

## Παράρτημα Γ: Πειραματικά αποτελέσματα συνδέσεων δοκού-υποστυλώματος

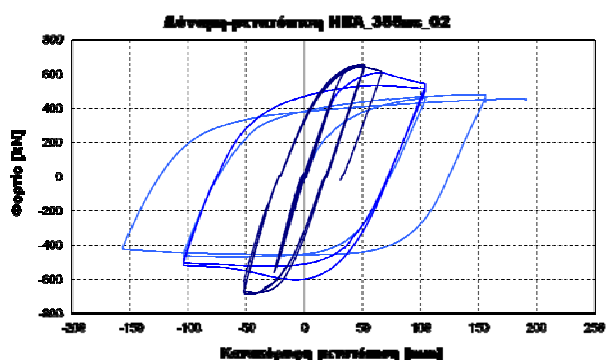
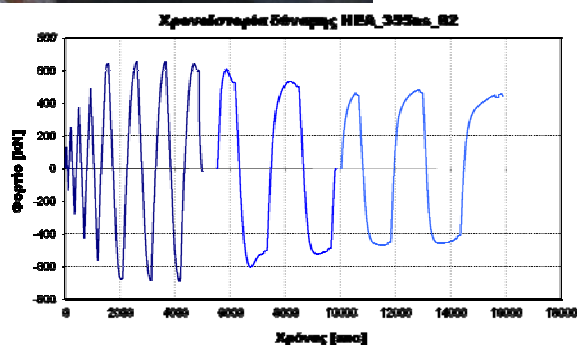
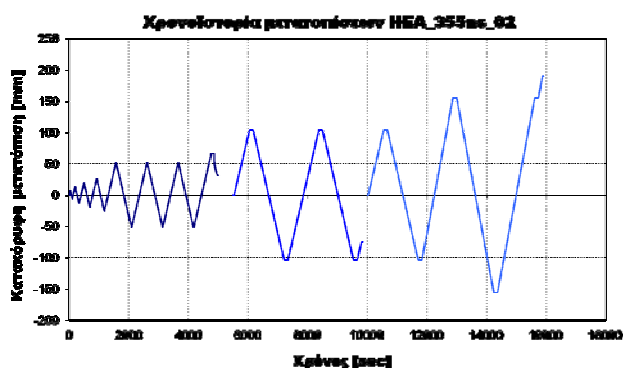
### • HEA\_355ns\_02

Το πείραμα αυτό πραγματοποιήθηκε σύμφωνα με τη χρονοϊστορία που επιτάσσει η ECCS, κατά την οποία ασκείται ένας κύκλος κάθε φορά με μετατόπιση ίση προς  $1/4\delta_y$ ,  $1/2\delta_y$ ,  $3/4\delta_y$  και  $\delta_y$  και στη συνέχεια τρεις κύκλοι κάθε φορά με μετατόπιση ίση προς  $2\delta_y$ ,  $4\delta_y$ ,  $8\delta_y$  κλπ. μέχρι την αστοχία.

Δημιουργήθηκαν πλαστικές αρθρώσεις και στις δύο δοκούς, ενώ η πρώτη έλαβε χώρα στον πρώτο κύκλο με 52mm κατακόρυφης μετατόπισης στο άνω πέλμα της μιας δοκού, ενώ στον επόμενο κύκλο δημιουργήθηκε πλαστική άρθρωση στο κάτω πέλμα της συμμετρικής δοκού. Η απαρχή της ρηγμάτωσης έλαβε χώρα κατά το δεύτερο κύκλο με 52mm μετατόπισης στη θερμικά επηρεαζόμενη ζώνη του άνω πέλματος της δοκού που υπέστη πρώτη λυγισμό.

Χρονοϊστορία φόρτισης: ECCS

N	-	1	1	1	1	3	3	1
$\Delta$	mm	$\pm 6,5$	$\pm 13$	$\pm 19,5$	$\pm 26$	$\pm 52$	$\pm 104$	$\pm 156$



## • HEA\_355ns\_03

Η χρονοϊστορία του ποσοστημορίου 95% εφαρμόστηκε 21 φορές χωρίς να παρατηρηθεί ρηγμάτωση και στη συνέχεια εφαρμόστηκαν κύκλοι σταθερού εύρους με μετατόπιση ίση προς 43,6mm.

Τοπικός λυγισμός έλαβε χώρα στη μία δοκό κατά τη διάρκεια του 19<sup>ου</sup> κύκλου της πρώτης χρονοϊστορίας. Παρατηρήθηκε η απαρχή τριών ρωγμών στο άνω και στο κάτω πέλμα της δοκού κατά τον 4<sup>ο</sup>, 14<sup>ο</sup> και 15<sup>ο</sup> κύκλο σταθερού εύρους μετατόπισης οι οποίες με την πάροδο των κύκλων φόρτισης αυξάνονταν σε μέγεθος.

### Πρώτο μέρος:

Χρονοϊστορία φόρτισης: ποσοστημόριο 95%, 21 κύκλοι

N	-	6	5	4	3	2	1
Δ	mm	±2,3	±3,8	±5,9	±11,5	±22,6	±43,6

### Δεύτερο μέρος:

Σταθερού εύρους φόρτιση:  $\Delta = \pm 43,6\text{mm}$ , 40 κύκλοι

### Ταχύτητα φόρτισης

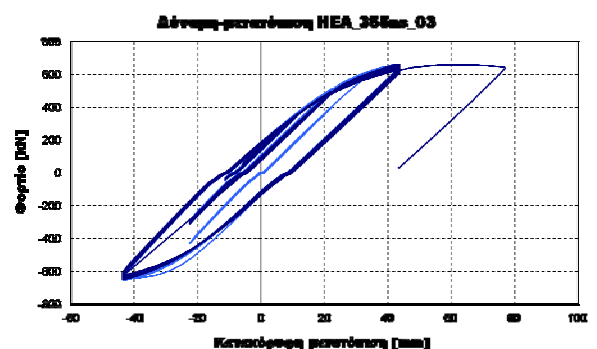
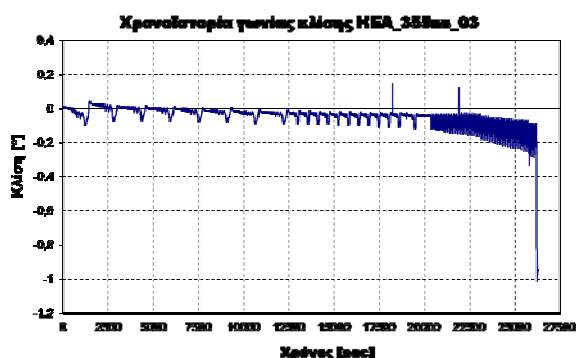
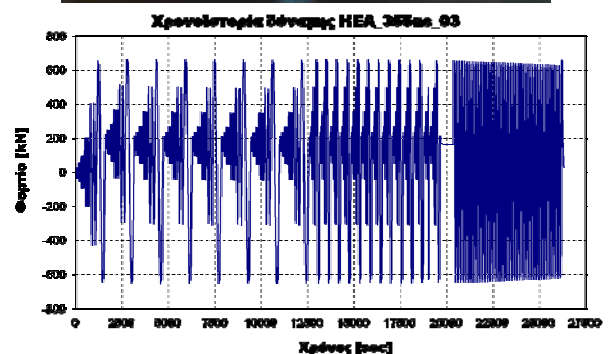
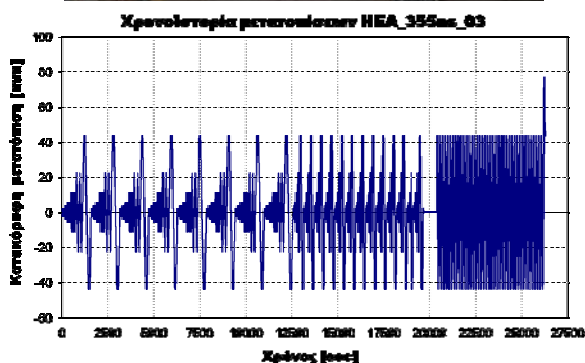
#### Πρώτο μέρος:

Κύκλοι 1-8: 30mm/min

Κύκλοι 9-21: 100mm/min

#### Δεύτερο μέρος:

Όλοι οι κύκλοι: 100mm/min



## • HEA\_355ns\_04

Στο πείραμα αυτό εφαρμόστηκε η χρονοϊστορία που προέκυψε από την εφαρμογή του σεισμού του Kobe σε ένα από τα κτίρια της εργασίας. Το ιστορικό φόρτισης εφαρμόστηκε 10 φορές και στη συνέχεια εφαρμόστηκαν κύκλοι σταθερού εύρους με μετατόπιση ίση προς 60,0mm.

