήταν ανησυχητικές. Είναι

πιθανόν να οφείλονται σε υπάρχουσες τριχοειδείς οι οποίες αποκαλύφθηκαν μετά τον σεισμό.

Σημαντικές παραμορφώσεις στις πλάκες έπονται σημαντικών καθιζήσεων-αστοχιών υποστηλωμάτων, σημαντικών βλαβών των δοκαριών και αστοχίας των τοιχοπληρώσεων. Η περίπτωση αυτή ήταν σπάνια και όπως είναι φυσικό τα κτίρια αυτά κρίθηκαν κατεδαφιστέα (φωτ.6).



(φωτ.5)

(φωτ.4)

Σημαντικές παραμορφώσεις στις πλάκες έπονται σημαντικών καθιζήσεων-αστοχιών υποστηλωμάτων, σημαντικών βλαβών των δοκαριών και αστοχίας των τοιχοπληρώσεων. Η περίπτωση αυτή ήταν σπάνια και όπως είναι φυσικό τα κτίρια αυτά κρίθηκαν κατεδαφιστέα (φωτ.6).



(φωτ.6)

Στο σημείο αυτό αναφέρουμε, ότι το 78.57% των σκελετών που έχουν υποστεί μόνιμες παραμορφώσεις οπλισμών ή και αστοχία είχαν ανεπαρκείς ή και ανύπαρκτους συνδετήρες.(φωτ.7)



(φωτ.7)

ΒΛΑΒΕΣ ΣΤΙΣ ΣΚΑΛΕΣ

Στα κτίρια οπλισμένου σκυροδέματος όπου υπήρχε δυνατότητα πρόσβασης, όλες σχεδόν οι σκάλες παρουσίασαν βλάβες. Παρατηρήθηκαν συνεχείς ρωγμές ανάμεσα στην σκάλα και την τοιχοποιία, ακόμα και κατάρρευση της γύρω τοιχοποιίας. Σύνηθες επίσης ήταν το φαινόμενο ύπαρξης έντονων ρωγμών στην στροφή της σκάλας, οι οποίες συχνά συνοδεύτηκαν με αποκάλυψη ή και παραμόρφωση των οπλισμών της στο σημείο αυτό(φωτ.8). Κατάρρευση σκάλας έγινε μόνο στα κτίρια που είχαν αστοχήσει (φωτ.9).

Λόγω της μεγάλης αξονικής και καμπτικής δυσκαμψίας της σκάλας, η θέση της στο κτίριο, επηρεάζει την συμπεριφορά όλου του δομικού συστήματος κατά τον σεισμό. Η ιδανική θέση της, είναι στο κέντρο του κτιρίου και την προϋπόθεση αυτή ικανοποίησε το 23% των κτιρίων που εξετάστηκαν.



(φωτ8)



(φωτ.9)

Παρακάτω αναγράφονται σε ποσοστά οι υφιστάμενες βλάβες σκελετού στο σύνολο των κτιρίων από Ο.Σ (119) και μετά χωριστά σε ισόγεια και πάνω του ενός ορόφου κτίρια. Οι συμβολισμοί 1, 2 ,3 και 4 σημαίνουν: 1:τριγωνειδείς ρηγματώσεις, 2:εμφανείς ρωγμές ή/και μερική αποκάλυψη οπλισμών, 3:αποκαλύψεις οπλισμών και μόνιμες παραμορφώσεις, 4:αστοχία στοιχείων.

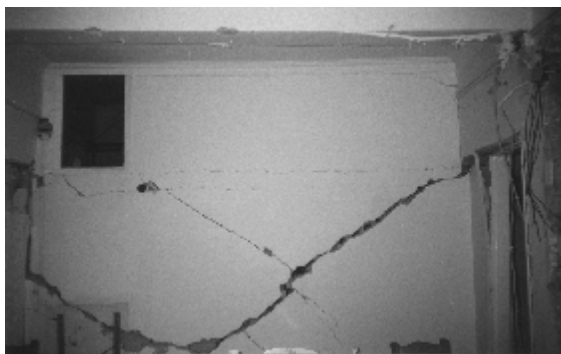
ΒΛΑΒΕΣ ΣΚΕΛΕΤΟΥ	ΠΟΣΟΣΤΑ(%)
ΧΩΡΙΣ	13
1	21
2	36
3	23
4	7

