

5. ΔΙΑΦΟΡΟΠΟΙΗΣΗ ΣΤΙΣ ΟΡΙΑΚΕΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

Επειδή η σεισμική επιπόνηση είναι τυχηματική (μπορεί και να μην ασκηθεί) για λόγους οικονομίας γίνεται αποδεκτό να αστοχεί η κατασκευή για το σεισμό σχεδιασμού και να απαιτείται επισκευή για την επαναχρησιμοποίησή της.

5.1 Η Έννοια του Σχεδιασμού σε Κατάσταση Αστοχίας για Κατακόρυφα Φορτία

Στην περίπτωση της κατακόρυφης φόρτισης ο σχεδιασμός σε κατάσταση αστοχίας στοχεύει να εξασφαλίσει ότι η φόρτιση P_k της κατά-σκευής θα υπολείπεται σημαντικά από τη φόρτιση αστοχίας P_u ώστε η κατασκευή να μην βγαίνει εκτός λειτουργίας κάθε φορά που θα δέχεται όλα τα φορτία της.

Για να επιτευχθεί αυτό ο φορέας σχεδιάζεται:

- με μεγαλύτερα φορτία, τα φορτία σχεδιασμού P_d
- με μειωμένη την αντοχή

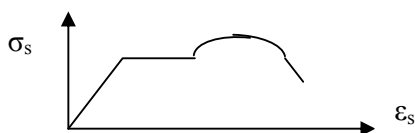
Τα φορτία σχεδιασμού προκύπτουν πολλαπλασιάζοντας τα (μέγιστα) φορτία που θα δράσουν στην κατασκευή με συντελεστές ασφαλείας.

Η αντοχή του φορέα προκύπτει θεωρώντας μειωμένη αντοχή των υλικών του διαιρώντας την αντοχή του σκυροδέματος και του χάλυβα με συντελεστές ασφαλείας.

Ο αυξητικός συντελεστής ασφαλείας για τα μεταβλητά φορτία λαμβάνεται ίσος με 1,5 ενώ ο μειωτικός συντελεστής ασφαλείας για την αντοχή του σκυροδέματος λαμβάνεται ίσος με 1,5.

Θεωρώντας ενιαίο συντελεστή ασφαλείας ο φορέας σχεδιάζεται για $1,5 \times 1,5 = 2,25$ φορές μεγαλύτερη επιπόνηση.

Στην πράξη επειδή για τα μόνιμα φορτία και την αντοχή του χάλυβα οι συντελεστές ασφαλείας είναι μικρότεροι, ο ενιαίος συντελεστής ασφαλείας προκύπτει μικρό-τερος.



Σχ. 5.1 Πραγματικό διάγραμμα σ - ϵ χάλυβα

Πρόσθετη ασφάλεια αποτελεί η παραδοχή για διγραμμικό διάγραμμα $[\sigma$ - $\epsilon]$ του χάλυβα.

Όπως φανεται από το πραγματικό διάγραμμα του χάλυβα στο Σχ. 1, η μέγιστη τάση του χάλυβα είναι σημαντικά μεγαλύτερη από την τάση διαρροής f_y που λαμβάνεται υπόψη στο σχεδιασμό.

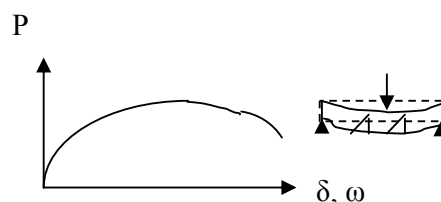
Στις δοκούς και τις πλάκες η παραμόρφωση του εφελκυσμένου χάλυβα κατά την αστοχία είναι πολύ μεγαλύτερη και, γι' αυτό, η τάση του χάλυβα κατά την αστοχία είναι μεγαλύτερη από την f_y .

5.2 Η Έννοια του Σχεδιασμού σε Κατάσταση Αστοχίας για Σεισμικά Φορτία

Στην περίπτωση της σεισμικής φόρτισης ο σχεδιασμός σε κατάσταση αστοχίας έχει διαφορετική έννοια από την παραπάνω και η υιοθέτησή του ίδιου όρου αποτελεί μάλλον ατυχή έκφραση των κανονισμών.

Λόγω της τυχηματικής φύσης της σεισμικής φόρτισης (μπορεί και να μην ασκηθεί η φόρτιση αυτή) για λόγους οικονομίας επιτρέπεται η φόρτιση P_k της κατασκευής να είναι ίση με τη φόρτιση αστοχίας P_u , δηλ. η κατασκευή να λειτουργήσει σε κατάσταση αστοχίας, και ως εκ τούτου να εμφανίσει εκτεταμένες ρωγμές και βέλη, όπως φαίνεται στο Σχ. 2, και να **απαιτείται επισκευή για την επαναλειτουργία** της.

Γι αυτό, για τη φόρτιση αυτή δεν τίθενται συντελεστές ασφαλείας ούτε στα φορτία, ούτε στις αντοχές των υλικών.



Σχ. 5.2 Αύξηση βέλους δ και ανοίγματος ρωγμών ω με την αύξηση της επιπόνησης

Για λόγους οικονομίας γίνεται, επίσης, η παραδοχή ότι κατά τη διάρκεια του σεισμού σχε-

διασμού δεν θα δρουν όλα τα κινητά φορτία της κατασκευής.

5.3 Οι Δύο Συνδυασμοί Φορτίων και οι Τρεις Τιμές των Στατικών Μεγεθών

Οι συνδυασμοί των φορτίων για το σχεδιασμό του Φ.Ο της κατασκευής δίνονται παρακάτω.

