



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

**ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
Γ. Δ. ΜΠΑΡΔΑΝΗΣ**

**ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΚΑΙ ΑΝΑΦΟΡΑ
ΣΤΙΣ ΣΙΔΗΡΕΣ ΓΕΦΥΡΕΣ ΜΕ ΤΑ ΜΕΓΙΣΤΑ
ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ ΠΑΓΚΟΣΜΙΩΣ**

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: Δρ. Δ. ΣΟΦΙΑΝΟΠΟΥΛΟΣ

ΒΟΛΟΣ, ΙΟΥΝΙΟΣ 2003



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗΣ & ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ
ΕΙΔΙΚΗ ΣΥΛΛΟΓΗ «ΓΚΡΙΖΑ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ»

Αριθ. Εισ.: 2092/1

Ημερ. Εισ.: 10-03-2004

Δωρεά:

Ταξιθετικός Κωδικός: ΠΤ ΠΜ

2003

ΜΠΑ

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ



004000072558

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<u>Εισαγωγή – Σκοπός – Περιεχόμενο.....</u>	1-3
<u>Μέρος I : Γενικά Στοιχεία.....</u>	4-18
• Γενικά Χαρακτηριστικά Σιδηρών Γεφυρών.....	5-10
• Συγκριτικοί Πίνακες & Συγκριτικά Στοιχεία.....	11-18
<u>Μέρος II : Επιμέρους Στοιχεία.....</u>	19-245
• Τοξωτές σιδηρές γέφυρες.....	20-65
• Δικτυωτές γέφυρες.....	66-97
• Κιβωτοειδούς διατομής σιδηρές γέφυρες ή με κατάστρωμα από ορθότροπες πλάκες.....	98-123
• Καλωδιωτές σιδηρές γέφυρες.....	124-168
• Κρεμαστές σιδηρές γέφυρες.....	169-245
<u>Μέρος III : Υπό Τύπον Επιλόγου.....</u>	246-247
<u>Βιβλιογραφία.....</u>	248



ΕΙΣΑΓΩΓΗ – ΣΚΟΠΟΣ – ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ

Η παρούσα Διπλωματική Εργασία έχει σαν αντικείμενο τις σιδηρές γέφυρες, όχι όσον αφορά τον στατικό ή δυναμικό υπολογισμό τους ή την αντιμετώπιση των ιδιαζόντων προβλημάτων στο σχεδιασμό, μελέτη, ανέγερση, συντήρηση ή ενίσχυση-αποκατάσταση τους, αλλά την συλλογή και συγκριτική παρουσίαση των πλέον σημαντικών πληροφοριών για τους φορείς αυτούς με τα μέγιστα ανοίγματα παγκοσμίως. Η διεθνής βιβλιογραφία και το διαδίκτυο απετέλεσαν τις βασικές πηγές άντλησης των απαραίτητων πληροφοριών, λόγω δε του υπέρμετρα μεγάλου όγκου αυτών, λήφθηκε μέριμνα ώστε η όλη εργασία να αναδεικνύει κατά τον πλέον ελκυστικό και παράλληλα εποπτικό τρόπο τα σπουδαιότερα χαρακτηριστικά των μεγαλύτερων σε άνοιγμα σιδηρών γεφυρών ανά την υφήλιο, ανάλογα με το είδος αυτών. Για τις ανάγκες της εργασίας η κατάταξη των εν λόγω γεφυρών έγινε σύμφωνα με τη μορφή του στατικού συστήματος σε συνδυασμό με τη μορφή του καταστρώματος ως εξής:

- Τοξωτές Γέφυρες (Arch Bridges)
- Δικτυωτές Γέφυρες (Truss Bridges)
- Κιβωτοειδούς διατομής γέφυρες ή με κατάστρωμα από ορθότροπες πλάκες (Box Bridges or Plate Girder Bridges)
- Κρεμαστές Γέφυρες (αναρτημένες από καμπύλα καλώδια – Suspension Bridges)
- Καλωδιωτές Γέφυρες (αναρτημένες από ευθύγραμμα καλώδια – Cable-Stayed Bridges)

Από πλευράς περιεχομένου και διάρθρωσης η Διπλωματική Εργασία επιμερίζεται στη συνέχεια όπως ακολουθεί:

Μέρος Ι : Γενικά Στοιχεία

Στο 1^ο αυτό Μέρος της Διπλωματικής Εργασίας δίδονται συγκεντρωτικά τόσο τα σπουδαιότερα χαρακτηριστικά των σιδηρών γεφυρών εν γένει, όσον και ορισμένα επιπρόσθετα στοιχεία για τις αναρτημένες γέφυρες, οι οποίες και υπερτερούν κατά πολύ των υπόλοιπων ειδών στην επίτευξη μεγάλων ανοιγμάτων, καθώς και Πίνακες – γραφήματα των γεφυρών ανά την υφήλιο με τα μέγιστα ανοίγματα. Οι σχετικοί Πίνακες συντάχθηκαν από πληροφορίες που λήφθηκαν κύρια μέσω του διαδικτύου, και ιδιαίτερα από αξιόπιστες πηγές τόσο του Σουηδικού Ινστιτούτου Σιδηρών Κατασκευών (Swedish Institute of Steel Construction, www.sbi/se) όσο και του Ερ-



γαστηρίου Μηχανικής των Γεφυρών του Πολυτεχνείου του Ελσίνκι (Laboratory of Bridge Engineering, Helsinki University of Technology, www.hut.fi/LBE). Το Μέρος αυτό περιέχει τα ακόλουθα δύο (2) Κεφάλαια:

Κεφάλαιο 1^ο : Γενικά Χαρακτηριστικά Σιδηρών Γεφυρών

Παρατίθεται συνοπτική αναφορά στα πλεονεκτήματα, τις κατηγορίες και στοιχεία των σιδηρών γεφυρών καθώς και σε ορισμένα χαρακτηριστικά των αναρτημένων ιδία γεφυρών.

Κεφάλαιο 2^ο : Συγκεντρωτικοί Πίνακες και Συγκριτικά Στοιχεία

Από τα μέχρι στιγμής στοιχεία, όσον αφορά τις ήδη υπάρχουσες γέφυρες παγκοσμίως (ανεξάρτητα από το υλικό κατασκευής τους) παρουσιάζονται υπό μορφή Πινάκων και σχετικών διαγραμμάτων αυτές με τα μέγιστα ανοίγματα ανά είδος, όπου καταδεικνύεται η υπεροχή του σιδήρου-χάλυβα έναντι του σκυροδέματος στην επίτευξη μεγάλων ανοιγμάτων και παρέχεται η δυνατότητα σύγκρισης της χρήσης των διαφόρων τύπων στατικών συστημάτων ανά χρονική περίοδο. Στους εν λόγω Πίνακες παρατίθενται επίσης στοιχεία για ορισμένες σιδηρές γέφυρες, οι οποίες βρίσκονται υπό κατασκευή ή έχει προγραμματισθεί η υλοποίησή τους.

Μέρος II : Επιμέρους Στοιχεία

Στο Μέρος τούτο του παρόντος πονήματος παρατίθενται τα πιο σημαντικά στοιχεία που ήταν δυνατόν να συγκεντρωθούν για τις ανά είδος σιδηρές γέφυρες παγκόσμια με τα μέγιστα ανοίγματα. Σε όποια Κεφάλαια παρατηρείται το φαινόμενο να μη μνημονεύονται στοιχεία για κάποιες γέφυρες με μεγαλύτερα μέγιστα ανοίγματα από κάποιες άλλες, τούτο οφείλεται στο γεγονός ότι υπάρχει έλλειψη πληροφόρησης. Το 2^ο αυτό Μέρος της όλης εργασίας διαρθρώνεται από τα ακόλουθα Κεφάλαια, όπου παρατίθενται λεπτομέρειες, φωτογραφικό υλικό και ιστορικά στοιχεία για τις σπουδαιότερες γέφυρες του κάθε είδους.

Κεφάλαιο 3^ο : Τοξωτές σιδηρές γέφυρες με τα μέγιστα ανοίγματα

Αναφέρονται 12 (δώδεκα) γέφυρες του είδους.

Κεφάλαιο 4^ο : Δικτυωτές γέφυρες με τα μέγιστα ανοίγματα

Αναφέρονται 7 (επτά) γέφυρες του είδους.

Κεφάλαιο 5^ο : Σιδηρές γέφυρες κιβωτοειδείς ή με κατάστρωμα ορθότροπων
πλακών με τα μέγιστα ανοίγματα

Αναφέρονται 8 (οκτώ) γέφυρες του είδους.

Κεφάλαιο 6^ο : Σιδηρές καλωδιωτές γέφυρες με τα μέγιστα ανοίγματα

Αναφέρονται 9 (εννέα) γέφυρες του είδους.



Κεφάλαιο 7^ο : Κρεμαστές σιδηρές γέφυρες με τα μέγιστα ανοίγματα

Αναφέρονται 8 (οκτώ) γέφυρες του είδους.

Μέρος III : Υπό Τύπον Επιλόγου

Διαπιστώσεις, αισθητικές και λειτουργικές συγκρίσεις και προσωπικές εκτιμήσεις.

Κλείνοντας την ενότητα αυτή, νιώθω την ανάγκη να ευχαριστήσω τον καθηγητή μου Δημήτρη Σοφιανόπουλο, κάτω από την καθοδήγηση του οποίου εκπονήθηκε η Διπλωματική αυτή εργασία. Χάρηκα ιδιαίτερα για την άψογη συνεργασία που είχαμε και για την εμπιστοσύνη με την οποία με περιέβαλε. Ευχαριστώ επίσης όλους τους καθηγητές μου για τις γνώσεις και τον τρόπο σκέψης που μου μετέδωσαν στη διάρκεια των σπουδών μου.

Τέλος, ευχαριστώ την οικογένειά μου που με βοήθησε με κάθε τρόπο στις σπουδές μου, στην οποία και αφιερώνεται αυτή η εργασία.



Μέρος Ι : Γενικά Στοιχεία



Κεφάλαιο 1^ο : Γενικά Χαρακτηριστικά Σιδηρών Γεφυρών

1.1. Πλεονεκτήματα – Μειονεκτήματα

Τα κυριότερα πλεονεκτήματα των σιδηρών γεφυρών απορρέουν από τις ιδιότητες του χάλυβα και των διαφόρων κραμάτων του, που αποτελούν το προεξάρχων υλικό κατασκευής τους, και έχουν συνοπτικά ως εξής:

- α. Υψηλή αντοχή, λόγω χρήσης λεπτών διατομών, μικρού ιδίου βάρους και οικονομίας υλικού και χώρου.
- β. Ολκιμότητα, ήτοι δυνατότητα μεγάλων παραμορφώσεων χωρίς αστοχία.
- γ. Ομοιομορφία υλικού, εφόσον υπάρχουν επιστάμενοι έλεγχοι κατά την παραγωγή και την μόρφωση των επί μέρους στοιχείων σε εργοστασιακούς χώρους.
- δ. Μεγάλη διάρκεια ζωής, που είναι πρακτικά απεριόριστη, υπό την προϋπόθεση τήρησης των κανόνων τακτικής συντήρησης και τυχόν αναγκαίων επεμβάσεων-ενισχύσεων.
- ε. Ταχύτητα ανέγερσης.
- στ. Σε συνδυασμό με την υποπαράγραφο 1.1.δ. δυνατότητα τροποποίησης ή ενίσχυσης με σκοπό την αύξηση του ωφέλιμου φορτίου.
- ζ. Δυνατότητα επαναχρησιμοποίησης υλικού.
- η. Ευκολία προκατασκευής, με την έννοια ότι τα έτοιμα στοιχεία μεταφέρονται επί τόπου πλήρως κατασκευασμένα και προστατευμένα.
- θ. Δυνατότητα ζεύξης μεγάλων ανοιγμάτων, άνω και των 1500 μέτρων.
- ι. Αναμφισβήτητη αισθητική ανωτερότητα.

Το κυριότερο μειονέκτημα των σιδηρών γεφυρών είναι η σκωρίαση, όπως σε όλες άλλωστε τις χαλύβδινες κατασκευές, που συνεπάγεται αύξηση του κόστους προστασίας και μετέπειτα συντήρησης. Πλην όμως το μειονέκτημα αυτό με την εφαρμογή μοντέρνων μεθόδων εργοστασιακής προστασίας και τήρηση αυστηρών κανόνων επιθεώρησης και συντήρησης τείνει να εκλείψει, και εν πάσει περιπτώσει είναι κατά μικρότερης σημασίας αν συγκριθεί με τα κυριότερα μειονεκτήματα των γεφυρών από σκυρόδεμα (ρηγματώσεις, ερπυσμός και δυσκαμψία).



1.2. Κατηγορίες σιδηρών γεφυρών

Οι σιδηρές γέφυρες διακρίνονται – κατατάσσονται σε διάφορες, γενικά μεταξύ τους ανεξάρτητες κατηγορίες, ανάλογα με τον εκάστοτε εξεταζόμενο παράγοντα. Κατά περίπτωση, οι σπουδαιότερες κατηγορίες των φορέων αυτών έχουν ως ακολούθως:

α. Ανάλογα με τον προορισμό

Οδικές, σιδηροδρομικές, μικτές, πεζογέφυρες, γέφυρες αγωγών, ταινιοδρόμων κλπ.

β. Ανάλογα με το είδος των συνδέσεων

Ηλωτές (έχουν καταργηθεί), κοχλιωτές, συγκολλητές, μικτές

γ. Ανάλογα με τη στατική μορφή των κύριων δοκών

Αμφιέριστες, συνεχείς με ή χωρίς αρθρώσεις, πλαισιωτές, τοξωτές, κιβωτοειδείς, αναρτημένες, δικτυωτές.

δ. Ανάλογα με τη μόρφωση των κυρίων δοκών

Ολόσωμες (σύνθετες ή κιβωτοειδείς), δικτυωτές (ισοστατικές ή εσωτερικά υπερστατικές).

ε. Ανάλογα με τη θέση και των αριθμό καταστρωμάτων

Άνω, μέσης ή κάτω διάβασης – μονόροφες ή διόροφες.

στ. Ανάλογα με τη γεωμετρία

Ορθές, λοξές, ευθύγραμμες, καμπύλες, οριζόντιες, κεκλιμένες.

ζ. Ανάλογα με την επιθυμητή διάρκεια και αναγκαιότητα χρήσης

Μόνιμες, προσωρινές, λυόμενες, περιστροφικές, κινητές.

η. Ανάλογα με το εν γένει στατικό σύστημα

1. Τοξωτές
2. Δικτυωτές
3. Κιβωτοειδούς διατομής (μικτή κατάταξη)
4. Καταστρώματος ορθοτρόπων πλακών (μικτή κατάταξη)
5. Καλωδιωτές
6. Κρεμαστές

Το τελευταίο είδος κατάταξης, με σύμπληξη των περιπτώσεων η3,4 θα χρησιμοποιηθεί στη συνέχεια στον κύριο όγκο της παρούσας Εργασίας.



1.3. Στοιχεία σιδηρών γεφυρών

Τα στοιχεία που συνθέτουν μια σιδηρά γέφυρα περιγράφονται συνοπτικά παρακάτω:

α. Κατάστρωμα: Δέχεται απ' ευθείας τα κινητά φορτία της γέφυρας και τα μεταβιβάζει στις λεγόμενες κύριες δοκούς. Διακρίνεται στο *επίστρωμα* και στις *δοκούς καταστρώματος*. Στις *οδοφόρες* γέφυρες το επίστρωμα αποτελείται από το *οδόστρωμα* και τη *φέρουσα πλάκα* (σκυρόδεμα ή μεταλλικά ελάσματα), ενώ στις *σιδηροδρομικές* από τους *στρωτήρες*, τις *σιδηροτροχιές* και το *έρμα* (για κλειστό μόνο κατάστρωμα) με τη *φέρουσα πλάκα*. Οι δοκοί του καταστρώματος διακρίνονται στις *μηκίδες* (παράλληλες με τις κύριες δοκούς) και στις *διαδοκίδες* (κάθετες προς τις κύριες δοκούς): Αυτές όλες μεταφέρουν τα φορτία στις κύριες δοκούς, ενώ μέρος του καταστρώματος θεωρείται και το *πεζοδρόμιο* (εφόσον υφίσταται) της γέφυρας.

β. Κύριες δοκοί ή κύριοι φορείς : Παραλαμβάνουν όλα τα φορτία της γέφυρας και τα μεταφέρουν μέσω των εφεδράνων στα βάθρα. Υπό την έννοια αυτή στους κύριους φορείς ανήκουν τόσο το σύστημα των καλωδίων (ευθύγραμμων ή καμπύλων) όσο και οι πυλώνες (των κρεμαστών γεφυρών), δια μέσου των οποίων γίνεται η μεταφορά των φορτίων της γέφυρας στα βάθρα ή τη θεμελίωση.

γ. Σύνδεσμοι : Πρόκειται περί επιπέδων (δικτυωτών ή πλαισιωτών) φορέων, οι οποίοι έχουν προορισμό την ανάληψη των οριζόντιων φορτίων και την σύνθεση με τα υπόλοιπα στοιχεία της γέφυρας ενός ενιαίου ευσταθούς φορέα στο χώρο. Διακρίνονται σε κύριους συνδέσμους (αντιανέμιους, εγκάρσιους) και σε δευτερεύοντες (μηκίδων, τροχοπέδησης).

1. Αντιανέμιος σύνδεσμος : Είναι οριζόντιο δικτύωμα με θεωρητικό άνοιγμα συνήθως ίσο με αυτό των κυρίων δοκών, με πέλματα τα πέλματα των κυρίων δοκών, ορθοστάτες τις υπάρχουσες διαδοκίδες (όταν ο σύνδεσμος αυτός γίνεται στο επίπεδο του καταστρώματος) και διαγωνίους, πρόσθετες ράβδους διατομής *L* ή *C* ή και δικτυωτές (ανάλογα με το άνοιγμα). Αναλαμβάνει τα οριζόντια φορτία που ενεργούν κάθετα στον άξονα της γέφυρας (ανεμοπίεση, πλευρική κρούση, φυγόκεντρος δύναμη). Σε περίπτωση συμπαγών καταστρωμάτων, αυτά χρησιμεύουν και σαν αντιανέμιοι σύνδεσμοι.

2. Εγκάρσιος σύνδεσμος : Πρόκειται περί κατακόρυφου δικτύωματος (για άνω διάβαση) ή πλαισίου (ανοικτό άνω ή κάτω, ή κλειστό), τοποθε-



τημένου κάθετα προς το επίπεδο των κυρίων δοκών. Χρησιμεύει στην εγκάρσια σύνδεση των κυρίων δοκών ώστε να δημιουργείται ευσταθής χωρικός φορέας, αλλά και στην ανάληψη των δυνάμεων του άνω αντιανεμίου συνδέσμου και μεταφορά τους στα εφάδρανα. Επιπρόσθετα, σε γέφυρες κάτω διάβασης, οι εν λόγω σύνδεσμοι αποτρέπουν τον κίνδυνο λυγισμού του άνω θλιβόμενου πέλματος των κύριων δοκών (ολόσωμων ή δικτυωτών). Η λύση δικτυωτού εγκάρσιου συνδέσμου είναι απλούστερη και οικονομικότερη αυτής του πλαισιωτού και δεόν όπως προτιμάται, αν είναι εφαρμόσιμη.

3. Σύνδεσμος μηκίδων : Κατασκευάζεται σε σιδηροδρομικές γέφυρες με ανοικτό κατάστρωμα. Είναι οριζόντιο δικτύωμα με πέλματα τις μηκίδες και άνοιγμα ίσο με το μήκος αυτών (απόσταση διαδοκίδων). Παραλαμβάνει τις οριζόντιες πλευρικές κρούσεις των συρμών και τις μεταφέρει μέσω των διαδοκίδων στον αντιανέμιο σύνδεσμο.

4. Σύνδεσμος τροχοπέδησης : Κατασκευάζεται σε σιδηροδρομικές γέφυρες με ανοικτό κατάστρωμα. Πρόκειται για αμφιέριστο οριζόντιο δικτύωμα ανοίγματος ίσου με το μήκος της διαδοκίδας και η διάταξη του έχει ως βασικό στοιχείο μια διαδοκίδα. Τοποθετείται στο μέσο ή τα άκρα της γέφυρας και παραλαμβάνει τις δυνάμεις λόγω επιβράδυνσης (τροχοπέδησης) ή επιτάχυνσης (εκκίνησης) των συρμών, που μεταφέρονται στις κύριες δοκούς ως αξονικές δυνάμεις.

δ. Εφάδρανα : Μεταφέρουν με ασφάλεια στα βάθρα όλες τις δυνάμεις, που επενεργούν στη γέφυρα. Διακρίνονται σε σταθερά και κινητά (μιας ή δύο διευθύνσεων) και τίθενται στα σημεία στήριξης όλων των δοκών επί των βάθρων.

ε. Βάθρα : Αποτελούν ουσιαστικά τις στηρίξεις της γέφυρας και διακρίνονται σε ακρόβαθρα ή μεσόβαθρα. Παραλαμβάνουν όλες τις δυνάμεις που δρουν επί της γέφυρας μέσω των εφεδράνων και τις μεταφέρουν ασφαλώς στη θεμελίωση. Τα μεταλλικά βάθρα είναι συνήθως δικτυωτά, εδραζόμενα στο κάτω άκρο τους επί της θεμελίωσης, οποία είναι συνήθως από οπλισμένο σκυρόδεμα και σπανιότερα έδραση από λιθοποιία.



1.4. Ιδιαίτερα χαρακτηριστικά των αναρτημένων σιδηρών γεφυρών

Οι αναρτημένες σιδηρές γέφυρες διακρίνονται, όπως και προηγούμενα αναφέρθηκε, σε καλωδιωτές (ανάρτηση με ευθύγραμμα καλώδια) και κρεμαστές (ανάρτηση μέσω καμπύλων καλωδίων). Τα δύο αυτά είδη σιδηρών γεφυρών εφαρμόζονται κατά κόρον στη διεθνή γεφυροποιία και μέσω αυτών επιτυγχάνονται τα μέγιστα ανοίγματα. Προς τούτο παρατίθεται συνοπτική αναφορά που περιέχει τα σπουδαιότερα χαρακτηριστικά τους.

α. Καλωδιωτές σιδηρές γέφυρες (Cable-stayed steel bridges)



1. Ουσιαστικά άρχισαν να εφαρμόζονται στα μέσα της δεκαετίας 1950-60, με τη κατασκευή της γέφυρας Stromsund της Σουηδίας (τριών ανοιγμάτων 75m – 183m – 75m) και προσφέρουν οικονομικές λύσεις για ανοίγματα μεταξύ 100 και 350m. Τα κυριότερα πλεονεκτήματα αυτού του τύπου γεφυρών είναι η μεγαλύτερη ακαμψία (σε σχέση με τις κρεμαστές, λόγω του ευθύγραμμου των καλωδίων), η οικονομικότητα (λόγω μείωσης του βάρους και του κόστους), η ευκολία κατασκευής, ανέγερσης και συντήρησης και η πολύ καλή αισθητική. Πέραν τούτων το πρόβλημα της **αεροδυναμικής αστάθειας** δεν είναι ιδιαίζουσας σημασίας για τις καλωδιωτές γέφυρες.

2. Οι σχετικές καταπονήσεις είναι κυρίως αξονικές (καλώδια εφελκύμενα, πυλώνες θλιβόμενοι ή και καμπτόμενοι, κατάστρωμα θλιβόμενο και καμπτόμενο), με αποτέλεσμα να αξιοποιείται τα μέγιστα η αντοχή των επί μέρους στοιχείων των γεφυρών αυτών.

3. Βασικά τους στοιχεία είναι τα καλώδια, οι πυλώνες και το κατάστρωμα (συμπεριλαμβανομένων των κυρίων δοκών και των συνδέσμων).

4. Όσον αφορά τη διάταξη των καλωδίων κατά μήκος της γέφυρας υφίστανται τέσσερεις χαρακτηριστικοί τύποι, γνωστοί ως *ακτινωτό σύστημα* (radiating, converging), *σύστημα άρπας ή παράλληλο* (harp, parallel), *σύστημα βεντάλιας* (fan) και *σύστημα αστέρα* (star).

5. Όσον δε αφορά τη διάταξη των καλωδίων κατά την εγκάρσια διεύθυνση, τα καλώδια μπορεί να κείνται σε ένα, δύο ή και σπάνια τρία επίπεδα (κατακόρυφα ή κεκλιμένα), συμμετρικά ή όχι ως προς τον άξονα της γέφυρας.



επίπεδα (κατακόρυφα ή κεκλιμένα), συμμετρικά ή όχι ως προς τον άξονα της γέφυρας.

β. Κρεμαστές σιδηρές γέφυρες (Suspension steel bridges)



1. Στην εν λόγω κατηγορία ανήκουν οι αναρτημένες γέφυρες από καμπύλα καλώδια και τυγχάνουν ευρύτατης εφαρμογής από τις αρχές του 19^{ου} αιώνα, ενώ είναι και από αρχαιότερων χρόνων γνωστές σαν τρόπος ζεύξης ανοιγμάτων.

2. Το κύριο χαρακτηριστικό τους είναι το καμπύλο καλώδιο ανάρτησης, μέσω του οποίου μεταφέρεται το σύνολο σχεδόν των φορτίων στις αγκυρώσεις και τους πυλώνες μόνο με εφελκυσμό. Το κατάστρωμα αναρτάται από το καλώδιο αυτό μέσω αναρτήρων κατακόρυφων (ή σπανιότερα κεκλιμένων) υψηλής αντοχής.

3. Στο επίπεδο του καταστρώματος υπάρχει ένα σύστημα ακαμψίας, το οποίο προσδίδει αεροδυναμική ευστάθεια (περιορίζοντας ανεπιθύμητες μετακινήσεις) αλλά και ελαχιστοποιεί τις τοπικές μεταβολές γωνιών στο κατάστρωμα.

4. Οι πυλώνες μεταφέρουν τα φορτία στο έδαφος καταπονούμενοι κυρίως θλιπτικά, και όλη η κατασκευή υλοποιείται χωρίς την ανάγκη ενδιάμεσων προσωρινών υποστυλώσεων και το αισθητικό αποτέλεσμα είναι πάντοτε εκπληκτικό.

Περισσότερες λεπτομέρειες σχετικά με τον τρόπο κατασκευής, τη μελέτη και τα υπόλοιπα χαρακτηριστικά των αναρτημένων αλλά και των υπολοίπων ειδών σιδηρών γεφυρών μπορεί κανείς να αναζητήσει στην ευρύτετη επί του θέματος βιβλιογραφία, πλην όμως τούτο εκφεύγει των σκοπών του παρόντος πονήματος.

**Κεφάλαιο 2^ο : Συγκεντρωτικοί Πίνακες και Συγκριτικά Στοιχεία**

Στους Πίνακες που ακολουθούν περιέχονται ανάλογα με το στατικό σύστημα τους οι γέφυρες ανά την υφήλιο με το μέγιστο άνοιγμα σε μέτρα, ανεξάρτητα από το υλικό κατασκευής τους. Στις υπό κατασκευή γέφυρες έχουν τεθεί στη στήλη “Σημειώσεις” τα αρχικά υκ, ενώ όπου είναι γνωστό το έτος που προγραμματίζεται να ολοκληρωθούν, τούτο αναγράφεται στην αντίστοιχη στήλη. Με διαφορετικό χρώμα φαίνονται οι σιδηρές γέφυρες για κάθε είδος, ενώ τα μήκη των ανοιγμάτων για τις υπό κατασκευή γέφυρες είναι αυτά που προβλέπονται από την σχετική μελέτη.