ΒΛΑΒΕΣ ΣΚΕΛΕΤΟΥ	ΙΣΟΓΕΙΑ	ΠΑΝΩ ΤΟΥ 1 ΟΡΟΦΟΥ
	ΠΟΣΟΣΤΑ(%)	ΠΟΣΟΣΤΑ(%)
ΧΩΡΙΣ	17	12
1	25	20
2	46	34
3	8	27
4	4	7

(β) Στην τοιχοποιία

Από τις τοιχοποιίες πληρώσεως των κτιρίων από Ο.Σ. που χαρακτηρίστηκαν κίτρινα ή κόκκινα από τις αρμόδιες επιτροπές, το 3% αυτών δεν έχουν βλάβες, το 34% έχουν εμφανείς ρωγμές, ενώ το 63% αστόχησαν (εννοούμε ότι τουλάχιστον ένας τοίχος έχει αστοχήσει). Πρέπει να σημειωθεί ότι υπήρχε ένα ποσοστό κτιρίων που παρουσίασαν βλάβες μόνο στις τοιχοποιίες πλήρωσης και όχι στον σκελετό.

Οι βλάβες στις τοιχοποιίες ήταν διατμητικού χαρακτήρα και εκδηλώθηκαν με ρωγμές λοξές ή και χιαστί (φωτ.10). Συχνό ήταν το φαινόμενο της αποκόλλησής τους από τα υποστηλώματα και τα δοκάρια (φωτ.11). Αυτό συνέβη λόγω της κακής συνεργασίας τους με τον σκελετό, γεγονός που δημιουργεί ανομοιόμορφη κατανομή της σεισμικής καταπόνησης στο επίπεδο.



(φωτ.10)

Επίσης βλάβες στους τοίχους παρουσιάστηκαν λόγω κατασκευαστικών ατελειών π.χ. διαπέραση υδραυλικών-ηλεκτρολογικών εγκαταστάσεων σε μεγάλες επιφάνειες αυτών. Ένας άλλος λόγος ήταν και οι μεταγενέστερες επεμβάσεις, όπως το χτίσιμο ανοιγμάτων χωρίς την κατάλληλη προεργασία που θα επέφερε την συνεργασία με τον υπόλοιπο τοίχο. Αυτό είχε σαν αποτέλεσμα την ρηγμάτωση στα όρια του ανοίγματος ή ακόμα και την κατάρρευση του επιπρόσθετου στοιχείου.



(φωτ.11)

Αν και ο συνδυασμός αρκετών χαρακτηριστικών των κτιρίων από οπλισμένο σκυρόδεμα και τοιχοποιιών πλήρωσης έπαιξαν ρόλο στην συμπεριφορά τους κατά την σεισμική δόνηση, παρακάτω αναγράφονται με ποσοστά οι υφιστάμενες βλάβες όσον αφορά κάποια μεμονωμένα χαρακτηριστικά τους.

ΒΛΑΒΕΣ ΣΚΕΛΕΤΟΥ(%)					
ΣΥΜΜΕΤΡΙΑ ΚΑΤΟΨΗΣ	ΧΩΡΙΣ	1	2	3	4
ΝΑΙ	16	21	31	29	3
ΟΧΙ	17	22	33	15	13

ΒΛΑΒΕΣ ΤΟΙΧ.(%)			
ΣΥΜΜΕΤΡΙΑ ΚΑΤΟΨΗΣ	ΧΩΡΙΣ	A	β
ΝΑΙ	4	36	60
ΟΧΙ	2	28	70

	ΒΛΑΒΕΣ ΣΚΕΛΕΤΟΥ(%)					ΒΛΑΒΕΣ ΤΟΙΧ.(%)		
	ΧΩΡΙΣ	1	2	3	4	ΧΩΡΙΣ	α	β
ΜΟΡΦΗ ΙΣΟΓΕΙΟΥ								
Pilotis	14	22	50	7	7	7	50	43
Ψευδο-pilotis	6	22	36	30	6	6	36	58
ψευδ.-χτισμ.	-	-	-	67	33	-	-	100
Χτισμένο	13	23	35	23	6	2	30	68

Πρέπει να σημειωθεί ότι τα κτίρια των οποίων το ισόγειο ήταν pilotis που εξετάσαμε ήταν σχετικά καινούργια.