Ο σχηματισμός πλαστικών αρθρώσεων έλαβε χώρα και στις δύο δοκούς κατά τη διάρκεια των πρώτων 5 κύκλων φόρτισης, ενώ παρατηρήθηκαν ρωγμές στη θερμικά επηρεαζόμενη ζώνη της συγκόλλησης κατά τη διάρκεια του 3<sup>ου</sup>, του 4<sup>ου</sup>, του 5<sup>ου</sup>, του 6<sup>ου</sup> και του 8<sup>ου</sup> κύκλου φόρτισης. Κατά τη διάρκεια των κύκλων σταθερού εύρους πραγματοποιήθηκε ρηγμάτωση στην περιοχή της πλαστικής άρθρωσης στο άνω πέλμα της δοκού.

### Πρώτο μέρος:

Χρονοϊστορία φόρτισης: Kobe, 10 κύκλοι

N	-	6	5	4	3	2	1
Δ	mm	±3,2	±7,7	±8,6	±22,0	±44,0	±60

### Δεύτερο μέρος:

Σταθερού εύρους φόρτιση:  $\Delta=\pm 60,0\text{mm}$ , 17 κύκλοι

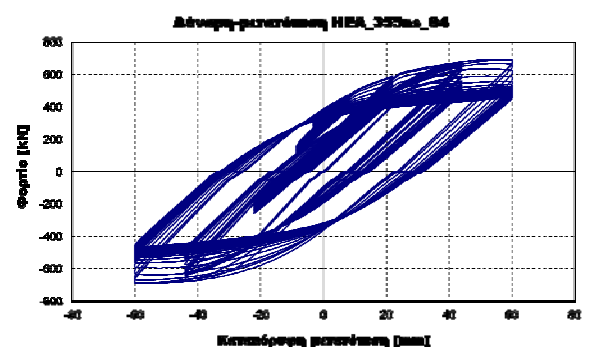
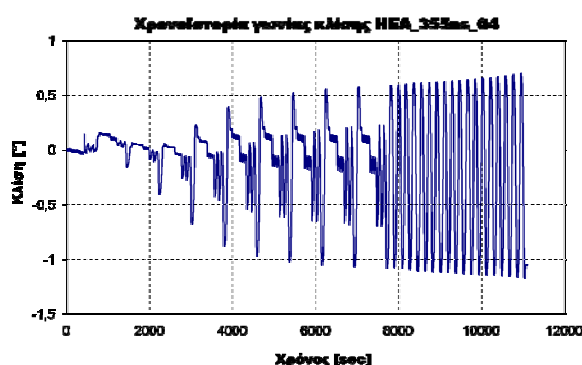
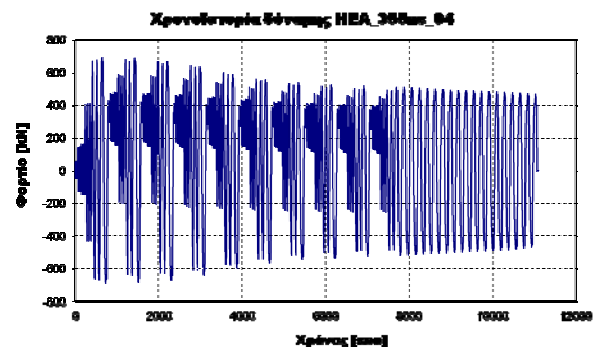
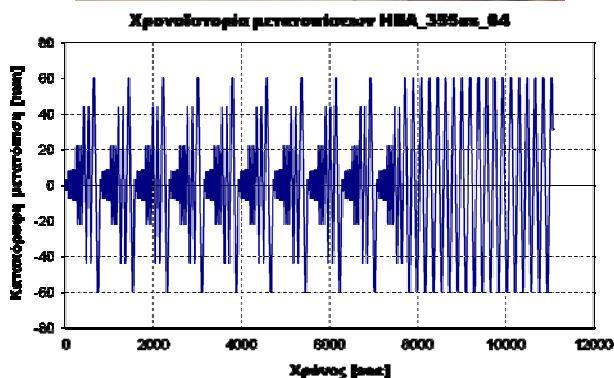
### Ταχύτητα φόρτισης

#### Πρώτο μέρος:

Όλοι οι κύκλοι: 100mm/min

#### Δεύτερο μέρος:

Όλοι οι κύκλοι: 100mm/min



## • HEA\_355ns\_05

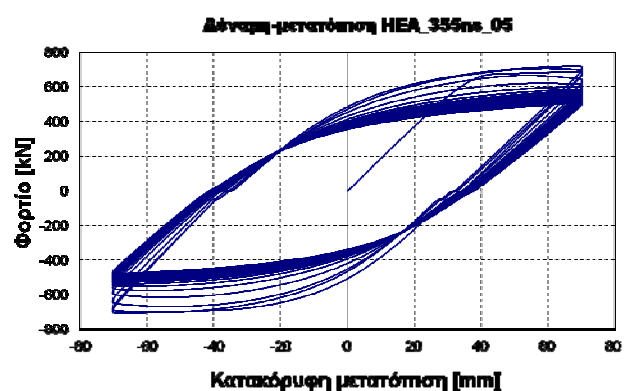
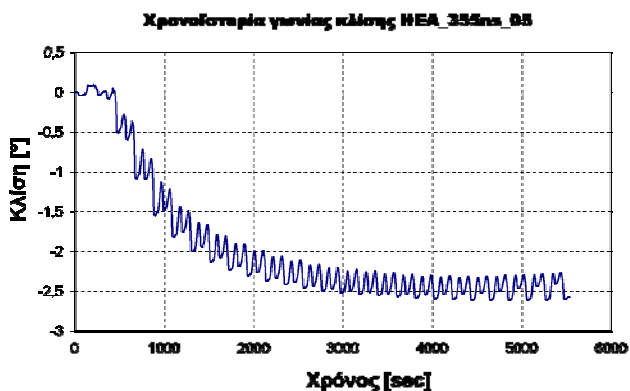
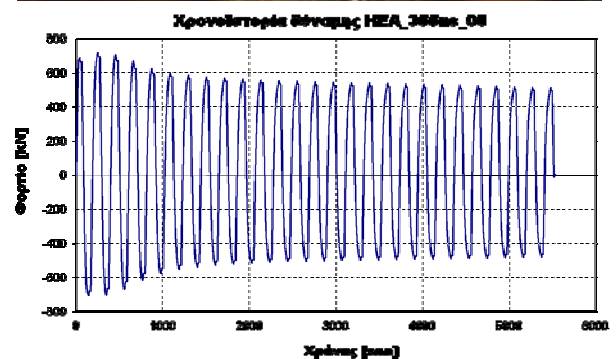
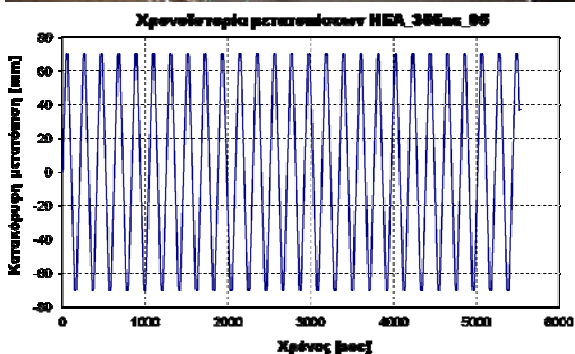
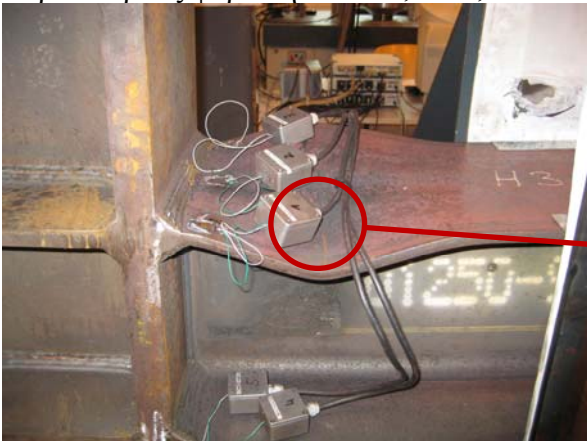
Στο πείραμα αυτό εφαρμόστηκαν κύκλοι σταθερού εύρους με κατακόρυφη μετατόπισης ίση προς 70mm. Η χρονοϊστορία εφαρμόστηκε 22 φορές.

Τοπικός λυγισμός παρατηρήθηκε κατά τον δεύτερο κύκλο στη μία από τις δύο δοκούς, ενώ παρατηρήθηκαν ρωγμές στη θερμικά επηρεαζόμενη ζώνη της συγκόλλησης κατά το 10<sup>ο</sup> κύκλο φόρτισης. Κατά τον 8<sup>ο</sup> κύκλο φόρτισης σχηματίστηκαν ρωγμές στο πέλμα της δοκού στο σημείο σχηματισμού της πλαστικής άρθρωσης, η επέκταση των οποίων οδήγησε στην τελική αστοχία.