Πίνακας 1. Κρεμαστές Γέφυρες

A/A	Όνομα Γέφυρας	Μήκος μέγιστου ανοίγματος	Περιοχή	Χώρα	Έτος Ολοκλήρωσης	Σημειώσεις
*	Messina	3300	Μεταξύ Σικελίας και ενδοχώρας	Ιταλία	2011	υκ
*	Kitan Straight	2500	-	Ιαπωνία	-	υκ
*	Qiongzhou Haixia	2500	-	Κίνα	-	υκ
1	Akashi-Kaikyo	1991	Kobe-Naruto	Ιαπωνία	1998	
2	Great Belt East	1624	Korsor	Δανία	1998	
*	Runyang South	1490	Zhenjiang	Κίνα	2005	υκ
*	Ging Long Da Qiao	1418	-	Κίνα	2007	υκ
3	Humber	1410	Kingston-upon-Hull	Ηνωμένο Βασίλειο	1981	Πυλώνες και κατάστρωμα από σκυρόδεμα
4	Jiangyin	1385	Jiangsu	Κίνα	2000	
5	Tsing Ma	1377	Hong Kong	Κίνα	1997	
6	Verrazano-Narrows	1298	New York, NY	ΗΠΑ	1964	
7	Golden Gate	1280	San Francisco, CA	ΗΠΑ	1937	
8	Höga Kusten	1210	Kramfors	Σουηδία	1997	
9	Mackinac	1158	Mackinaw City, MI	ΗΠΑ	1957	
10	Minami Bisan-seto	1100	Kojima-Sakaide	Ιαπωνία	1988	
11	Fatih Sultan Mehmet	1090	Κωνσταντινούπολη	Τουρκία	1988	
12	Bosporus	1074	Κωνσταντινούπολη	Τουρκία	1973	



A/A	Όνομα Γέφυρας	Μήκος μέγιστου ανοίγματος	Περιοχή	Χώρα	Έτος Ολο- κλήρωσης	Σημειώσεις
13	George Washington	1067	New York, NY	ΗΠΑ	1931	
14	Kurushima-3	1030	Onomichi-Imabari	Ιαπωνία	1999	
15	Kurushima-2	1020	Onomichi-Imabari	Ιαπωνία	1999	
16	Ponte 25 de Abril	1013	Lisbon	Πορτογαλία	1966	
17	Firth of Forth	1006	Edinburgh	Ηνωμένο Βασίλειο	1964	
18	Kita Bisan-seto	990	Kojima-Sakaide	Ιαπωνία	1988	
19	Severn	988	Bristol	Ηνωμένο Βασίλειο	1966	
20	Shimotsui-seto	940	Kojima-Sakaide	Ιαπωνία	1988	
21	Xiling	900	Hubei	Κίνα	1996	
22	Humen-1	888	Guangdong	Κίνα	1997	
23	Ohnaruto	876	Kobe-Naruto	Ιαπωνία	1985	
*	Volgograd	874	Volga River	Ρωσία	1955	¹⁾
24	Second Tacoma	853	Puget Sound,WA	ΗΠΑ	1950	²⁾
*	Third Tacoma	853	Puget Sound,WA	ΗΠΑ	2007	³⁾ UK
25	Askoy	850	Bergen	Νορβηγία	1992	
26	Innoshima	770	Onomichi-Imabari	Ιαπωνία	1983	
27	Akinada	750	Hiroshima	Ιαπωνία	1999	
28	Hakucho	720	Muroran	Ιαπωνία	1998	
29	Angostura	712	Ciudad Bolivar	Βενεζουέλα	1967	
30	Kanmon	712	Honshu-Kyushu	Ιαπωνία	1973	
31	Transbay	704	San Francisco, CA	ΗΠΑ	1936	Δύο ανοίγματα

¹⁾ Έχει καταρρεύσει

²⁾ Η πρώτη κατέρρευσε το 1940

³⁾ Παράλληλη προς τη 2^η γέφυρα

* Δεν συμπεριλαμβάνονται στην αρίθμηση καθώς δεν έχουν ακόμα ολοκληρωθεί ή δεν υφίστανται

**Πίνακας 2. Καλωδιωτές Γέφυρες**

A/A	Όνομα Γέφυρας	Μήκος μέγιστου ανοίγματος	Περιοχή	Χώρα	Έτος Ολο- κλήρωσης	Σημειώσεις
*	Suzhou – Nantong	1088	-	Κίνα	-	υκ
*	Stonecutters	1018	Hong - Kong	Κίνα	2007	υκ
*	Dongfang	900	-	Κίνα	-	υκ
*	Lingding	900	-	Κίνα	-	υκ
1	Tatara	890	Onomichi-Imabari	Ιαπωνία	1999	
2	Pont de Normandie	856	Le Havre	Γαλλία	1995	
3	Nancha	628	Nanjing	Κίνα	2001	
4	Baishazhou	618	Wuhan	Κίνα	2000	
5	Qingzhou	605	Fuzhou	Κίνα	2003	
6	Yangpu	602	Shanghai	Κίνα	1993	
7	Xupu	590	Shanghai	Κίνα	1997	
8	Meiko Central	590	Nagoya	Ιαπωνία	1997	
*	Rion-Antirion	3x560	Patras	Ελλάδα	2004	υκ
10	Skarnsundet	530	Trondheim Fjord	Νορβηγία	1991	
11	Queshi	518	Shantou	Κίνα	1998	
12	Tsurumi Tsubasa	510	Yokohama	Ιαπωνία	1994	
13	Jingzhou	500	Hubei	Κίνα	2002	
14	Ikuchi	490	Onomichi-Imabari	Ιαπωνία	1991	
15	Oresund	490	Copenhagen/ Malmö	Δανία/ Σου- ηδία	2000	
16	Higashi-Kobe	485	Kobe	Ιαπωνία	1992	
17	Ting Kau	475	Hong Kong	Κίνα	1998	
18	Yokohama Bay	460	-	Ιαπωνία	1989	
*	Δεν συμπεριλαμβάνονται στην αρίθμηση καθώς δεν έχουν ακόμα ολοκληρωθεί					



Πίνακας 3. Σιδηρές Τοξωτές Γέφυρες

A/A	Όνομα Γέφυρας	Μήκος μέγιστου ανοίγματος	Περιοχή	Χώρα	Έτος Ολοκλήρωσης	Σημειώσεις
*	Hu-pu	550	Shanghai	Κίνα	2003	υκ
1	New River Gorge	518	Fayetteville, WV	ΗΠΑ	1977	
2	Bayonne	504	New York, NY	ΗΠΑ	1931	
3	Sydney Harbour	503	Sydney	Αυστραλία	1932	
4	Fremont	383	Portland, OR	ΗΠΑ	1973	
*	Numata River Gorge	380	Hiroshima	Ιαπωνία	2007	υκ
5	Thatcher Ferry	373	Balboa	Παναμάς	1962	
6	Port Mann	366	N.Westminster	Καναδάς	1964	
7	Yajisha	360	Guangzhou	Κίνα	2000	
8	Laviolette	335.5	Trois-Rivieres	Καναδάς	1967	
9	Zdakov	330	-	Τσεχία	1967	
10	Runcorn-Widnes	330	-	Αγγλία	1961	
11	Berchenough	329	-	Ζιμπάμπουε	1935	
12	Roosevelt Lake	329	-	ΗΠΑ	1990	
13	Nagashaki-Sasbo	317	-	Ιαπωνία	1955	
14	Glen Canyon	313	CO	ΗΠΑ	1959	
15	Lewiston - Queenston	305	Συνδέει ΗΠΑ και Καναδά	-	1962	
16	Kizugawa Shin	305	-	Ιαπωνία	1991	
17	Van Brieneoord II	305	-	Ολλανδία	1990	
18	Hell Gate	300	NY	ΗΠΑ	1916	
19	Ohmishima	297	-	Ιαπωνία	1979	

**Πίνακας 4. Σιδηρές Δικτυωτές Γέφυρες**

A/A	Όνομα Γέφυρας	Μήκος μέγιστου ανοίγματος	Περιοχή	Χώρα	Έτος Ολοκλή- ρωσης	Σημειώσεις
1	Pont de Quebec	549	Quebec City	Καναδάς	1917	
2	Firth of Forth	2x521	Edinburgh	Σκωτία	1890	
3	Minato (Southport) Osaka	510	Osaka	Ιαπωνία	1974	
4	Commodore Barry	501	Chester, PA	ΗΠΑ	1974	
5	Greater New Orleans-1	480	New Orleans, LA	ΗΠΑ	1958	
6	Greater New Orleans-2	480	New Orleans, LA	ΗΠΑ	1985	
7	Howrah	457	Calcutta	Ινδία	1943	
8	Veterans Memorial	445	Gramercy, LA	ΗΠΑ	1995	
9	Transbay	427	San Francisco, CA	ΗΠΑ	1936	
10	Ikitsuki	400	Nagasaki	Ιαπωνία	1991	

Πίνακας 5. Τοξωτές Γέφυρες από Σκυρόδεμα

A/A	Όνομα Γέφυρας	Μήκος μέγιστου ανοίγματος	Περιοχή	Χώρα	Έτος Ολο- κλήρωσης	Σημειώσεις
1	Wanxian	420	Wanzhou	Κίνα	1997	
2	Krk-1 (ανατολικό άνοιγμα)	390	Krk Island	Κροατία	1980	
3	Jiangjiehe	330	Weng'an	Κίνα	1995	
4	Yongning	312	Guangxi	Κίνα	1996	
5	Gladesville	305	Sydney	Αυστραλία	1964	
6	Ponte da Amizade	290	Foz do Iguacu/ Ciudad del Este	Βραζιλία/ Παραγουάη	1964	
7	Bloukrans	272	Bloukrans River	Νότιος Α- φρική	1983	
8	Ponte da Arrabida	270	Oporto	Πορτογαλία	1963	
9	Sandö	264	Kramfors	Σουηδία	1943	
10	Le Pont Chateaubriand	261	La Rance	Γαλλία	1991	
11	Takamatu	260	Miyazaki	Ιαπωνία	2000	
12	Wilde Gera	252	Erfurt-Schweinfurt	Γερμανία	2000	



A/A	Όνομα Γέφυρας	Μήκος μέγιστου ανοίγματος	Περιοχή	Χώρα	Έτος Ολο- κλήρωσης	Σημειώσεις
13	Shibenik	246	Shibenik Bay	Κροατία	1966	
14	Tuanku Tambusai	245	Rempang-Galang	Ινδονησία	1998	
15	Krk-2 (δυτικό άνοιγμα)	244	Krk Island	Κροατία	1980	
16	Xiaonanmen (Yibin)	240	Sichuan	Κίνα	1990	
17	Beppu-Myouban	235	Oita	Ιαπωνία	1989	
18	Fiumarella	231	Catanzaro	Ιταλία	1961	
19	Zaporoze	228	Dnepr River	Ουκρανία	1952	

Πίνακας 6. Γέφυρες από Προεντεταμένο Σκυρόδεμα

A/A	Όνομα Γέφυρας	Μήκος μέγιστου ανοίγματος	Περιοχή	Χώρα	Έτος Ολο- κλήρωσης	Σημειώσεις
1	Stolmasundet	301	Austevoll	Νορβηγία	1998	
2	Raftsundet	298	Lofoten	Νορβηγία	1998	
3	Sundoy	298	Nordland	Νορβηγία	2000	
4	Humen-2	270	Guangdong	Κίνα	1997	
5	Gateway	260	Brisbane	Αυστραλία	1986	
6	Varodd	260	Kristiansand	Νορβηγία	1994	
7	Second Luzhou	252	Sichuan	Κίνα	2000	
8	Schottwien	250	Semmering	Αυστρία	1989	
9	Ponte S.Joao	250	Oporto	Πορτογαλία	1991	
10	Skye	250	Skye Island	Ηνωμένο Βασίλειο	1995	
11	Confederation	250	Northumberland	Καναδάς	1997	
12	Huanghuayuan	250	Chongqing	Κίνα	1999	
13	Huangshi	245	Hubei	Κίνα	1995	
*	Koror-Babelthuap	241	Toagel Channel	Παλάου	1977	1)
14	Hamana	240	Imagiri-Guchi	Ιαπωνία	1976	
15	Liuguanghe	240	Guizhou	Κίνα	1993	
16	Jiangjing	240	Chongqing	Κίνα	1997	



A/A	Όνομα Γέφυρας	Μήκος μέγιστου ανοίγματος	Περιοχή	Χώρα	Έτος Ολο- κλήρωσης	Σημειώσεις
17	Hikoshima	236	Shimonoseki	Ιαπωνία	1975	
18	Xiasha	232	Hangzhou	Κίνα	2002	
19	Norrdalsfjord	231	Floro	Νορβηγία	1987	
1)	Κατέρρευσε το 1996.					

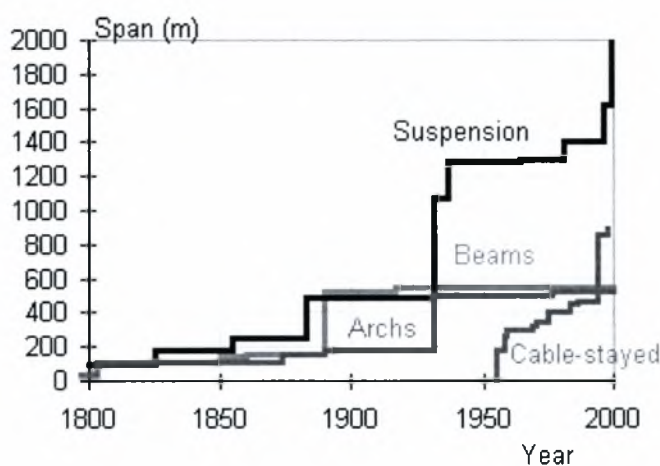
Πίνακας 7. Σιδηρές Γέφυρες Κιβωτοει- δείς/Ορθότροπης Πλάκας

A/A	Όνομα Γέφυρας	Μήκος μέγιστου ανοίγματος	Περιοχή	Χώρα	Έτος Ολο- κλήρωσης	Σημειώσεις
1	Ponte Costa e Silva	300	Rio de Janeiro	Βραζιλία	1974	
2	Neckartalbrücke-1	263	Weitingen	Γερμανία	1978	
*	Sava-1	261	Belgrade	Γιουγκοσλαβία	1956	Ανακατασκευάζεται μετά από βομ- βαρδισμούς
3	Ponte de Vitoria-3	260	Espirito Santo	Βραζιλία	1989	
4	Zoobrücke	259	Cologne	Γερμανία	1966	
*	Sava-2 (Gazelle)	250	Belgrade	Γιουγκοσλαβία	1970	Ανακατασκευάζεται μετά από βομ- βαρδισμούς
5	Kaita	250	Hiroshima	Ιαπωνία	1991	
6	Namihaya (Shirinashi)	250	Osaka	Ιαπωνία	1994	
7	Auckland Harbour	244	Auckland	Νέα Ζηλανδία	1959	
8	Trans-Tokyo Bay	240	Kawasaki- Kisarazu	Ιαπωνία	1997	2 ανοίγματα
9	Koblenz-Südbrücke	236	Koblenz	Γερμανία	1975	
10	Shorenji-Gawa	235	Osaka	Ιαπωνία	1989	
11	Grand Duchess Charlotte	234	Alzette Valley	Λουξεμβούργο	1966	
12	Neckartalbrücke-2	234	Weitingen	Γερμανία	1978	
13	Foyle	233	Londonderry	Αγγλία	1984	
14	Konrad- Adenauerbrücke (Rhine Bridge)	230	Bonn	Γερμανία	1972	
15	Ariake-Nishi Unga	230	Tokyo	Ιαπωνία	1993	



A/A	Όνομα Γέφυρας	Μήκος μέγιστου ανοίγματος	Περιοχή	Χώρα	Έτος Ολο- κλήρωσης	Σημειώσεις
16	San Mateo-Hayward	229	California	ΗΠΑ	1967	
17	Amagasaki-Ko	223	Hyogo	Ιαπωνία	1993	
18	Rader-Inselbrücke	222	Hamburg	Γερμανία	1972	

Τα περιεχόμενα όλων των ως άνω Πινάκων καταδεικνύουν την υπεροχή των σιδηρών γεφυρών έναντι αυτών από σκυρόδεμα, ανεξάρτητα από τύπο ή κατηγορία, όσον αφορά την δυνατότητα επίτευξης (ζεύξης) μεγάλων ανοιγμάτων, πέρα από την παραμικρή αμφισβήτηση. Τέλος, στο διάγραμμα που ακολουθεί, εμφανίζεται χρονολογικά η εφαρμογή των διαφόρων τύπων γεφυρών σε σχέση με το επιτευχθέν μέγιστο άνοιγμα. Η μετάφραση έχει ήδη δοθεί σε προηγούμενες παραγράφους της παρούσας.





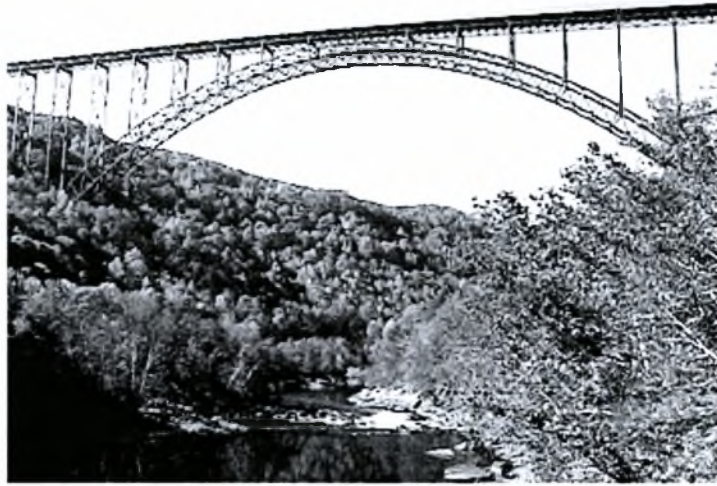
Μέρος II: Επιμέρους Στοιχεία



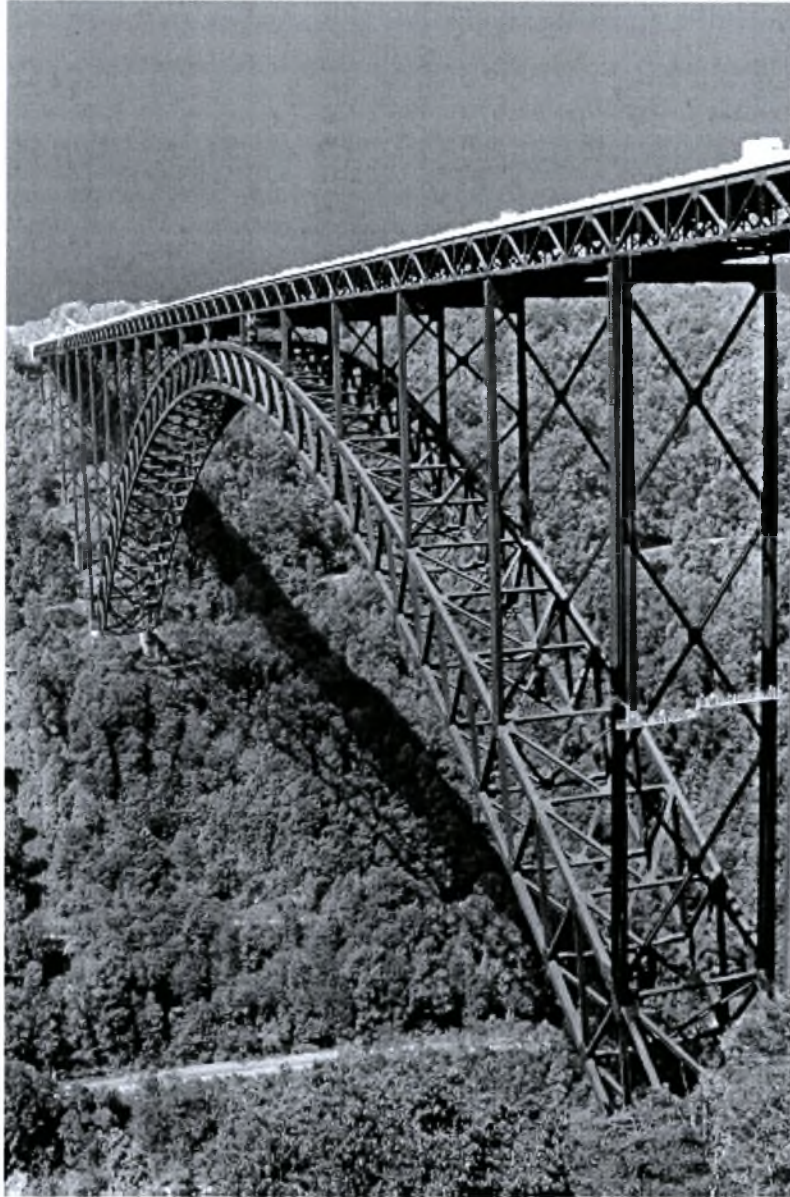
Τοξωτές σιδηρές γέφυρες



New River Gorge Bridge

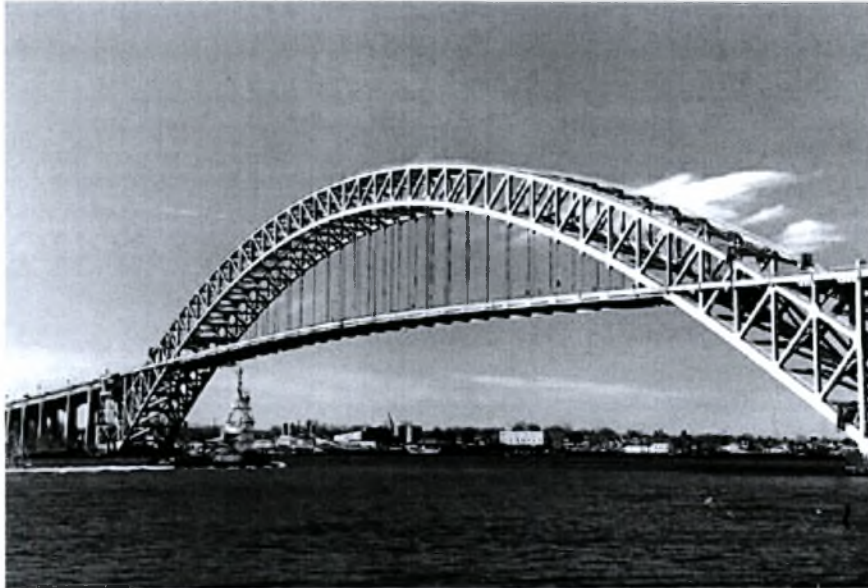


Η τοξωτή μεταλλική γέφυρα New River Gorge βρίσκεται στη Fayetteville της δυτικής Βιρτζίνιας των Ηνωμένων Πολιτειών. Είναι ένα δομικό έργο τέχνης που στέκεται ως παράδειγμα της ανθρώπινης συνεργασίας με τη φύση. Έχει ύψος 290 μέτρα, πλάτος οδοστρώματος 23 μέτρα, άνοιγμα 518 μέτρα και συνολικό μήκος 998 μέτρα. Είναι η μεγαλύτερη παγκοσμίως, σε κεντρικό άνοιγμα, τοξωτή γέφυρα και έρχεται δεύτερη υψηλότερη στις Ηνωμένες Πολιτείες. Παραδόθηκε στην κυκλοφορία στις 22 Οκτωβρίου 1977, με αρχιτέκτων μηχανικό τον Michael Baker.





Bayonne Bridge





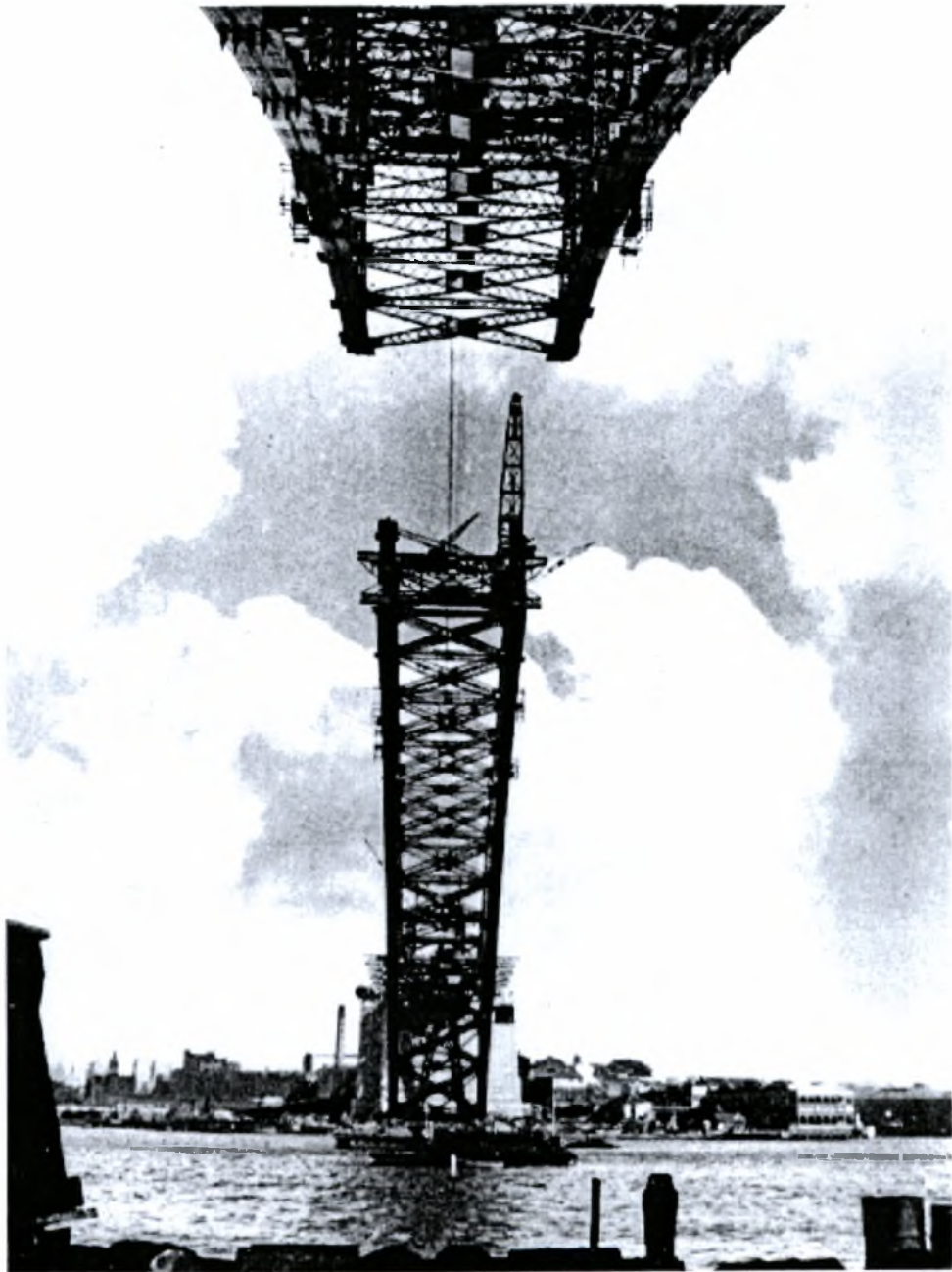
Ένας τρόπος για να μετακινηθούμε από την πόλη Bayonne του New Jersey στο Staten Island της Νέας Υόρκης, είναι χρησιμοποιώντας οδικός την μεταλλική τοξωτή γέφυρα Bayonne. Η γέφυρα εγκαινιάστηκε στις 15 Νοεμβρίου το 1931 με κύριο μηχανικό τον Othmar H. Ammann. Ενώ αρχικά εξυπηρετούσε τις ανάγκες σιδηροδρόμου αργότερα μετατράπηκε σε οδική γέφυρα. Το συνολικό μήκος της είναι 1.907 μέτρα με κεντρικό άνοιγμα 504 μέτρα, μέγιστο ύψος από την θάλασσα 107 μέτρα και πλάτος καταστρώματος 28 μέτρα.

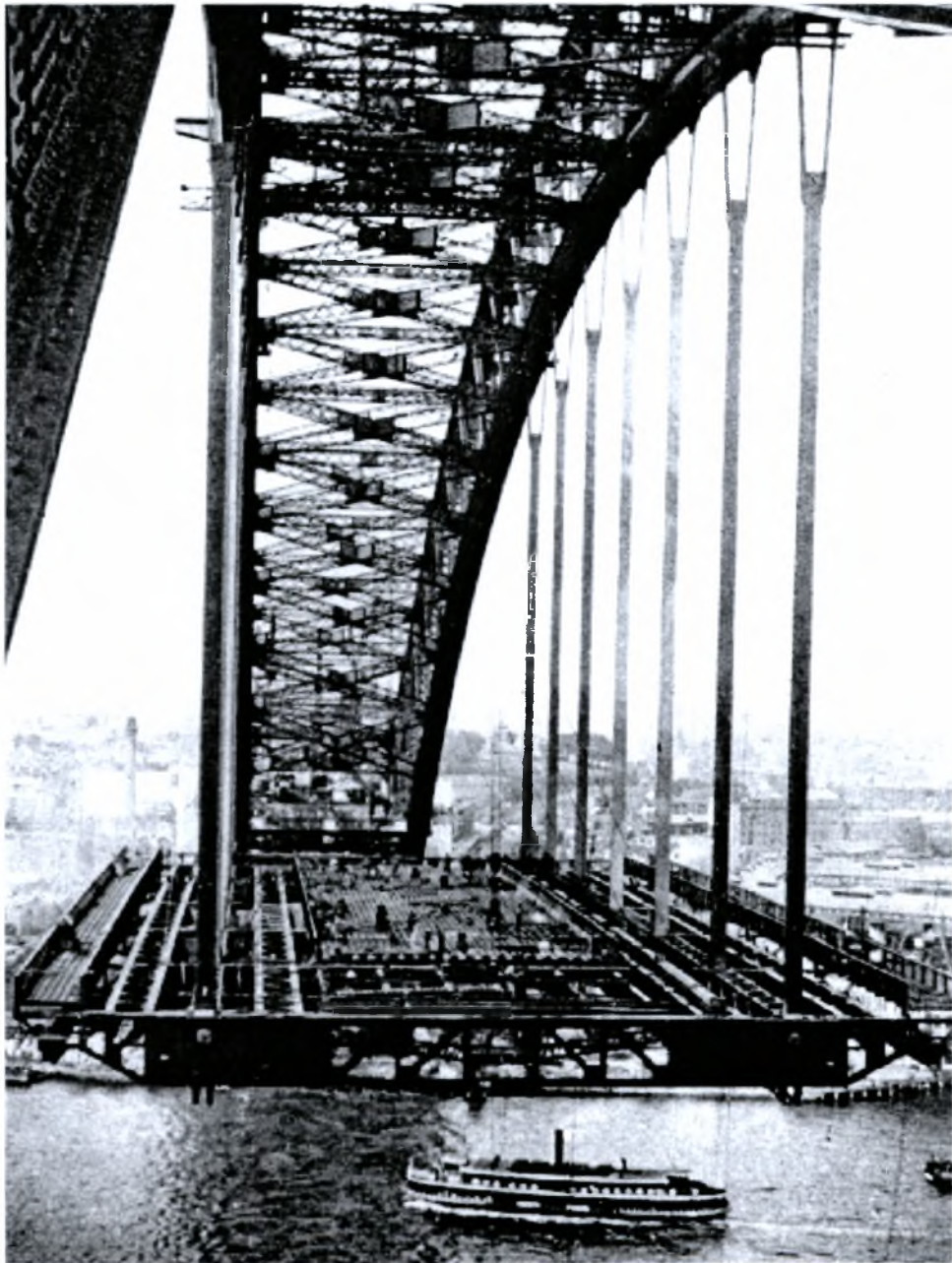


Sydney Harbour Bridge













Η γνωστή τοξωτή γέφυρα χάλυβα Harbour βρίσκεται στο Sydney και αποτελεί διεθνές σύμβολο της Αυστραλίας. Η έκτασή της είναι 1.149 μέτρα με άνοιγμα 503 μέτρα. Η κορυφή της είναι 134 μέτρα πάνω από το επίπεδο της θάλασσας ενώ αφήνει ελεύθερο ύψος για τη ναυσιπλοΐα 49 μέτρα. Στο κατάστρωμά της φέρνει οκτώ λωρίδες κυκλοφορίας, τέσσερις για κάθε κατεύθυνση, δυο γραμμές τρένων, ένα ποδηλατοδρόμιο και μια διάβαση πεζών, σε ένα πλάτος 50 μέτρων.