Β.ΜΙΚΤΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ

Οι Μικτές κατασκευές που εξετάσαμε (9) δεν ήταν πάνω από δύο ορόφους και τα υλικά τους ήταν οπλισμένο σκυρόδεμα, πέτρα, τούβλα, τσιμεντόλιθοι και ωμόπλινθοι. Οι επτά από τις κατασκευές αυτές είχαν σοβαρά προβλήματα τοιχοποιϊών μέχρι και κατάρρευση ορισμένων (67%). Οι υπόλοιπες είχαν εμφανείς ρωγμές στους τοίχους. Στους πάνω ορόφους οι βλάβες εκδηλώθηκαν με ρωγμές στις γωνίες των ανωφλίων και στις γωνίες των τοίχων, ενώ στο ισόγειο με διατμητική αστοχία των πεσσών.

Μόνο μίας μικτής κατασκευής τα υποστηλώματα είχαν μόνιμες παραμορφώσεις ,ενώ στις υπόλοιπες κατασκευές είχαν ή τριχωειδείς (33%) ή εμφανείς ρωγμές (33%) ή καθόλου (22%).

Γ.ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ ΑΠΟ ΦΕΡΟΥΣΑ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑ

Παρατηρήθηκε ότι όλες οι κατασκευές φέρουσας τοιχοποιϊας είναι παλαιές. Πολλές από αυτές ήταν ακατοίκητες (ερειπώμένες), αποτελούνταν από ένα δωμάτιο και δεν εξετάστηκαν. Στην εργασία αυτή εξετάστηκαν 7 κτίρια από τα οποία τα 6 ήταν ισόγεια και το ένα δύοοροφο(φωτ.12). Τα 4 χαρακτηρίστηκαν κόκκινα από τις αρμόδιες επιτροπές (λόγω πλήρους αστοχίας της τοιχοποιϊας) και τα υπόλοιπα κίτρινα.Παρατηρήθηκε,(αυτό ισχύει και στις Μικτές κατασκευές) ότι η χρησιμοποίηση δύο ή και περισσότερων δομικών υλικών δημιουργεί πρόβλημα στις περιοχές ένωσης τους μέχρι και πλήρη διαχωρισμό. Σε τέτοιες περιπτώσεις η συμπεριφορά του τοίχου υπό την επίδραση σεισμικών δράσεων είναι ανομοιόμορφη, εξαιτίας των διαφορετικών ιδιοτήτων των υλικών.



(12)

Η αστοχία της τοιχοποιίας εκδηλώθηκε : (α)με αστοχία κατά μήκος των αρμών του κονιάματος (διαγώνια ρηγμάτωση), (β)με διατμητική αστοχία με θραύση του λιθώματος σε μια περιοχή κατά μήκος της φορτιζόμενης διαγωνίου που περιλαμβάνει και το κέντρο του τοίχου. Όπου υπήρχαν ανοίγματα, έντονο ήταν το φαινόμενο λοξής ρηγμάτωσης των πεσσών και περίπου κατακόρυφες ρωγμές στις γωνίες των ανοιγμάτων.

Δ.ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΑΣΗ ΠΑΡΑΚΕΙΜΕΝΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ

Το 44% των κατασκευών που εξετάσαμε έχουν σύστημα δόμησης μικτό ή συνεχές. Η αλληλεπίδραση είναι ένα από τα αίτια υπερκαταπόνησης των κτιρίων υπό την επίδραση σεισμού. Όταν δύο κτίρια βρίσκονται εν επαφή, κατά τη διάρκεια του σεισμού γίνεται μεταφορά τάσεων μεταξύ τους, με αποτέλεσμα την περαιτέρω καταπόνησή τους. Τα κτίρια αυτά είναι πιθανόν να έχουν διαφορετική σειμπεριφορά απέναντι στον σεισμό, για πολλούς λόγους, όπως: Η διαφορετικότητα στο έτος κατασκευής (που μπορεί να σημαίνει ότι είναι χτισμένα με διαφορετικούς Αντισεισμικούς Κανονισμούς), στο ύψος, στον τρόπο θεμελίωσης, στο έδαφος θεμελίωσης, κλπ.

Η αλληλεπίδραση γίνεται ορατή με μία διαμπερή ρωγμή καθ' ύψος των δύο κτιρίων. Παρατηρήσαμε αυξομειώσεις στην διάμετρο των ρωγμών αυτών, οι οποίες έκαναν φανερές τις αποκλίσεις των κτιρίων από την κατακόρυφο.