### Χρονοϊστορία φόρτισης

### Ταχύτητα φόρτισης

Σταθερού εύρους φόρτιση:  $\Delta = \pm 70,0\text{mm}$ , 22 κύκλοι Όλοι οι κύκλοι: 100mm/min



## • HEA\_355s\_02

Τοπικός λυγισμός παρατηρήθηκε στη μία από τις δύο δοκούς στο κάτω πέλμα κατά τη διάρκεια του πρώτου κύκλου κατατακόρυφης μετατόπισης ίσης προς 104mm ενώ στη διάρκεια του ίδιου κύκλου παρατηρήθηκε λυγισμός του άνω πέλματος για μετατόπιση ίση προς -104mm.

Η πρώτη ρωγμή παρατηρήθηκε κατά τη διάρκεια του 9<sup>ου</sup> κύκλου φόρτισης στο άνω πέλμα της δοκού στη θερμικά επηρεαζόμενη ζώνη της συγκόλλησης και η οποία κατά του επόμενους κύκλους φόρτισης επεκτάθηκε.

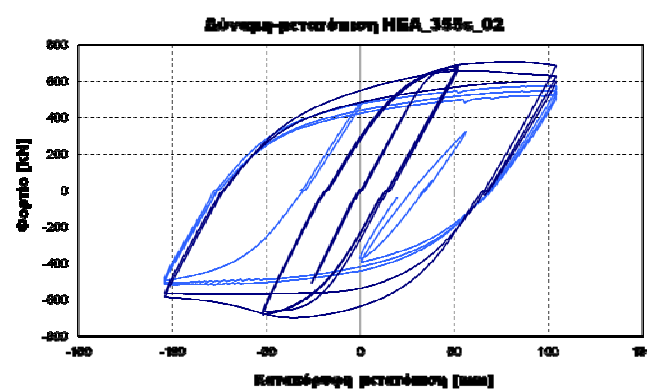
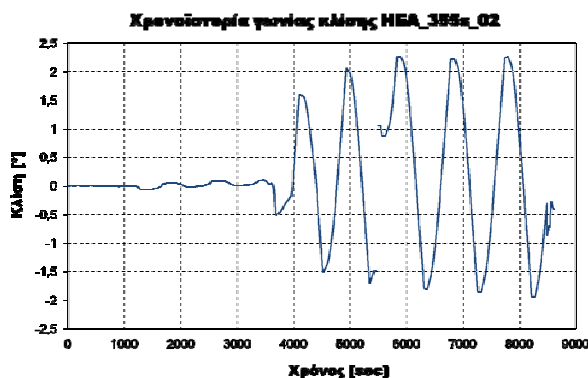
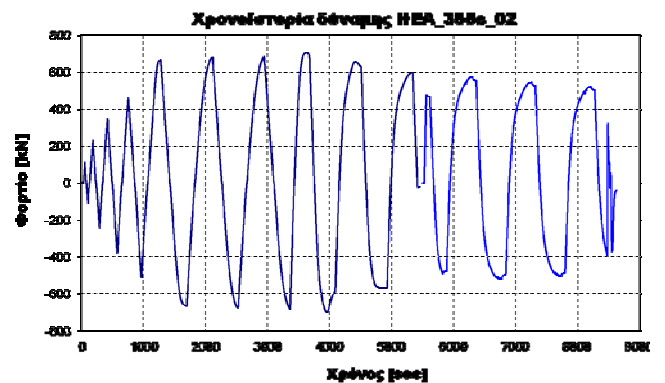
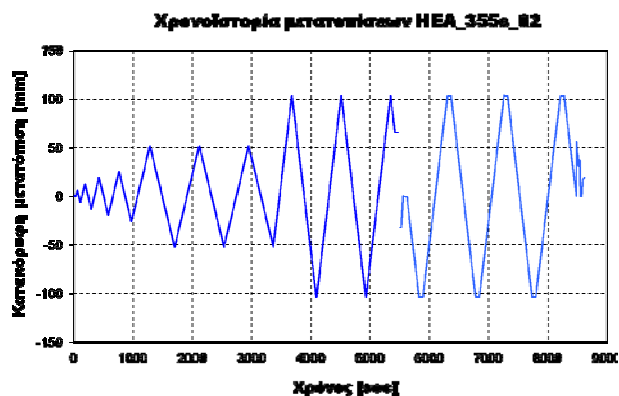
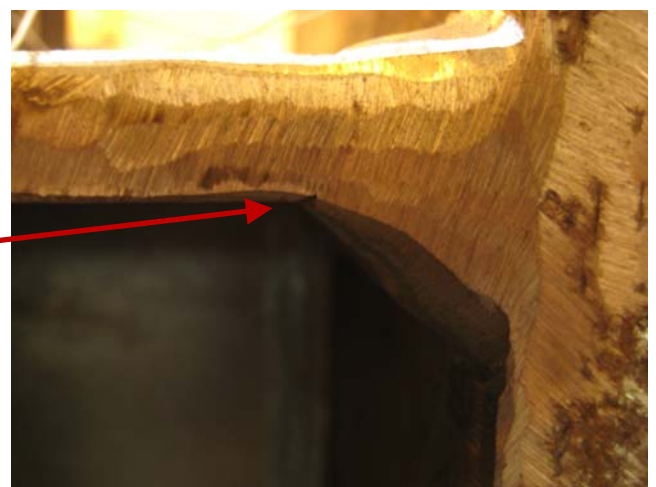
### Χρονοϊστορία φόρτισης: ECCS

N	-	1	1	1	1	3	5,5
Δ	mm	±6,5	±13	±19,5	±26	±52	±104



### Ταχύτητα φόρτισης

Όλοι οι κύκλοι: 30mm/min



## • HEA\_355s\_03

Η χρονοϊστορία του ποσοστημορίου 95% εφαρμόστηκε 10 φορές χωρίς να παρατηρηθούν ρωγμές στη σύνδεση, ενώ στη συνέχεια εφαρμόστηκαν κύκλοι σταθερού εύρους ίσου προς  $\pm 43,6\text{mm}$ .

Στη σύνδεση δεν παρατηρήθηκε τοπικός λυγισμός των δοκών, ενώ εμφανίστηκαν δύο ρωγμές στη θερμικά επηρεαζόμενη ζώνη στο σημείο που τελειώνει η συγκόλληση κατά τη διάρκεια του 24<sup>ου</sup> και κατά τη διάρκεια του 34<sup>ου</sup> κύκλου φόρτισης.

### Πρώτο μέρος:

Χρονοϊστορία φόρτισης: ποσοστημόριο 95%, 10 κύκλοι

N	-	6	5	4	3	2	1
$\Delta$	mm	$\pm 2,3$	$\pm 3,8$	$\pm 5,9$	$\pm 11,5$	$\pm 22,6$	$\pm 43,6$