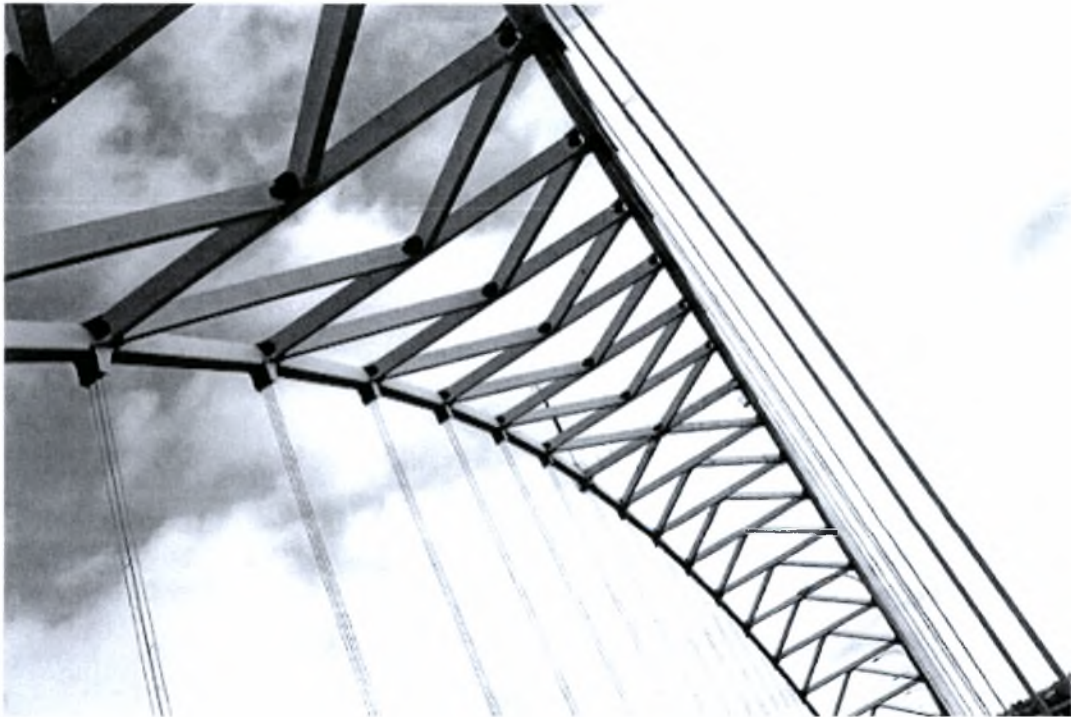
Το μεταλλικό μέρος της γέφυρας ζυγίζει 52.800 τόνους συμπεριλαμβανομένων 39.000 τόνων της αψίδας. Το σκυρόδεμα που απαιτήθηκε για τους δυο πύργους, ύψους 89 μέτρων και για τις βάσεις, τους επιφάνειας $68 \times 48 = 3.264$ τετραγωνικών μέτρων, ήταν 95.000 κυβικά μέτρα.

Η γέφυρα του Sydney λειτουργεί από τις 19 Μαρτίου 1932 μετά από έξι χρόνια κατασκευής της και ο σχεδιασμός της έγινε από τους αρχιτέκτονες μηχανικούς J.Bradfield και Freeman Fox.



Fremont Bridge



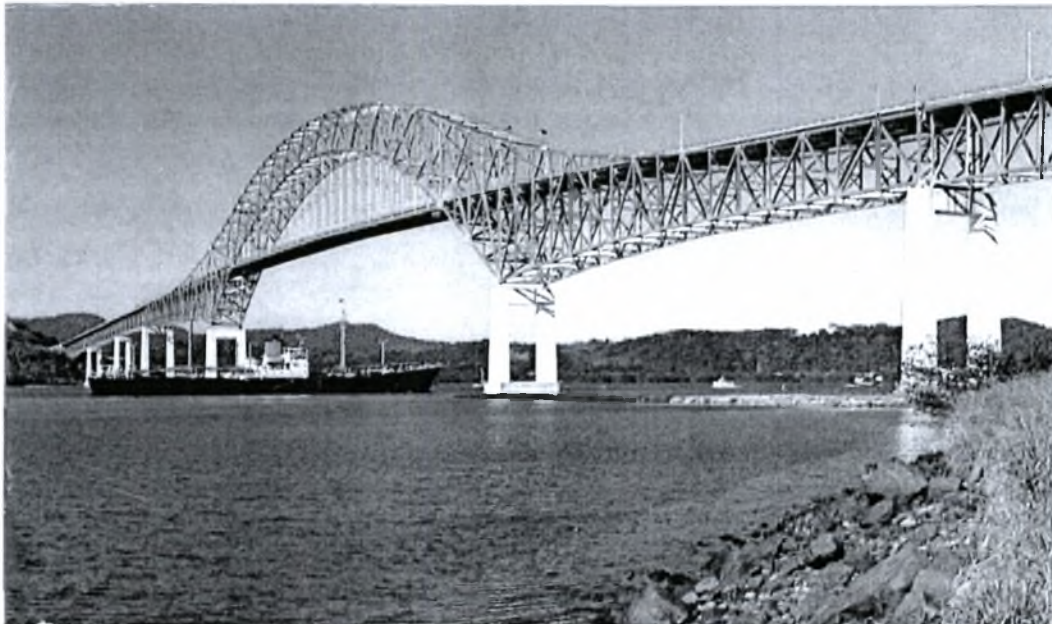




Η τοξωτή γέφυρα Fremont κατασκευάστηκε το 1973 στο Portland των Ηνωμένων Πολιτειών. Το συνολικό της μήκος είναι 713 μέτρα με κύριο άνοιγμα 383 μέτρα. Το ανώτατο σημείο της είναι σε ύψος 56 μέτρων, ενώ ο χάλυβας που χρησιμοποιήθηκε ζυγίζει 16.000 τόνους. Έχει διπλό μεταλλικό κατάστρωμα, ένα για κάθε κατεύθυνση τριών λωρίδων κυκλοφορίας.



Thatcher Ferry Bridge







Η πανέμορφη σιδηρά τοξωτή γέφυρα Thatcher Ferry στέκεται στην περιοχή της Balboa μεταξύ των πόλεων Panama και Colon από το 1962. Το μήκος της φτάνει τα 1.791 μέτρα με άνοιγμα τόξου 373 μέτρα. Το μέγιστο ύψος της αγγίζει τα 127,5 μέτρα αφήνοντας στο κέντρο 66,5 μέτρα ελεύθερο ύψος για τα σκάφη. Στο κατάστρωμα της έχουμε δυο λωρίδες κυκλοφορίας για κάθε κατεύθυνση και μια λωρίδα για πεζούς.



Port Mann Bridge

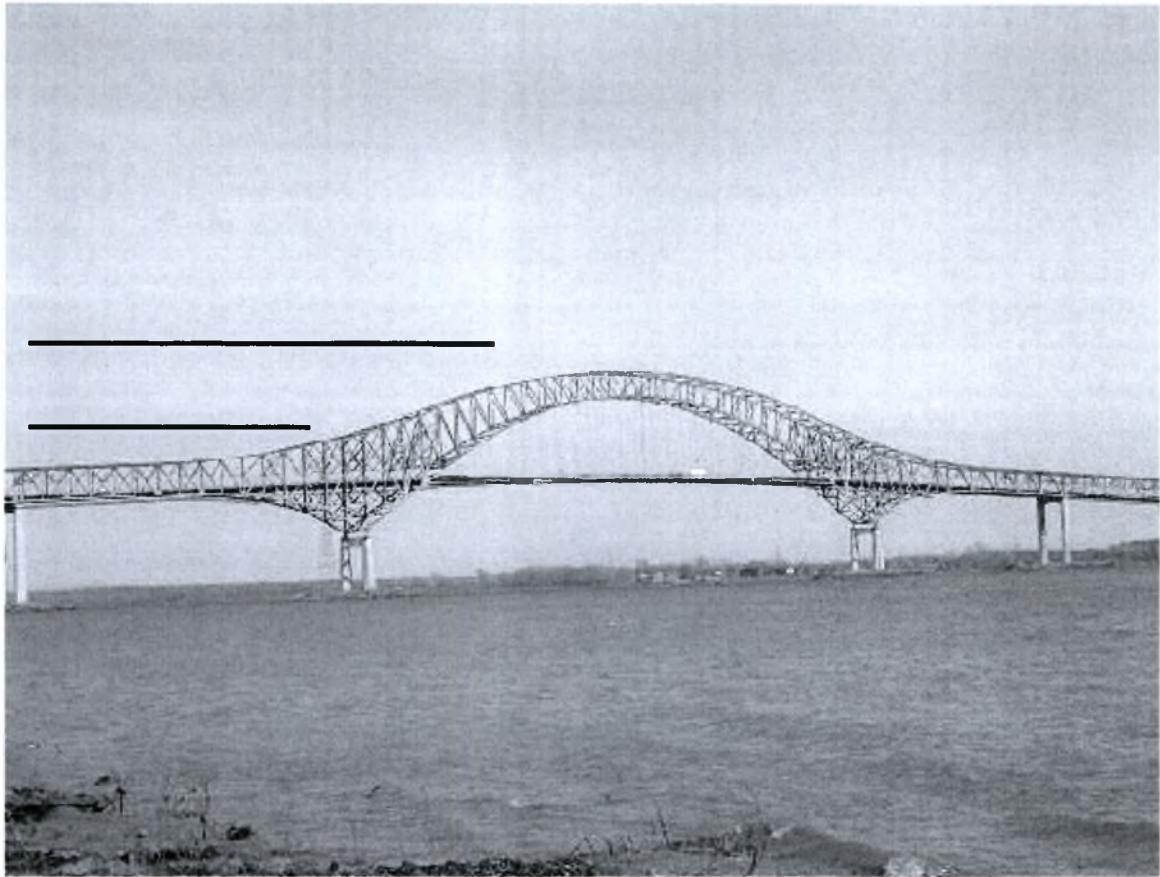


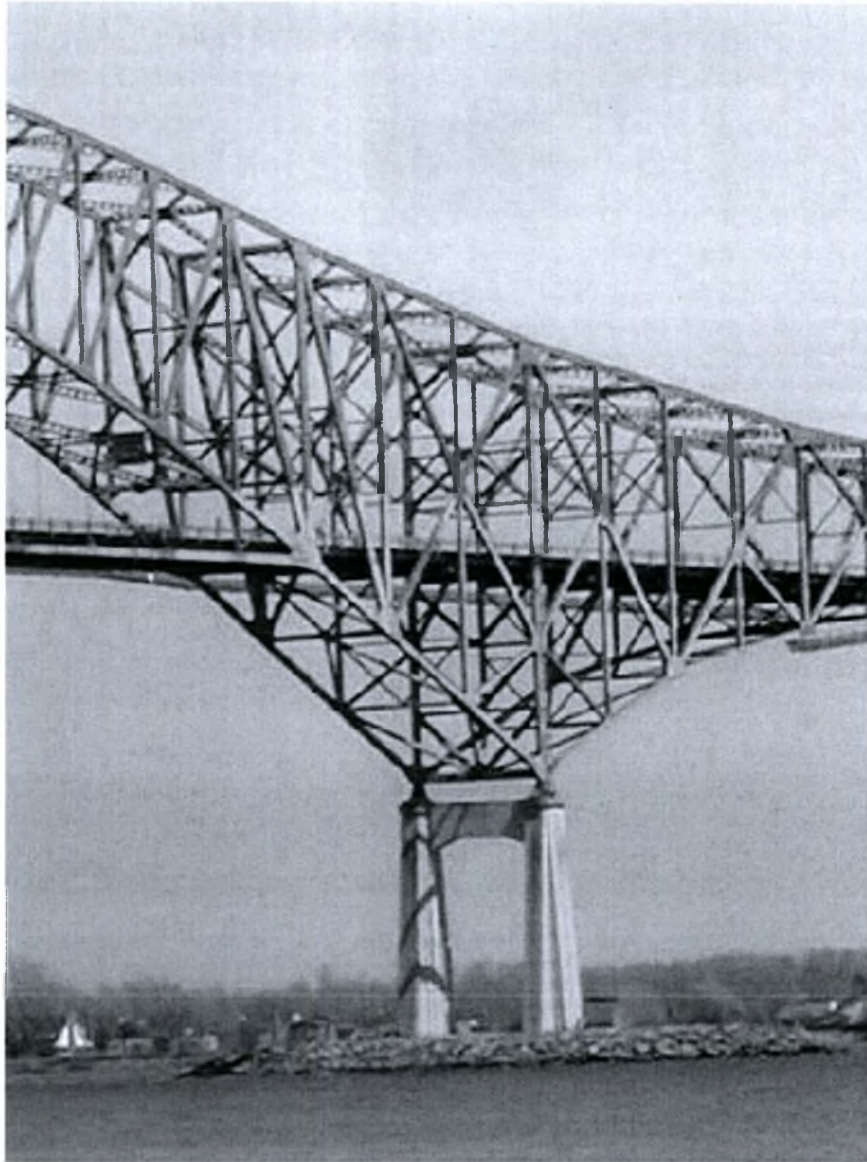


Στο New Westminster του Καναδά πάνω από τον ποταμό Fraser υπάρχει η τοξωτή γέφυρα Port Mann όπου διασχίζεται από την εθνική οδό του Καναδά. Κατασκευάστηκε το 1964 από την τεχνική εταιρία CBA Engineering και έχει 2.093 μέτρα μήκος με 366 μέτρα άνοιγμα τόξου, ενώ το πλάτος του μεταλλικού καταστρώματός της είναι 26 μέτρα, δίνοντας έξι λωρίδες κυκλοφορίας, τρεις για κάθε κατεύθυνση, στην εθνική οδό.



Laviolette Bridge





Στην περιοχή Trois-Rivieres στο Quebec του Καναδά, συναντάμε πάνω από το ποταμό Lawrence την πανέμορφη τοξωτή σιδηρά γέφυρα Lavoie. Κατασκευάστηκε το 1967 με συνολική έκταση να φτάνει τα 2.707 μέτρα, κεντρικού ανοίγματος 335,5 μέτρων και πλάτους 16 μέτρων, δίδοντας 4 συνολικά λωρίδες κυκλοφορίας για τα οχήματα.



Runcorn-Widnes Bridge



Η σιδηρά τοξωτή οδική γέφυρα Runcorn-Widnes βρίσκεται στην Αγγλία και ενώνει το Widnes με το Runcorn διασχίζοντας τον ποταμό Μέρσευ. Έχει άνοιγμα 330 μέτρα με πλάτος καταστρώματος 20,5 μέτρων με τέσσερις λωρίδες κυκλοφορίας, δυο σε κάθε κατεύθυνση, καθώς και μια διάβαση πεζών. Σχεδιάστηκε και μελετήθηκε από τον αρχιτέκτον μηχανικό Mott Hay Anderson με ολοκλήρωση του έργου το 1961.

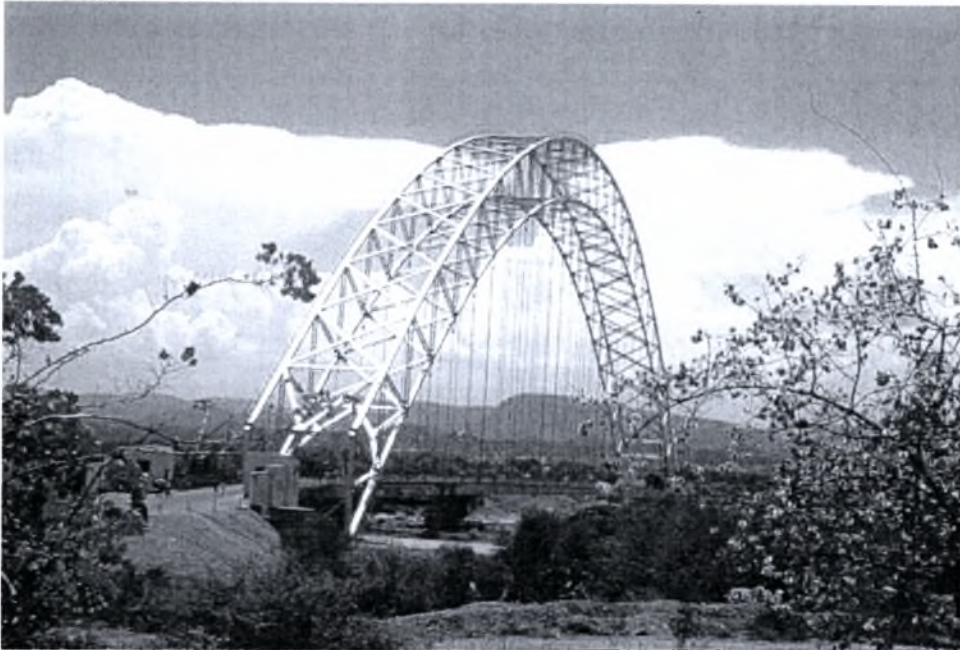


Η τοξωτή γέφυρα αντικατέστησε μια προηγούμενη γέφυρα. Πίσω ακριβώς είναι η σιδηροδρομική γέφυρα η οποία κατασκευάστηκε 100 έτη νωρίτερα και φέρνει τη βασική γραμμή από το Λίβερπουλ στο Λονδίνο.

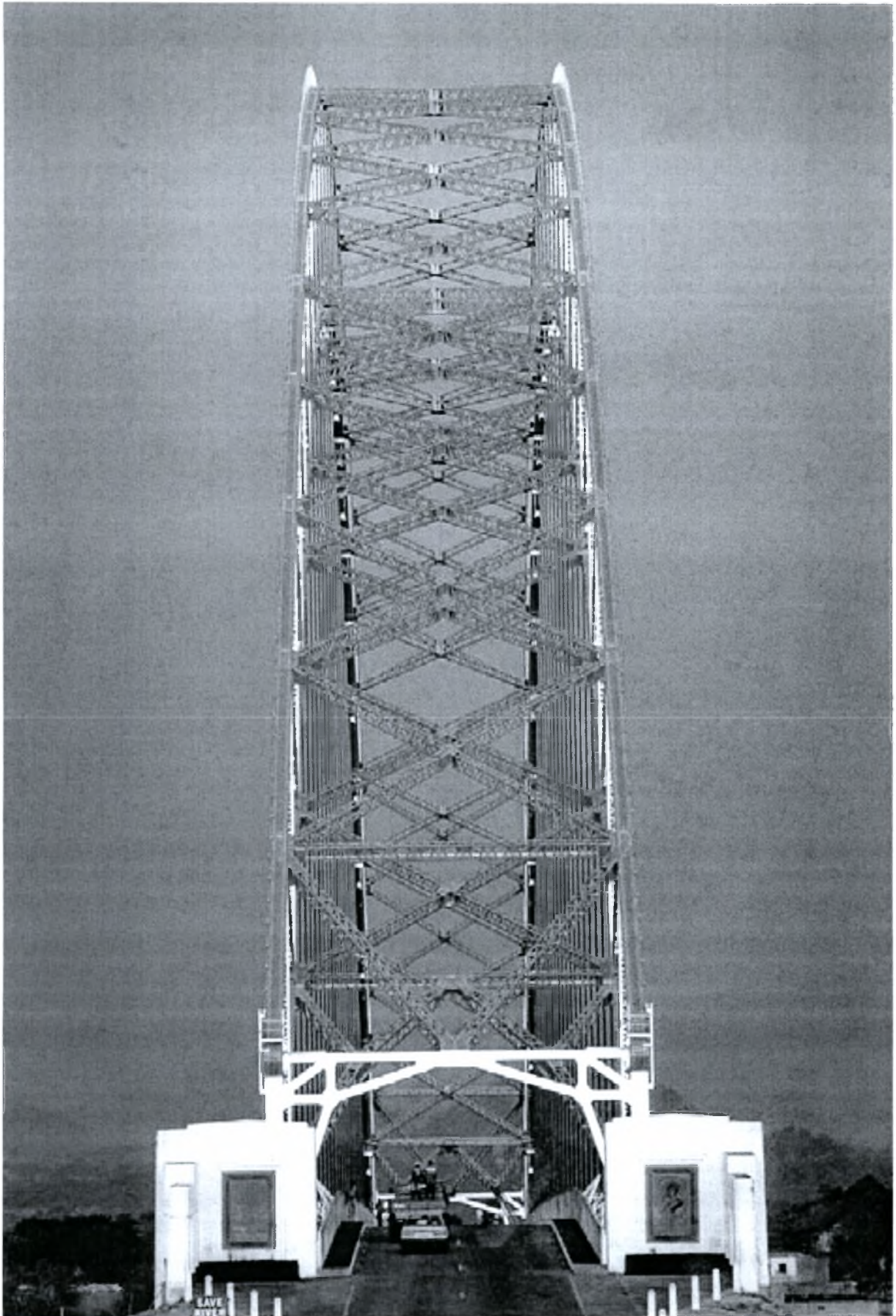




Berchenough Bridge

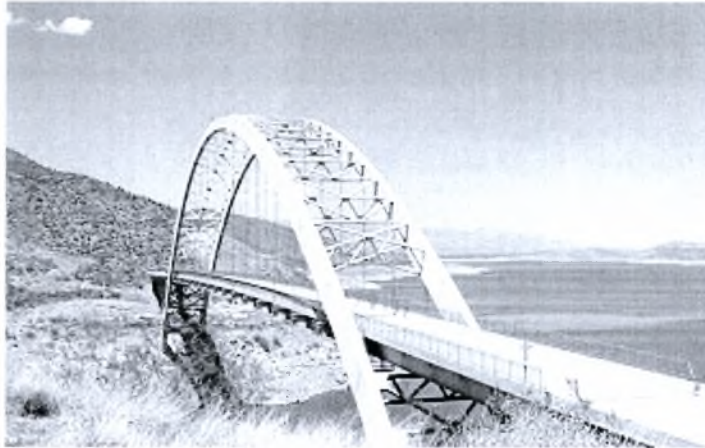


Στέκεται στην πόλη Chirpinze στο Ζιμπάμπουε διασχίζοντας τον ποταμό Save. Είναι τοξωτή μεταλλική γέφυρα με συνολικό μήκος 378 μέτρα και άνοιγμα τόξου 329 μέτρα. Σχεδιάστηκε από τον αρχιτέκτον μηχανικό Ralph Freeman και εξυπηρετεί την οδική κυκλοφορία από το 1935.

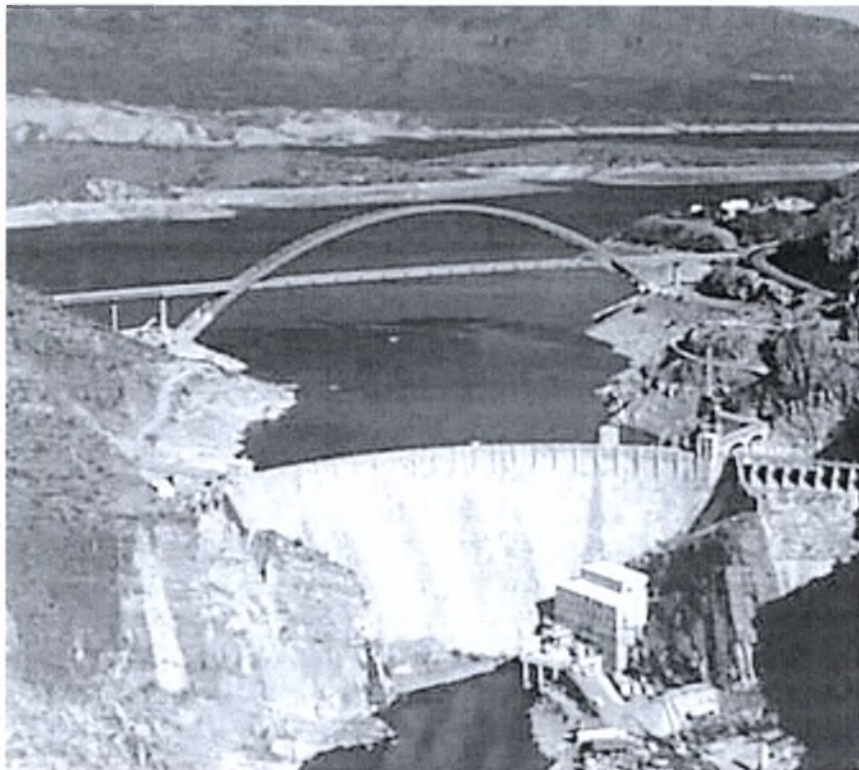




Roosevelt Lake Bridge



Η τοξωτή χαλύβδινη οδική γέφυρα Roosevelt Lake κατασκευάστηκε το 1990 στην λίμνη Roosevelt της Αριζόνας των Ηνωμένων Πολιτειών, στη θέση της παλιάς γέφυρας Roosevelt Dam που υπήρχε από το 1911. Εκτείνεται σε μήκος 990 μέτρων με άνοιγμα τόξου 329 μέτρων.



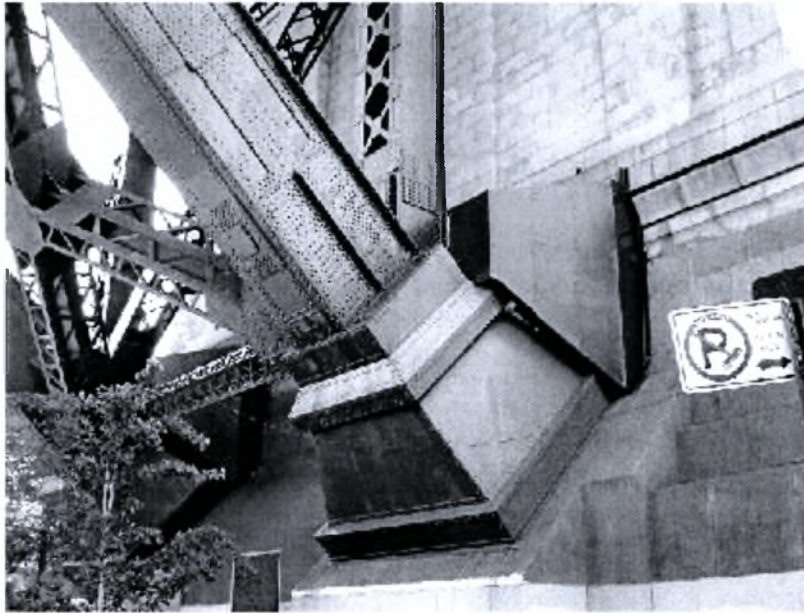




Hell Gate Bridge









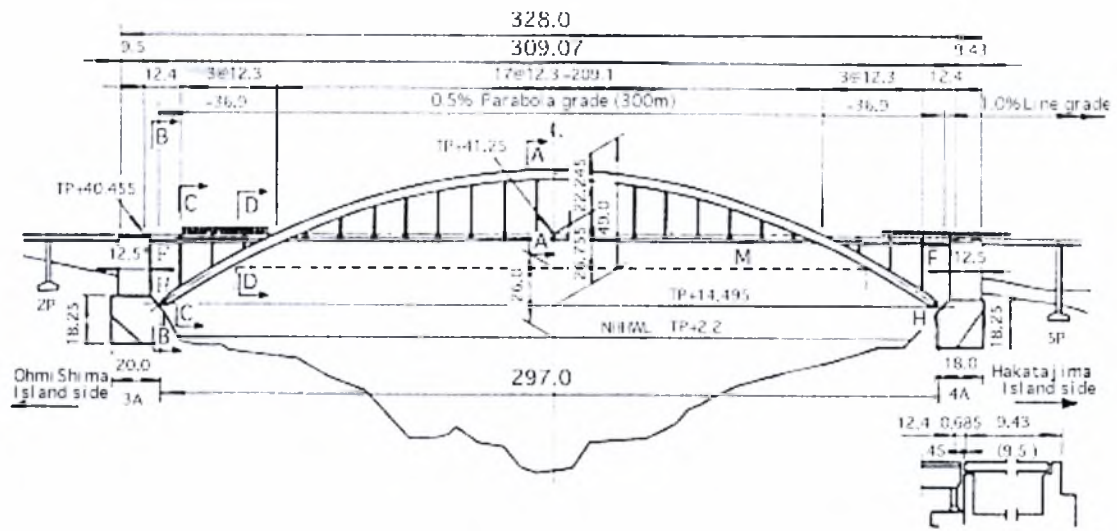
Η παλαιότερη των άλλων τοξωτή μεταλλική γέφυρα ονομάζεται Hell Gate και βρίσκεται στη Νέα Υόρκη. Συγκεκριμένα διασχίζει τον ανατολικό ποταμό κατευθύνοντας το σιδηρόδρομο από τη πόλη Pennsylvania στο New Jersey. Τα σχέδια έγιναν από τον αρχιτέκτονα Gustav Lindenthal και υλοποιήθηκαν από τους μηχανικούς Oliver W. Barnes και Othmar H. Ammann, ξεκινώντας τη κατασκευή 1^η Μαρτίου 1914 και τελειοποιώντας την στις 30 Σεπτεμβρίου 1916.

