

1. Εισαγωγή

Οι βλάβες από σεισμό, σε **υπέργεια** & **υπόγεια** έργα πολιτικού μηχανικού, είναι άμεσα συνδεδεμένες με την συμπεριφορά και την αστοχία του εδάφους κατά την δόνηση. Με λίγες εξαιρέσεις (π.χ. τις βλάβες από tsunamis), το συμπέρασμα αυτό επιβεβαιώνεται σε κάθε παλαιό και νέο καταστροφικό σεισμό.

Για παράδειγμα

Πρόσφατοι μεγάλοι σεισμοί στην Ελλάδα και αλλού...

Kobe, Japan, $M=7.2$, 17-01-1995

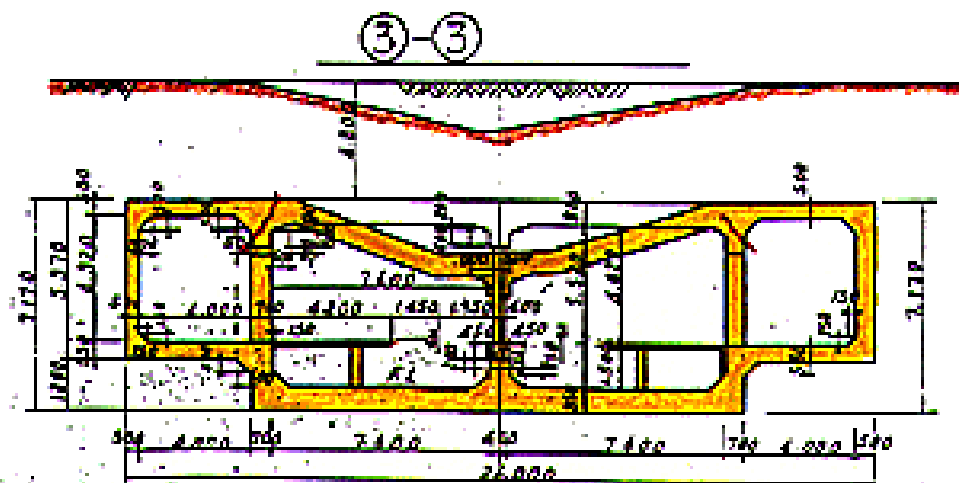
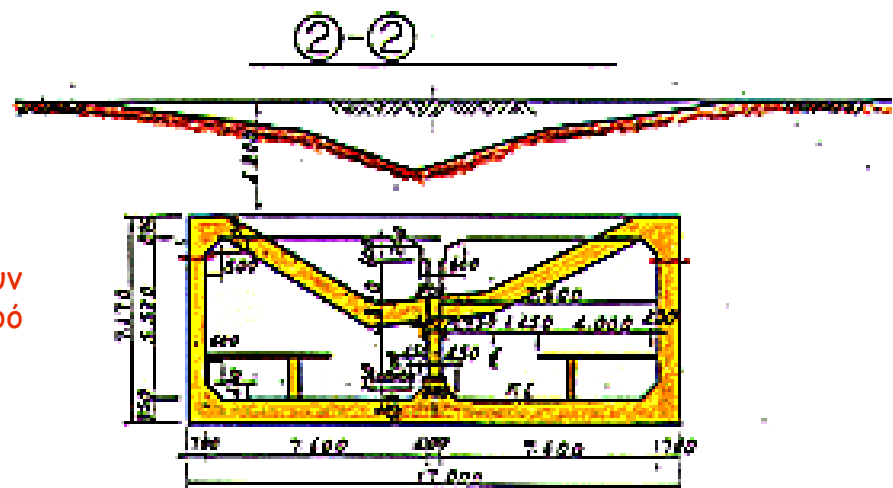