Ταχύτητα φόρτισης

### Πρώτο μέρος:

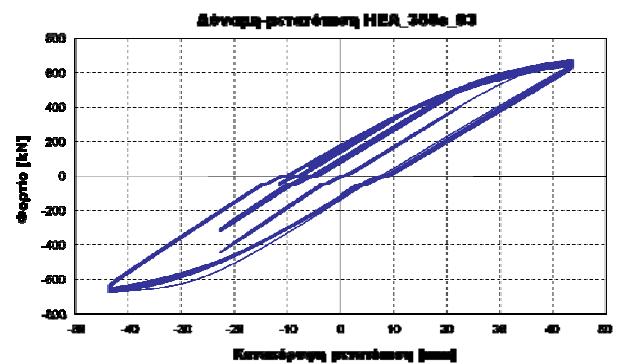
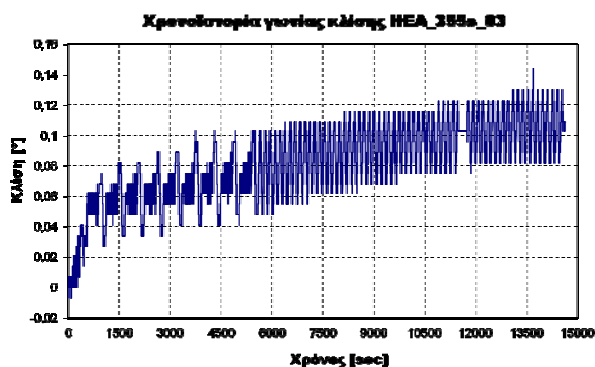
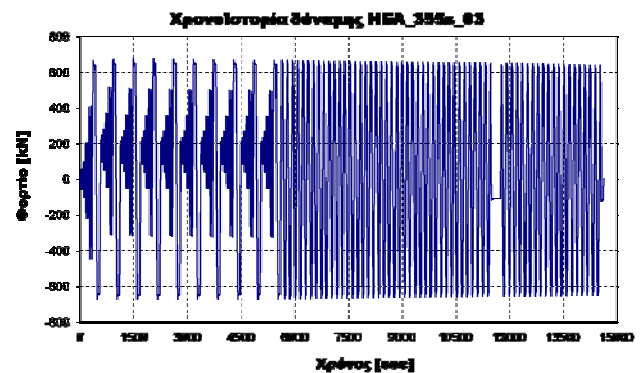
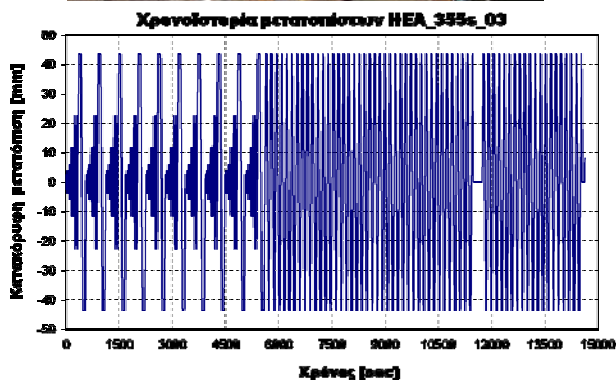
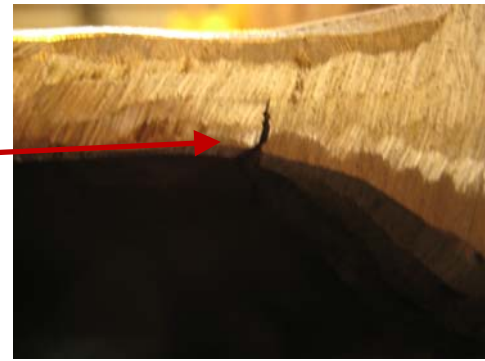
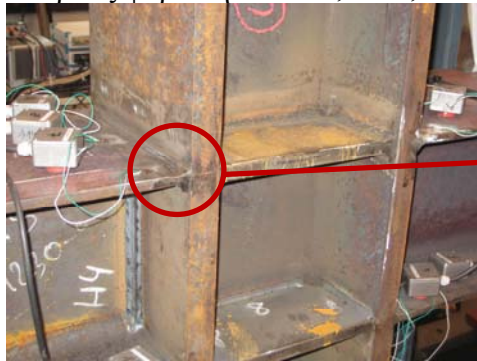
Όλοι οι κύκλοι: 100mm/min

### Δεύτερο μέρος:

Όλοι οι κύκλοι: 100mm/min

### Δεύτερο μέρος:

Σταθερού εύρους φόρτιση:  $\Delta = \pm 43,6\text{mm}$ , 60 κύκλοι



## • HEA\_355s\_04

Στο πείραμα εφαρμόστηκε η χρονοϊστορία του σεισμού του Kobe η οποία και εφαρμόστηκε 10 φορές, ενώ στη συνέχεια εφαρμόστηκαν κύκλοι σταθερού εύρους με κατακόρυφη μετατόπιση ίση προς  $\pm 60,0\text{mm}$ .

Τοπικός λυγισμός εμφανίστηκε κατά τη διάρκεια του 4<sup>ου</sup> κύκλου φόρτισης στη μία από τις δύο δοκούς, ενώ ρωγμές παρατηρήθηκαν στη εξωτερική πλευρά της συγκόλλησης στο άνω πέλμα της δοκού κατά τη διάρκεια του 6<sup>ου</sup> και του 8<sup>ου</sup> κύκλου φόρτισης. Κατά τη διάρκεια του 4<sup>ου</sup> κύκλου σταθερού εύρους μετατοπίσεων παρατηρήθηκαν ρωγμές στο πέλμα της δοκού στο σημείο σχηματισμού της πλαστικής άρθρωσης.

### Πρώτο μέρος:

Χρονοϊστορία φόρτισης: Kobe, 10 κύκλοι

N	-	6	5	4	3	2	1
$\Delta$	mm	$\pm 3,2$	$\pm 7,5$	$\pm 8,6$	$\pm 22,0$	$\pm 44,0$	$\pm 60$

### Δεύτερο μέρος:

Σταθερού εύρους φόρτιση:  $\Delta = \pm 60,0\text{mm}$ , 20 κύκλοι

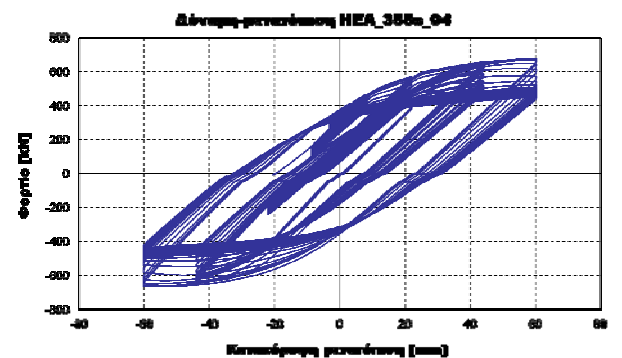
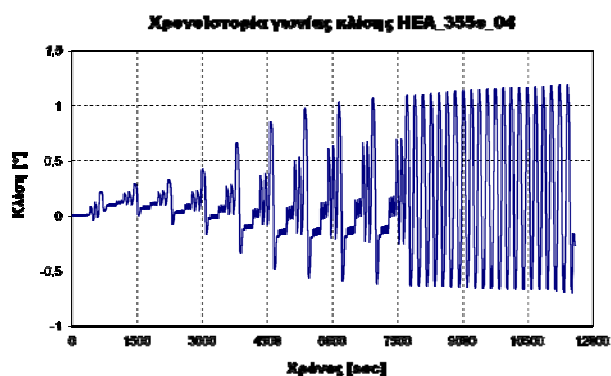
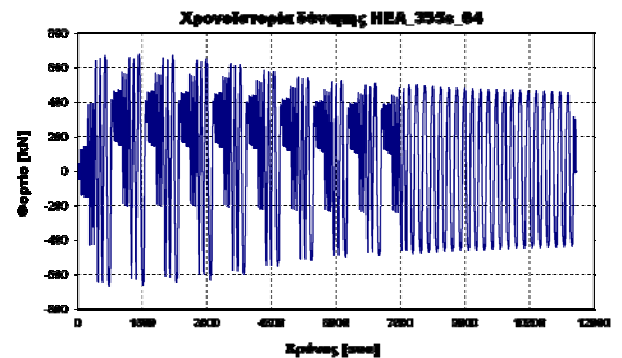
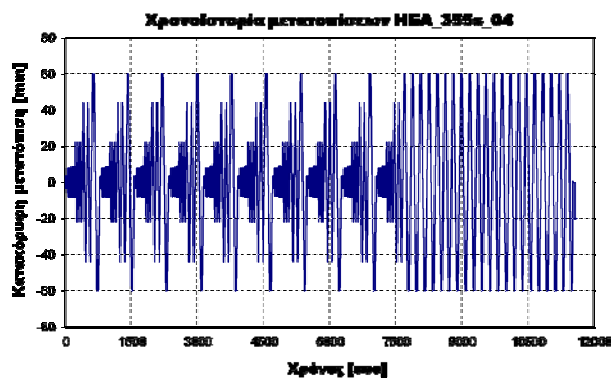
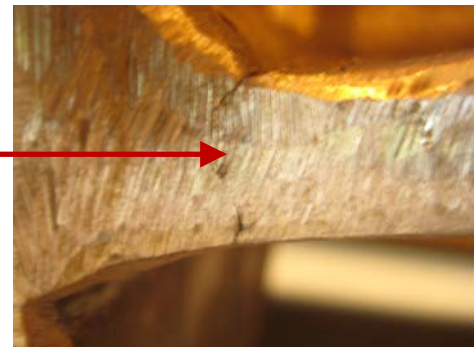
### Ταχύτητα φόρτισης

#### Πρώτο μέρος:

Όλοι οι κύκλοι: 100mm/min

#### Δεύτερο μέρος:

Όλοι οι κύκλοι: 100mm/min



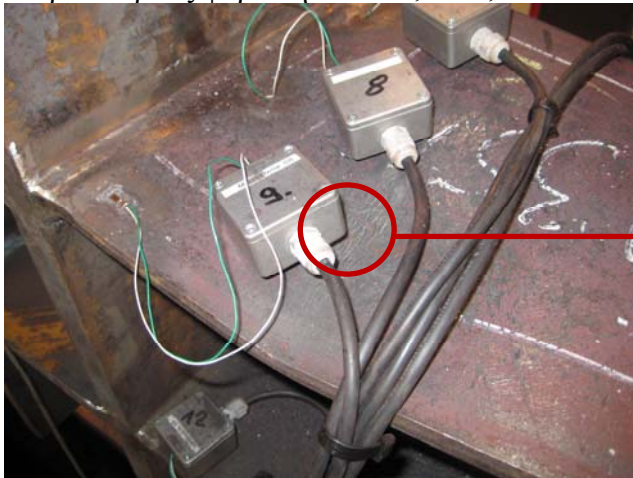
## • HEA\_355s\_05

Στο πείραμα αυτό εφαρμόστηκαν 15 κύκλοι σταθερού εύρους με κατακόρυφη μετατόπιση ίση προς  $\pm 70,0\text{mm}$ .