Το μήκος της από πύργο σε πύργο είναι 335 μέτρα με άνοιγμα τόξου 300 μέτρα, ενώ το ολικό μήκος φτάνει τα 5.577 μέτρα. Το πλάτος του καταστρώματος είναι 33,5 μέτρα φέροντας τέσσερις σιδηροδρομικές γραμμές. Τέλος το ύψος της γέφυρας φτάνει τα 100,6 μέτρα, το ύψος των πέτρινων πύργων τα 82,5 μέτρα και το ελεύθερο ύψος από τον ποταμό τα 44,6 μέτρα.

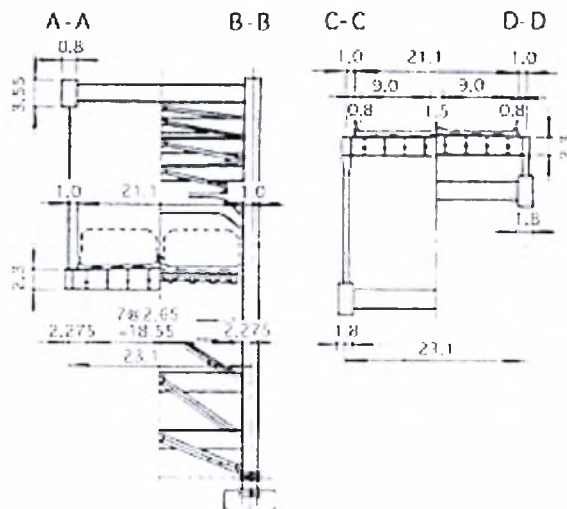


Ohmishima Bridge





ΟΥΗ



ΤΟΜΕΣ



Η χαλύβδινη τοξωτή γέφυρα Ohmishima βρίσκεται στην Ιαπωνία, στη διαδρομή Onomichi – Imabari μεταξύ των νησιών Ohmishima και Hakatajima. Το άνοιγμα του τόξου είναι 297 μέτρα και το κατάστρωμά της, πλάτους 23 μέτρων, έχει τέσσερις λωρίδες κυκλοφορίας, δυο για κάθε κατεύθυνση. Το έργο είχε αναλάβει η τεχνική εταιρία Honshu-Shikoku Bridge Authority, με διάρκεια κατασκευής από το 1976 έως το 1979.



Δικτυωτές γέφυρες



Pont De Quebec Bridge











Η μεγαλύτερη αμφιέριστη δικτυωτή γέφυρα βρίσκεται στον Καναδά στην πόλη του Quebec και ονομάζεται Pont de Quebec έχοντας άνοιγμα 549 μέτρα. Η κατασκευή ξεκίνησε το 1897 και ολοκληρώθηκε 20 χρόνια μετά, τον Δεκέμβριο του 1917. Αρχικά εξυπηρετούσε τις ανάγκες σιδηροδρόμου αλλά αργότερα μετατράπηκε σε οδική γέφυρα. Σήμερα έχει 4 λωρίδες κυκλοφορίας 2 για κάθε κατεύθυνση καθώς και 2 λωρίδες για τους πεζούς. Ο σχεδιασμός της γέφυρας έγινε από την τεχνική εταιρία St. Lawrence Bridge Co.



Firth Of Forth Bridge













Η γέφυρα Firth of Forth στέκεται στη Σκωτία και ενώνει το βόρειο με το νότιο Queensferry διασχίζοντας τον Forth ποταμό, ερχόμενη δεύτερη παγκοσμίως σε άνοιγμα μεταξύ των δικτυωτών γεφυρών. Τα δυο ανοίγματά της έχουν μήκος 521 μέτρα το καθένα αφήνοντας ελεύθερο ύψος για τα σκάφη 48 μέτρα, ενώ το συνολικό μήκος της γέφυρας μαζί με τις προσεγγίσεις είναι 2.731 μέτρα. 54.000 τόνοι χάλυβα και πάνω από 7.000.000 καρφιά χρειάστηκαν για να συναρμολογηθεί το μεταλλικό δικτύωμα και οι τρεις μεταλλικοί πύργοι ύψους 127 μέτρα ο καθένας. Για τα θεμέλια και τα υποστυλώματα προσεγγίσεων χρησιμοποιήθηκαν 49.200 κυβικά μέτρα σκυροδέματος, 20.950 κυβικά μέτρα γρανίτη και 6.780 κυβικά μέτρα πέτρα.

Η γέφυρα φέρει στο κατάστρωμά της δυο διαδρομές του βόρειου Βρετανικού σιδηροδρόμου. Σχεδιάστηκε από τους αρχιτέκτονες John Fowler και Benjamin Baker το 1882 ενώ κατασκευάστηκε από τους μηχανικούς William Arrol και George Tanscred, με παράδοση του έργου οκτώ χρόνια αργότερα το 1890.



Minato Bridge







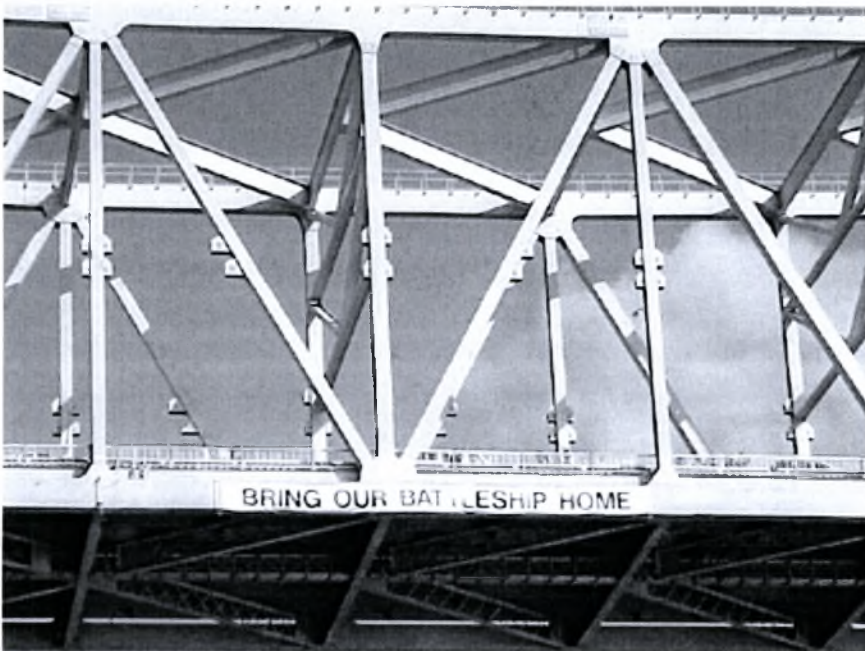
Η γέφυρα Minato είναι μια δικτυωτή μεταλλική γέφυρα τριών ανοιγμάτων. Βρίσκεται στην πόλη Osaka της Ιαπωνίας μεταξύ των περιοχών Kaigan-Dori, Minato-Ku και Nanko-Higashi, Suminoe-Ku. Είναι ένα σχέδιο που συναντάμε σπάνια στην Ιαπωνία αφού προτιμώνται οι κρεμαστές και καλώδιο-μένες γέφυρες. Έχει κεντρικό άνοιγμα 510 μέτρα και εκατέρωθεν ανοίγματα από 235 μέτρα. Έτσι καλύπτει το συνολικό μήκος των 980 μέτρων. Το πλάτος της είναι 22,5 μέτρα και έχει διπλό κατάστρωμα τεσσάρων παρόδων κυκλοφορίας το καθένα μοιράζοντας δυο για κάθε κατεύθυνση.

Το ύψος της γέφυρας φτάνει τα 68,5 μέτρα ενώ επιτρέπει για τη ναυσιπλοΐα 51,5 μέτρα ελεύθερο ύψος. Ο χάλυβας που χρησιμοποιήθηκε για τη γέφυρα ζυγίζει 41.000 τόνους ενώ τα θεμέλια των δυο πυλώνων του δικτύωματος έχουν διαστάσεις 40*40*35 μέτρα.

Κατασκευαστής του έργου ήταν η τεχνική εταιρία Hanshin Expressway Public Corp όπου έδωσε το πάνω κατάστρωμα στην κυκλοφορία το 1974 ενώ το κάτω αργότερα το 1991.



Commodore Barry Bridge







Η γέφυρα Commodore Barry βρίσκεται μεταξύ της νοτιοανατολικής Pennsylvania και του νότιου New Jersey διασχίζοντας τον ποταμό Delaware, ενώ αντικατέστησε το ιστορικό πορθμείο του Chester από την 1^η Φεβρουαρίου του 1974. Η κατασκευή της γέφυρας είχε ξεκινήσει από τις 14 Απριλίου 1969 με μηχανικό τον Lionel E. Pavlo.

Έχουμε και εδώ την περίπτωση δικτυωτής χαλύβδινης γέφυρας με κεντρικό άνοιγμα 501 μέτρων με δεξιά και αριστερά ανοίγματα 270 μέτρων, ενώ έχει συνολική έκταση 4,5 χιλιόμετρα. Έχει πλάτος 25,5 μέτρα με πλάτος οδοστρώματος 20 μέτρων έχοντας πέντε λωρίδες, δυο για κάθε κατεύθυνση και μια βοηθητική. Το ύψος της φθάνει τα 138 μέτρα αφήνοντας για τα σκάφη περιθώριο 63,5 μέτρα. Τέλος επισημαίνουμε ότι 49.000 τόνους χάλυβα χρησιμοποιήθηκαν για το μεταλλικό δικτύωμα καθώς και για τα υπόλοιπα μεταλλικά τμήματά της.



Greater New Orleans 1,2 Bridges







Οι γέφυρες Greater New Orleans 1 και 2 βρίσκονται στη New Orleans των Ηνωμένων Πολιτειών πάνω από τον ποταμό Μισισσιπή. Η γέφυρα Greater New Orleans 1 είναι η πιο παλιά από τις δυο, κατασκευάστηκε το 1958 και στις φωτογραφίες είναι αυτή χωρίς τα εκατέρωθεν ζευκτά έχοντας άνοιγμα 480 μέτρα. Η γέφυρα Greater New Orleans 2 κατασκευάστηκε το 1985, απέχει 400 μέτρα από την 1 και έχει άνοιγμα ομοίως 480 μέτρα ενώ τα πλευρικά ζευκτά από 281 και 195 μέτρα. Για την ναυσιπλοΐα έχουμε κάθετη εκκαθάριση 50 μέτρα και οριζόντια 250 μέτρα και από τις δυο γέφυρες. Και οι δύο γέφυρες σχεδιάστηκαν, μελετήθηκαν και κατασκευάστηκαν από την τεχνική εταιρία Modjeski.



Howrah Bridge





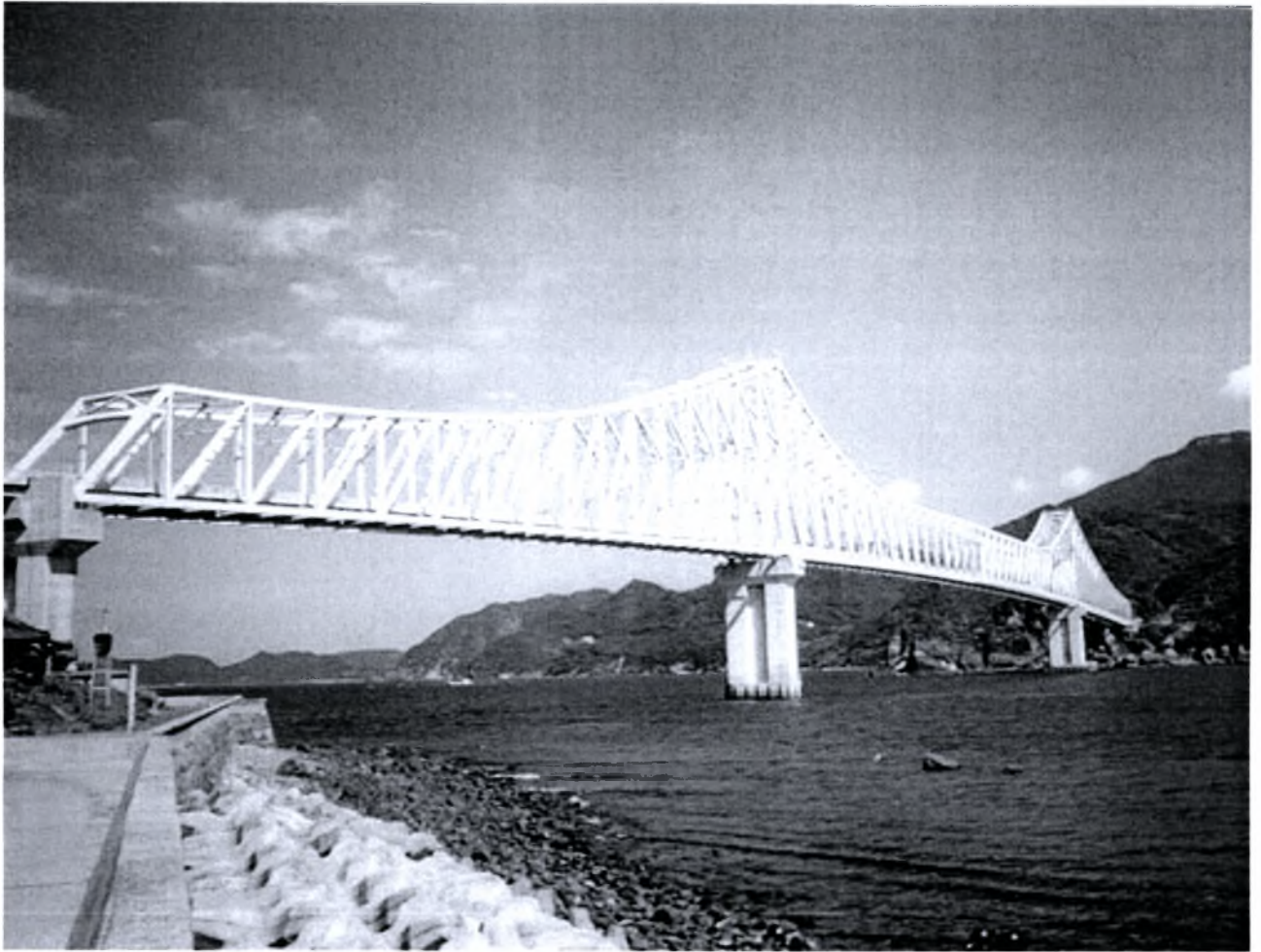
Η γέφυρα Howrah δεσπόζει στην Ινδία πάνω από τον ποταμό Hooghly και ενώνει την πόλη Howrah με την πόλη Calcutta. Προορίστηκε αρχικά για να διευκολύνει τις μετακινήσεις του στρατού κατά την διάρκεια του δευτέρου παγκοσμίου πολέμου. Είναι μια δικτυωτή μεταλλική γέφυρα, έχοντας συνολικό μήκος 705 μέτρα με άνοιγμα 457 μέτρα. Το κατάστρωμα της έχει 8 λωρίδες κυκλοφορίας και 2 διαβάσεις πεζών συνολικά, ενώ το βάρος του χάλυβα μαζί με των πυλώνων, ύψους 89 μέτρων, είναι 26.500 τόνοι. Η κατασκευή της άρχισε το 1939 με κύριο μηχανικό της τον Rajendra Nath Mukherji και τελειώνοντας το 1943 που ήταν γέφυρα σιδηροδρόμων ενώ αργότερα το 1955 μετατράπηκε στην υπάρχον οδική.



Ikitsuki Bridge



Στην πόλη Nagasaki της Ιαπωνίας έχει κατασκευαστεί από το 1991 η οδική δικτυωτή γέφυρα Ikitsuki συνδέοντας το νησί Ikitsuki με το νησί Kyushu. Το συνολικό της μήκος είναι 1.053 μέτρα, με κεντρικό άνοιγμα αυτό των 400 μέτρων.





**Κιβωτοειδούς διατομής σιδηρές γέφυρες ή με κατά-
στρωμα από ορθότροπες πλάκες**



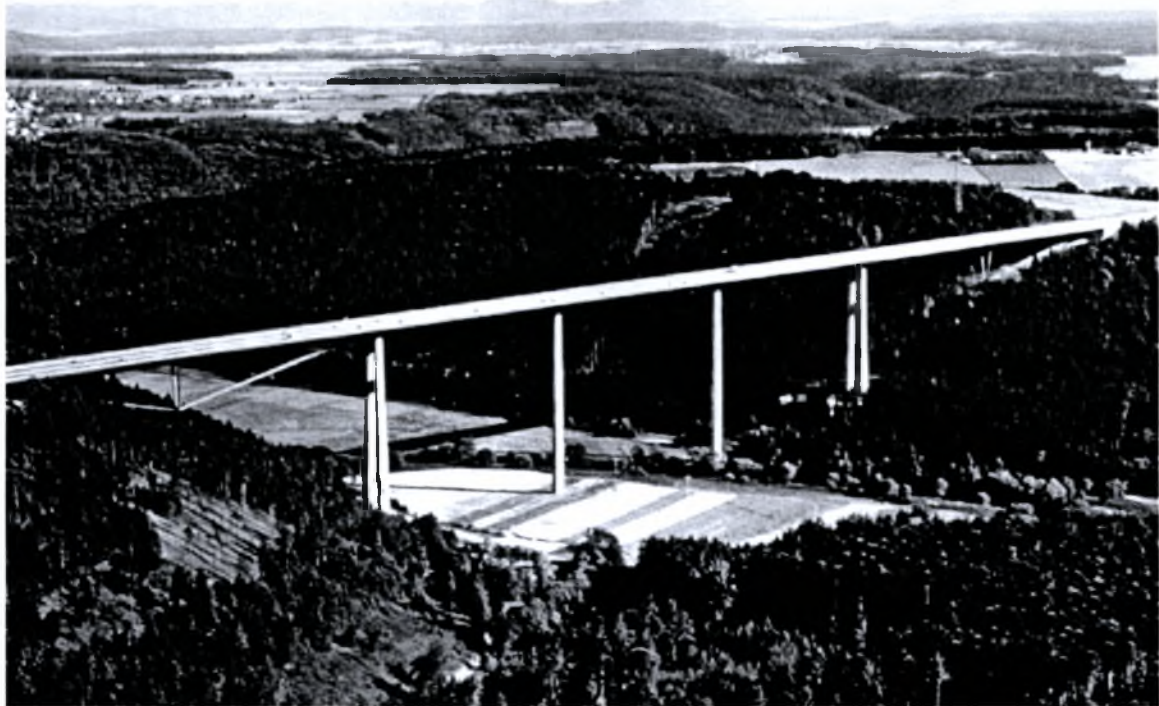
Ponte Costa e Silva Bridge



Η γέφυρα Ponte Costa e Silva βρίσκεται στο Rio de Janeiro της Βραζιλίας. Είναι η μακρύτερη κιβωτοειδούς διατομής γέφυρα με συνολικό μήκος 13.9 χιλιόμετρα και πλάτος 20 μέτρα. Το συνολικό μεταλλικό τμήμα της είναι 700 μέτρα με κεντρικό άνοιγμα 300 μέτρα και εκατέρωθεν τμήματα από 200 μέτρα. Ο σχεδιασμός και η μελέτη του έργου έγινε από την εταιρία HNTB με έναρξη λειτουργίας της γέφυρας στις 5 Μαρτίου 1974.



Neckar Tal Bridge

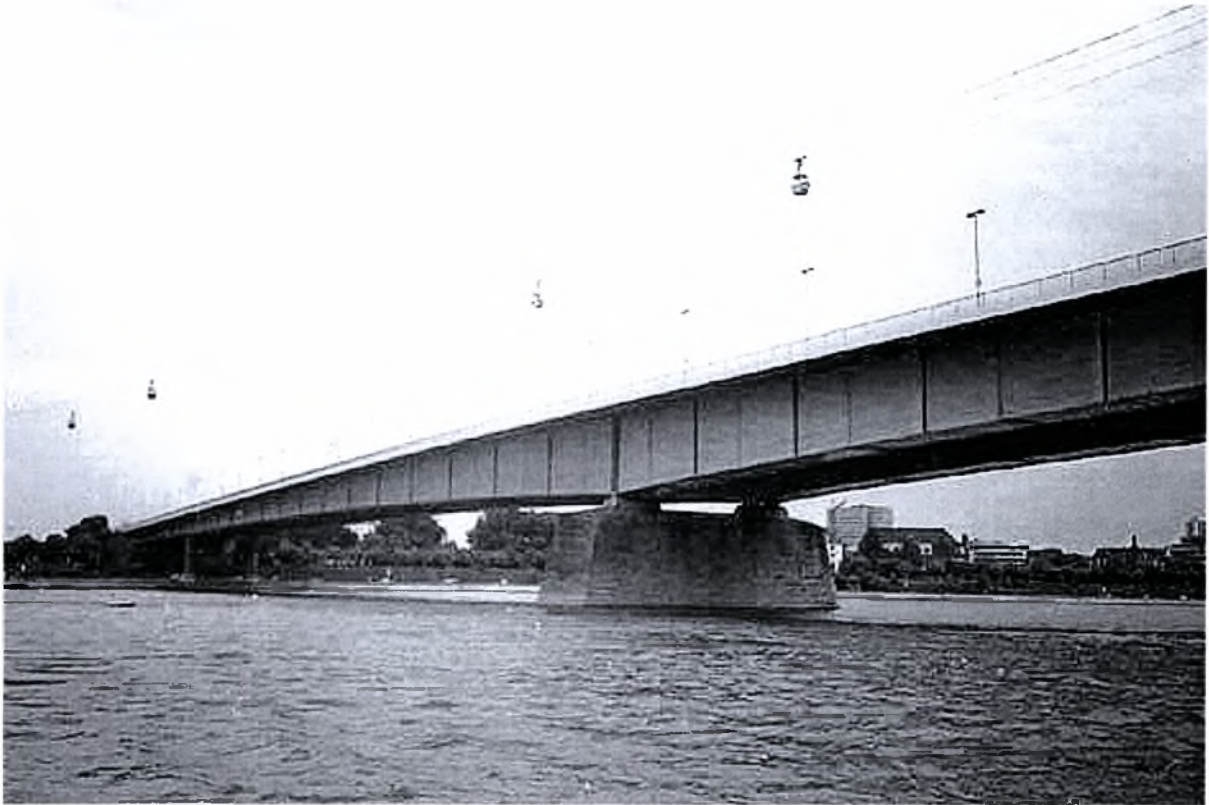


Η μεγαλύτερη γέφυρα σε ανοίγματα, με κατάστρωμα από ορθότροπες μεταλλικές πλάκες έρχεται η γέφυρα Neckar Tal. Βρίσκεται στο Weitingen της Γερμανίας και λειτουργεί από το έτος 1978 εξυπηρετώντας την οδική κυκλοφορία. Έχει έκταση 900 μέτρων με επιμέρους τμήματα 234-134-134-134-263 μέτρων. Το ύψος της πάνω από το έδαφος φτάνει τα 124 μέτρα, ενώ το πλάτος της είναι 31,5 μέτρα έχοντας έξι παρόδους για την κυκλοφορία τρεις σε κάθε κατεύθυνση.





Zoobruecke Bridge

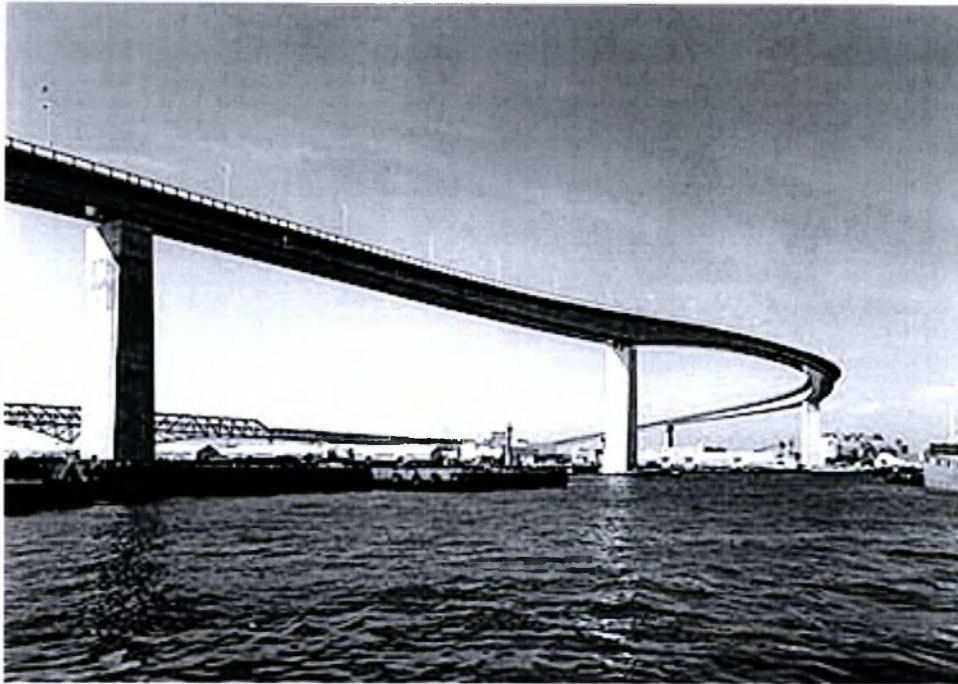


Η γέφυρα Zoobrücke βρίσκεται στην Cologne της Γερμανίας. Έχει κι αυτή μεταλλικό κιβωτοειδές κατάστρωμα με κύριο άνοιγμα 259 μέτρα. Σχεδιάστηκε από τον αρχιτέκτονα Gerd Lohmer και η κατασκευή της ολοκληρώθηκε το 1966.





Namihaya Bridge



Η γέφυρα Namihaya ή αλλιώς Shirinashi βρίσκεται στην πόλη Osaka της Ιαπωνίας. Είναι μεταλλική κιβωτοειδής γέφυρα με συνολικό μήκος 1.573 μέτρα και μεγίστου ανοίγματος 250 μέτρων. Για την κατασκευή της χρειάστηκαν 9.650 τόνοι χάλυβα. Η οδική γέφυρα Namihaya παραδόθηκε στη κυκλοφορία το 1994.