Χαρακτηριστικό παράδειγμα αλληλεπίδρασης ήταν μια κατασκευή η οποία δεν είχε σημαντικές βλάβες τόσο στον σκελετό όσο και στην τοιχοποιία και χαρακτηρίστηκε ακατάλληλη για χρήση εξαιτίας της διπλανής της, η οποία ήταν σε άθλια κατάσταση και την έθετε σε κίνδυνο.

Το καλύτερο σύστημα δόμησης είναι το ελεύθερο έτσι ώστε να αποφεύγονται οι συνέπειες της αλληλεπίδρασης. Στις περιπτώσεις που θα υπάρχει συνέχεια, απαραίτητη είναι η δημιουργία ενός αρμού μεταξύ των κτιρίων στον οποίο για κατασκευαστικούς λόγους τοποθετείται φελιζόλ.

Ε.ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ- ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

- Κατά την διάρκεια μιας κατασκευής ενός κτιρίου, υπάρχουν αρκετά σημεία τα οποία δεν μπορούν να προβλεφθούν και να ελεγχθούν από την μελέτη. Σε περίπτωση απουσίας του επιβλέποντος πολιτικού μηχανικού, ή την μη τήρηση των οδηγιών του από τα συνεργεία, την ευθύνη αποπεράτωσης του έργου αναλαμβάνουν οι εργολάβοι των συνεργείων. Αυτοί λειτουργούν με βάση την εμπειρία τους, χωρίς ιδιαίτερες γνώσεις και το σημαντικότερο, μη έχοντας την ευθύνη όλου του έργου, αδιαφορούν για κατασκευαστικά λάθη που δεν άπτονται της αρμοδιότητάς τους. Τα λάθη αυτά

αποκαλύφθηκαν από τις συνέπειες της σεισμικής δράσης. Χαρακτηριστικό παράδειγμα κακής κατασκευής, αποτελεί η περίπτωση ενός κτιρίου στην οποία η πλάκα "ξεκόλλησε" από το υποστήλωμα της μιας πλευράς και κατέρρευσε, εκθέτοντας πολύ σοβαρά τους υπεύθυνους, αφού το δοκάρι δεν συνδεόταν με το υποστήλωμα της πλευράς αυτής. Απαιτείται λοιπόν άμεση οριοθέτηση των προσόντων, των ρόλων και των ευθυνών όλων των εμπλεκόμενων στην κατασκευή των οικοδομών.

- Ο ηλεκτρολόγος και υδραυλικός, για δική τους ευκολία αν όχι από άγνοια, δημιουργούν εγκοπές σε υποστηλώματα και δοκάρια για διαπέραση καλωδίων-σωληνώσεων, "τραυματίζοντας" έτσι τον φέροντα οργανισμό. Συχνό ήταν το φαινόμενο μερικής ή ολικής διαπέρασης αυτών στο πάνω ή κάτω μέρος των υποστηλωμάτων, καθώς και στην άκρη δοκαριών.

- Υπήρχαν κτίρια που κρίθηκαν προσωρινά ακατάλληλα για χρήση, για μεμονωμένες βλάβες, όπως π.χ. ρηγάτωση σκάλας, ύπαρξη τριχωειδών ρωγμών σε ένα κεντρικό υποστήλωμα, κακή ποιότητα σκυροδέματος (χαμηλή αντοχή, ψαθυρότητα).

- Μερικά κτίρια κατασκευάστηκαν σε στάδια τα οποία απείχαν μεταξύ τους αρκετά χρόνια. Ακόμα και η μελέτη αυτών δεν έγινε σε ένα στάδιο, με αποτέλεσμα το ισόγειο και οι πάνω όροφοι να έχουν χτιστεί με διαφορετικούς Αντισεισμικούς Κανονισμούς. Έτσι, οι πρώτοι όροφοι εμφανίζονται ασθενέστεροι από άποψη οπλισμών σε σχέση με τους επόμενους και τα φορτία που προβλέφθηκαν ότι θα αναλάβουν είναι λιγότερα από τα πραγματικά. Στα σχέδια ενός κτιρίου είδαμε τον διαμήκη οπλισμό ενός τοιχώματος που είχε 4 σίδερα στο ισόγειο και 18 στον πάνω όροφο.