Παρατηρήθηκε τοπικός λυγισμός και στις δύο δοκούς ο οποίος έλαβε χώρα κατά τους πρώτους 5 κύκλους φόρτισης. Κατά τον 6<sup>ο</sup> κύκλο φόρτισης παρατηρήθηκαν μικρές ρωγμές στην επιφάνεια των πελμάτων στο σημείο που έχει δημιουργηθεί η πλαστική άρθρωση και οι οποίες στη συνέχεια επεκτάθηκαν μέχρι τα διαπεράσουν ολόκληρο το πάχος του πέλματος.

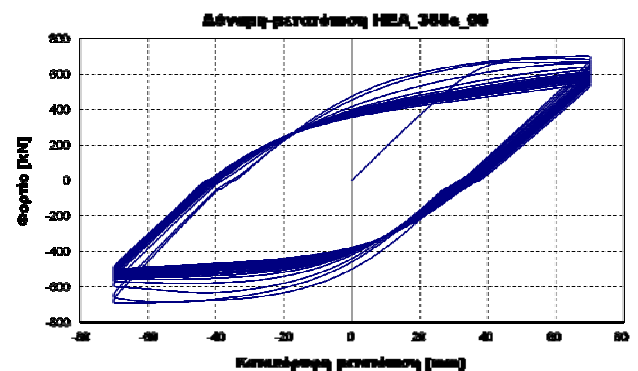
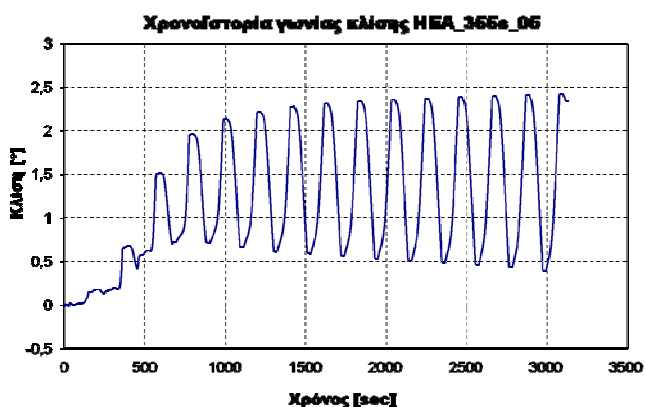
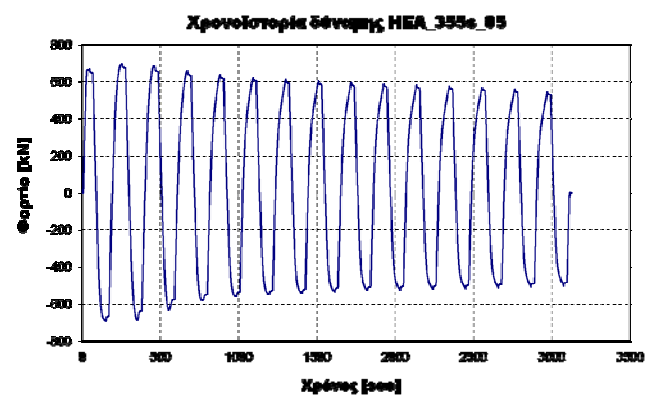
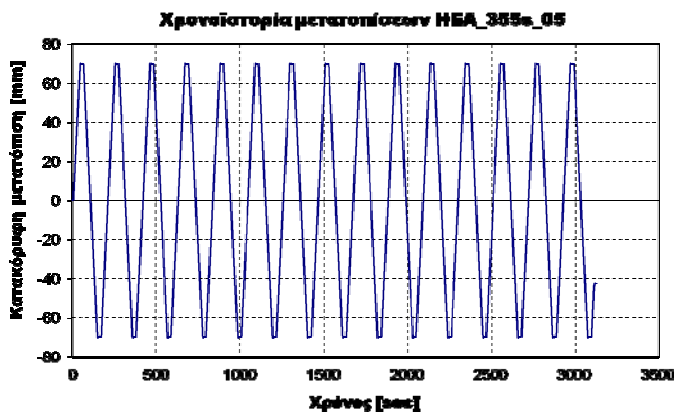
### Χρονοϊστορία φόρτισης

Σταθερού εύρους φόρτιση:  $\Delta=\pm 70,0\text{mm}$ , 15 κύκλοι



### Ταχύτητα φόρτισης

Όλοι οι κύκλοι:  $100\text{mm/min}$



## • IPE\_355ns\_02

Τοπικός λυγισμός παρατηρήθηκε κατά τον πρώτο κύκλο φόρτισης με εύρος μετατόπισης ίσο προς  $\pm 32,0\text{mm}$ . Κατά τη διάρκεια των μετατοπίσεων εύρους  $\pm 64\text{mm}$  παρατηρήθηκαν μεγάλες εκτός επιπέδου μετατοπίσεις του κόμβου και τοπικός λυγισμός του κορμού της δοκού.

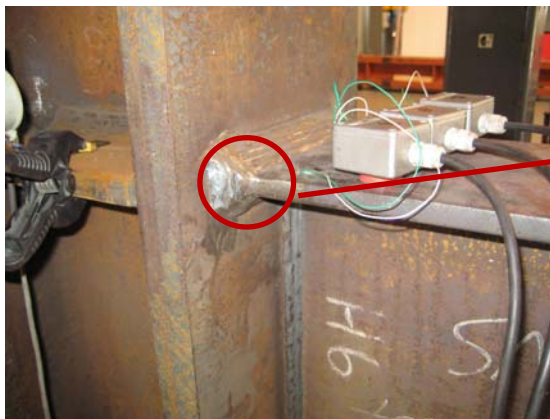
Η απαρχή της ρηγμάτωσης έγινε κατά τη διάρκεια του 2<sup>ου</sup> κύκλου  $\pm 32,0\text{mm}$  κατακόρυφης μετατόπισης στην εξωτερική πλευρά της συγκόλλησης στο σημείο της θερμικά επηρεαζόμενης ζώνης.

### Χρονοϊστορία φόρτισης: ECCS

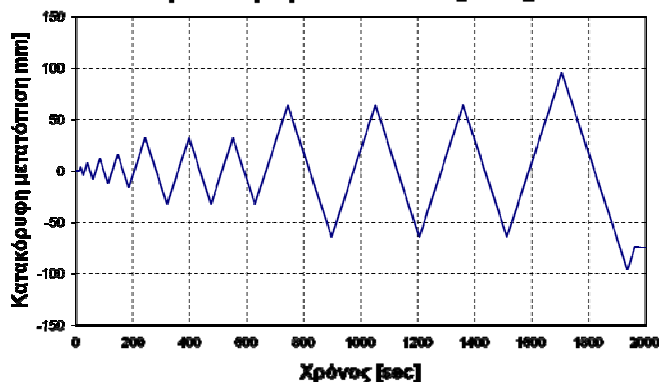
N	-	1	1	1	1	3	3	1
$\Delta$	mm	$\pm 4$	$\pm 8$	$\pm 12$	$\pm 16$	$\pm 32$	$\pm 64$	$\pm 96$

### Ταχύτητα φόρτισης

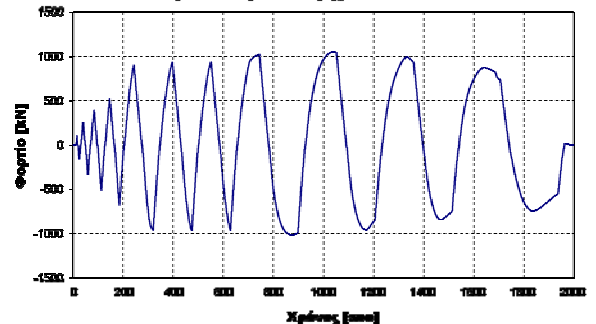
Όλοι οι κύκλοι: 50mm/min



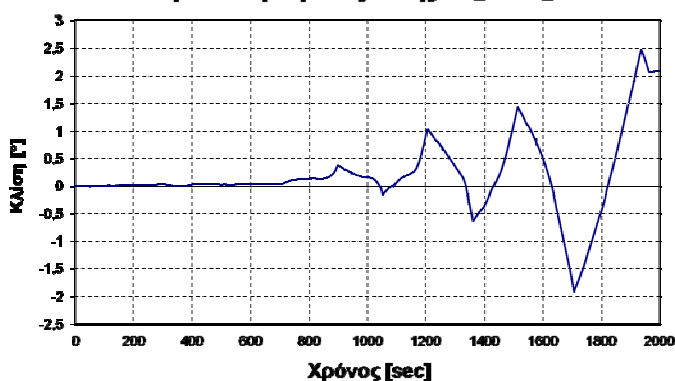
Χρονοϊστορία μετατοπίσεων IPE\_355ns\_02