Auckland Harbour Bridge



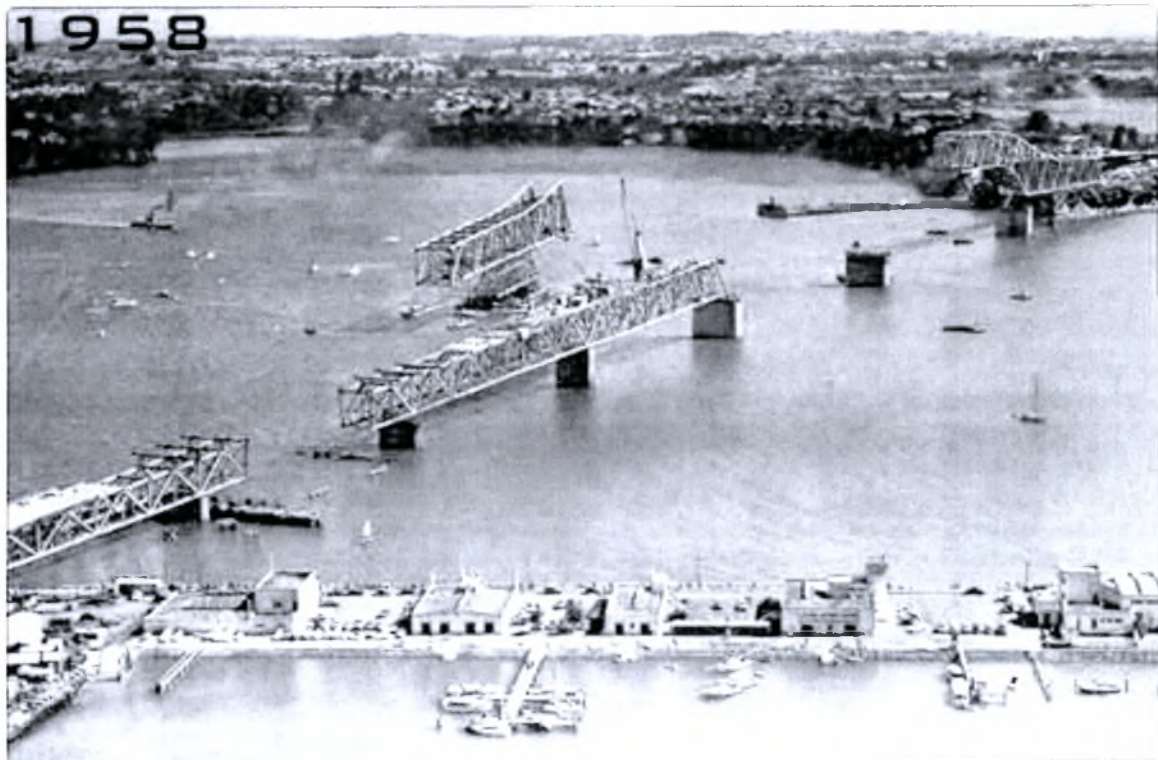
Η γέφυρα Auckland Harbour βρίσκεται στην πόλη Auckland της Νέας Ζηλανδίας, σχεδιάστηκε από τον αρχιτέκτον μηχανικό Freeman Fox και δόθηκε στην κυκλοφορία το 1959 ύστερα από 4 έτη κατασκευής. Έχει κεντρικό άνοιγμα 244 μέτρα. Αρχικά είχε 2 παρόδους κυκλοφορίας σε κάθε πλευρά ενώ αργότερα το 1966 προστέθηκαν 2 δοκούς ακόμα, κιβωτίων χάλυβα 2 παρόδων η κάθε μια, μια δομή κατά μήκος κάθε πλευράς της γέφυρας που φέρνει πλέον το συνολικό αριθμό παρόδων σε οκτώ.



1955



1958





1959



1966





Trans-Tokyo Bay Bridge



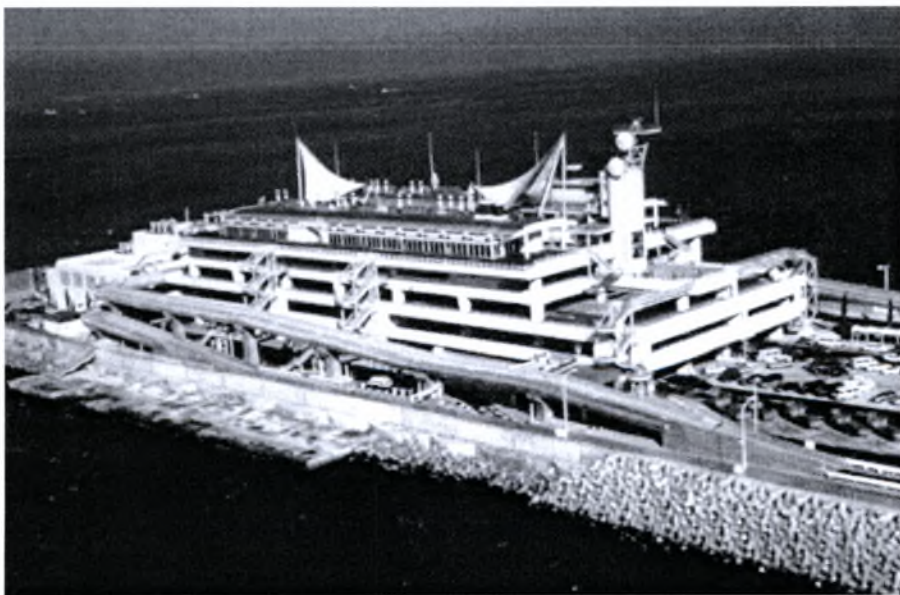


Η εθνική οδός των ακτών του Τόκιο αποτελείται από 4,4 χιλιόμετρα της Trans-Tokyo bay bridge και από 9,5 χιλιόμετρα μιας σήραγγας που βυθίζεται κάτω από τον ωκεανό για να ολοκληρώσει το πέρασμα. Η εθνική οδός συνδέει την πόλη Kisarazu με την πόλη Kawasaki που βρίσκονται στα νομαρχιακά διαμερίσματα Chiba και Kanagawa αντίστοιχα. Η γέφυρα ξεκινά από την πόλη Kisarazu και σταματά στο τεχνητό νησί που ονομάζεται Umi-Hotaru ή αλλιώς Kaze-No-To και το πέρασμα συνεχίζεται υπογείως με τη σήραγγα.

Στο παρελθόν το πέρασμα γινόταν με την διαδρομή 100 χιλιομέτρων κατά μήκος της ακτής του κόλπου του Τόκιο ή με το πορθμείο διάρκειας μιας ώρας ενώ τώρα απαιτούνται μόνο 15 λεπτά.

Η γέφυρα είναι μεταλλική με κιβωτοειδή σκελετό δυο μεγίστων ανοιγμάτων 240 μέτρων έχοντας ύψος διατομής από 3 έως 10 μέτρα, πλάτος καταστρώματος 15 μέτρων και είναι έξι παρόδων κυκλοφορίας.

Το έργο δόθηκε για την κυκλοφορία τον Δεκέμβριο του 1997 μετά από 31 έτη μελέτης και κατασκευής.

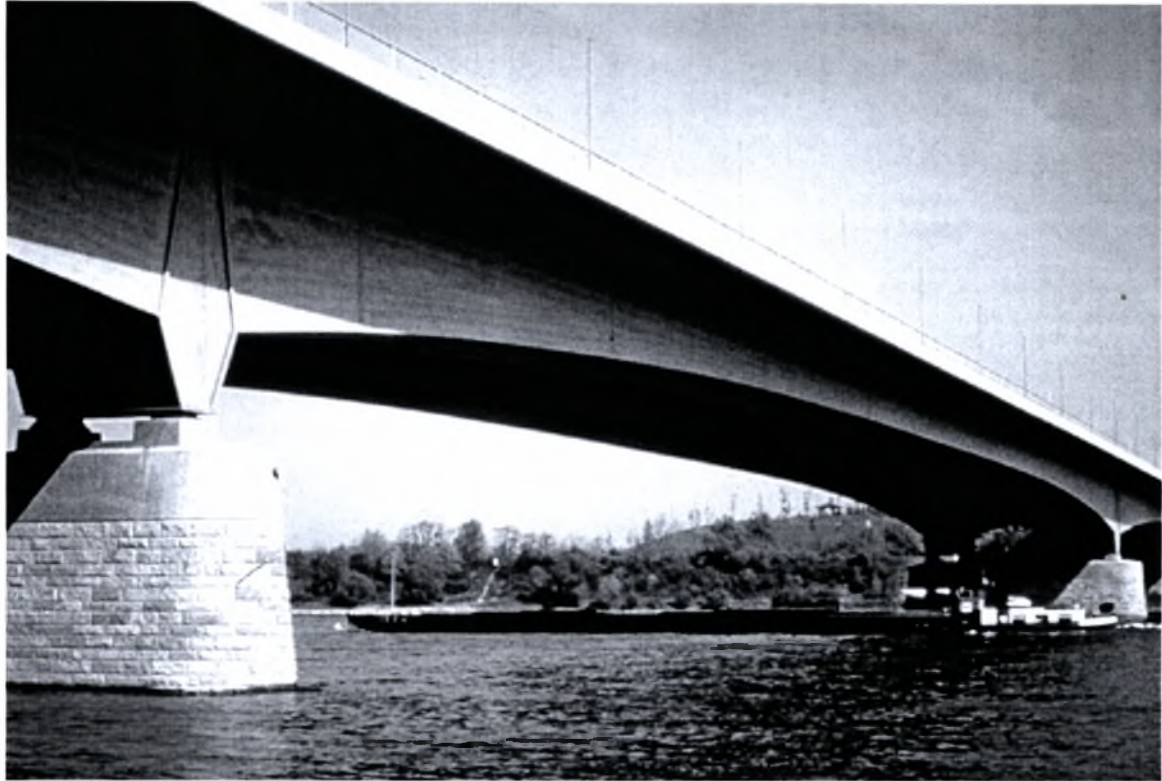


Το τεχνητό νησί που είναι 650 μέτρα σε μήκος και 100 μέτρα σε πλάτος





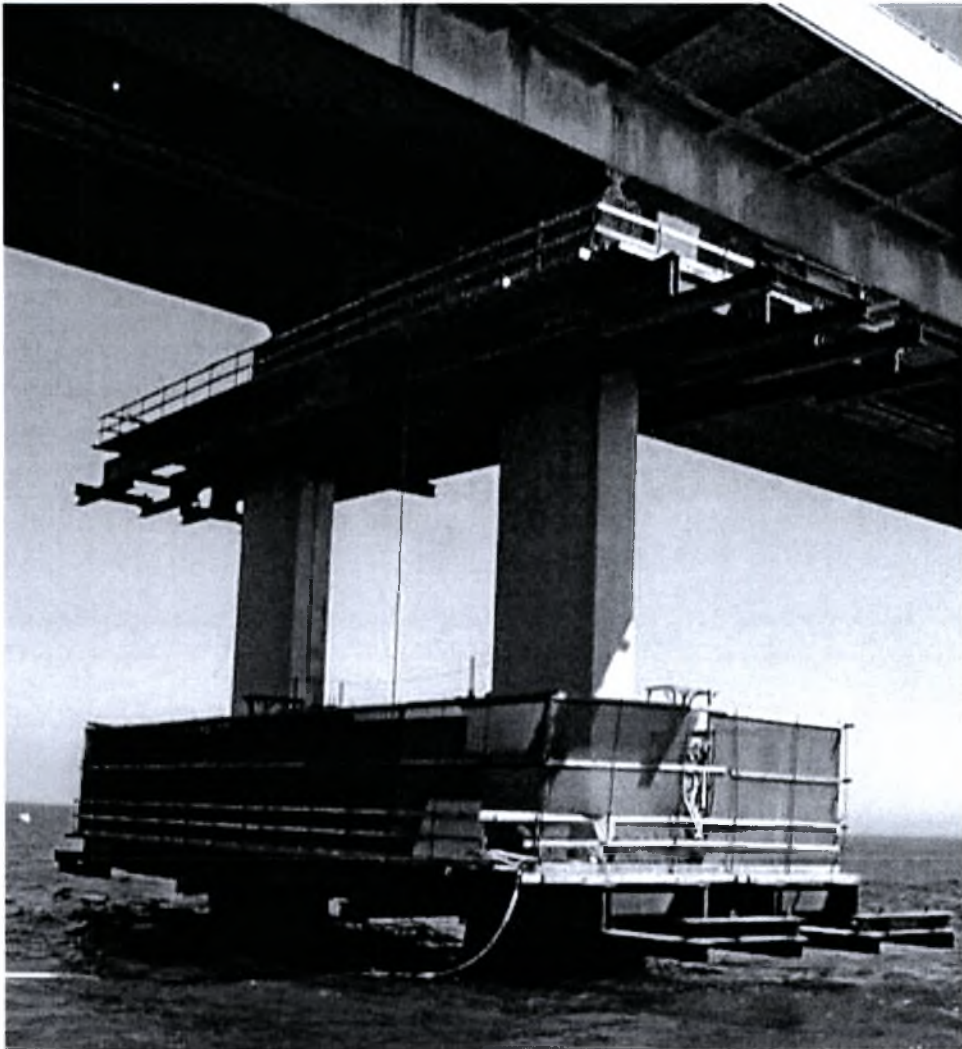
Rhine Bridge

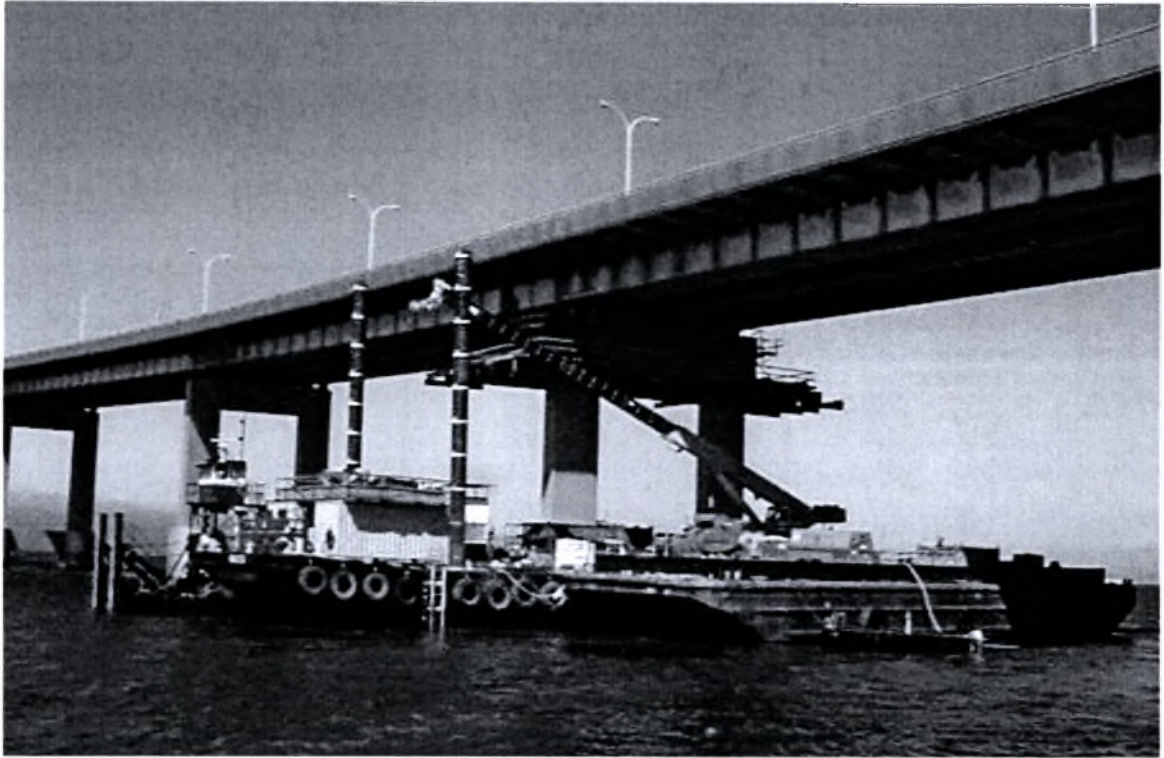


Βρίσκεται στην πόλη Bonn της Γερμανίας από το 1972 με κατασκευαστή τον πολιτικό μηχανικό Hein Lehmann. Αποτελείται από δυο δοκούς χαλύβδινης κιβωτοειδούς διατομής με κεντρικό άνοιγμα 230 μέτρα και πλευρικά από 125 μέτρα. Το κατάστρωμά της έχει πλάτος 39,7 μέτρα με παραχώρηση έξι λωρίδων κυκλοφορίας, τρεις για κάθε κατεύθυνση, ενώ στο κέντρο έχει διπλή γραμμή τράμ.

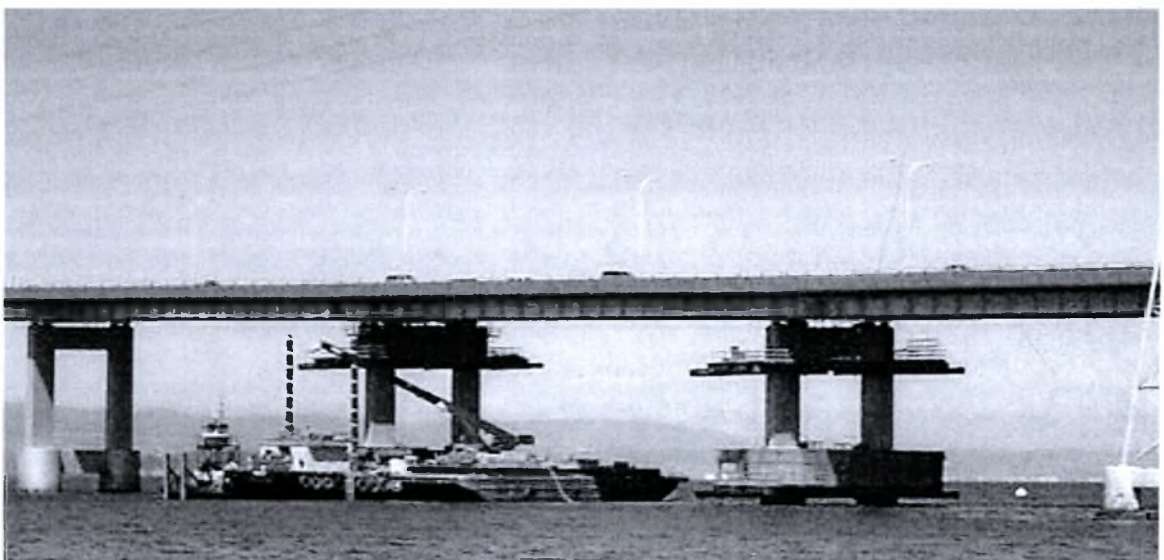


San Mateo-Hayward Bridge





Εικόνες εργασιών και συντήρησης γέφυρας







Η αρχική γέφυρα San Mateo-Hayward ήταν η μακρύτερη γέφυρα στον κόσμο όταν ολοκληρώθηκε το 1929 στην περιοχή Westbound του Hayward στην California, στην διαδρομή από San Mateo-Alameda Counties. Η γέφυρα ήταν δυο συνολικά λωρίδων κυκλοφορίας και το μέγιστο ύψος της από τη θάλασσα ήταν 12 μέτρα. Με το πέρασμα του χρόνου εμφανίζονταν διάφορα προβλήματα όπως η διακοπή της κυκλοφορίας πάνω από έξι φορές την ημέρα για τα μεγάλα σκάφη, η αύξηση του κυκλοφοριακού λόγω των δυο λωρίδων καθώς και η εκτενή διάβρωση του χάλυβα της γέφυρας οπότε έπρεπε να γίνει και η αντικατάστασή της.

Έτσι λοιπόν στις 31 Οκτωβρίου το 1967 δίδεται στην κυκλοφορία η νέα γέφυρα στη θέση της παλιάς με την ίδια ονομασία έχοντας τώρα έξι λωρίδες κυκλοφορίας, τρεις για κάθε κατεύθυνση, με διαχωριστική νησίδα ενδιάμεσα, ενώ το ελεύθερο ύψος για τα σκάφη στο κέντρο της γέφυρας είναι πλέον 45 μέτρα. Από τα 8,2 χιλιόμετρα που εκτείνεται η γέφυρα τα 3,1 ενδιάμεσα χιλιόμετρα αποτελούνται από δίδυμες δοκούς κιβωτίων χάλυβα με ελαφριές ορθότροπες πλάκες ενώ τα υπόλοιπα 5,1 είναι κατασκευασμένα από σκυρόδεμα.



Καλωδιωτές σιδηρές γέφυρες

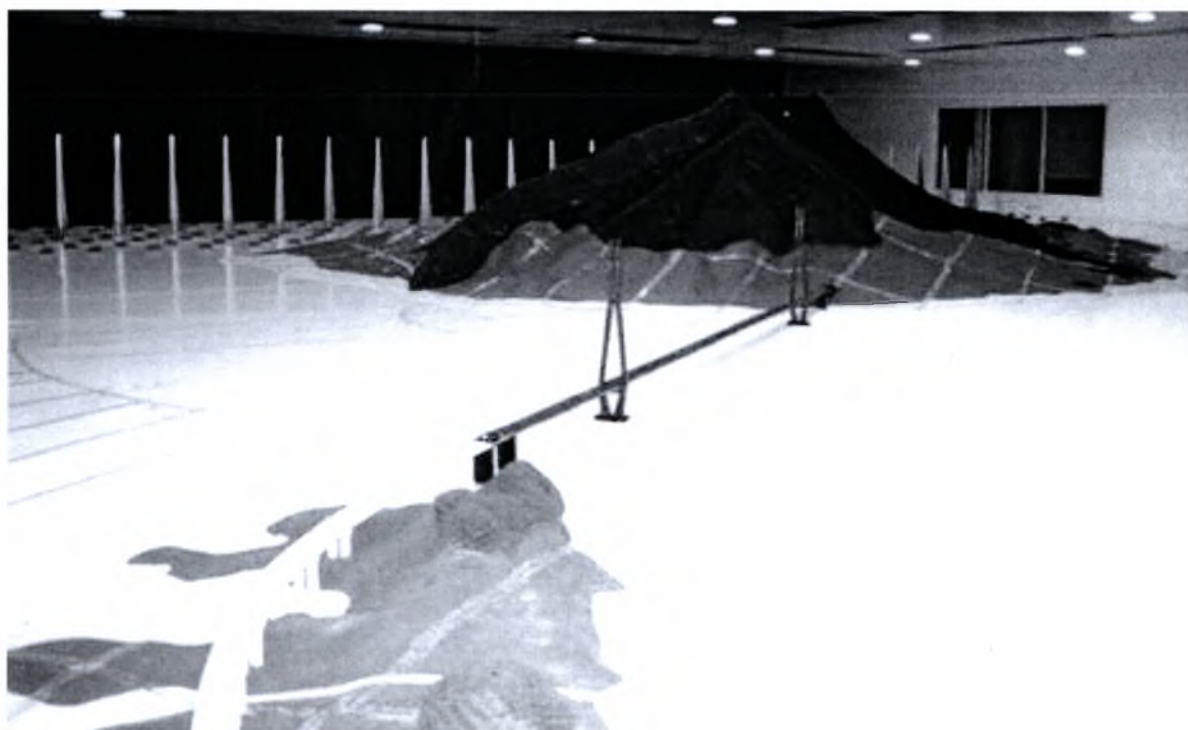
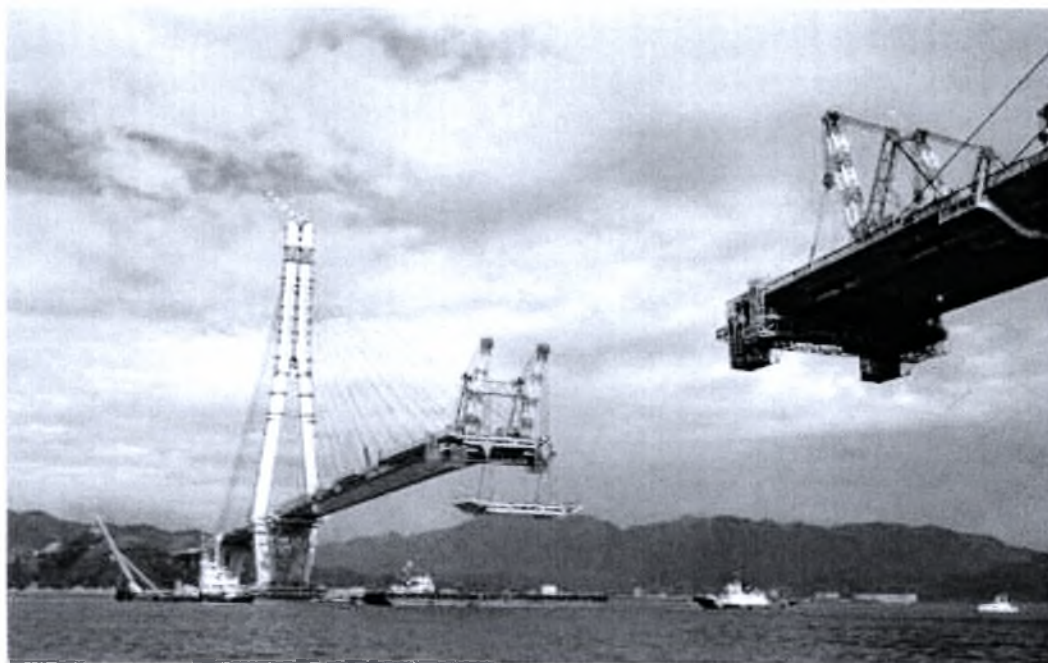




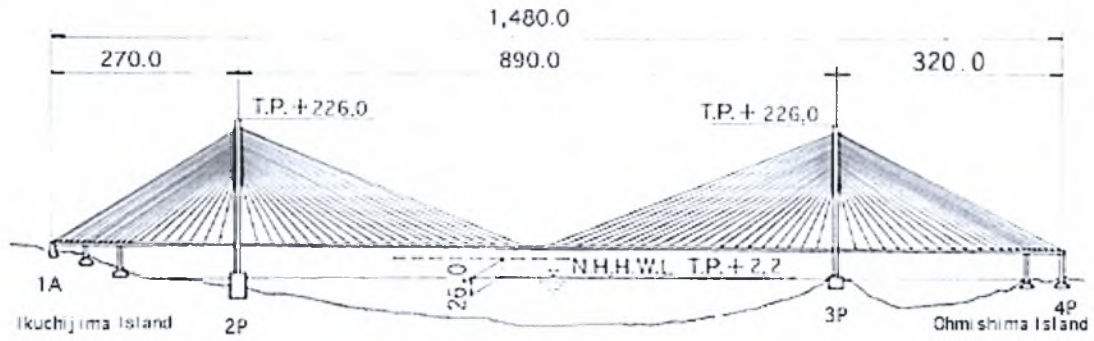
Tatara Bridge



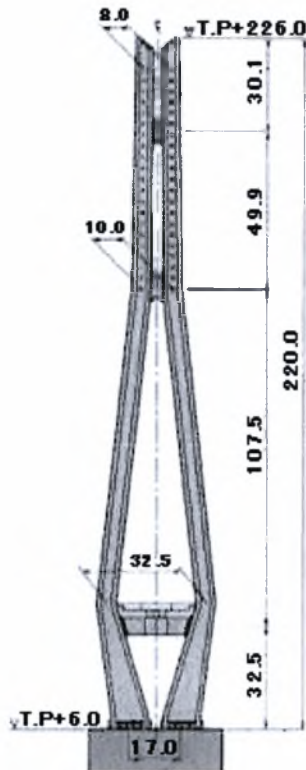




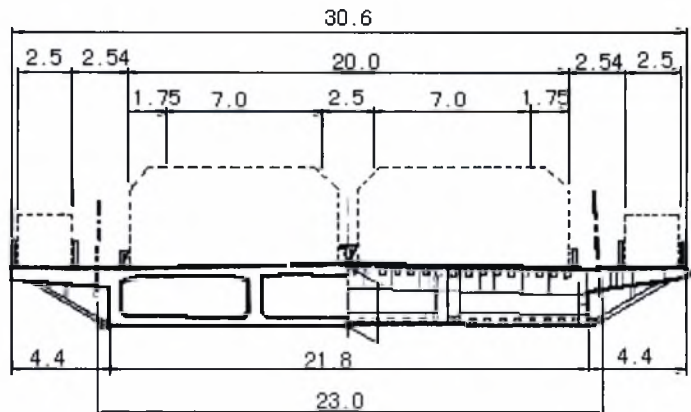
Κλίμακα 1/200



ΟΨΗ



ΤΟΜΗ ΠΥΛΩΝΑ



ΤΟΜΗ ΚΑΤΑΣΤΡΩΜΑΤΟΣ



Η μεγαλύτερη καλώδιο-μένη γέφυρα παγκοσμίως ονομάζεται Tatara και βρίσκεται στην Ιαπωνία συνδέοντας το νησί Ikuchijima με το νησί Ohmishima. Είναι μια γέφυρα τριών συνεχόμενων ανοιγμάτων, με μέγιστο κεντρικό άνοιγμα 890 μέτρα και εκατέρωθεν ανοίγματα 270 και 320 μέτρα πετυχαίνοντας συνολικό μήκος των 1.480 μέτρων. Το κατάστρωμα της αποτελείται από μεταλλικές κιβωτοειδείς διατομές διαστάσεων 20 μέτρα μήκους, 30,6 μέτρα πλάτους και 2,5 μέτρα ύψους. Οι μεταλλικές διατομές της γέφυρας αναρτώνται από 168 καλώδια, 84 σε κάθε πυλώνα, όπου το κάθε καλώδιο αποτελείται από πλήθος γαλβανισμένων καλωδίων, 7 χιλιοστών, τα οποία είναι καλυμμένα από σωλήνα. Μέσω των καλωδίων μεταφέρονται τα φορτία της γέφυρας στους 2 πυλώνες ύψους 220 μέτρων οι οποίοι είναι και αυτοί μεταλλικοί. Κάθε πυλώνας αποτελείται από 23 μεταλλικά κομμάτια και κάθε κομμάτι είναι 12 μέτρα σε ύψος και ζυγίζει 140 τόνους. Το συνολικό βάρος χάλυβα της γέφυρας είναι 30.000 τόνοι.