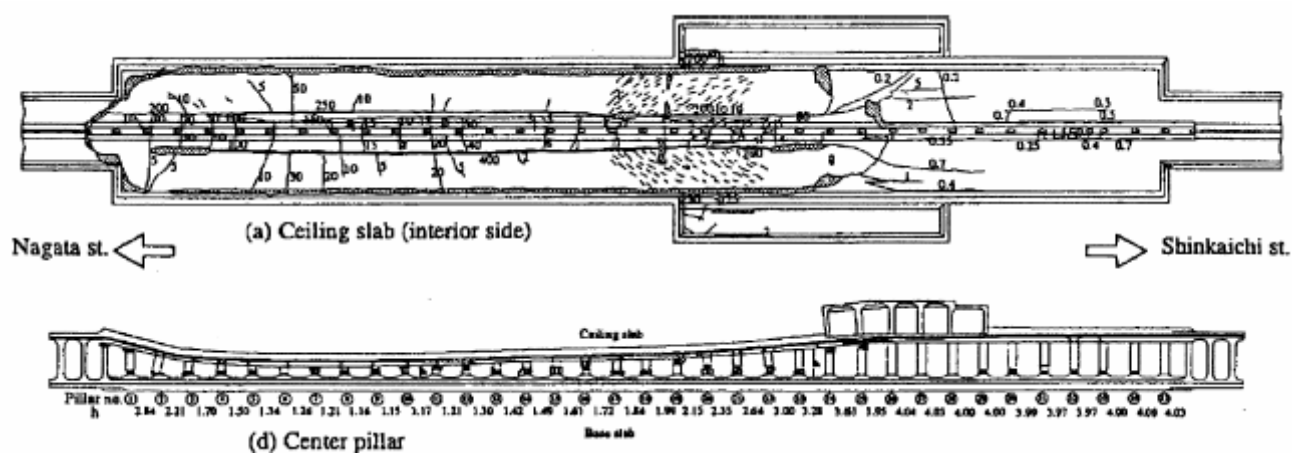






Kobe 1995
 Αστοχία υποστυλωμάτων
 Υπόγειου Σταθμού Μετρό
 Daikai





Kobe 1995
 Αστοχία υποστυλωμάτων
 Υπόγειου Σταθμού Μετρό
 Daikai





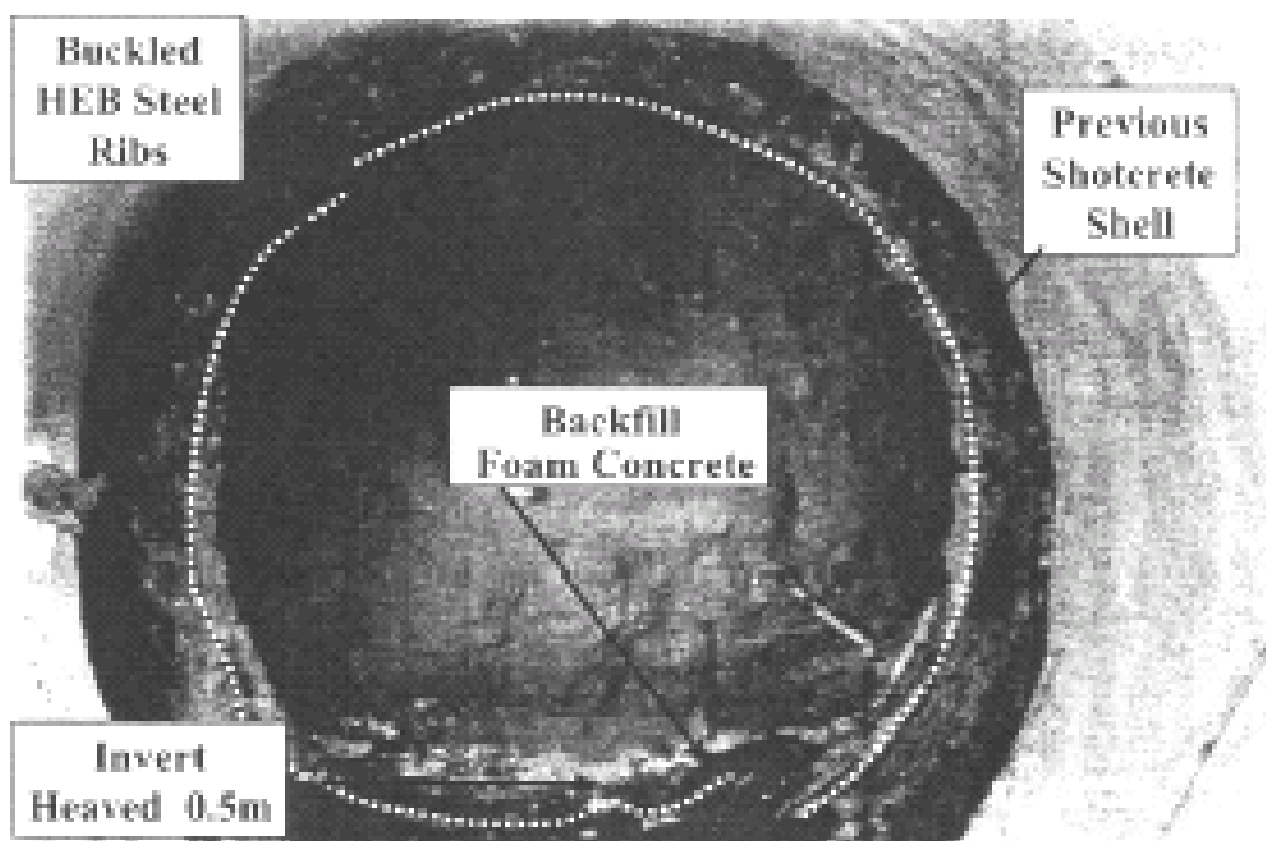






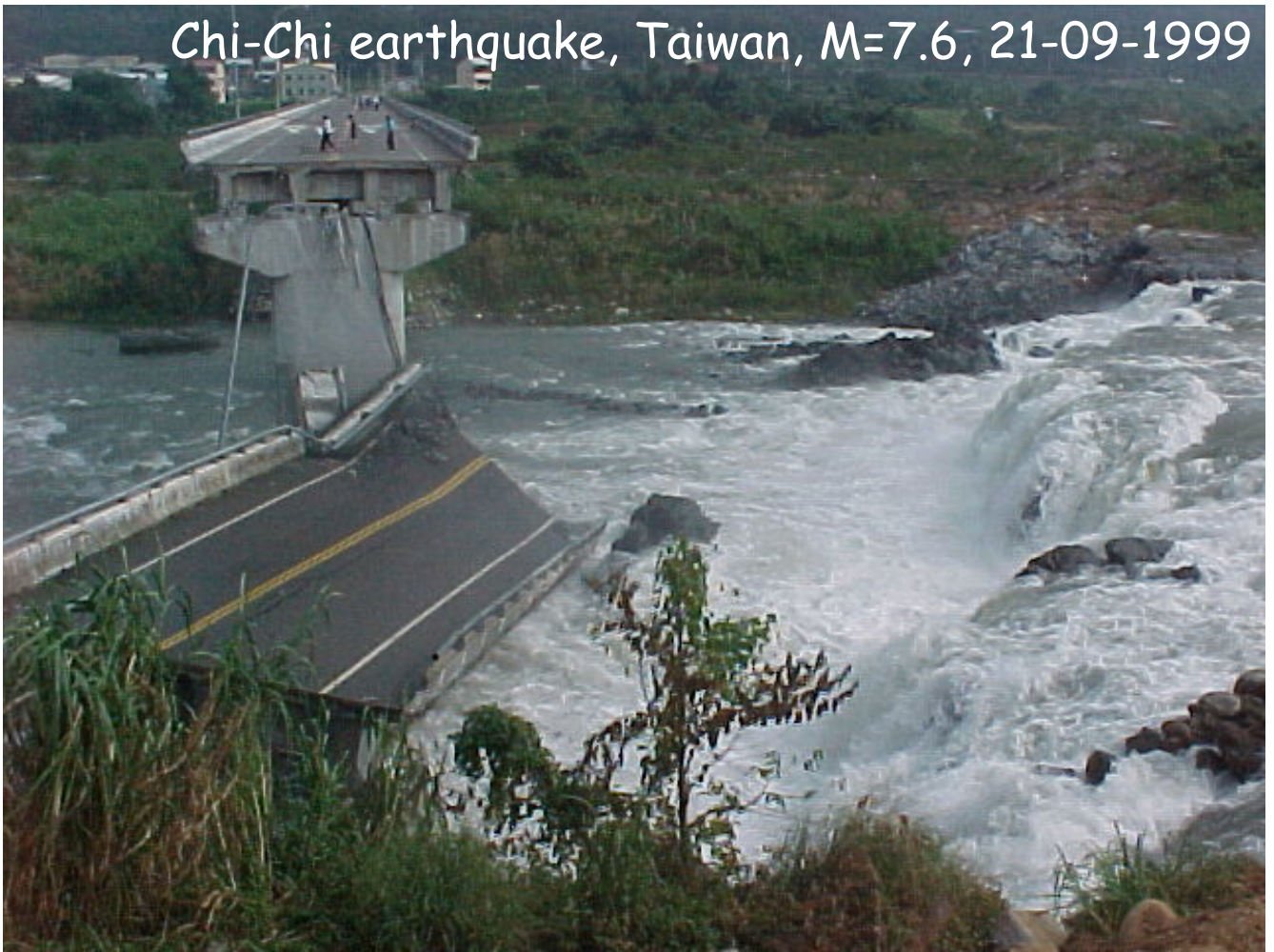


Düzce- Turkey, $M=7.2$, 12-11-1999



Πλήρης κατάρρευση σήραγγας (Bolu tunnel)

Chi-Chi earthquake, Taiwan, $M=7.6$, 21-09-1999





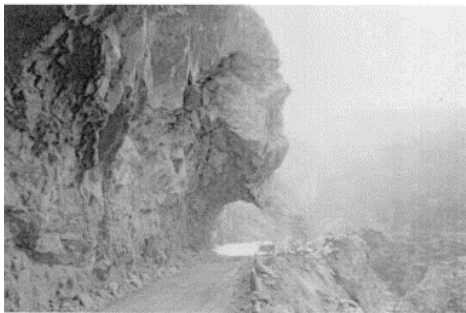
SLOPE FAILURE



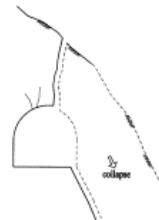
(a)



(b)



(c)



(d)

(a) photo of Chi-Shue Tunnel before Chi-Chi Earthquake; (b) photo of Chi-Shue Tunnel after Chi-Chi Earthquake; (c) slope failure induced tunnel collapse at Sta. 45k+573 of Highway No. 8; (d) sketch of damage pattern.

