

ΕΙΣΑΓΩΓΗ – ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ

Τα αρχαία μνημεία που ενδιαφέρουν εδώ είναι αυτά που έχουν ως βασικό δομικό στοιχείο την κιονοστοιχία και σ' αυτά ανήκουν τα μνημεία της αρχαϊκής, κλασσικής, ελληνιστικής και ρωμαϊκής περιόδου. Είναι ήδη τεκμηριωμένο από ιστορικές πηγές αλλά και επιτόπου παρατηρήσεις ότι αρκετά μνημεία έχουν υποστεί σημαντικές βλάβες και ολοκληρωτικές καταρρεύσεις λόγω σεισμικών φορτίσεων. Συνεπώς, η παράμετρος αυτή δεν μπορεί να αγνοηθεί για τις οποιεσδήποτε εργασίες αποκατάστασης και προστασίας των μνημείων, δεδομένης της ολοένα και πιο συστηματικής δραστηριοποίησης της πολιτείας προς την κατεύθυνση αυτή (διάσωση μνημείων και πολιτιστικής κληρονομιάς) με ετήσιες δαπάνες πολλών δισεκατομμυρίων δραχμών.

Το δομικό σύστημα των μνημείων που έχουν ως βασικό χαρακτηριστικό την κιονοστοιχία (ναοί, θησαυροί, προπύλαια, ανάκτορα κ.λ.π.), μπορεί να χαρακτηριστεί ως ένα τέλειο σύστημα προκατασκευής. Δηλ. όλα τα τμήματα ενός τέτοιου μνημείου, λάμβαναν την τελική τους μορφή πριν τοποθετηθούν στην τελική τους θέση στην κατασκευή. Ως υλικό δόμησης χρησιμοποιούντο διάφορα είδη μαρμάρων και λίθων. Οι κίονες ήταν είτε μονολιθικοί (για περιπτώσεις μικρών διαστάσεων) είτε σφονδυλωτοί (για περιπτώσεις κίωνων σχετικά μεγάλων διαστάσεων). Τα επιστύλια, όπως και τα υπόλοιπα τμήματα του ναού ήταν από το ίδιο υλικό με το υλικό των κίωνων, είχαν ως επί το πλείστο ορθογωνικά σχήματα και ήταν διατεταγμένα συνήθως σε οριζόντια διάταξη.

Είναι επίσης γνωστό, ότι στα μνημεία αυτά (αρχαϊκής, κλασσικής, ελληνιστικής και ρωμαϊκής περιόδου) γινόταν συστηματική χρήση συνδέσμων για την κατακόρυφη και οριζόντια σύνδεση των διαφόρων μελών της κατασκευής. Οι σύνδεσμοι των σφονδύλων, γνωστοί ως πόλοι και εμπόλια, ήταν είτε από ξύλο είτε από μέταλλο. Οι μεταλλικοί σύνδεσμοι ήταν συνήθως από χαλκό ή από χάλυβα και καλύπτοντα από στρώση μολύβδου προς αποφυγή της οξείδωσής τους. Όπως αναφέρεται στη βιβλιογραφία, οι σύνδεσμοι αυτοί χρησιμοποιούντα κυρίως για την τέλεια εφαρμογή μεταξύ των σφονδύλων, στη φάση της τοποθέτησής τους. Αντίθετα, οι σύνδεσμοι στα επιστύλια και στα υπόλοιπα τμήματα της κατασκευής ήταν μεταλλικοί και καλύπτοντα επίσης από μολύβδο, προς αποφυγή της οξείδωσης. Είχαν διάφορα σχήματα, συνήθως διπλού T, και χρησιμοποιούντο κυρίως για την αποφυγή μικρομετακινήσεων μεταξύ των διαφόρων τμημάτων της κατασκευής.

Μέσα από σειρά παρατηρήσεων σε αρκετούς αρχαιολογικούς χώρους, προκύπτει ότι κυρίαρχα φαινόμενα της σεισμικής συμπεριφοράς αυτών των μνημείων είναι, σε πρώτο στάδιο, αυτό της ολίσθησης μεταξύ των διαφόρων τμημάτων του μνημείου (είτε μεταξύ σφονδύλων, είτε μεταξύ στοιχείων των επιστυλίων) και σε δεύτερο στάδιο, που ενδεχομένως να οδηγεί σε ανατροπές, αυτό του λικνισμού. Όπως έχει τεκμηριωθεί από αρκετές πειραματικές και αριθμητικές διερευνήσεις, η σεισμική συμπεριφορά αυτών των μνημείων μπορεί να προσομοιωθεί ως ένα βαθμό μέσα από τη μελέτη συμπαγών και