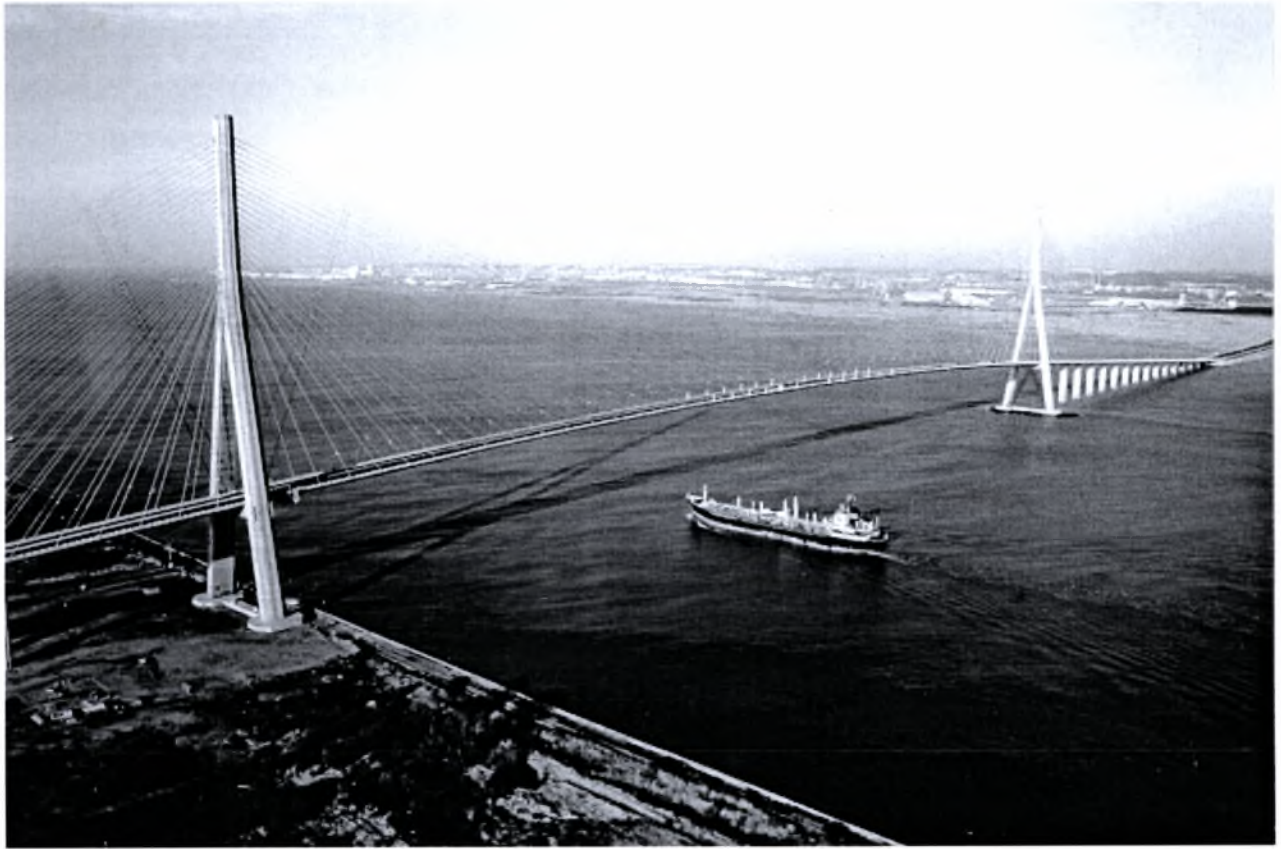
Οι πυλώνες έχουν τέτοιο σχήμα ώστε να καλύπτονται λόγοι αισθητικοί, λειτουργικοί, καθώς και λόγοι αεροδυναμικοί. Επίσης στις ενώσεις των μεταλλικών διατομών του καταστρώματος υπάρχουν ρουλεμάν για να εξασφαλίζονται οι κάθετες και οριζόντιες μετακινήσεις. Τα παραπάνω αποτελούν σημαντικό ποσοστό ώστε να εξασφαλίζεται η αντοχή της γέφυρας σε σεισμούς μεγέθους 8,5 Richter και σε άνεμο ταχύτητας 230 χιλιομέτρων την ώρα.

Η κυκλοφορία για τα οχήματα διεξάγεται σε δυο λωρίδες για κάθε κατεύθυνση ενώ για τους πεζούς, ποδήλατα, μηχανές υπάρχουν από μια λωρίδα σε κάθε πλευρά της γέφυρας. Επίσης για τη ναυσιπλοΐα έχουμε καθαρό ελεύθερο ύψος 26 μέτρων.

Η κατασκευή ξεκίνησε το 1993 και τελείωσε το Μάη του 1999. Σχεδιάστηκε, μελετήθηκε και κατασκευάστηκε από την εταιρία Honshu Shikoku bridge Authority.



Pont De Normandie Bridge

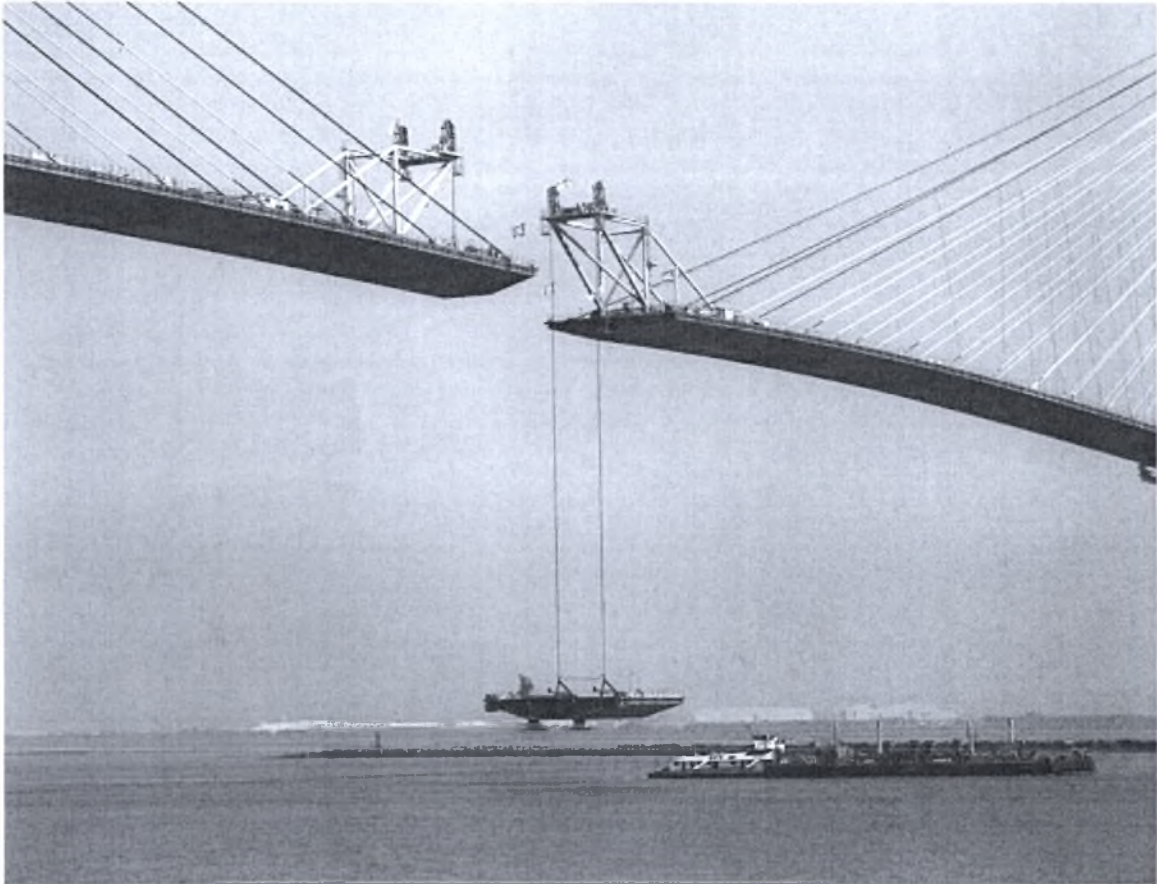


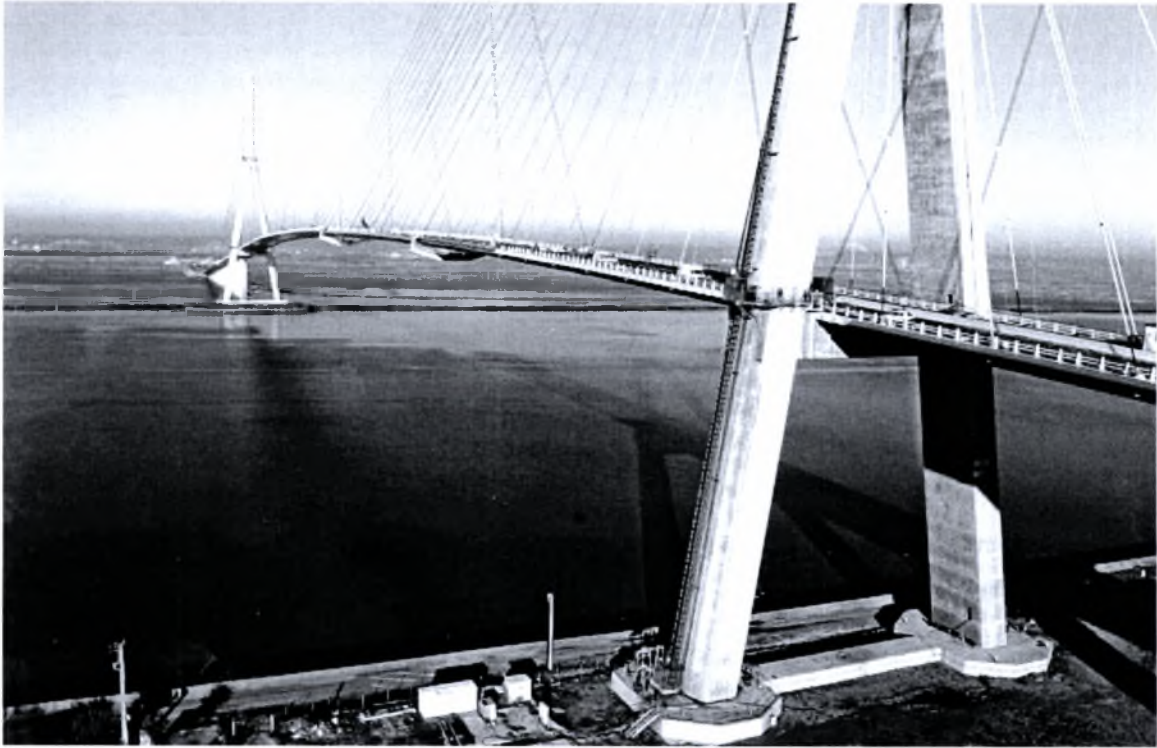


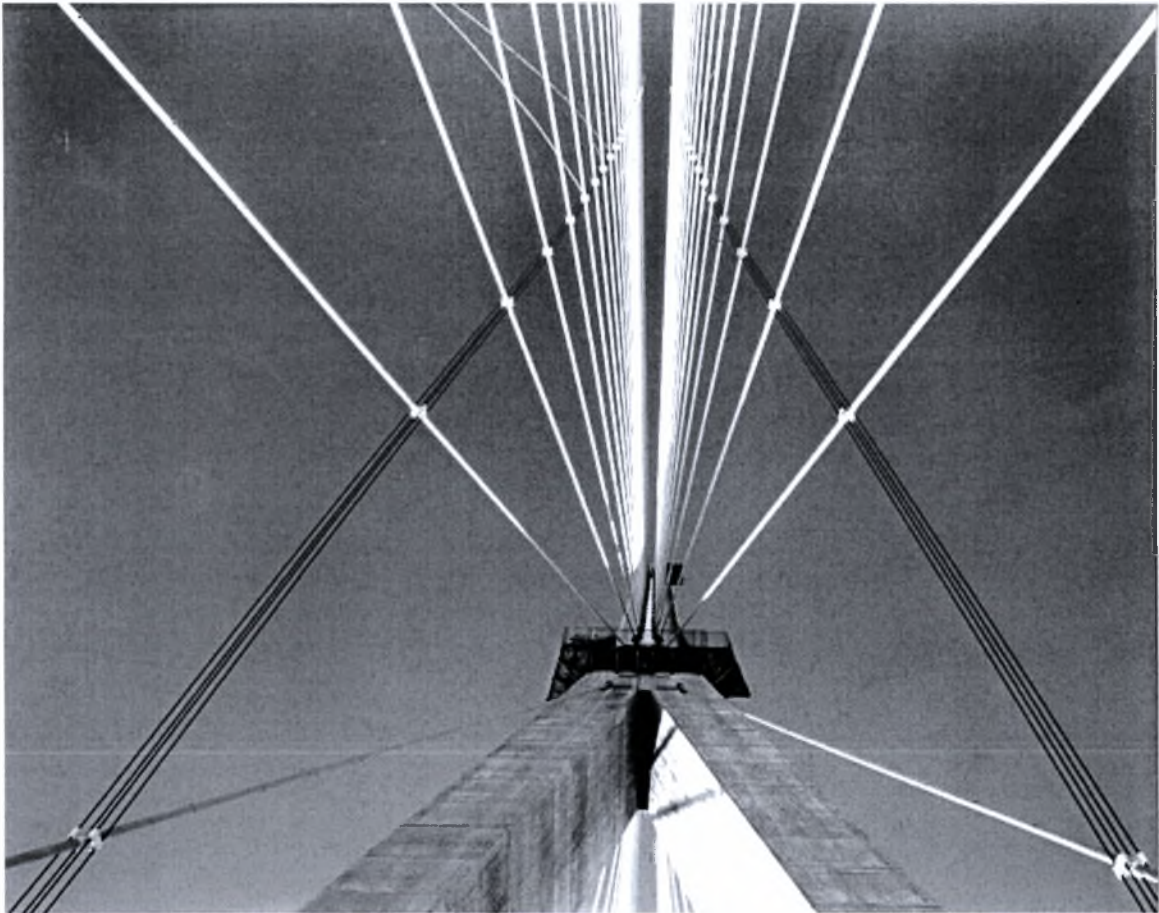












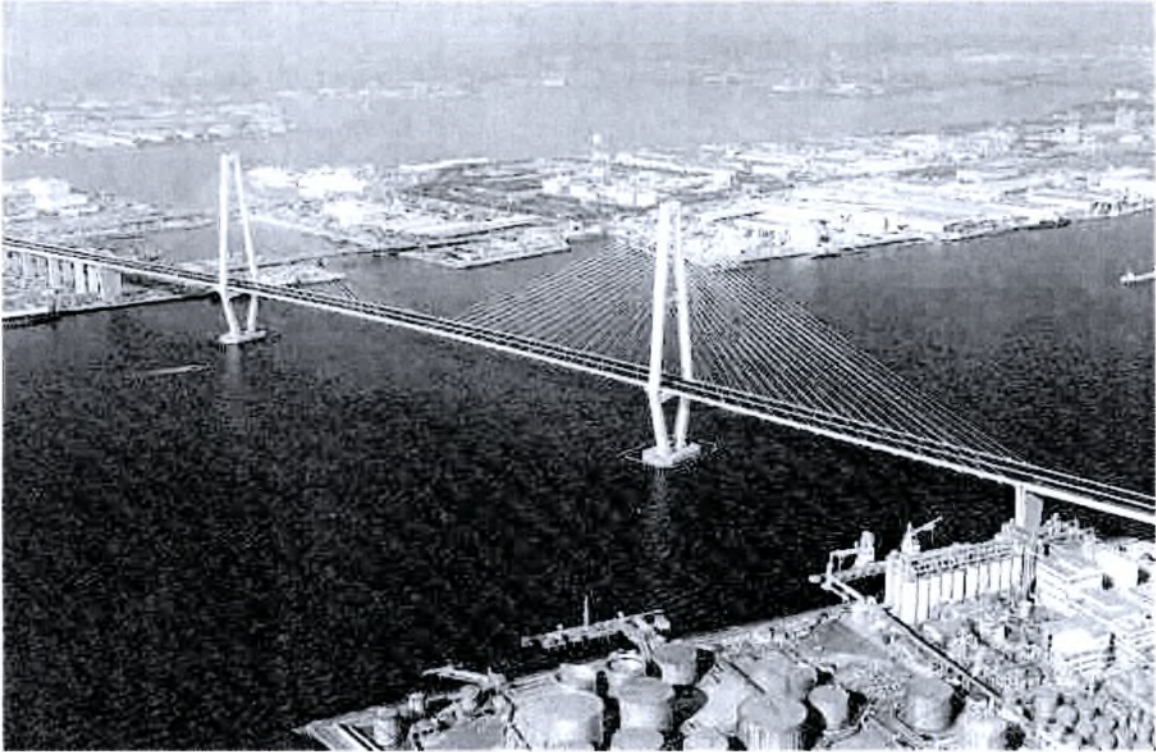


Η γέφυρα Pont de Normandie είναι καλωδιωτή με μεταλλικό κεντρικό κατάστρωμα. Στέκεται πάνω από το ποταμό Seine μεταξύ του Honfleur και του Le Havre της Γαλλίας. Έχει συνολικό μήκος 2.141 μέτρα από τα οποία τα 1.088 είναι η κρεμαστή γέφυρα με κεντρικό άνοιγμα 856 μέτρα και τα δυο μικρότερα 116 μέτρα που είναι κατασκευασμένα από σκυρόδεμα. Η μέγιστη διάμετρος των $8 \times 23 = 184$ καλωδίων παραμονής είναι 16,8 εκατοστά. Οι πυλώνες, ύψους 202,7 μέτρων, είναι από σκυρόδεμα και ο κάθε ένας έχει βάρος 20.000 τόνους. Η μορφή τους, σχήματος - Y -, είναι εξαιρετικά αποδοτική στην αντίσταση των εγκάρσιων δυνάμεων του αέρα. Το κατάστρωμα της με τέσσερις συνολικά λωρίδες κυκλοφορίας είναι μια επίπεδη τραπεζοειδής δοκός κιβωτίων χάλυβα με βάρος 19.000 τόνους επιτρέποντας ελεύθερο ύψος για τη ναυσιπλοΐα 52 μέτρων.

Τέλος η κατασκευή της γέφυρας Pont de Normandie ξεκίνησε το 1988 από τις εταιρίες Setra,sofresid,Cowiconsult και εγκαινιάστηκε στις 20 Ιανουαρίου 1995.



Meiko Central (Chuo) Bridge

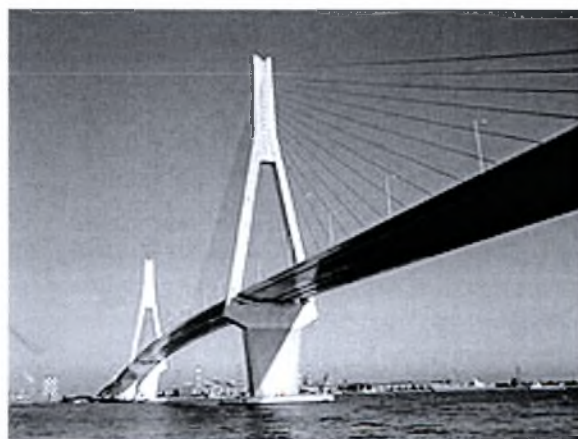


Η γέφυρα Meiko Central ή Chuo βρίσκεται στο λιμάνι Nagoya της Ιαπωνίας. Είναι μεταλλική καλωδιωτή γέφυρα τριών ανοιγμάτων, έχοντας μήκος 1.170 μέτρα με κεντρικό άνοιγμα 590 μέτρα ενώ το δεξιά και αριστερά είναι 290 μέτρα. Είναι 38 μέτρα στο πλάτος ενώ οι δυο πυλώνες της είναι 190 μέτρα ο καθένας. Για τη ναυσιπλοΐα έχουμε ελεύθερο ύψος 68 μέτρων. Ο χάλυβας όλης της κατασκευής ζυγίζει 38.700 τόνους. Κατασκευάστηκε από την εταιρία ΙΗΙ και άρχισε να λειτουργεί από τον Αύγουστο του 1997.





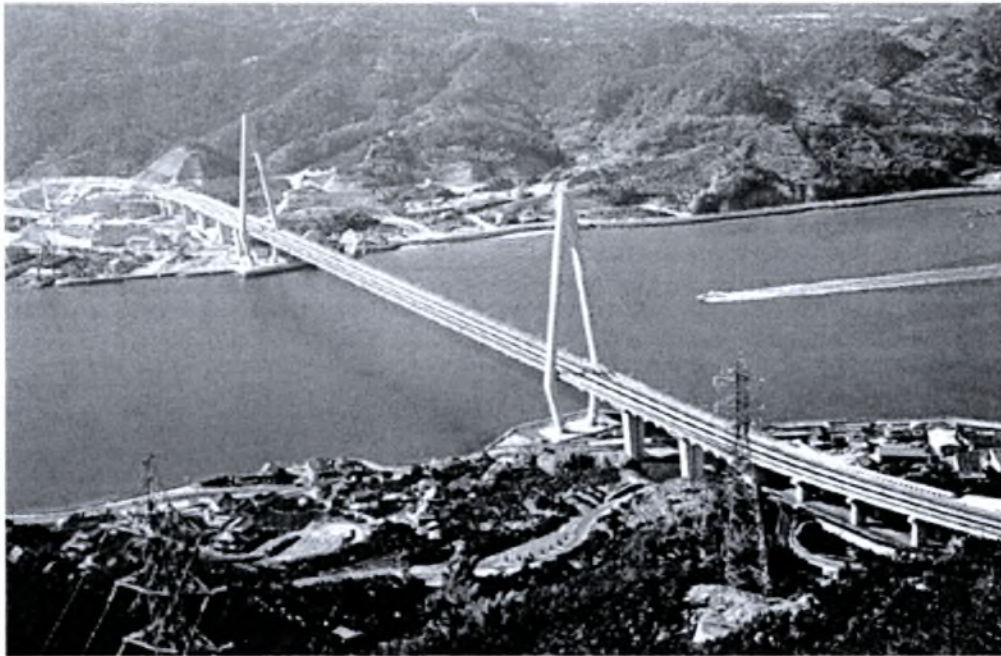
Tsurumi Tsubasa Bridge



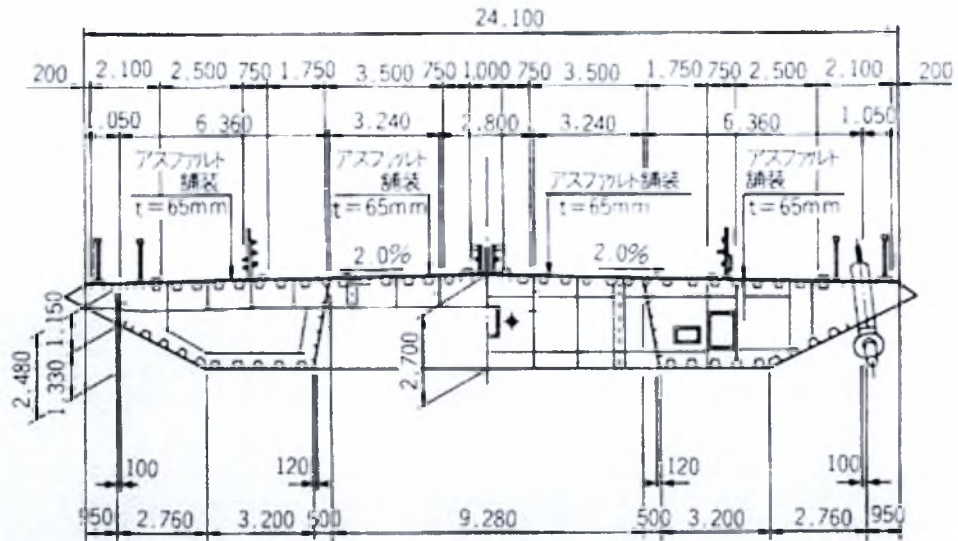
Η γέφυρα Tsurumi Tsubasa, βρίσκεται στο λιμάνι Yokohama της Ιαπωνίας. Περνά πάνω από το κανάλι Tsurumi και ενώνει την αποβάθρα Daikoku με το νησί Ohgishima. Είναι μια καλωδιωτή μεταλλική γέφυρα με κεντρικό άνοιγμα 510 μέτρα και τα εκατέρωθεν 255 μέτρα. Το βάρος του χάλυβα φτάνει τους 39.160 τόνους. Παραδόθηκε στην κυκλοφορία το 1994.



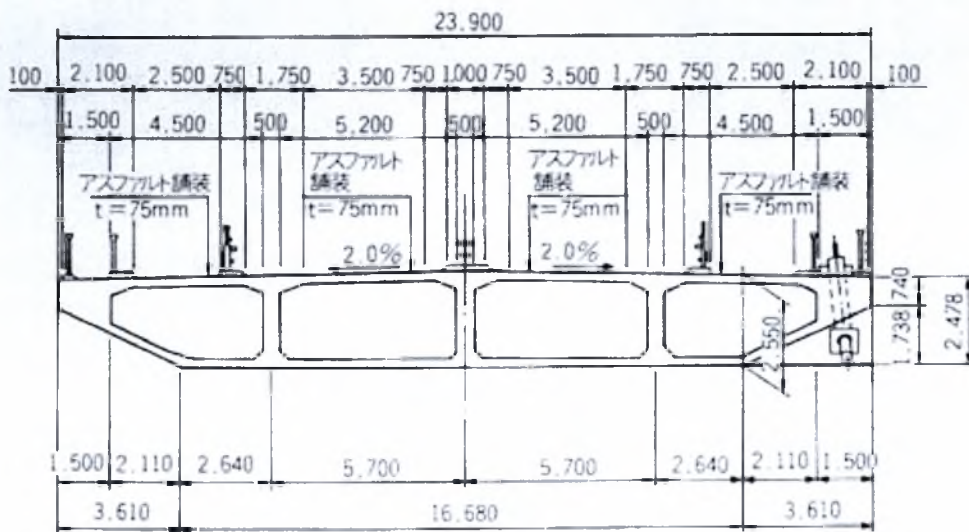
Ikuchi Bridge



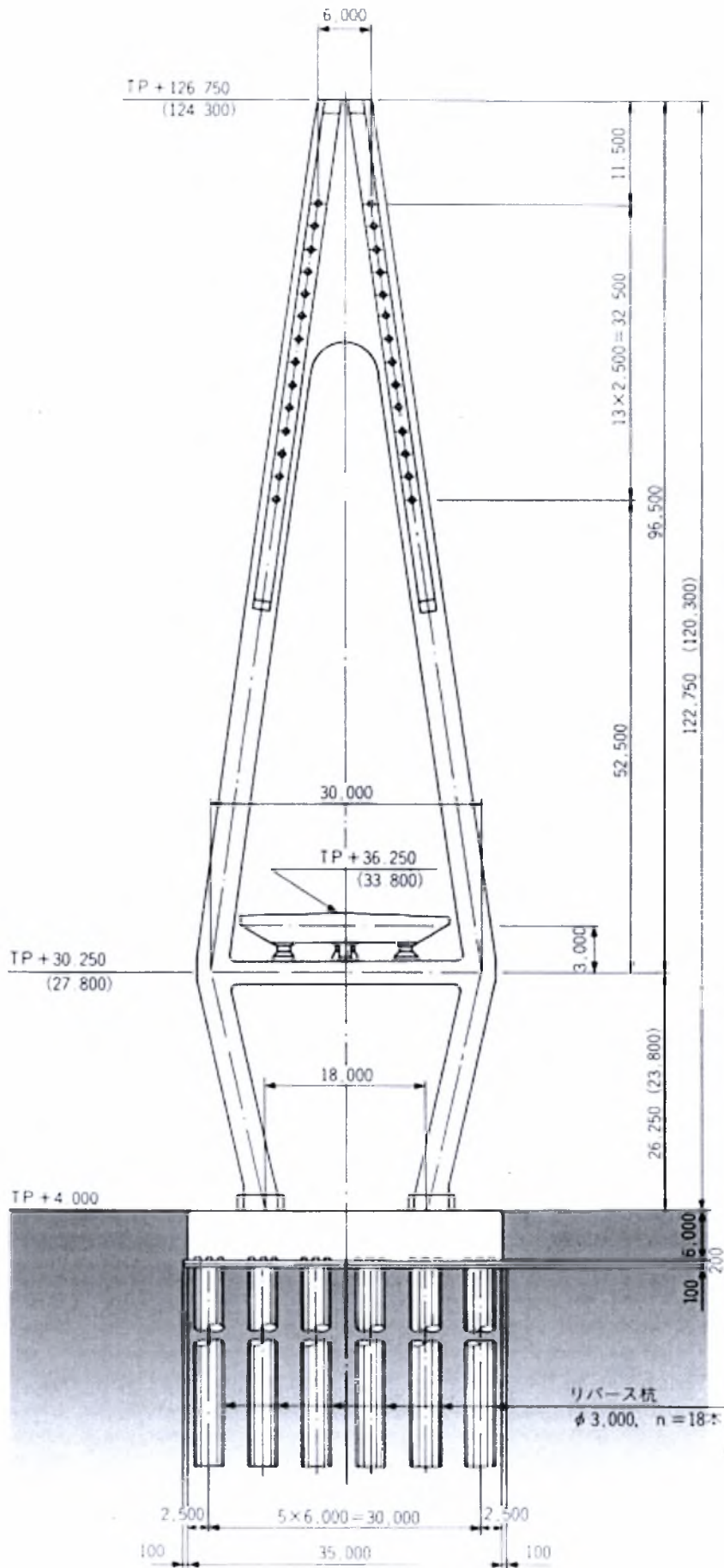
Η μεταλλική καλωδιωτή γέφυρα Ikuchi βρίσκεται στην Ιαπωνία στη διαδρομή Ονομίχι-Ιμαβαρί, μεταξύ των νησιών Innoshima και Ikuchijima. Έχει μήκος 790 μέτρα με βασικό άνοιγμα 490 μέτρα. Το κατάστρωμα και οι πυλώνες της γέφυρας είναι από χάλυβα., με τους πυλώνες να έχουν ύψος 123 μέτρα ο καθένας. Δόθηκε στην κυκλοφορία το 1991 από την εταιρία Honshu-Shikoku bridge authority.