(from Wang et al. 2001)



*Longitudinal cracks from "ovalization" of Yuluh tunnel section,
Chi-Chi 1999 earthquake (Schiff and Tang eds, 2000)*

Athens-Greece, $M=5.9$, 12-09-1999

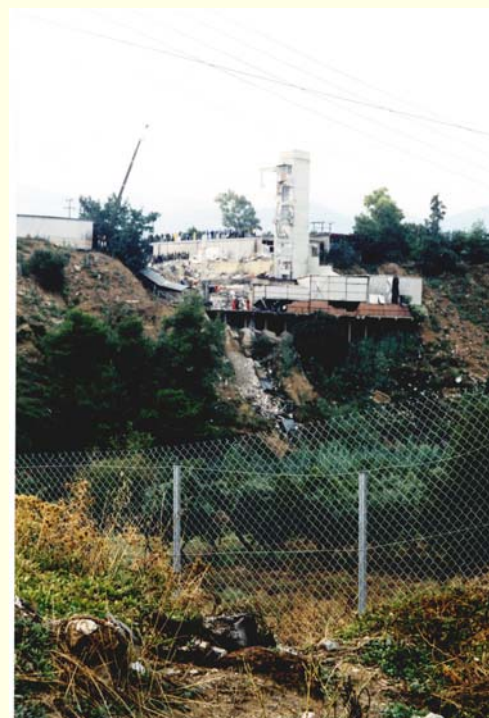


• 100 buildings collapsed

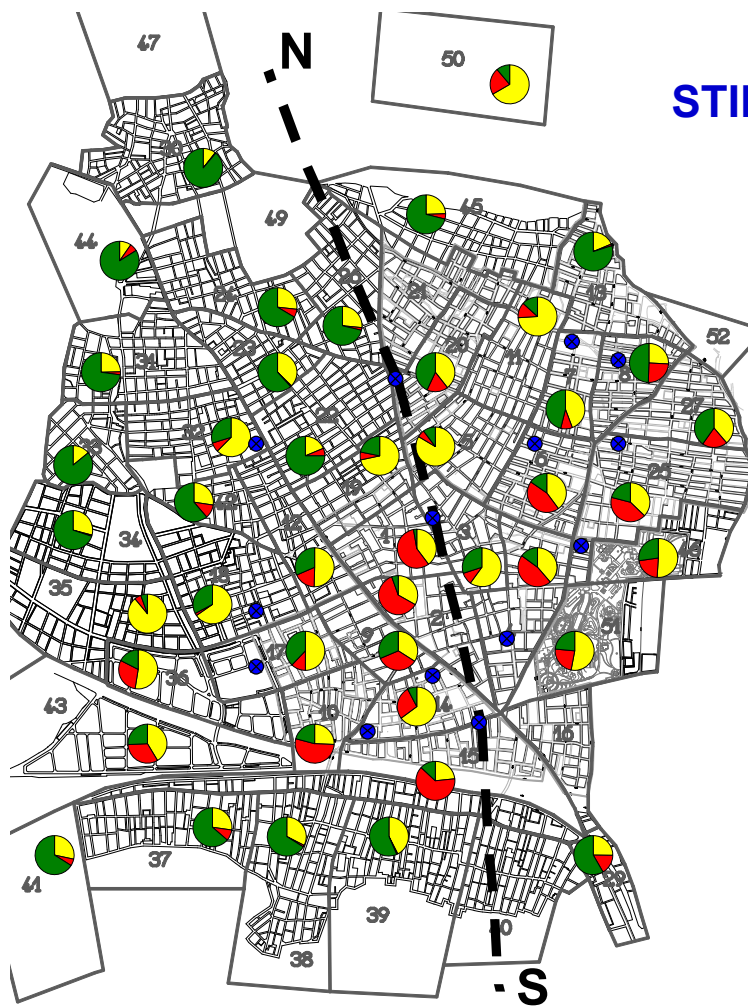
• 143 casualties

• 2,000 injured

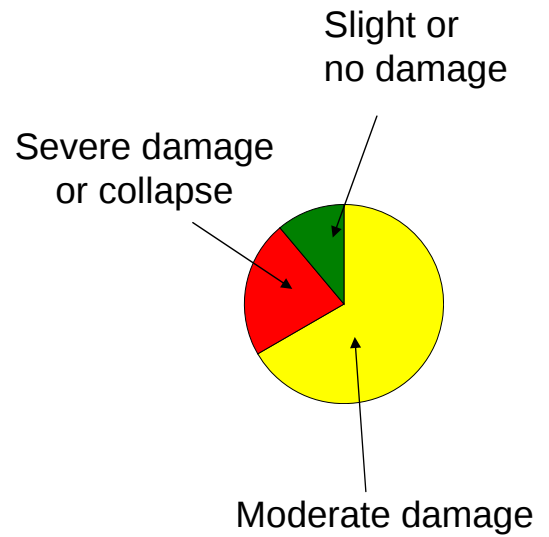