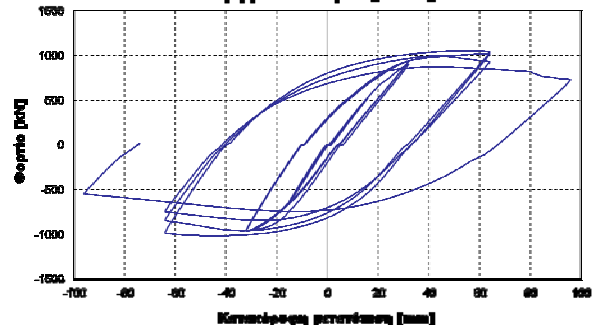
Χρονοϊστορία δύναμης IPE\_355ns\_02



Χρονοϊστορία γωνίας κλίσης IPE\_355ns\_02



Δύναμη-μετατόπιση IPE\_355ns\_02



## • IPE\_355ns\_03

Η χρονοϊστορία από το ποσοστημόριο 95% εφαρμόστηκε 8 φορές, ενώ στη συνέχεια εφαρμόστηκαν κύκλοι σταθερού εύρους με κατακόρυφη μετατόπιση ίση προς  $\pm 40\text{mm}$ .

Η απαρχή της ρηγμάτωσης παρατηρήθηκε στο άνω πέλμα της δοκού στην εξωτερική πλευρά της συγκόλλησης στη θερμικά επηρεαζόμενη ζώνη κατά τη διάρκεια του 6<sup>ου</sup> κύκλου σταθερού εύρους φορτίσεων.

### Πρώτο μέρος:

Χρονοϊστορία φόρτισης: ποσοστημόριο 95%, 8 κύκλοι

N	-	4	4	3	2	1
$\Delta$	mm	$\pm 4,0$	$\pm 5,0$	$\pm 8,0$	$\pm 20,0$	$\pm 40,0$

### Δεύτερο μέρος:

Σταθερού εύρους φόρτιση:  $\Delta = \pm 40,0\text{mm}$ , 10 κύκλοι

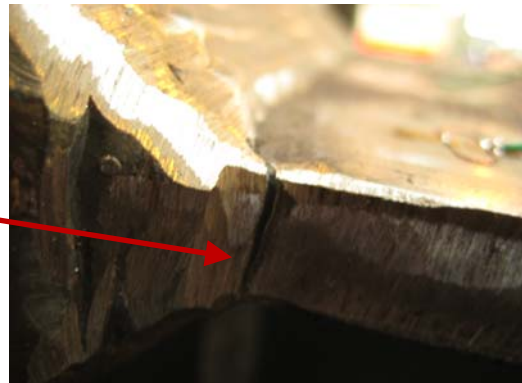
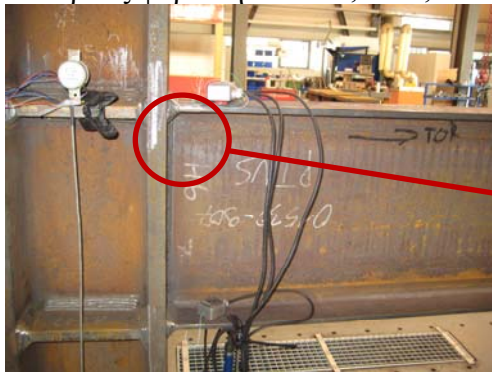
### Ταχύτητα φόρτισης

#### Πρώτο μέρος:

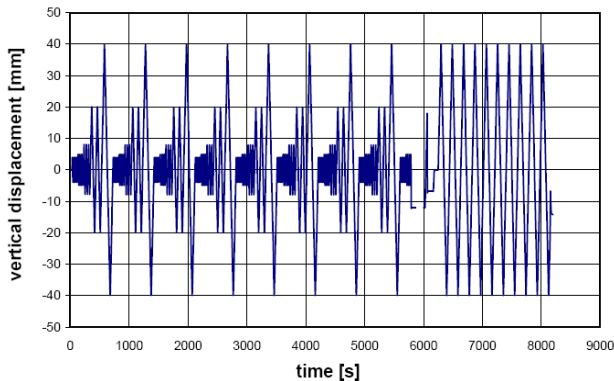
Όλοι οι κύκλοι: 100mm/min

#### Δεύτερο μέρος:

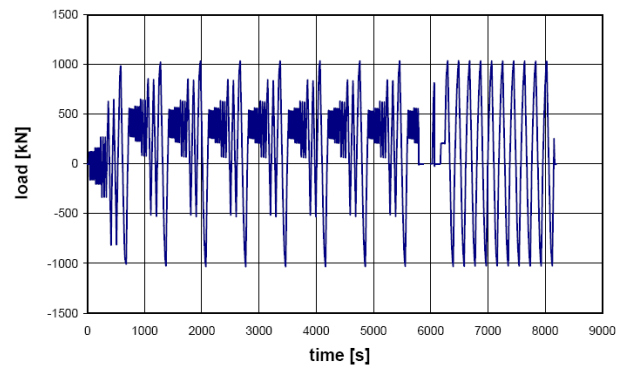
Όλοι οι κύκλοι: 100mm/min



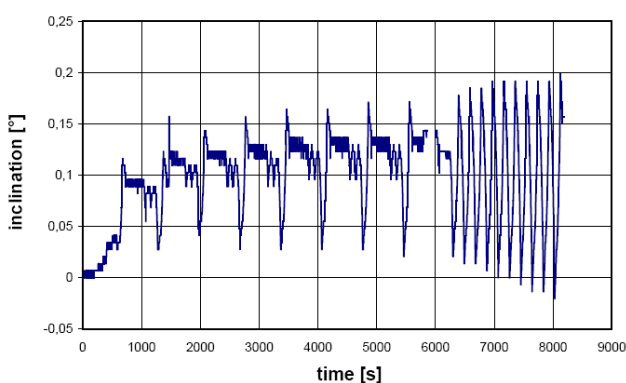
Χρονοϊστορία μετατοπίσεων IPE\_355ns\_03



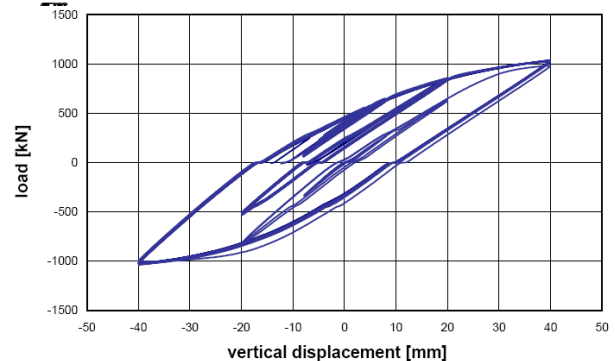
Χρονοϊστορία δύναμης IPE\_355ns\_03



Χρονοϊστορία γωνίας κλίσης IPE\_355ns\_03



Δύναμη-μετατόπιση IPE\_355ns\_03



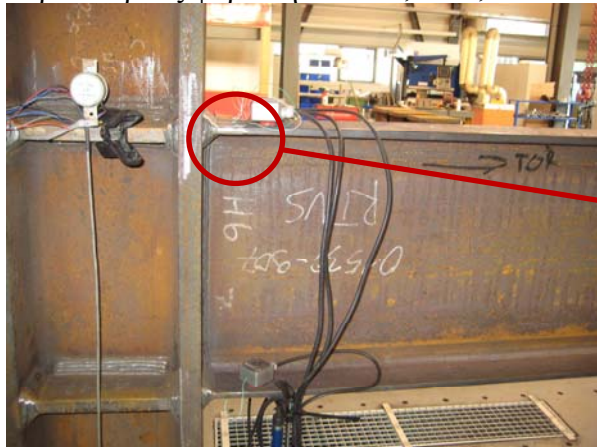
## • IPE\_355ns\_04

Στο πείραμα αυτό εφαρμόστηκαν 20 κύκλοι σταθερού εύρους ίσου προς  $\pm 50,0\text{mm}$ .

Κατά τη διάρκεια του 7<sup>ου</sup> και 8<sup>ου</sup> κύκλου φόρτισης λαμβάνει χώρα τοπικός λυγισμός της μίας από τις δύο δοκούς. Η πρώτη ρηγμάτωση παρατηρήθηκε στη θερμικά επηρεαζόμενη ζώνη της συγκόλλησης, στην εξωτερική της πλευρά κατά τη διάρκεια του 10<sup>ου</sup> κύκλου φόρτισης.