ΤΟΜΗ ΚΕΝΤΡΙΚΟΥ ΑΝΟΙΓΜΑΤΟΣ



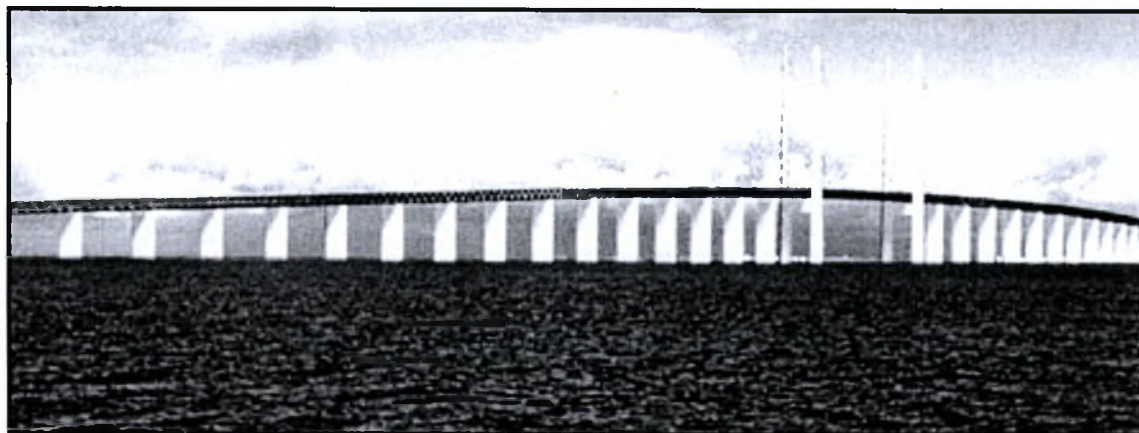
ΤΟΜΗ ΠΛΕΥΡΙΚΟΥ ΑΝΟΙΓΜΑΤΟΣ



ΤΟΜΗ ΠΥΛΩΝΑ



Oresund Bridge





Η γέφυρα Oresund βρίσκεται μεταξύ Σουηδίας και Δανίας συνδέοντας την πόλη της Κοπεγχάγης με το Malmo. Το συνολικό μήκος της σύνδεσης είναι 15,5 χλμ. από τα οποία, τα 7,8 χλμ. είναι της γέφυρας, τα 4 χλμ. είναι του τεχνητού νησιού και τα υπόλοιπα 3,7 χλμ. συνεχίζονται από μια σήραγγα. Η γέφυρα έχει 2 πατώματα όπου στο πάνω υπάρχει αυτοκινητόδρομος 2 παρόδων για κάθε κατεύθυνση και στο κάτω σιδηρόδρομος 2 γραμμών σε κάθε κατεύθυνση. Η γέφυρα αποτελείται από 3 γέφυρες, την δυτική η οποία είναι 3 χλμ. με 4 ανοίγματα 120 μέτρων και 18 ανοίγματα 140 μέτρων, την ανατολική 3,7 χλμ. με 3 ανοίγματα 120 μέτρων και 24 ανοίγματα 140 μέτρων και τέλος την κεντρική που είναι καλώδιο-μένη με μεταλλικό δικτυωτό κατάστρωμα. Έχει συνολικό μήκος 1.100 μέτρων με βασικό άνοιγμα 490 μέτρων. Το ύψος των από σκυρόδεμα πυλώνων είναι 203,5 μέτρα. Η κατασκευή ξεκινά το 1996 και ολοκληρώνεται το 2000 από την εταιρία Sudlink Contractors HB.



Higashi-Kobe Bridge

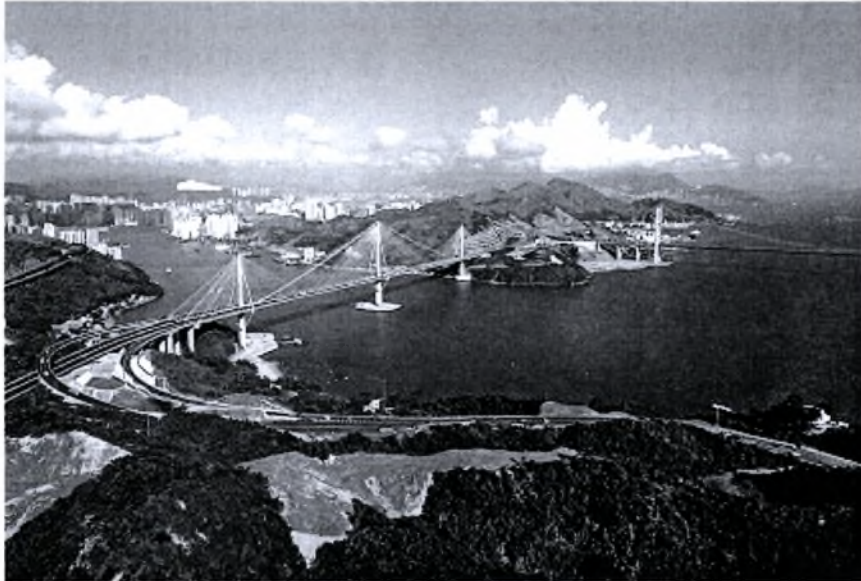




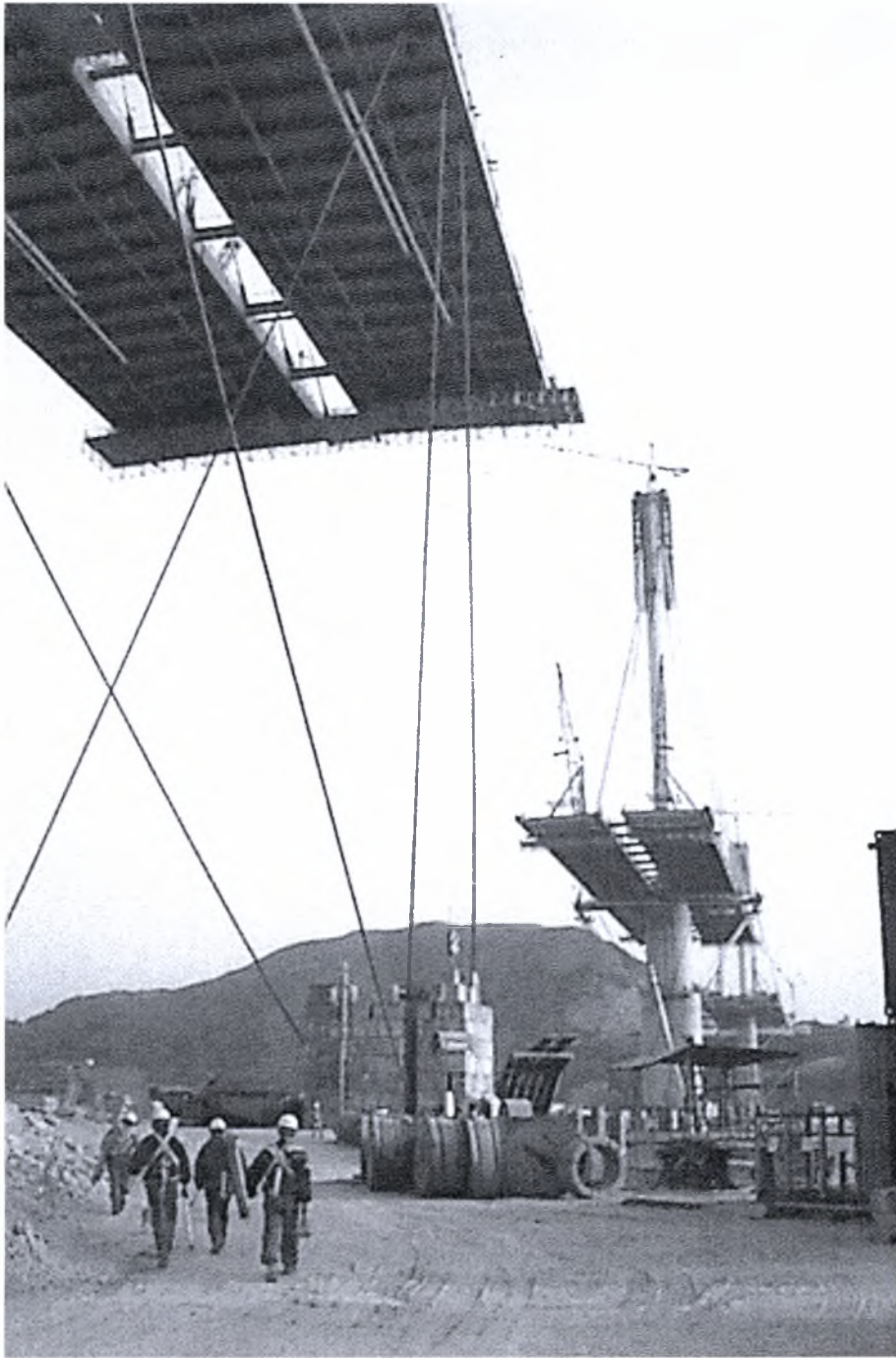
Η μεταλλική καλώδιο-μένη γέφυρα Higashi-kobe ολοκληρώθηκε το 1992. Βρίσκεται στην Ιαπωνία, στο λιμάνι Kobe έχοντας συνολικό μήκος 885 μέτρα με κεντρικό άνοιγμα 485 μέτρα και εκατέρωθεν ανοίγματα από 200 μέτρα. Το πλάτος της είναι 13,5 μέτρα και είναι 2 πατωμάτων όπου το κάθε πάτωμα έχει 3 λωρίδες κυκλοφορίας. Το ύψος των 2 πυλώνων είναι 150 μέτρα. Σχεδιάστηκε και κατασκευάστηκε από την εταιρία Hanshin Expressway Public Corp.

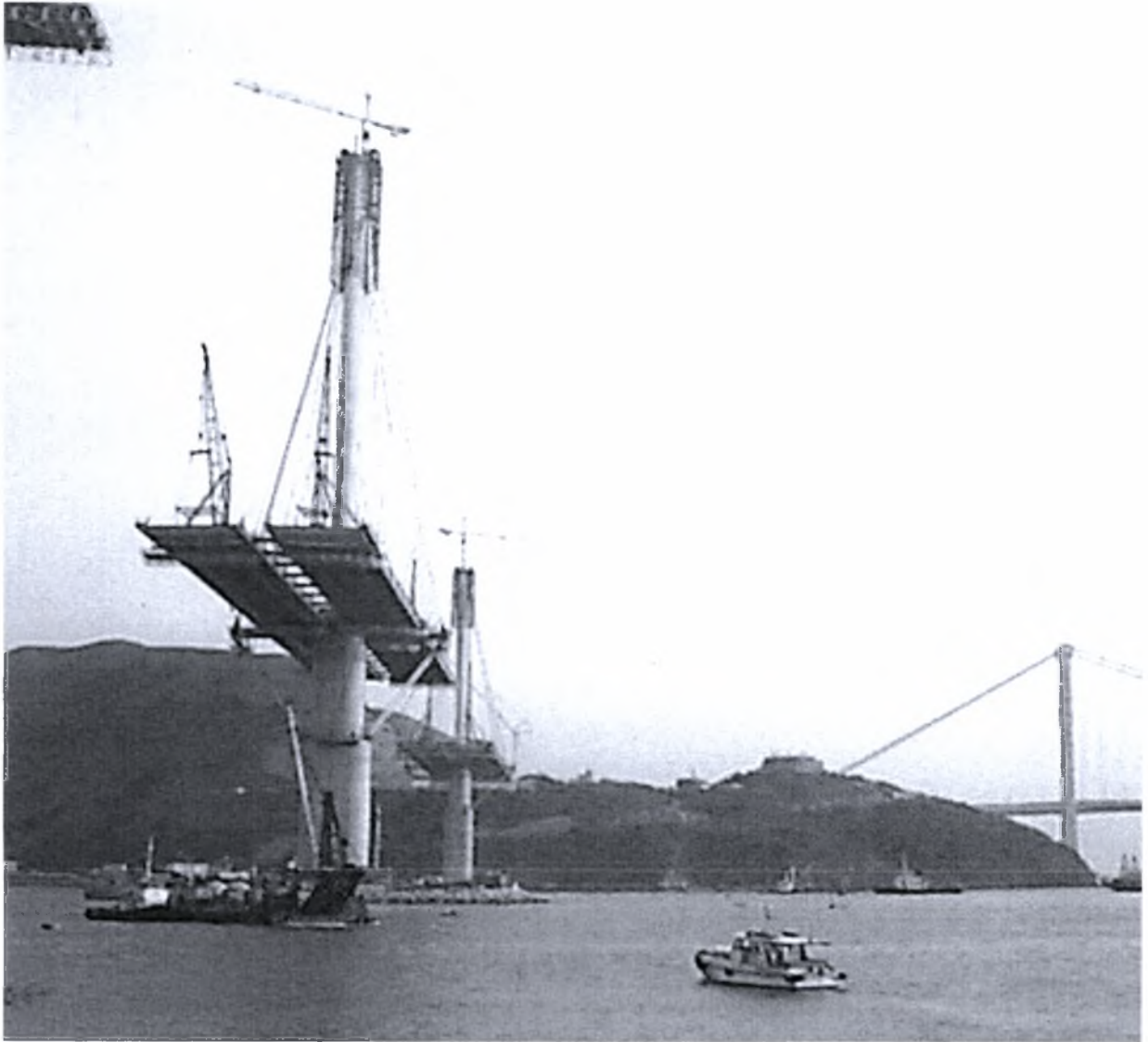


Ting Kau Bridge











Ο κεντρικός από τους τρεις πύργους της έχει ύψος 200 μέτρα από την επιφάνεια της θάλασσας

Η γέφυρα Ting kau είναι μια καλωδοστή γέφυρα μεταλλικού καταστρώματος. Βρίσκεται στο Hong Kong της china πάνω από το κανάλι Rambler και συνδέει το βορειοδυτικό Tsing Yi με το Ting Kau. Έχει συνολικό μήκος 1.177 μέτρα με δυο κύρια ανοίγματα 448 και 475 μέτρα. και έχει τρεις λωρίδες κυκλοφορίας σε κάθε κατεύθυνση. Σχεδιάστηκε από τον αρχιτέκτονα Schlaich Bergermann ανοίγοντας για την κυκλοφορία το 1998.



Yokohama Bay Bridge









Η γέφυρα Yokohama Bay είναι μια καλώδιο-μένη γέφυρα με μεταλλικό δικτυωτό κατάστρωμα έχοντας κεντρικό άνοιγμα 460 μέτρα και συνολικό μήκος 860 μέτρα. Βρίσκεται στο λιμάνι του Yokohama και συνδέει την αποβάθρα Honnoku με την αποβάθρα Daikoku. Η κατασκευή της ολοκληρώθηκε τον Σεπτέμβριο του 1989 ενώ σχεδιάστηκε και μελετήθηκε από την τεχνική εταιρία Shin Nihon Giken.



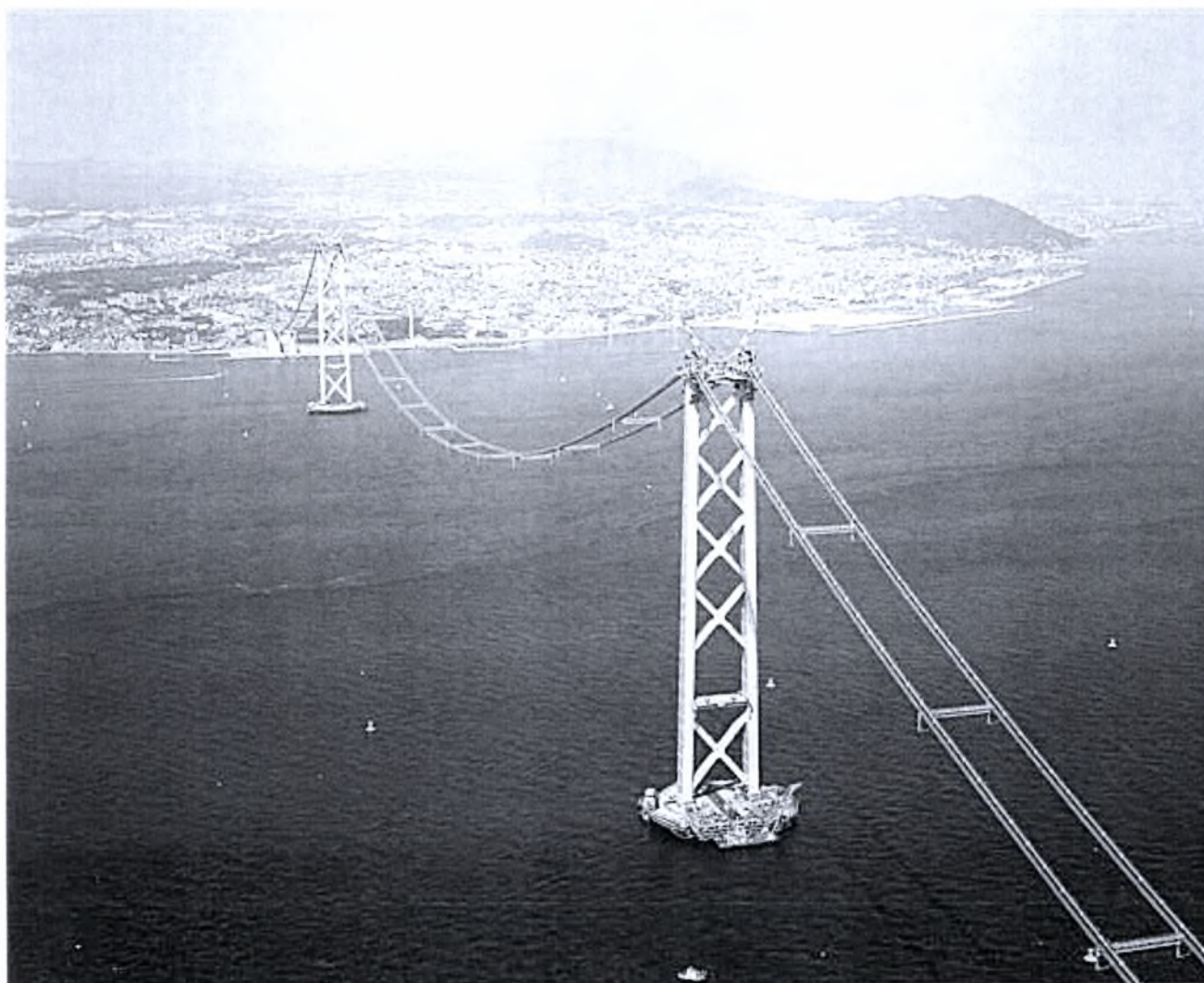
Κρεμαστές σιδηρές γέφυρες



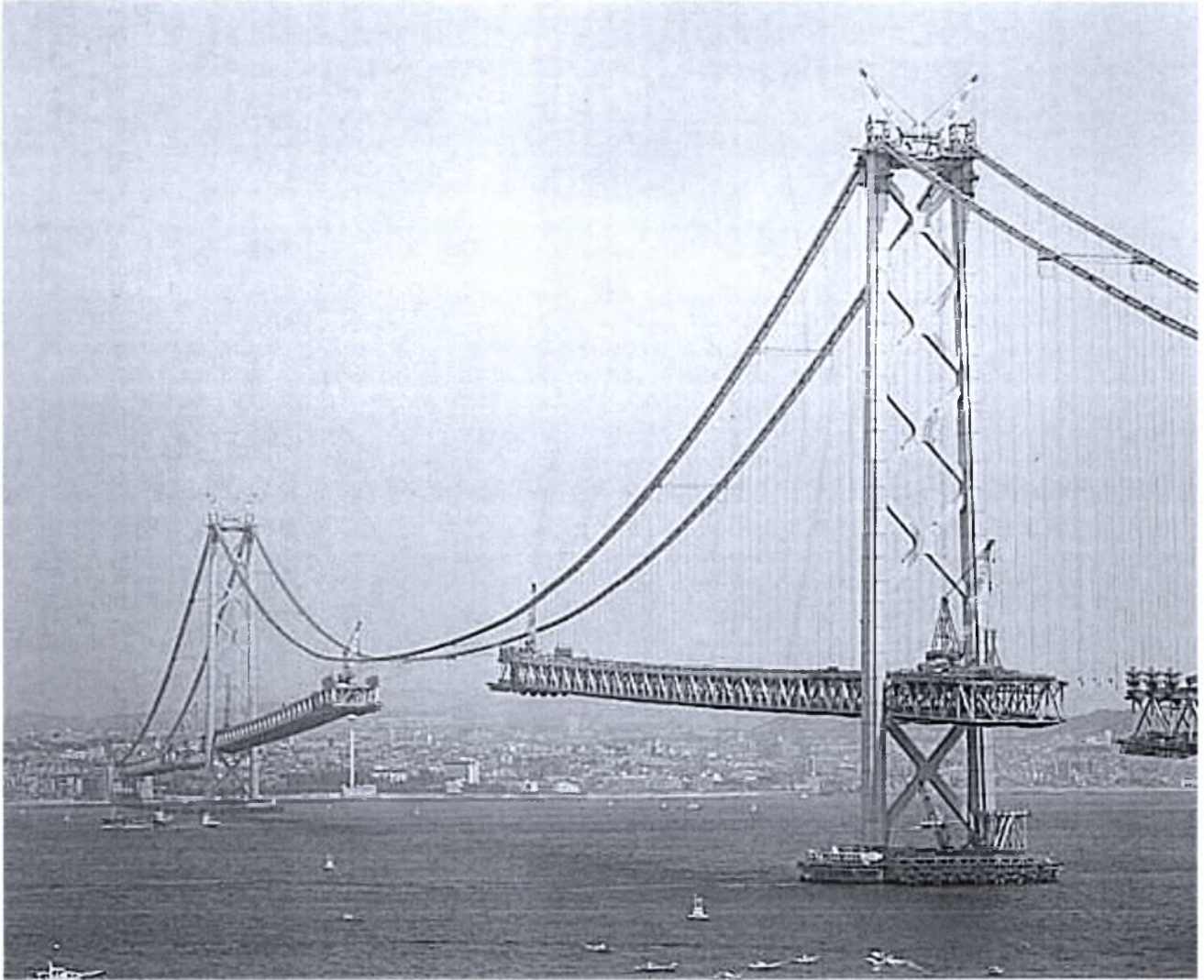
Akashi-Kaikyo Bridge



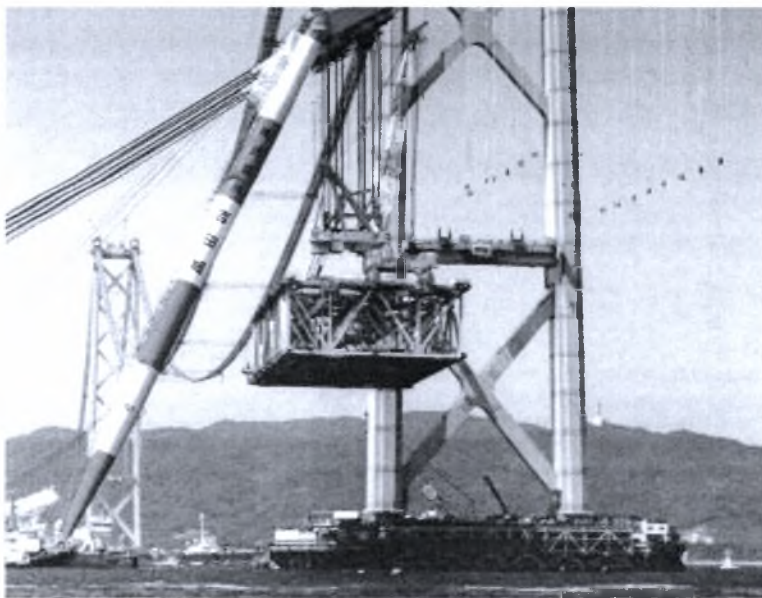
Η γέφυρα Akashi-Kaikyo είναι η μεγαλύτερη κρεμαστή γέφυρα παγκοσμίως με κεντρικό άνοιγμα 1991 μέτρα και συνολικό μήκος 3910 μέτρα. Βρίσκεται στην Ιαπωνία καθώς διασχίζει το στενό Akashi και συνδέει την πόλη Kobe με το νησί Awaji-Shima. Η κατασκευή άρχισε το 1988 και ολοκληρώθηκε το 1998 από την τεχνική εταιρία Honshu-Shikoku Bridge Authority.