• 100,000 homeless



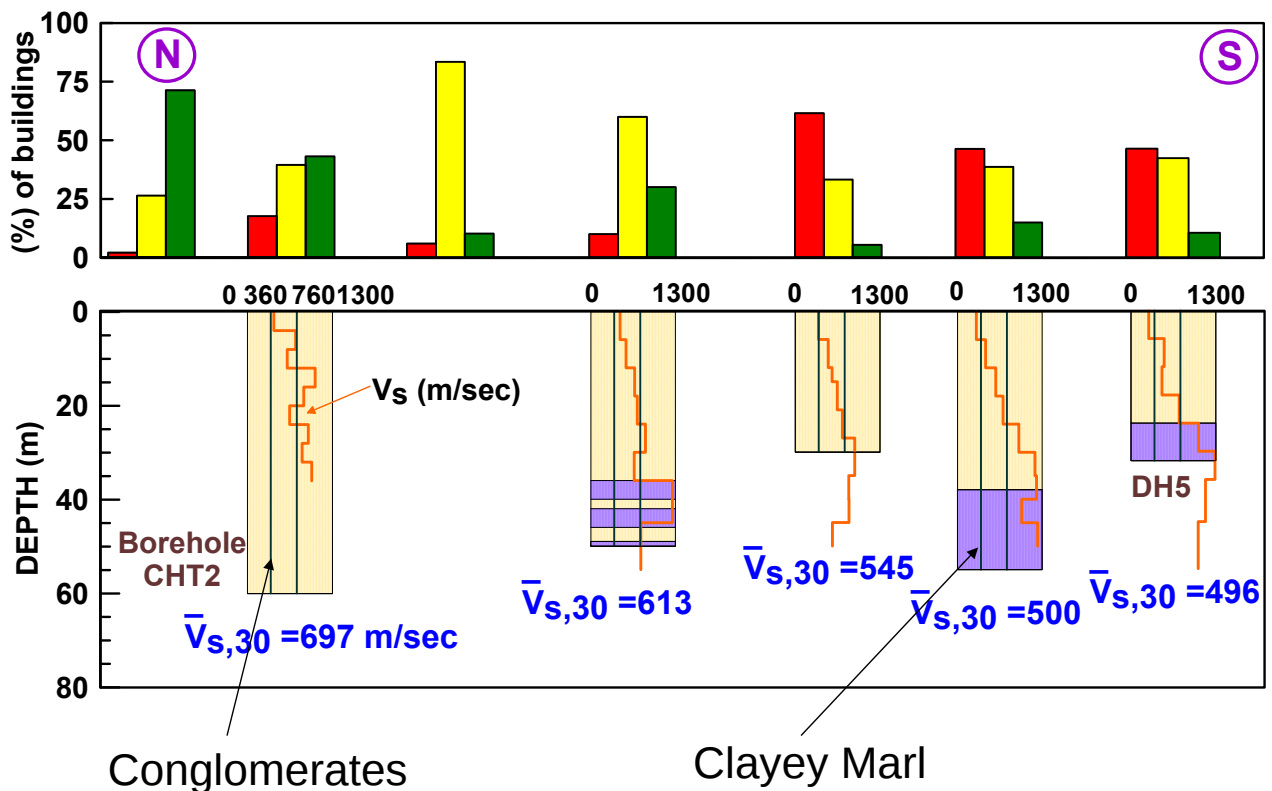
~40 m



STIFF SOIL AMPLIFICATION at Ano Liosia municipality



Cross-section N-S



Bhuj- India
M=7.9
26-1-2001





Alaska
M=7.9
3-11-2002



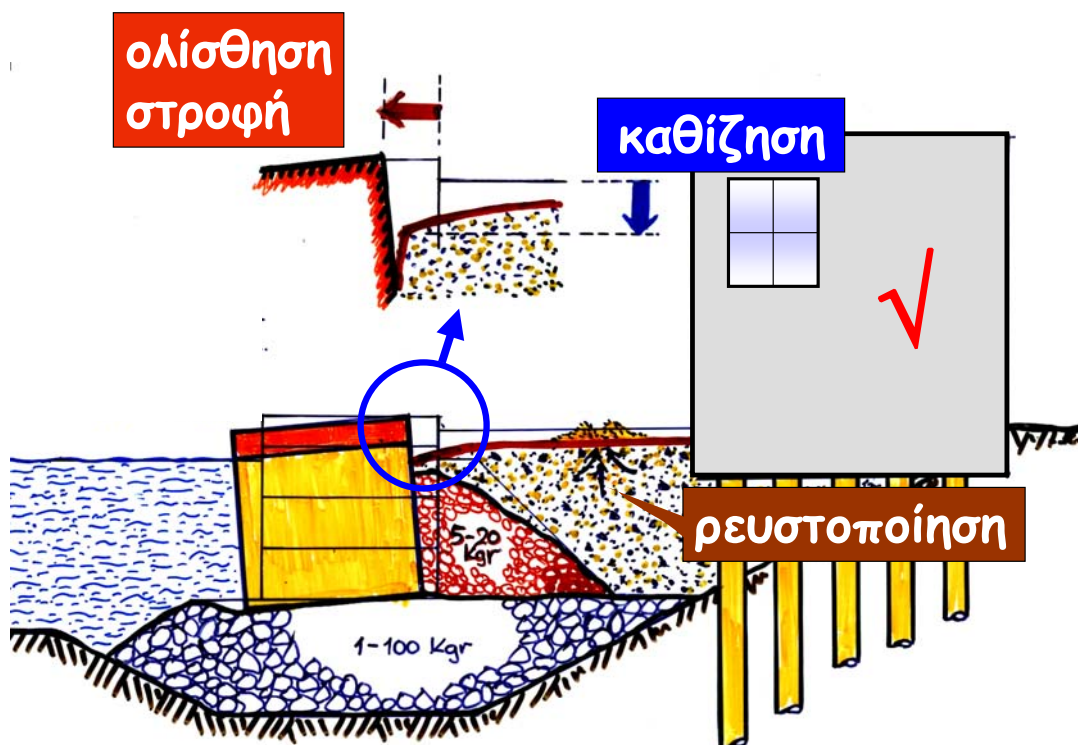
Colima-Mexico
M=7.6
21-01-2003

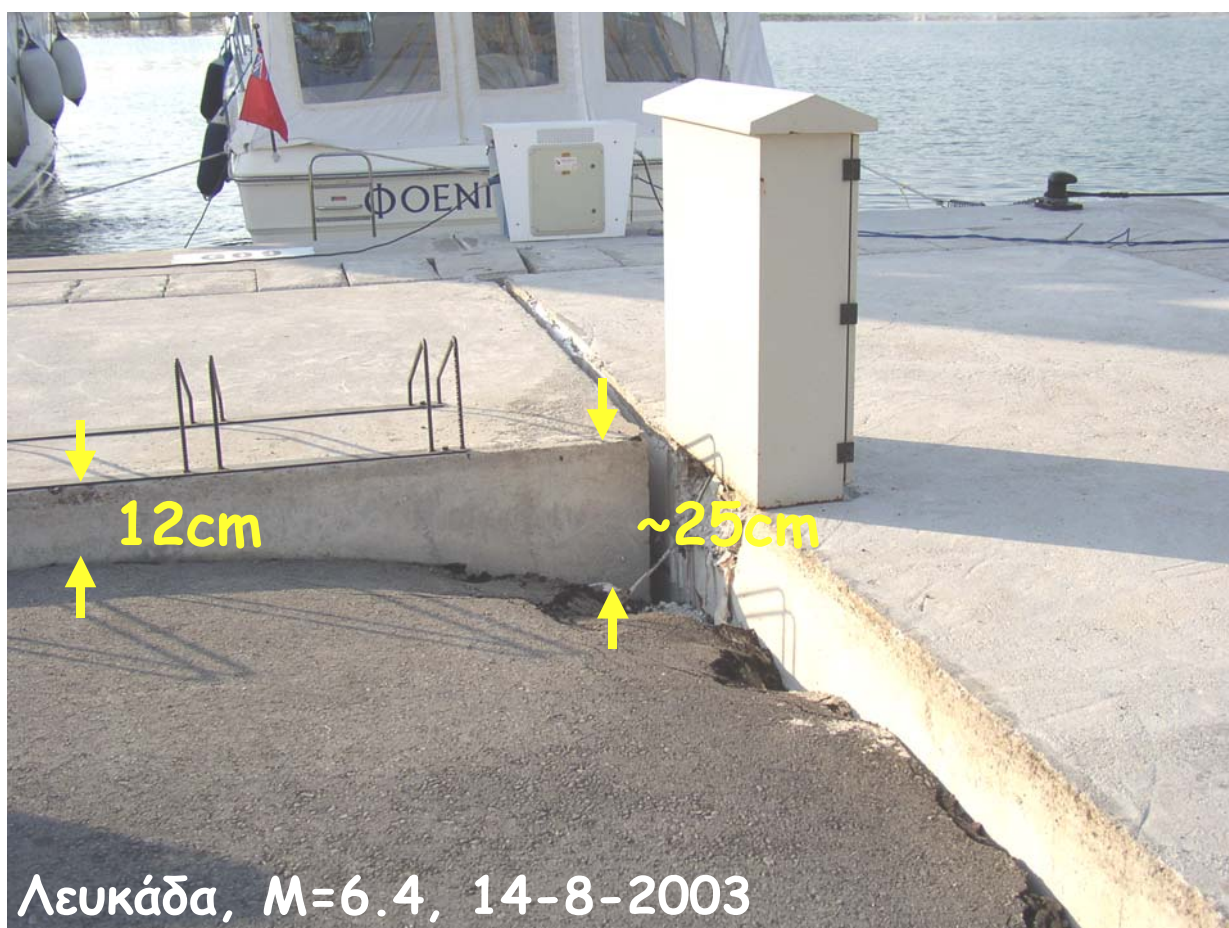
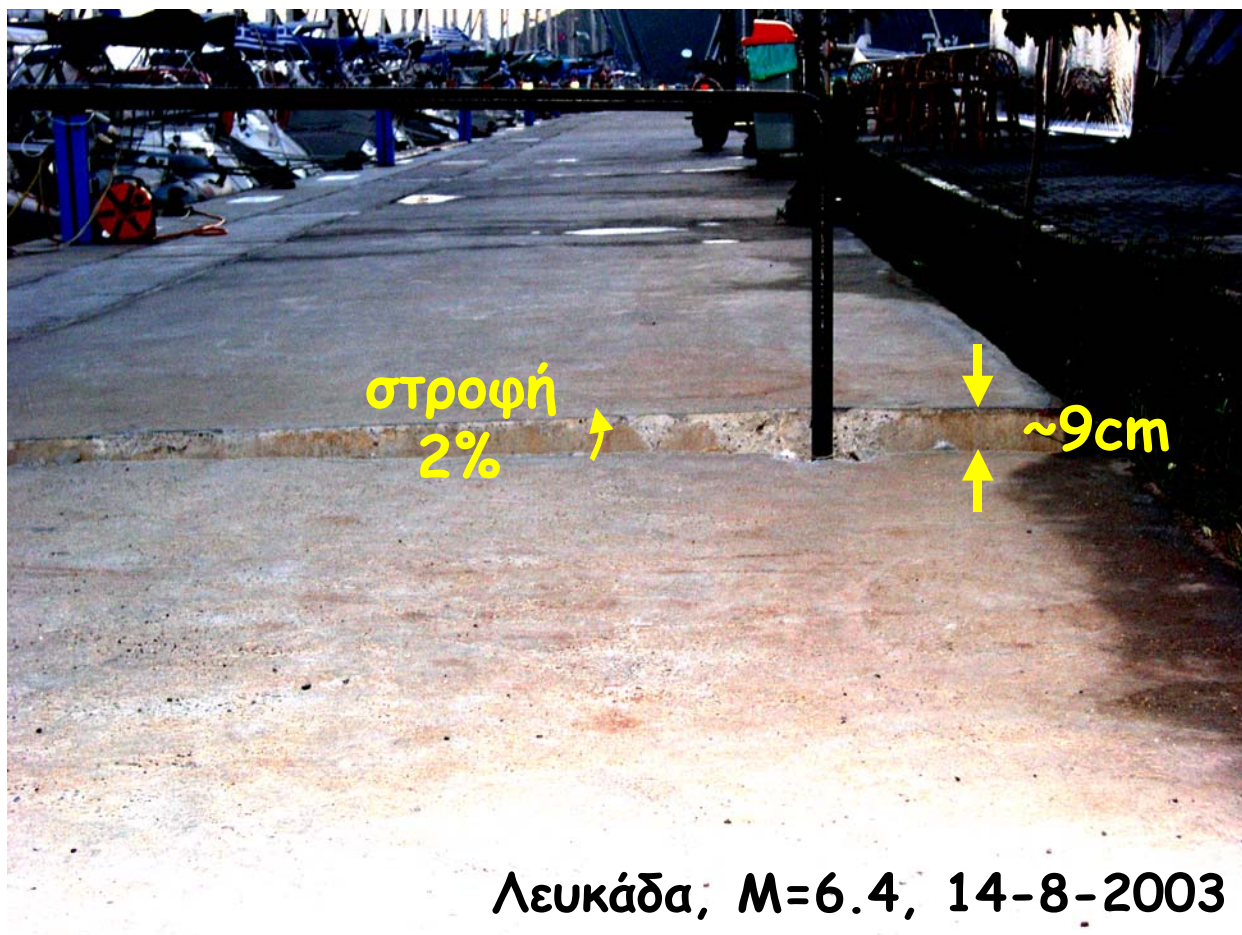