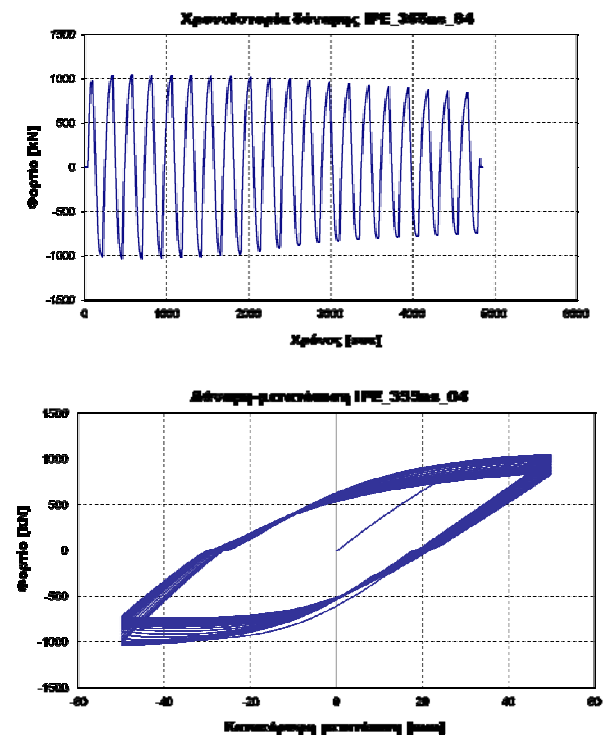
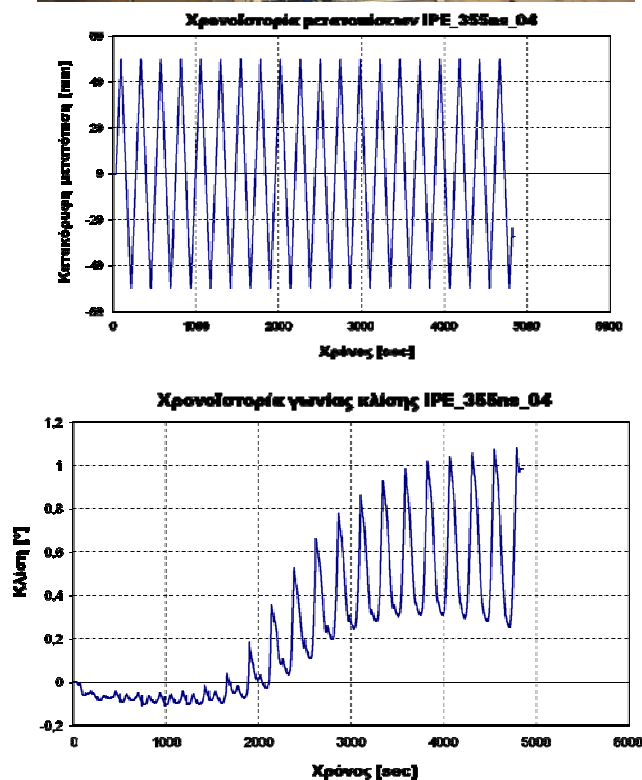
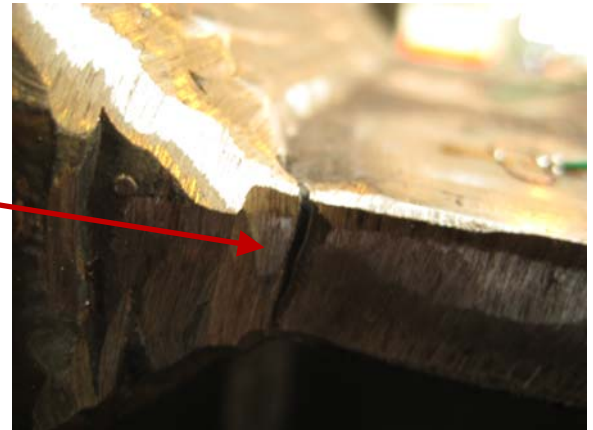
### Χρονοϊστορία φόρτισης

Σταθερού εύρους φόρτιση:  $\Delta=\pm 50,0\text{mm}$ , 20 κύκλοι



### Ταχύτητα φόρτισης

Όλοι οι κύκλοι:  $50\text{mm/min}$



## • IPE\_355s\_02

Στο πείραμα αυτό εφαρμόστηκε η χρονοϊστορία σύμφωνα με τις επιταγές της ECCS. Ωστόσο, επειδή στο ίδιο πείραμα που πραγματοποιήθηκε για την περίπτωση των εξωραφών παρατηρήθηκαν μεγάλες εκτός επιπέδου μετατοπίσεις και προκειμένου να αποτραπούν μετά τη μετατόπιση διαρροής οι μετατοπίσεις δεν είχαν μέγεθος ίσο με  $\pm 2\delta_y$ ,  $\pm 4\delta_y$  κλπ. αλλά μικρότερο.

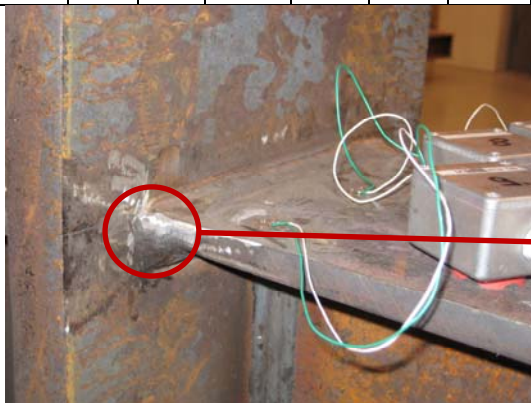
Τοπικός λυγισμός παρατηρήθηκε κατά τον πρώτο κύκλο φόρτισης με εύρος μετατόπισης ίσο προς  $\pm 40,0\text{mm}$  στο άνω πέλμα και των δύο δοκών. Η απαρχή της ρηγμάτωσης έγινε κατά τη διάρκεια του 3<sup>ου</sup> κύκλου  $\pm 24,0\text{mm}$  κατακόρυφης μετατόπισης στην εξωτερική πλευρά της συγκόλλησης στο σημείο της θερμικά επηρεαζόμενης ζώνης.

### Χρονοϊστορία φόρτισης: ECCS

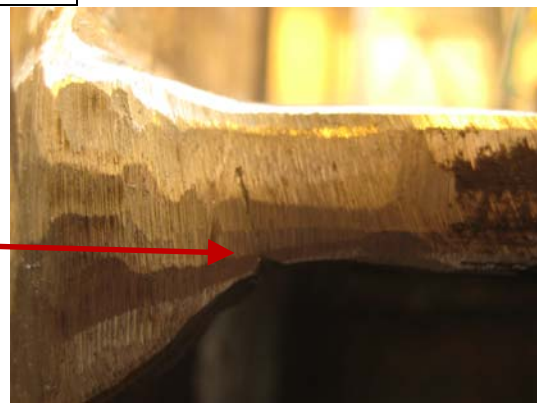
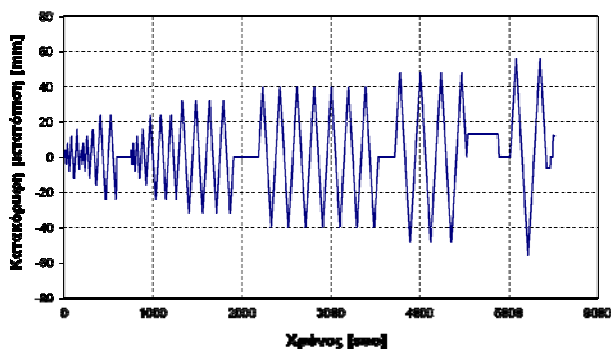
N	-	1	1	1	1	3	4	7	3,5	1,5
$\Delta$	mm	$\pm 4$	$\pm 8$	$\pm 12$	$\pm 16$	$\pm 24$	$\pm 32$	$\pm 40$	$\pm 48$	$\pm 56$