- Για το σχεδιασμό μόνον με **τα κατακόρυφα φορτία:**
1,35 g_k και 1,50 q_k
- Για το σχεδιασμό με **τα κατακόρυφα και τα σεισμικά φορτία:**
g_k , 0.3q_k και E_k,

όπου E_k τα σεισμικά φορτία (βλ. κεφ. 3, ενότητα Β).

Τα στατικά μεγέθη που προκύπτουν από τον πρώτο συνδυασμό συμβολίζονται:

$$M_{sd}, V_{sd} \text{ κ.λ.π.}$$

Τα στατικά μεγέθη που προκύπτουν από τον δεύτερο συνδυασμό συμβολίζονται:

$$M_E, V_E \text{ κλπ.}$$

Εκτός από τα μεγέθη αυτά υπολογίζονται, επίσης, και οι «ικανοτικές» τιμές των μεγεθών αυτών συμβολιζόμενες ως:

$$M_{CD} \text{ και } V_{CD}.$$

Για την έννοια των μεγεθών αυτών βλ. κεφ. 9 και 10.

5.4 Οι Τρεις Μορφές της Ανίσωσης Ασφαλείας

Ο σχεδιασμός του Φ.Ο υπακούει στην ανίσωση ασφαλείας:

$$S \leq R_u \quad (a)$$

όπου:

S είναι το μέγεθος της δράσης, π.χ. M_{sd}, V_{sd}, κλπ.
R_u είναι το αντίστοιχο μέγεθος αστοχίας

Αντίστοιχες στις τρεις διαφορετικές τιμές των δράσεων είναι οι τρεις παρακάτω μορφές της ανίσωσης ασφαλείας:

$$M_{sd} \leq M_{Rdu}, \quad V_{sd} \leq V_{Rdu} \quad (1)$$

$$M_E \leq M_{Ru}, \quad V_E \leq V_{Ru} \quad (2)$$

$$M_{CD} \leq M_{Ru}, \quad V_{CD} \leq V_{Ru} \quad (3)$$

M_{Rdu} και V_{Rdu} είναι τα μεγέθη αστοχίας (αντοχές) που προκύπτουν με βάση τις μειωμένες αντοχές f_{cd} = f_{ck}/1,5 και f_{sd} = f_{sk}/1,15, ενώ

M_{Ru} και V_{Ru} είναι τα μεγέθη αστοχίας που προκύπτουν με τις αντοχές f_{ck} και f_{sk}.

Επιλύοντας την ανίσωση ασφαλείας (1) προκύπτουν οι γεωμετρικές διαστάσεις και ο οπλισμός των μελών του Φ.Ο και υπολογίζονται οι δυσκαμψίες τους οι οποίες απαιτούνται για τον υπολογισμό των μεγεθών M_E και V_E στην ανίσωση (2).

❖ Ο σχεδιασμός μόνο με τα κατακόρυφα φορτία αποτελεί κατά κάποιον τρόπο την προμελέτη.

6. Η ΣΥΓΧΙΣΗ ΤΩΝ ΟΡΟΛΟΓΙΩΝ ΚΑΙ ΟΙ ΣΥΝΕΠΕΙΕΣ

Όταν μετά ένα ισχυρό σεισμό εμφανίζονται ρωγμές και παραμένοντα βέλη στα δομικά στοιχεία μιας κατασκευής, στις περισσότερες περιπτώσεις επικρατεί η εντύπωση ότι ο σχεδιασμός της κατασκευής ήταν λανθασμένος.

Δεν είναι λίγες οι περιπτώσεις δικαστικών διενέξεων στην περίπτωση που μετά ένα σεισμό παρατηρηθεί εκτεταμένη ρηγμάτωση, μολονότι ο σεισμός μπορεί να εκτιμηθεί ότι αντιστοιχεί στο σεισμό για τον οποίο σχεδιάστηκε η κατασκευή ή και σε ακόμη πιο ισχυρό.

Όπως σχολιάστηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο, η εμφάνιση εκτεταμένης ρηγμάτωσης και μεγάλων βελών στα δομικά στοιχεία είναι σύμφωνη με τον ισχύοντα αντισεισμικό κανονισμό.

❖ **Οι φορείς σχεδιάζονται να αστοχήσουν αλλά να μην καταρρεύσουν.**

Η μη κατάρρευση των δομικών στοιχείων εξασφαλίζεται θέτοντας την **παραμόρφωση αστοχίας του εφελκυσμένου οπλισμού** τους **σημαντικά μικρότερη από την παραμόρφωση θραύ-**

σης του (η οποία είναι μεγαλύτερη του 100%).

Κατάρρευση ενός στοιχείου θα συμβεί όταν θα θραυστούν ή θα εξολκευτούν οι ράβδοι του οπλισμού.

❖ Η παρατηρούμενη σύγκριση και οι αντιδικίες σε περίπτωση ενδείξεων αστοχίας των δομικών στοιχείων κατά τη σεισμική επιπόνηση φαίνεται να έχει τη βάση της στο γεγονός ότι ο όρος «**σχεδιασμός σε κατάσταση αστοχίας**» χρησιμοποιείται, επίσης, και για το σχεδιασμό σε κατακόρυφα φορτία.

Όπως σχολιάζεται στο κεφ. 5.1, ο όρος αυτός στην περίπτωση των κατακόρυφων φορτίων έχει διαφορετική έννοια. Δεν επιτρέπεται να αστοχήσουν τα δομικά στοιχεία για τα ωφέλιμα φορτία τους.

• Η σύγκριση αυτή και οι αντιδικίες που τη συνοδεύουν θα είχαν αποφευχθεί αν δεν είχε υιοθετηθεί στους κανονισμούς ο ίδιος όρος για δύο εντελώς διαφορετικούς σχεδιασμούς.