Λευκάδα, $M=6.4$, 14-8-2003

σύνοψη βλαβών...







ρευστοποίηση !

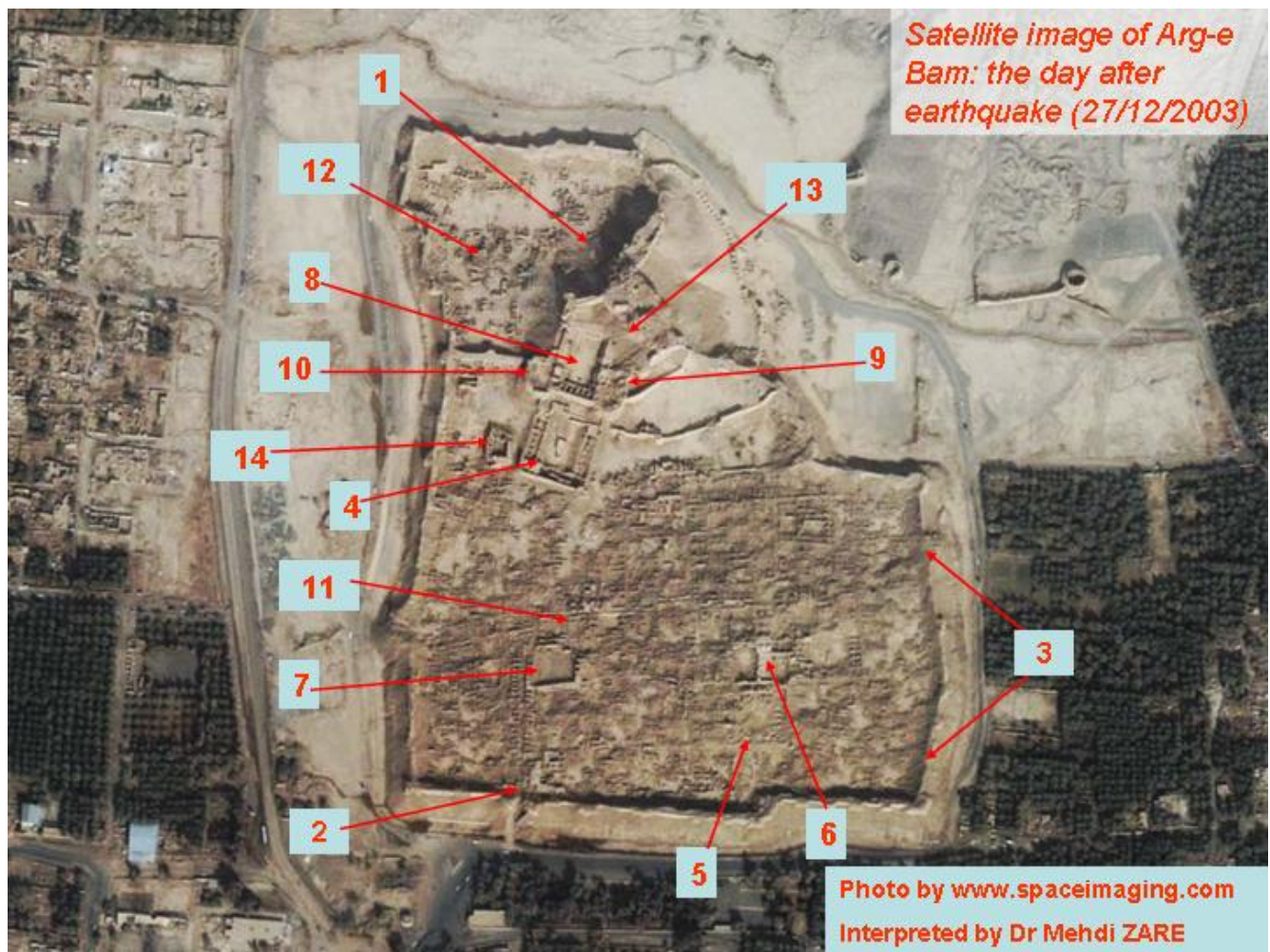
ο σεισμός του

Bam - Iran

$M=6.6$

26-12-2003

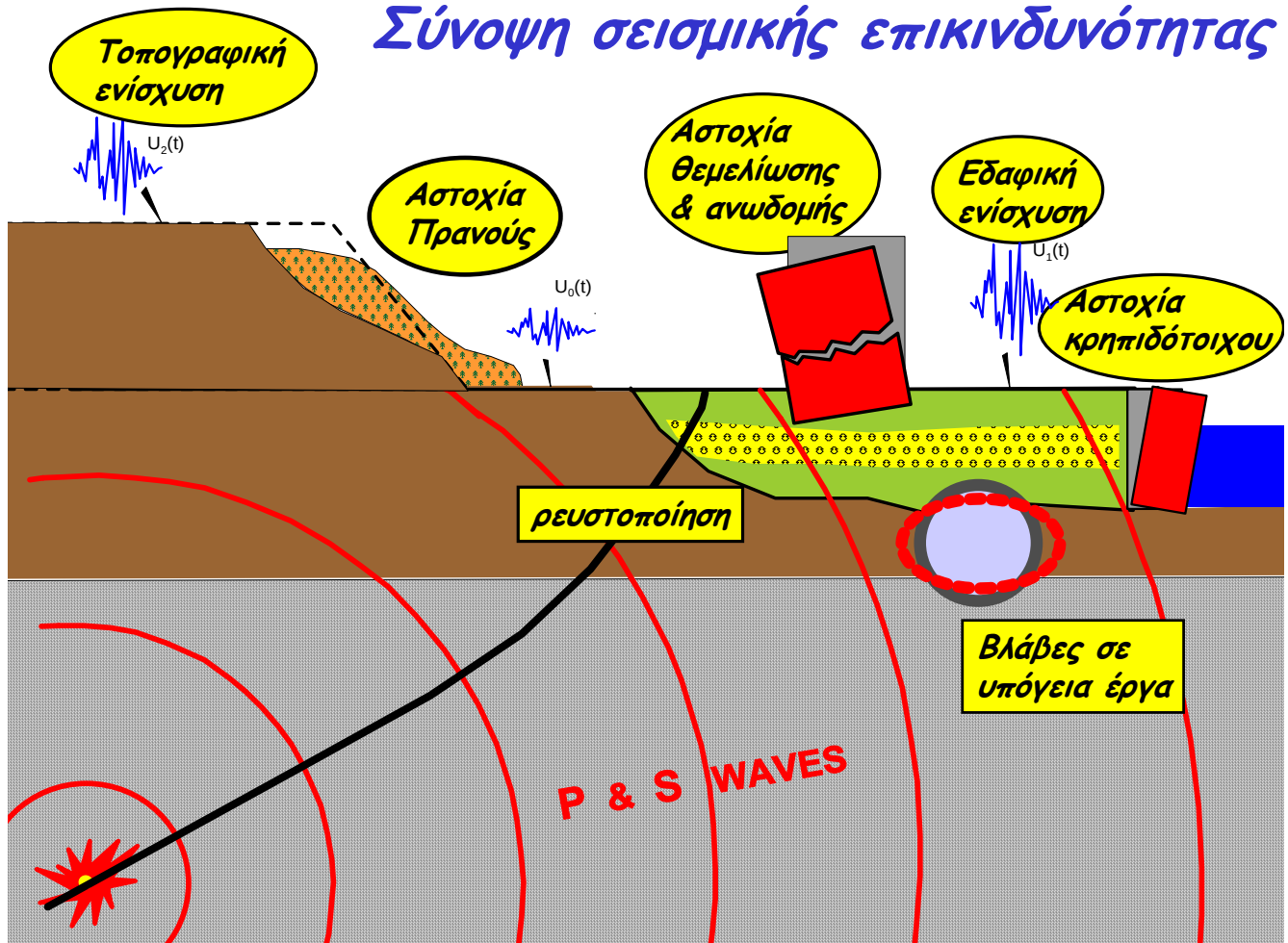
..... 30,000 νεκροί



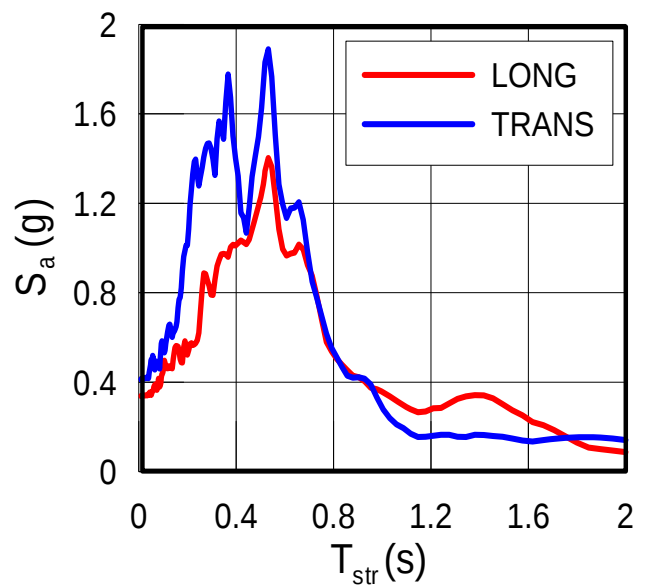