### Ταχύτητα φόρτισης

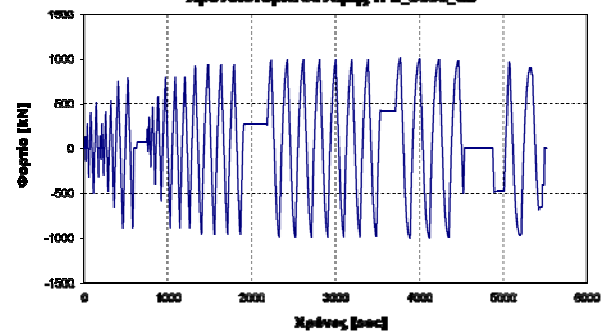
Όλοι οι κύκλοι: 50mm/min



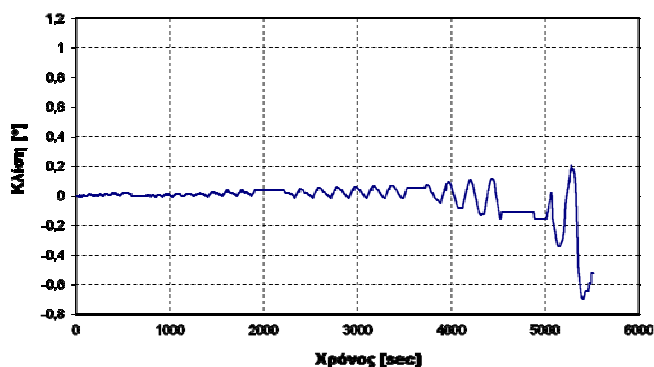
Χρονοϊστορία μετατοπίσεων IPE\_355s\_02



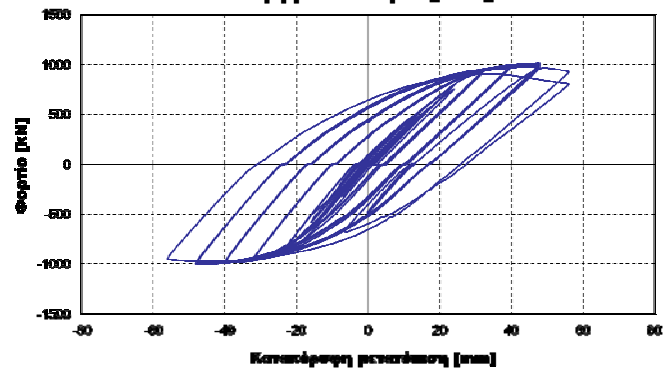
Χρονοϊστορία δύναμης IPE\_355s\_02



Χρονοϊστορία γωνίας κλίσης IPE\_355s\_02



Δύναμη-μετατόπιση IPE\_355s\_02



## • IPE\_355s\_03

Η χρονοϊστορία του ποσοστημορίου 95% εφαρμόστηκε 10 φορές, ενώ στη συνέχεια εφαρμόστηκαν κύκλοι σταθερού εύρους ίσου προς  $\pm 40,0\text{mm}$ .

Τοπικός λυγισμός παρατηρήθηκε κατά τη διάρκεια του 8<sup>ου</sup> κύκλου σταθερού εύρους μετατοπίσεων στο άνω πέλμα της μίας από τις δύο δοκούς. Η απαρχή της ρηγμάτωσης έλαβε χώρα κατά τη διάρκεια του 13<sup>ου</sup> κύκλου σταθερού εύρους μετατοπίσεων.

### Πρώτο μέρος:

Χρονοϊστορία φόρτισης: ποσοστημόριο 95%, 10 κύκλοι

N	-	4	4	3	2	1
$\Delta$	mm	$\pm 4,0$	$\pm 5,0$	$\pm 8,0$	$\pm 20,0$	$\pm 40,0$

### Δεύτερο μέρος:

Σταθερού εύρους φόρτιση:  $\Delta = \pm 40,0\text{mm}$ , 20 κύκλοι

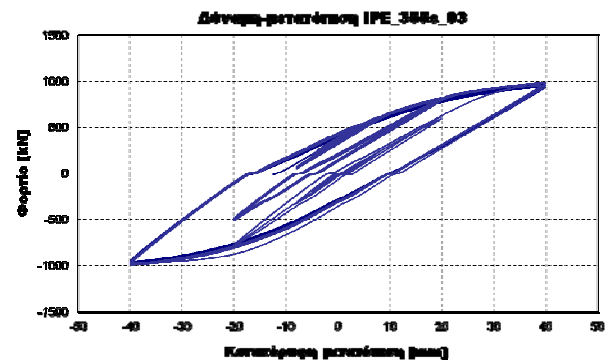
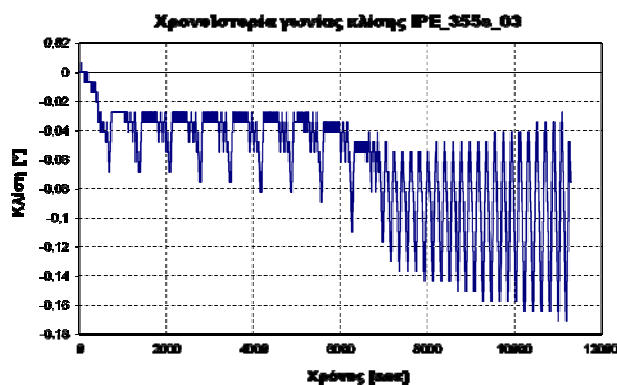
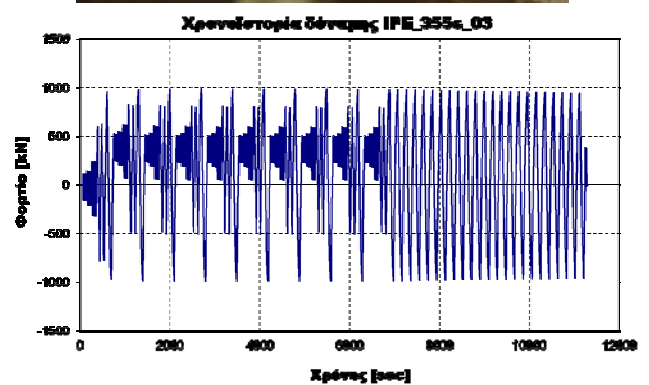
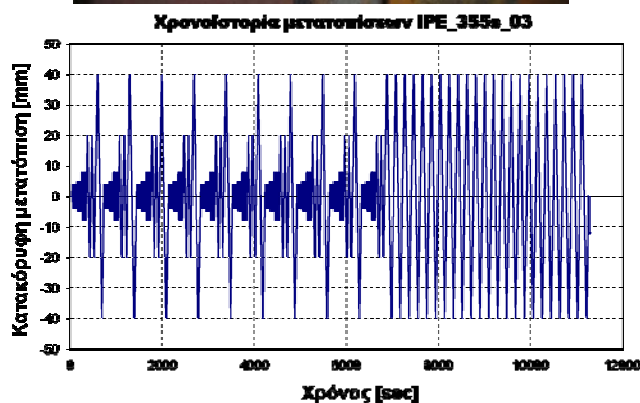
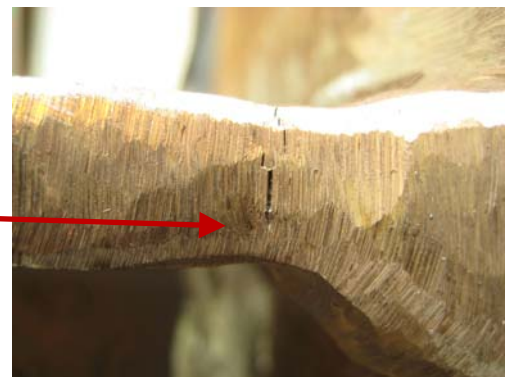
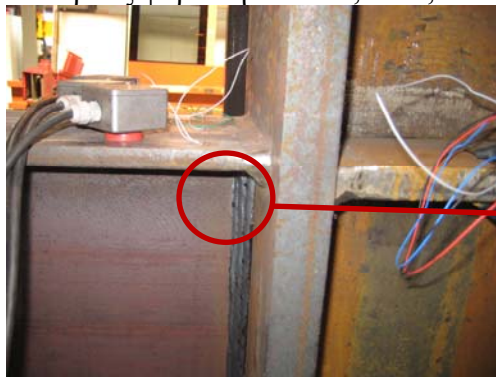
### Ταχύτητα φόρτισης

#### Πρώτο μέρος:

Όλοι οι κύκλοι: 50mm/min

#### Δεύτερο μέρος:

Όλοι οι κύκλοι: 50mm/min



## • IPE\_355s\_04

Στο πείραμα αυτό εφαρμόστηκαν 15 κύκλοι σταθερού εύρους μετατοπίσεων ίσων προς  $\pm 50,0\text{mm}$ .

Η εμφάνιση του τοπικού λυγισμού έλαβε χώρα κατά τη διάρκεια του 5<sup>ου</sup> κύκλου φόρτισης στο άνω πέλμα της μία από τις δύο δοκούς. Κατά τη διάρκεια του 8<sup>ου</sup> κύκλου φόρτισης εμφανίστηκε μια ρωγμή στη θερμικά επηρεαζόμενη ζώνη της συγκόλλησης του άνω πέλματος η οποία κατά τους επόμενους κύκλους επεκτάθηκε.

### Χρονοϊστορία φόρτισης

Σταθερού εύρους φόρτιση:  $\Delta = \pm 50,0\text{mm}$ , 15 κύκλοι

### Ταχύτητα φόρτισης

Όλοι οι κύκλοι:  $50\text{mm/min}$