- Πρέπει να αναφερθεί ότι οι βλάβες στην τοιχοποιία και στον σκελετό που έχουν ήδη περιγραφεί, παρουσιάστηκαν στα ισόγεια των κτιρίων. Οι πάνω όροφοι δεν είχαν εμφανείς-σοβαρές βλάβες και δεν χρειάζονται άμεση επισκευή. Οι βλάβες μειώνονται προοδευτικά καθ' ύψος.

- Έξω από τα όρια της εξεταζόμενης περιοχής, τα κτίρια είναι σαφώς νεότερα σε ηλικία. Η γενικότερη εντύπωση ήταν η καλή συμπεριφορά τους απέναντι στον σεισμό. Δεν παρατηρήθηκαν σοβαρές βλάβες στην τοιχοποιία τους, αλλά ούτε και στον σκελετό. Το γεγονός αυτό ισχυροποιεί την άποψη, ότι τα κτίρια που κτίστηκαν με βάση τους νεότερους Αντισεισμικούς Κανονισμούς δεν χρειάζονται σημαντικές επισκευές, και σίγουρα δεν έθεσαν σε κίνδυνο ανθρώπινες ζωές. Στην εξεταζόμενη περιοχή, αν και δεν ήταν πάντα εφικτό να γνωρίζουμε το έτος μελέτης κάθε κτιρίου, τα περισσότερα κτίρια είναι παλιά και αυτά υπέστησαν τις σοβαρές βλάβες έναντι του σεισμού.

ΣΤ. ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Τελειώνοντας εκθέτουμε τις προτάσεις του Συλλόγου Πολιτικών Μηχανικών Ελλάδος για την ασφάλεια των κτιρίων (από Ενημερωτικό Δελτίο Τ.Ε.Ε.):

- Θέσπιση Μητρώου Κατασκευαστών Ιδιωτικών Έργων και της λειτουργίας των Πολεοδομικών Γραφείων, ουσιαστικοποίηση των ελέγχων μέσω ειδικού σώματος μηχανικών.

- Η πολεοδόμηση νέων περιοχών να λαμβάνει σοβαρά υπόψη τα εδαφικά δεδομένα από πλευράς σεισμικού κινδύνου και να προηγούνται σχετικές μικροζωνικές μελέτες. Να σταματήσει η ανευθυνότητα της νομιμοποίησης των αυθαιρέτων σε κάθε προεκλογική περίοδο.

- Να γίνονται εδαφοτεχνικές μελέτες για τα κτίρια από ένα ύψος καί πάνω. Η παραγωγή του εδαφοτεχνικού υπόβαθρου κάθε περιοχής να γίνει με ευθύνη της Πολιτείας ώστε να μπορεί στη συνέχεια ο μελετητής μηχανικός να κρίνει αν, σε συνδιασμό με τα χαρακτηριστικά του προς μελέτη κτιρίου, απαιτείται περαιτέρω έρευνα.

- Ουσιαστικός έλεγχος της ποιότητας των υλικών και θέσπιση σοβαρών κυρώσεων στους παραβάτες των κανόνων και των προδιαγραφών.
- Καθιέρωση διαδικασιών, συντήρησης των κτιρίων. Θα πρέπει να γίνει συνείδηση ότι κάθε κτίριο έχει μια διάρκεια ζωής που εξαρτάται από τη συντήρησή του και τις τυχόν μετατροπές που υφίσταται. Θα πρέπει να καθιερωθεί ένα μητρώο που θα εμφανίζει την ταυτοτητά του.
- Να αρχίσει άμεσα η διαδικασία ελέγχου των δημοσίων κτιρίων που στεγάζουν κρίσιμες λειτουργίες με σκοπό την ενίσχυσή τους στη σημερινή στάθμη ασφάλειας του Κανονισμού.
- Μελέτη και επίβλεψη Φέροντος Οργανισμού μόνο από Διπλωματούχους Πολιτικούς Μηχανικούς. Είναι θέση ουσίας που σχετίζεται με την ασφάλεια των κατασκευών.
- Το θέμα των επισκευών πρέπει να αντιμετωπιστεί με τη μέγιστη δυνατή υπευθυνότητα. Το βέβαιο είναι ότι οι επισκευές (αποκαταστάσεις ή ενισχύσεις) πρέπει νμα μελετηθούν από έμπειρους μηχανικούς και να εκτελεστούν από κατάλληλο προσωπικό και συνεργεία κάτω από σοβαρή επίβλεψη.