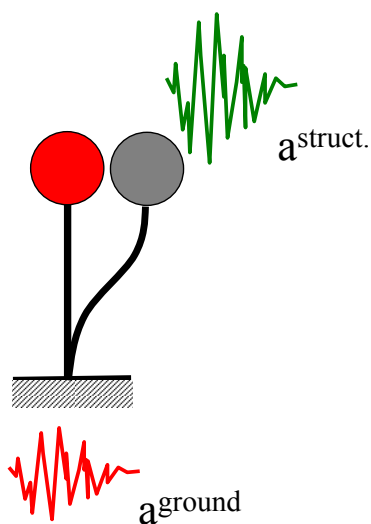


Bam - Iran, $M=6.6$, 26-12-2003

Σύνοψη σεισμικής επικινδυνότητας



Ο ΜΟΝΟΒΑΘΜΙΟΣ ΤΑΛΑΝΤΩΤΗΣ



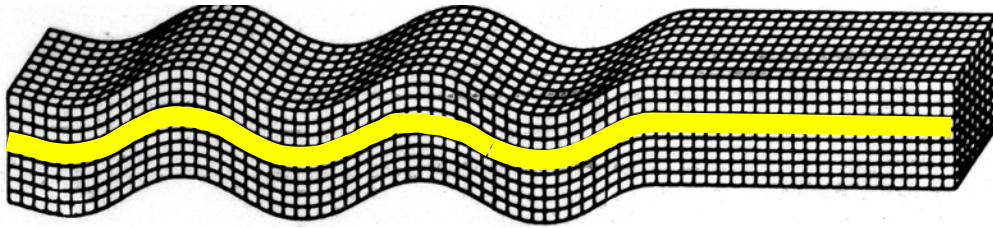
ΤΑΛΑΝΤΩΣΕΙΣ ΛΟΓΩ
ΣΕΙΣΜΙΚΗΣ ΔΙΕΓΕΡΣΗΣ
ΣΤΗΝ ΒΑΣΗ