σφονδυλωτών στερεών σωμάτων. Η ερευνητική ομάδα του Ε.Μ.Π. (Καρύδης, Παπασταματίου, Ψυχάρης, κ.α.) έχει ασχοληθεί με το θέμα με την βοήθεια της σεισμικής τράπεζας. Επίσης η ερευνητική ομάδα του Α.Π.Θ. (Μάνος, Δημοσθένους, κ.α.) μετά από μακρόχρονη ενασχόληση τεκμηρίωσε ότι το φαινόμενο της ολίσθησης, κάτω από στατικές φορτίσεις, επηρεάζεται από τους συντελεστές στατικής και κινητικής τριβής, ενώ σε περίπτωση δυναμικών διεγέρσεων, επηρεάζεται από τους συντελεστές στατικής και δυναμικής τριβής. Αντίστοιχα, το φαινόμενο του λικνισμού επηρεάζεται σε μεγάλο βαθμό από το συντελεστή αποκατάστασης (coefficient of restitution). Τα δύο φαινόμενα (ολίσθηση - λίκνισμός) συνυπάρχουν σε περιπτώσεις έντονων αποκρίσεων αλλά γενικώς, όπως έχει παρατηρηθεί εργαστηριακά, εκείνο που επισυμβαίνει πρώτο, και καθορίζει σε μεγάλο βαθμό τη μετεξέλιξη της απόκρισης της κατασκευής, είναι το φαινόμενο της ολίσθησης μεταξύ των διαφόρων τμημάτων, είτε στους κίονες είτε στα επιστύλια. Η διερεύνηση αυτή έγινε σε ομοιώματα απλών μονολιθικών ή σφονδυλωτών κιόνων. Πρόσφατα, η ίδια ερευνητική ομάδα διερεύνησε πειραματικά την δυναμική και σεισμική απόκριση απλών ομοιωμάτων κιονοστοιχιών υπό κλίμακα.

Στην μελέτη της αποκαταστάσεως του Παρθενώνος έγινε μια συστηματική περιγραφή των τύπων των συνδέσμων και της λειτουργίας τους. Επίσης, στα πλαίσια των αναστηλωτικών εργασιών του Παρθενώνα και του Επικούρειου Απόλλωνα έγινε αριθμός πειραματικών διερευνήσεων για την συμπεριφορά-αντοχή διαφόρων συνδέσμων καθώς και η διατύπωση των αρχών σχεδιασμού της αποκατάστασης της λειτουργίας των συνδέσμων αυτών και της αντικατάστασης των παλαιών συνδέσμων από αρχαίο σίδηρο με νέους συνδέσμους από τιτάνιο (Ζάμπας, Παπαντωνόπουλος).

Παρά την αξιόλογη μέχρι σήμερα προσπάθεια εφαρμοσμένης έρευνας στο εν λόγω αντικείμενο, που συνοπτικά καλύφθηκε από την προηγούμενη περιληπτική αναδρομή δεν έχει διερευνηθεί ακόμη η επίδραση των συνδέσμων στη σεισμική συμπεριφορά των βασικών δομικών στοιχείων αυτού του τύπου των μνημείων κάτω από ρεαλιστικές συνθήκες. Σε περιορισμένο αριθμό πειραματικών διερευνήσεων με στόχο την μελέτη της αξιοπιστίας αριθμητικών προσομοιωμάτων για άλλου είδους εφαρμογές, που εμφανίζουν ομοιότητες με το συγκεκριμένο πρόβλημα, η ερευνητική ομάδα του καθηγητού Watabe στην Ιαπωνία μελέτησε την επιρροή παρεμβλημάτων ανάμεσα σε δύο μαρμάρινους σφονδύλους κάτω από συνθήκες εναλλασσόμενης ψευδοδυναμικής οριζόντιας φόρτισης. Επίσης, υπάρχει περιορισμένος αριθμός ερευνητικών προσπαθειών για την αριθμητική προσομοίωση της συμπεριφοράς σφονδυλωτών σωμάτων με ή χωρίς συνδέσμους που όμως στερούνται αντίστοιχης πειραματικής επιβεβαίωσης (ερευνητική ομάδα Watabe και ερευνητική ομάδα Sinopoli).

Από όλη τη βιβλιογραφική αναφορά στο εν λόγω θέμα εντοπίστηκαν περιοχές που χρειάζονται περαιτέρω διερεύνηση, κυρίως ως προς τη συσχέτιση της αντοχής των συνδέσμων με αυτή των μαρμάρινων δοκιμών κάτω από δυναμικές φορτίσεις καθώς και τις επιρροές που προκύπτουν από την δυναμική φύση της σεισμικής φόρτισης στην απόκριση τυπικών συνόλων τμημάτων αρχαίων μνημείων αυτού του τύπου που συμπεριλαμβάνουν με ρεαλιστικό τρόπο τους συνδέσμους αυτών των τμημάτων.

Στα **Παραρτήματα 1.1 και 1.2** δίδονται περαιτέρω πληροφορίες σχετικά με:

Παράρτημα 1.1: Το Δομικό Σύστημα των Αρχαίων Μνημείων της Αρχαϊκής, Κλασσικής, Ελληνιστικής και Ρωμαϊκής Περιόδου

Παράρτημα 1.2: Κατασκευαστικές λεπτομέρειες για τους σφονδύλους και τη συναρμογή τους

Ακολουθεί στη συνέχεια η παράθεση της προόδου που εκτελέσθηκε για τις διάφορες φάσεις του παρόντος ερευνητικού προγράμματος.