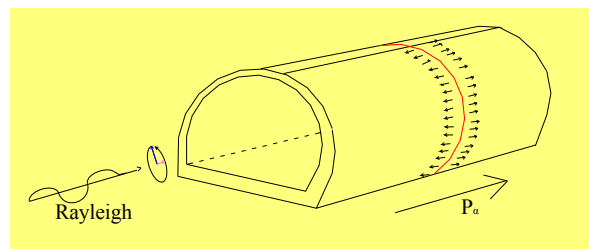
ΕΛΑΣΤΙΚΑ ΦΑΣΜΑΤΑ
ΑΠΟΚΡΙΣΗΣ

ΚΥΜΑΤΑ και ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ

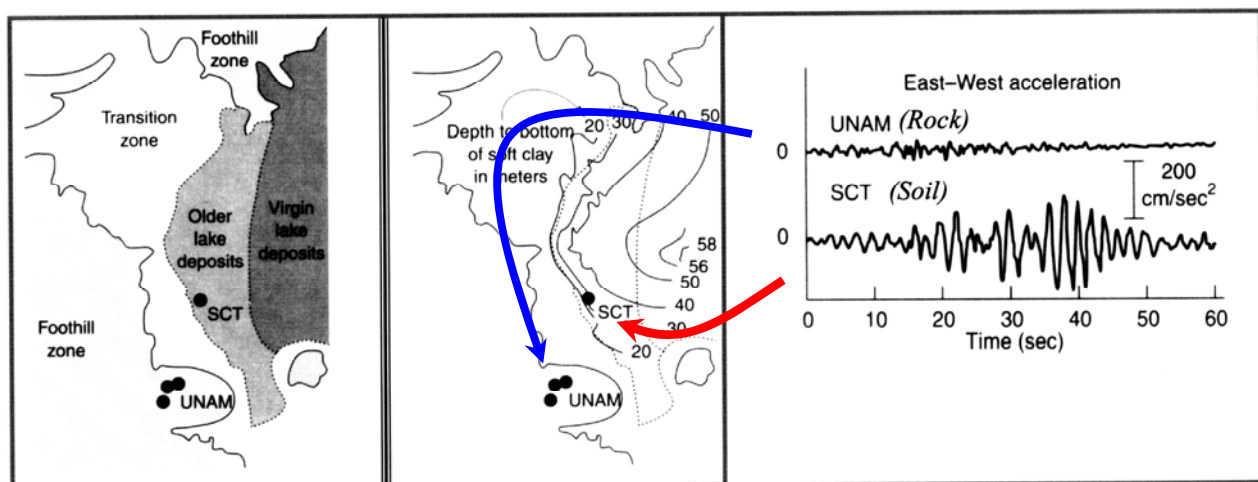
Κύματα Χώρου (P, S)
& Επιφανείας (R, L)



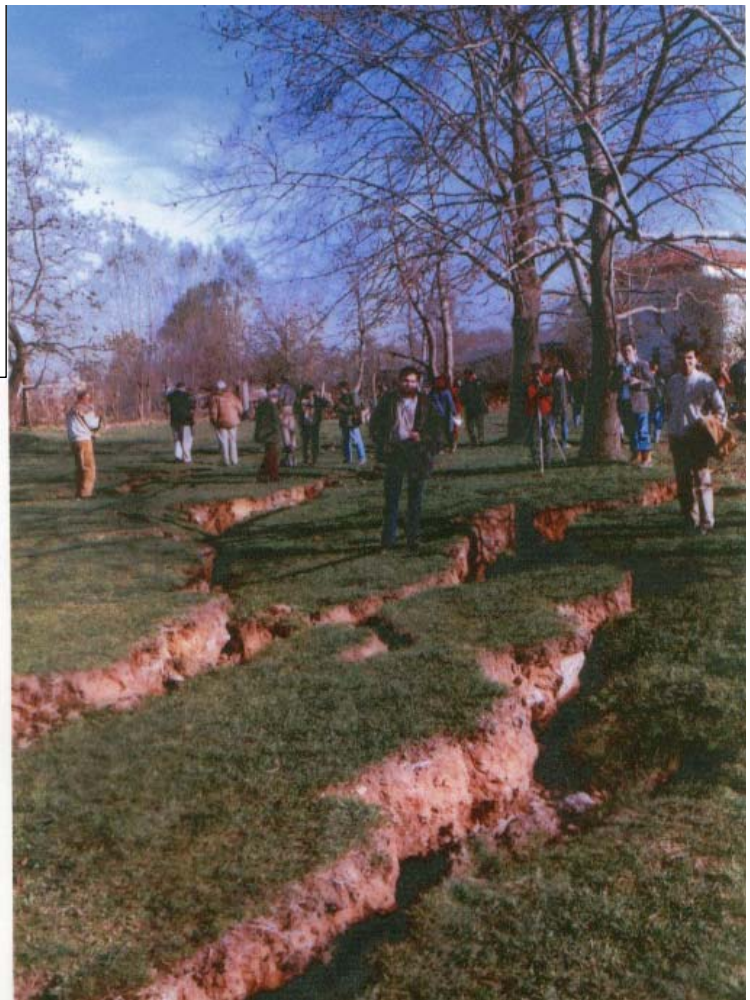
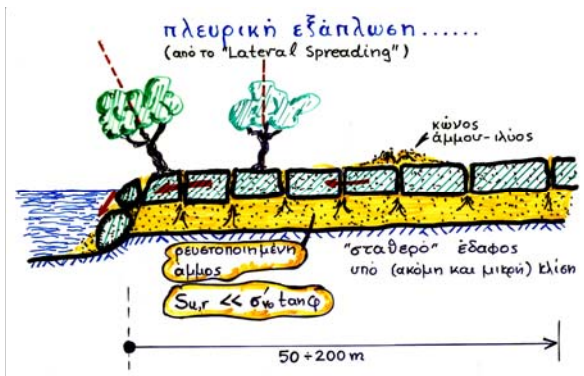
Αντισεισμικός
σχεδιασμός υπογείων
σηράγγων & αγωγών



Σεισμική Απόκριση του Εδάφους - «Εδαφική Ενίσχυση»



- ✚ Αναλυτικές λύσεις
- ✚ Ισοδύναμες γραμμικές αριθμητικές αναλύσεις
- ✚ Μη-γραμμικές αριθμητικές αναλύσεις
- ✚ Εφαρμογή του λογισμικού SHAKE κλπ.

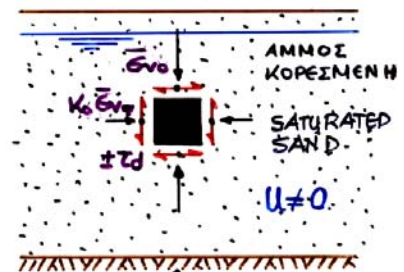
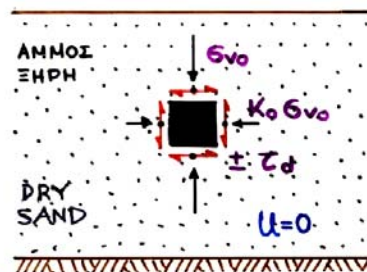


Ρευστοποίηση

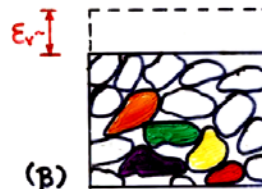
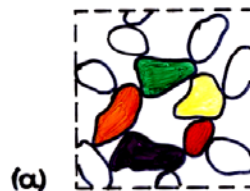
- + Μέθοδοι πρόβλεψης
- + Καθιζήσεις
- + Lateral spreading
- + Βελτίωση εδάφους
- + κλπ.

ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΙ
Ρευστοποίησης
& Δυναμικής Συνίζησης

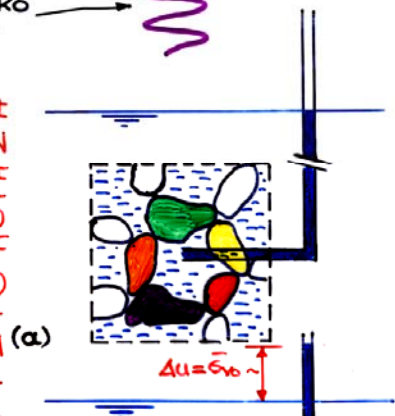
ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΣΥΝΙΣΤΗΣΗ



σεισμικό κύμα



ΡΕΥΣΤΟΠΟΙΗΣΗ

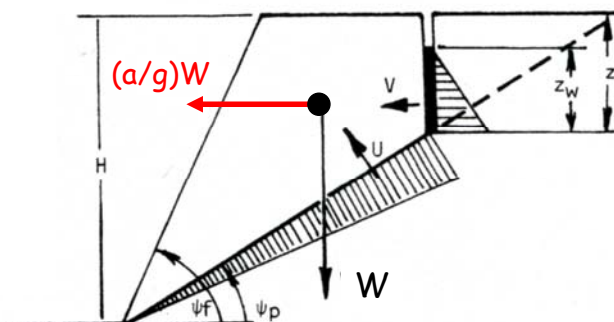


ΑΝΤΙΣΕΙΣΜΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΠΡΑΝΩΝ

Σεισμική αστοχία πρανών



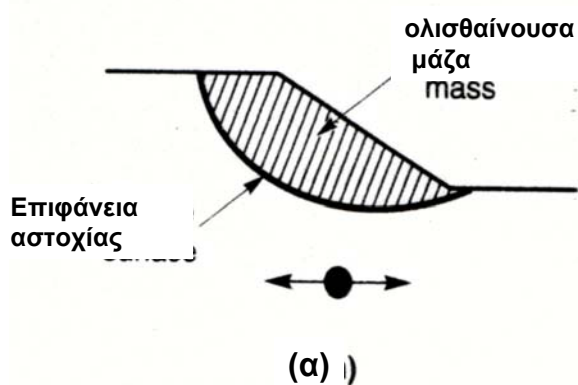
Ψευδοστατική ανάλυση



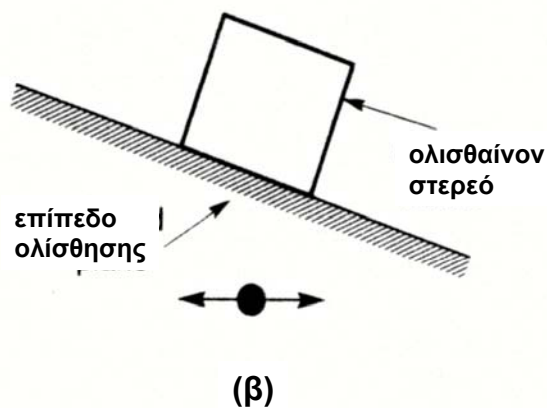
Σεισμική αστοχία πρανών



Υπολογισμός μετατοπίσεων με την μέθοδο του «ολισθαίνοντος στερεού»



(α) ι)

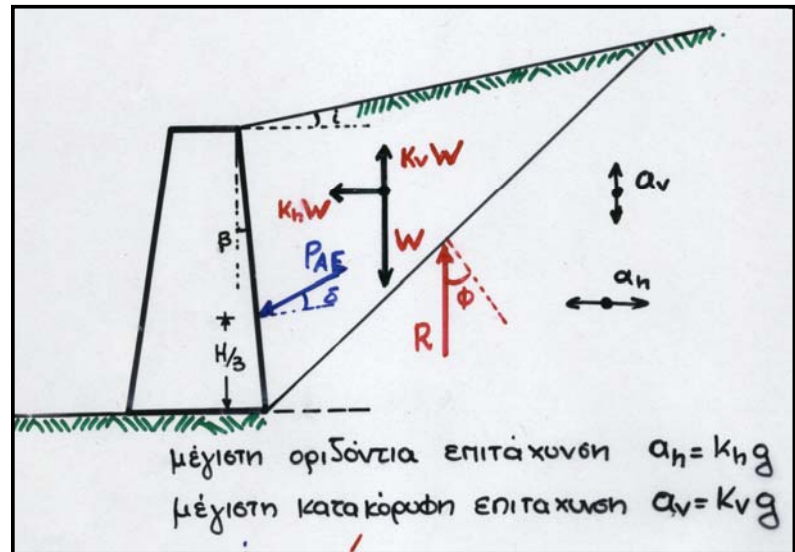


(β)

ΑΝΤΙΣΕΙΣΜΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΤΟΙΧΩΝ ΑΝΤΙΣΤΗΡΙΞΗΣ

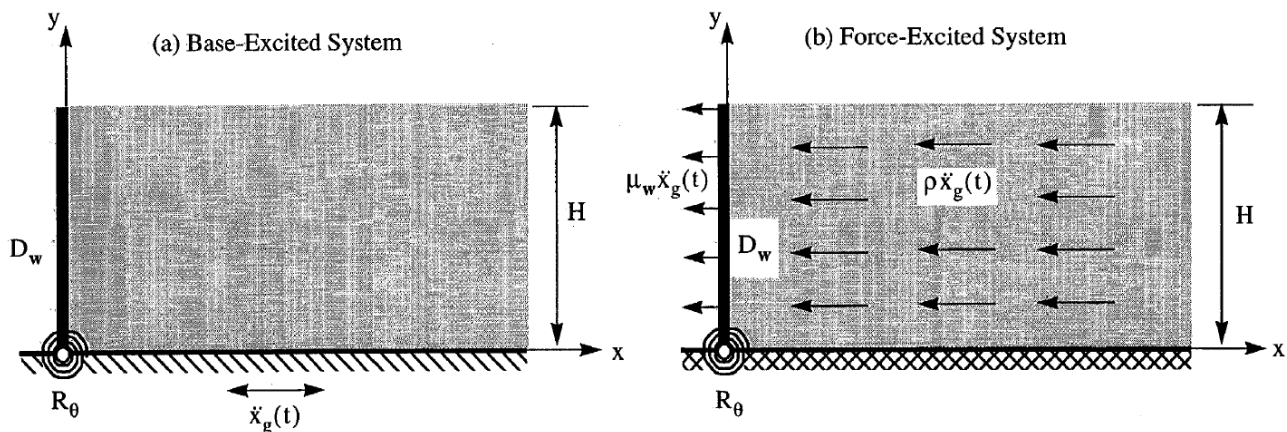
Τοίχοι Βαρύτητας-Κρηπιδότοιχοι

- Δυναμικές ωθήσεις Mononobe-Okabe
- Υδροδυναμικές ωθήσεις Westergaard
- Μετατοπίσεις με την μέθοδο του «ολισθαίνοντος στερεού»



Τοίχοι με περιορισμένη δυνατότητα μετακίνησης

- Δυναμικές ωθήσεις κατά Wood (1973)
- Δυναμικές ωθήσεις κατά Veletsos & Younan (1996)
- Σύγκριση με αντισεισμικούς κανονισμούς



ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ



www.georgebouckovalas.com



1. **ANIL CHOPRA**: Dynamics of Structures (theory and application to earthquake engineering), Prentice Hall, ISBN 0-13-855214-2.
2. **STEVEN KRAMER**: Geotechnical Earthquake Engineering, Prentice Hall, ISBN 0-13-374943-6
3. **ΓΙΩΡΓΟΣ ΓΚΑΖΕΤΑΣ**: Σημειώσεις Εδαφοδυναμικής, Διδακτικές σημειώσεις Ε.Μ.Π.