Οι πυλώνες με τα βασικά καλώδια. 23.000 τόνους είναι ο κάθε μεταλλικός πυλώνας και 57.700 τόνους τα δυο βασικά καλώδια μαζί



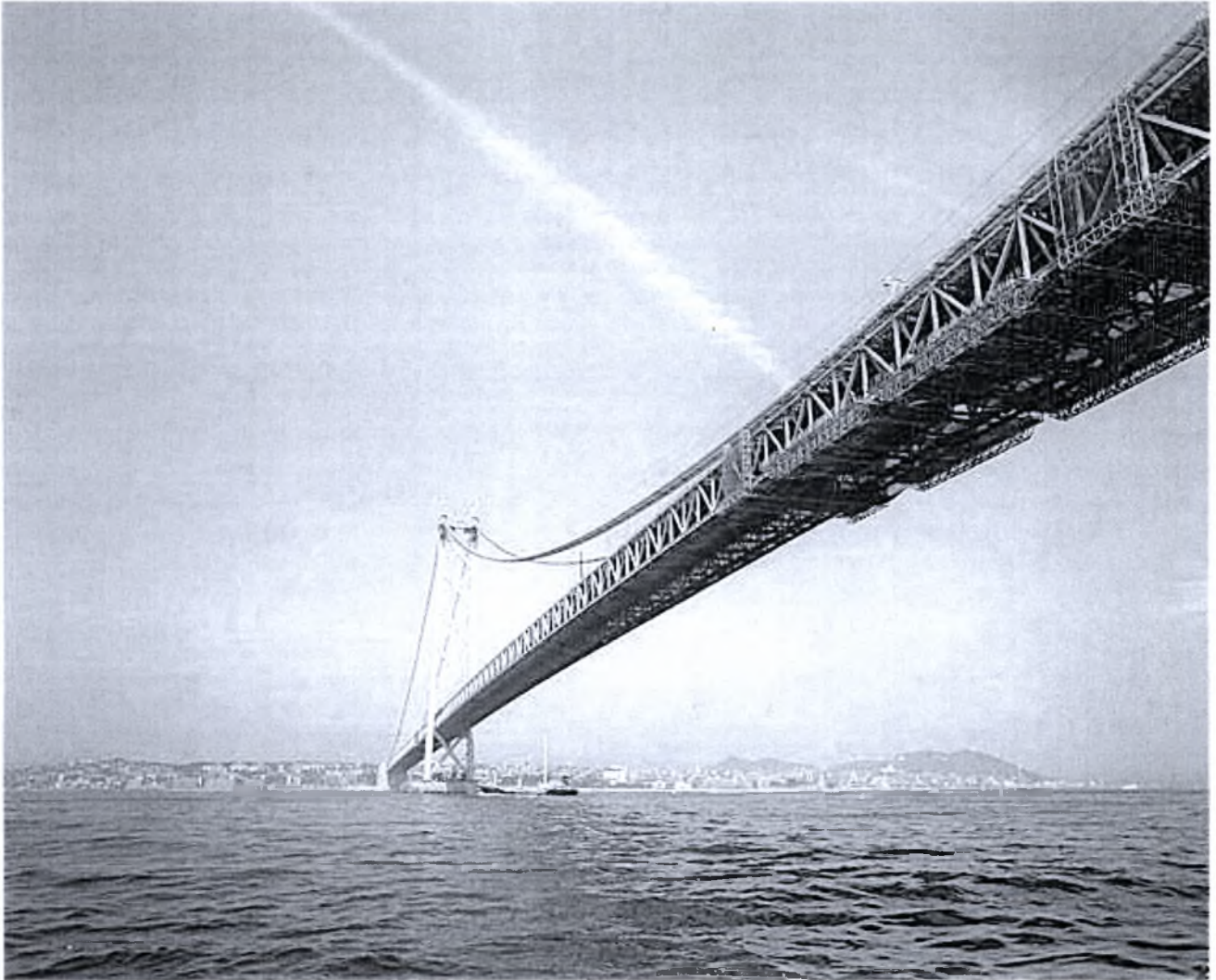
Η κατασκευή γίνεται σε τρία μέτωπα για την αντιστάθμιση των φορτίων



Ανύψωση διατομής



Πάνω διακρίνονται οι δυο μεταλλικές σέλες του πυλώνα όπου πατάνε τα βασικά καλώδια



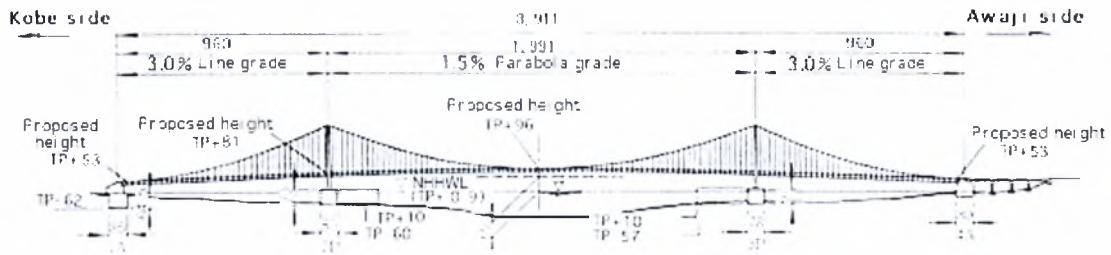
89.300 τόνους είναι το βάρος του καταστρώματος



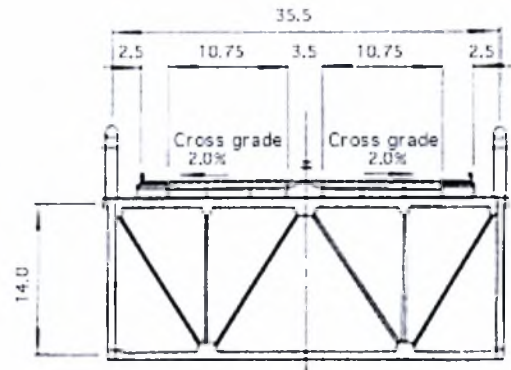
Περιθώριο για τα σκάφη 65 μέτρα



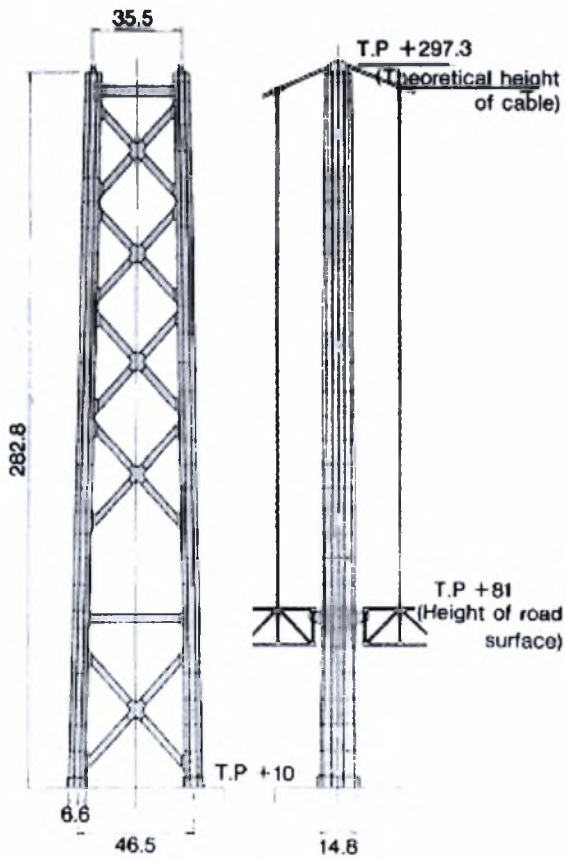
Το έργο ολοκληρώνεται το Μάη του 1998



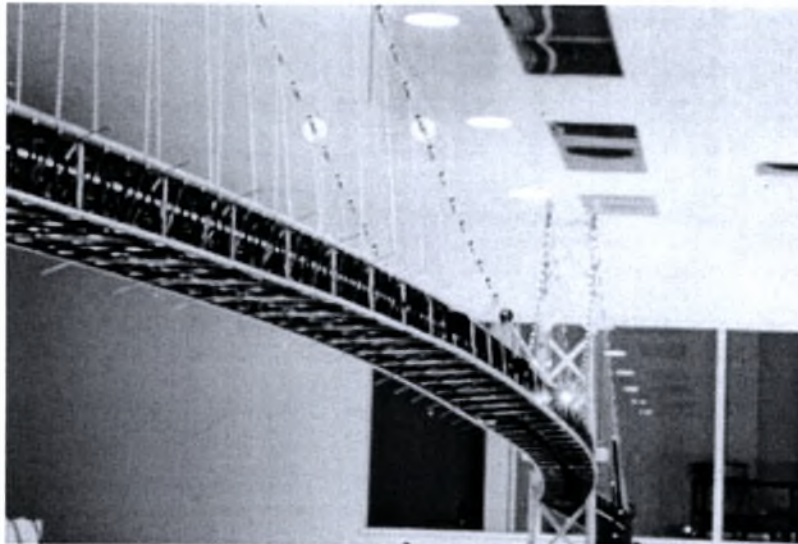
ΟΨΗ



ΤΟΜΗ ΚΑΤΑΣΤΡΩΜΑΤΟΣ

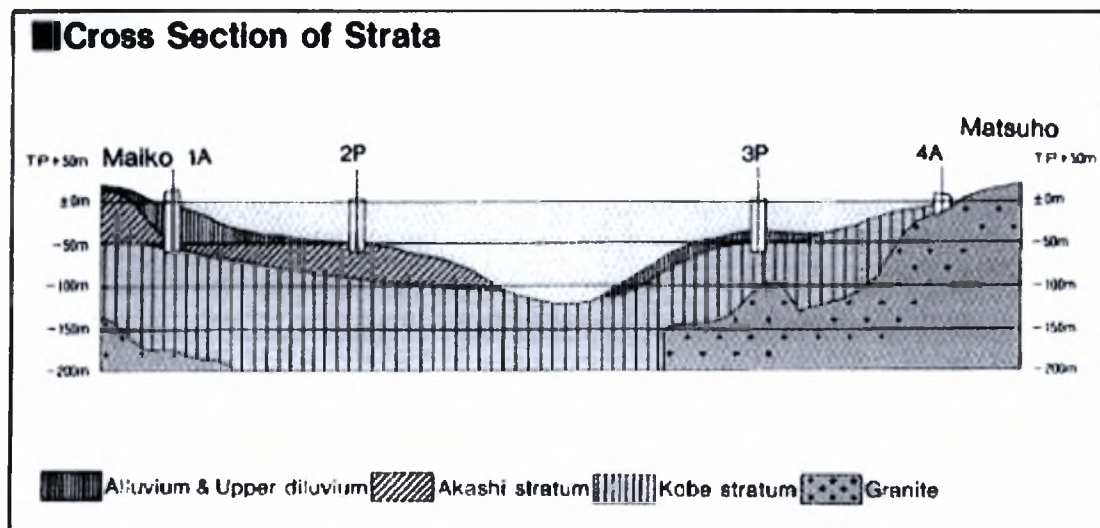


ΟΨΗ & ΤΟΜΗ ΠΥΛΩΝΑ



Κλίμακα 1/100

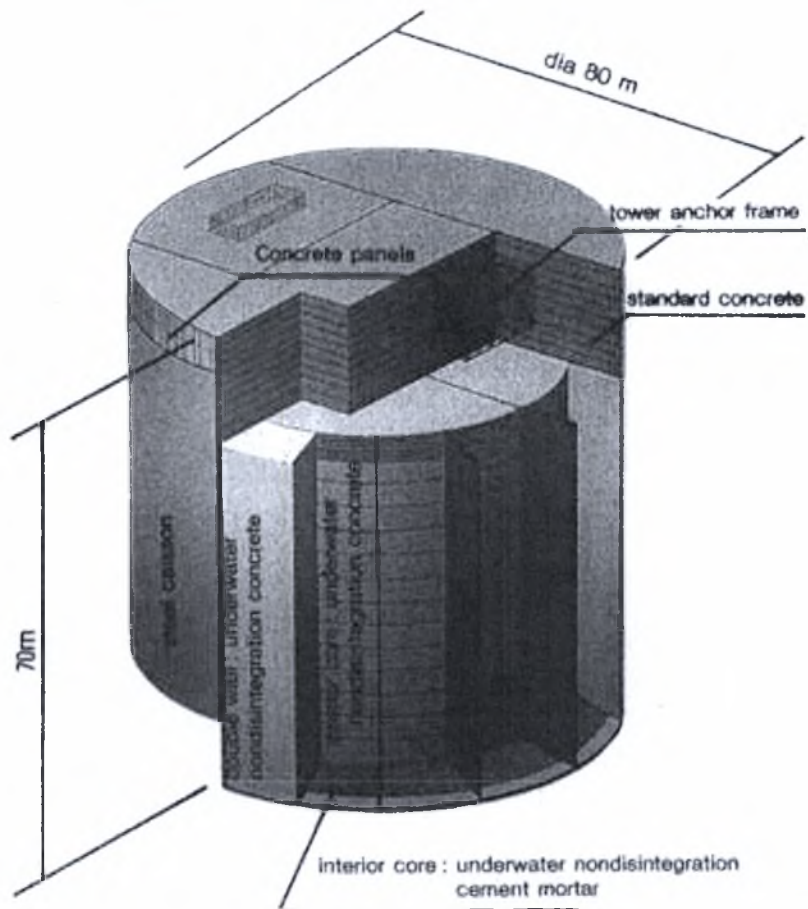
Η γέφυρα έχει σχεδιασθεί σε άνεμο 288 Km/h και για σεισμό εντάσεως μέχρι και 8,5 Richter



Γεωλογική τομή



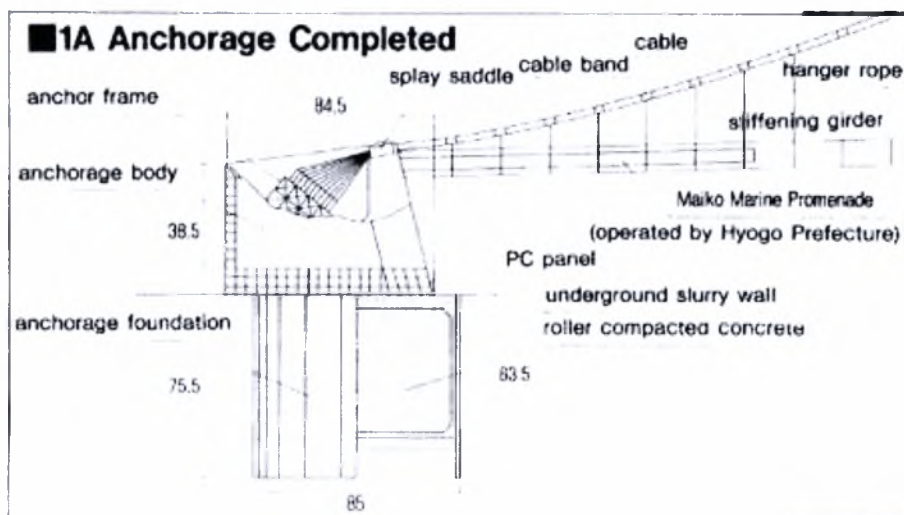
■ Foundation of the 2P tower



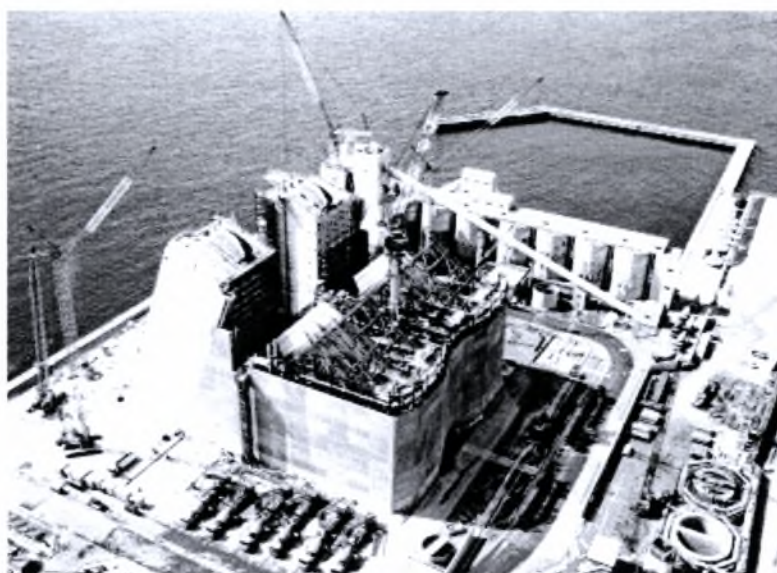
Θεμέλιο πλώνα (αριστερά όπως βλέπουμε στην όψη). Αποτελείται από 355.000 κυβικά μέτρα σκυροδέματος και 15.800 τόνους χάλυβα οπλισμού.



Θεμέλιο στο αγκυροβόλι 1A (αριστερά όπως βλέπουμε στην όψη)



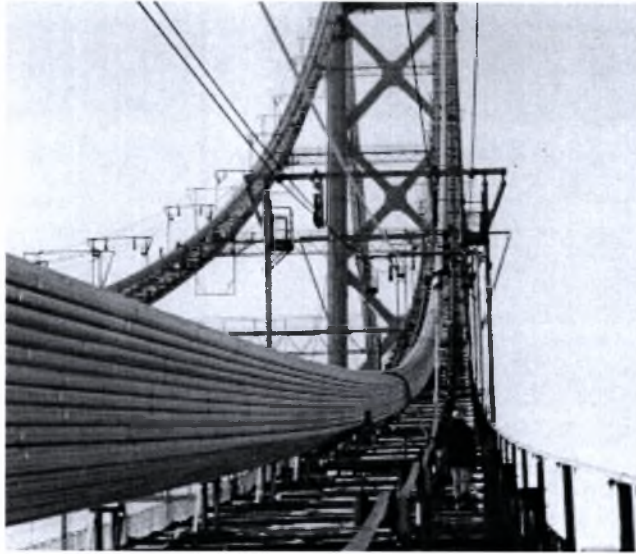
Αγκυροβόλι 1A (αριστερά όπως βλέπουμε στην όψη)



Κατασκευή στο αγκυροβόλι 1Α. Απαιτήθηκαν 140.000 κυβικά μέτρα σκυροδέματος για το σώμα του



Κατασκευή πλώνα

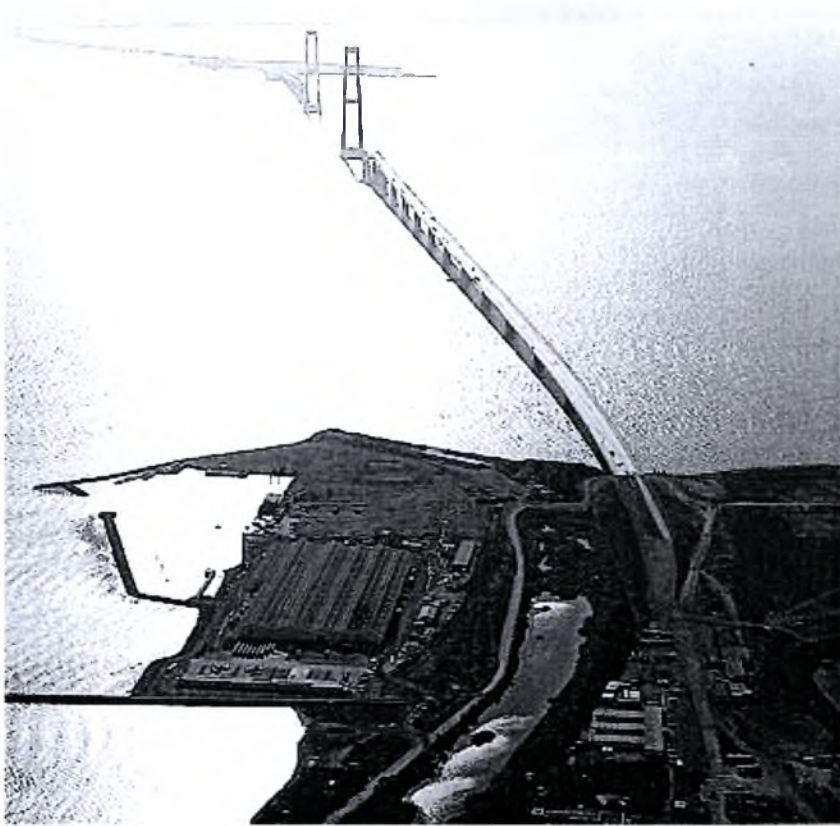


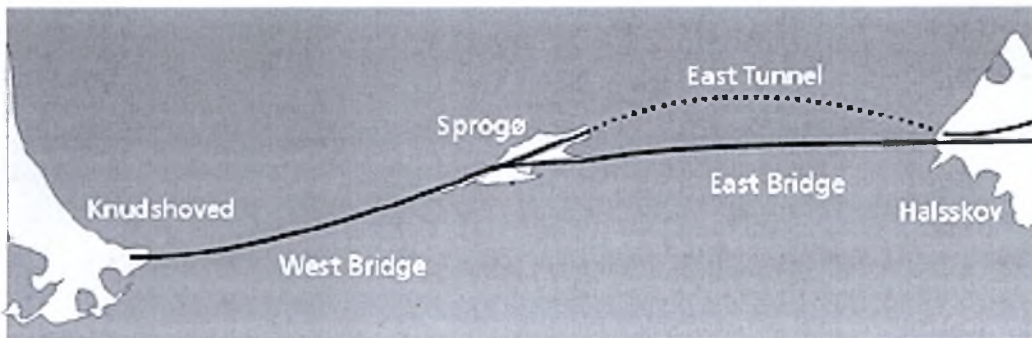
Το βασικό καλώδιο διαμέτρου 112 εκατοστών. Αποτελείται από 290 σκέλη και κάθε σκέλος έχει 127 συρματόσχοινα διαμέτρου 0,52 εκατοστών το συρματόσχοινο. Περίπου 300.000 χιλιόμετρα είναι το συνολικό μήκος των συρματόσχοινων των δυο βασικών καλωδίων.



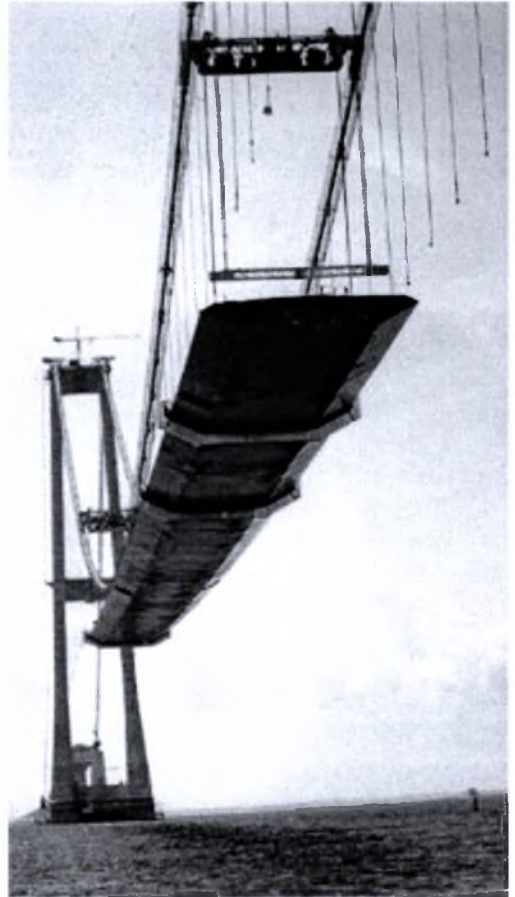


Great Belt (East) Bridge





Σχ.1



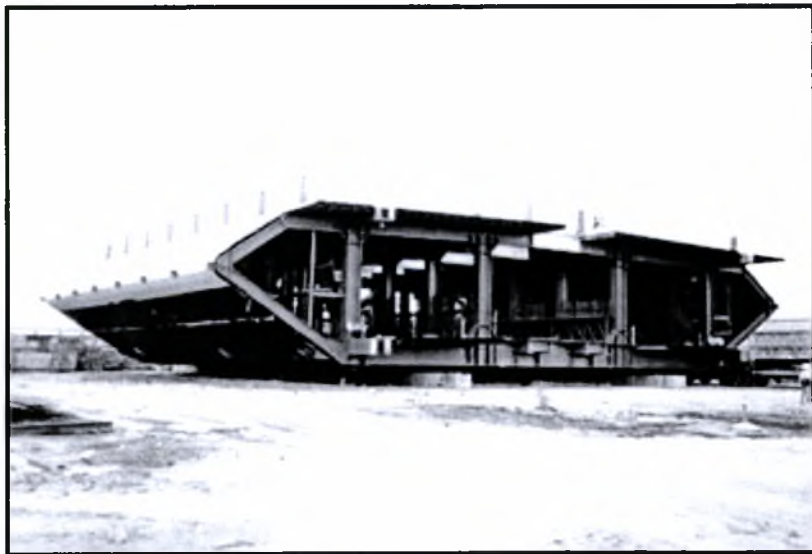
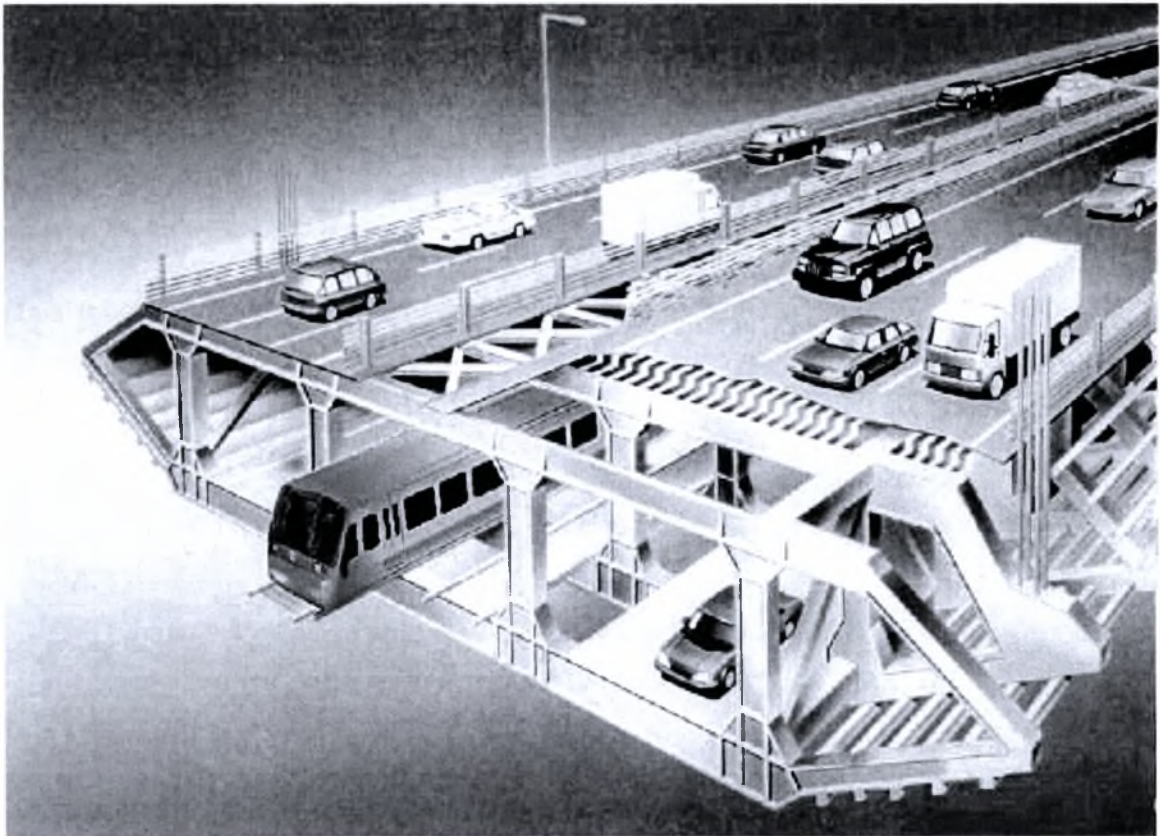


Η κρεμαστή γέφυρα Great Belt ή αλλιώς East bridge βρίσκεται στη Σκανδιναβία και είναι δεύτερη παγκοσμίως σε κεντρικό άνοιγμα. Συγκεκριμένα βρίσκεται στη Δανία στη Βαλτική θάλασσα μεταξύ του νησιού Sprogø και της περιοχής Halskøen της Ζηλανδίας (σχ.1). Ονομάζεται και East bridge επειδή βρίσκεται από την ανατολική πλευρά του νησιού ενώ από τη δυτική μια ακόμη γέφυρα το συνδέει με την περιοχή του Knudshoved, η οποία ονομάζεται West bridge. Από την ανατολική πλευρά του νησιού Sprogø εκτός από τη Great Belt bridge υπάρχει και ένα υποθαλάσσιο τούνελ που έχει την ίδια αρχή και πέρας με την ανατολική γέφυρα. Η δυτική γέφυρα είναι 6.611 μέτρα και εξυπηρετεί οδικός και σιδηροδρομικός την κυκλοφορία μοιράζοντας το σιδηρόδρομο στο τούνελ των 8.024 μέτρων και τον αυτοκινητόδρομο στην ανατολική γέφυρα που είναι 6.700 μέτρα από τα οποία τα 2.700 είναι η γέφυρα αναστολής με 1.624 μέτρα κεντρικό άνοιγμα και 538 μέτρα πλαϊνά τμήματα. Αποτέλεσμα του μεγάλου αυτού έργου είναι το πέρασμα από το Knudshoved στο Halskøen μέσω του νησιού Sprogø να γίνεται σε 15 λεπτά ενώ στο παρελθόν χρειαζόταν 2 ώρες με το πορθμείο. Η κρεμαστή γέφυρα Great Belt έχει μεταλλικό κατάστρωμα κιβωτοειδούς διατομής, πλάτους 48,2 μέτρων και 8 συνολικών λωρίδων κυκλοφορίας, 4 για κάθε κατεύθυνση, το οποίο συγκρατείται από 2 βασικά καλώδια. Τα βασικά καλώδια πατούν στους υψηλούς πυλώνες από οπλισμένο σκυρόδεμα των 254 μέτρων όπου οι πυλώνες με τη σειρά τους διαβιβάζουν τα φορτία τους στα θεμέλια επιφάνειας 2.730 τετραγωνικών μέτρων, (78*35) και 27 μέτρων βάθους. Περίπου 500.000 τόνων σκυροδέματος και 88.000 τόνων χάλυβα απαιτήθηκαν μόνο για την κρεμαστή γέφυρα. Όλο το έργο σχεδιάστηκε από την τεχνική εταιρία Cowiconsult και η κατασκευή ξεκίνησε το 1988 για να λάβει τέλος στις 14 Ιουνίου το 1998.

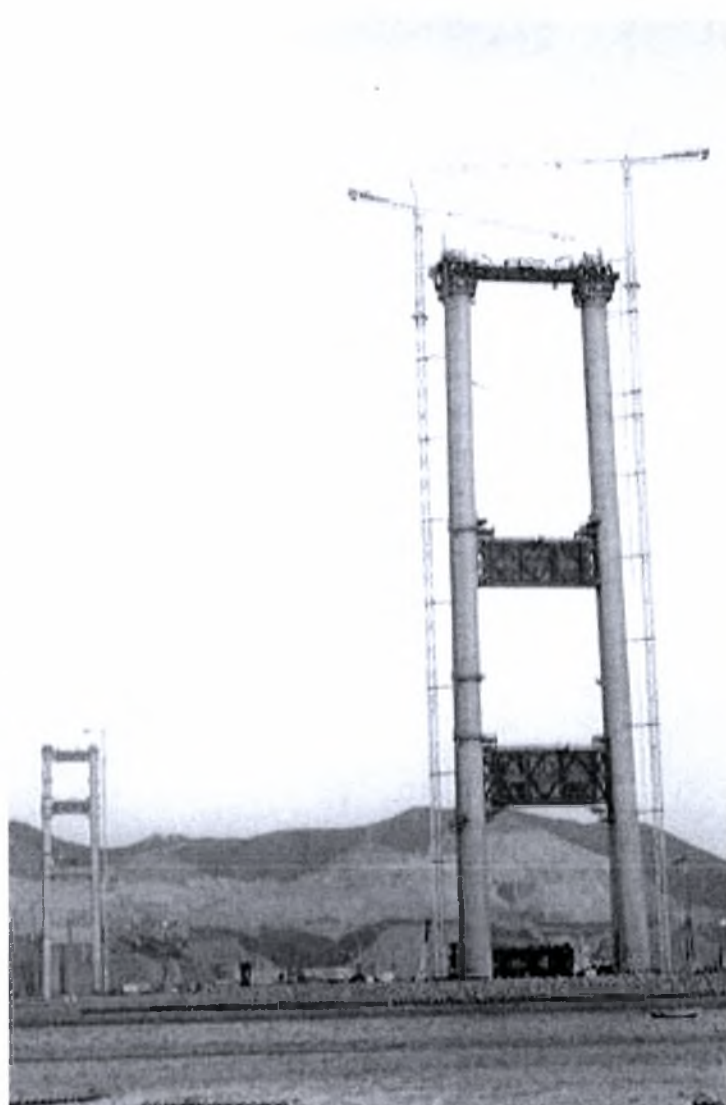


Tsing Ma Bridge

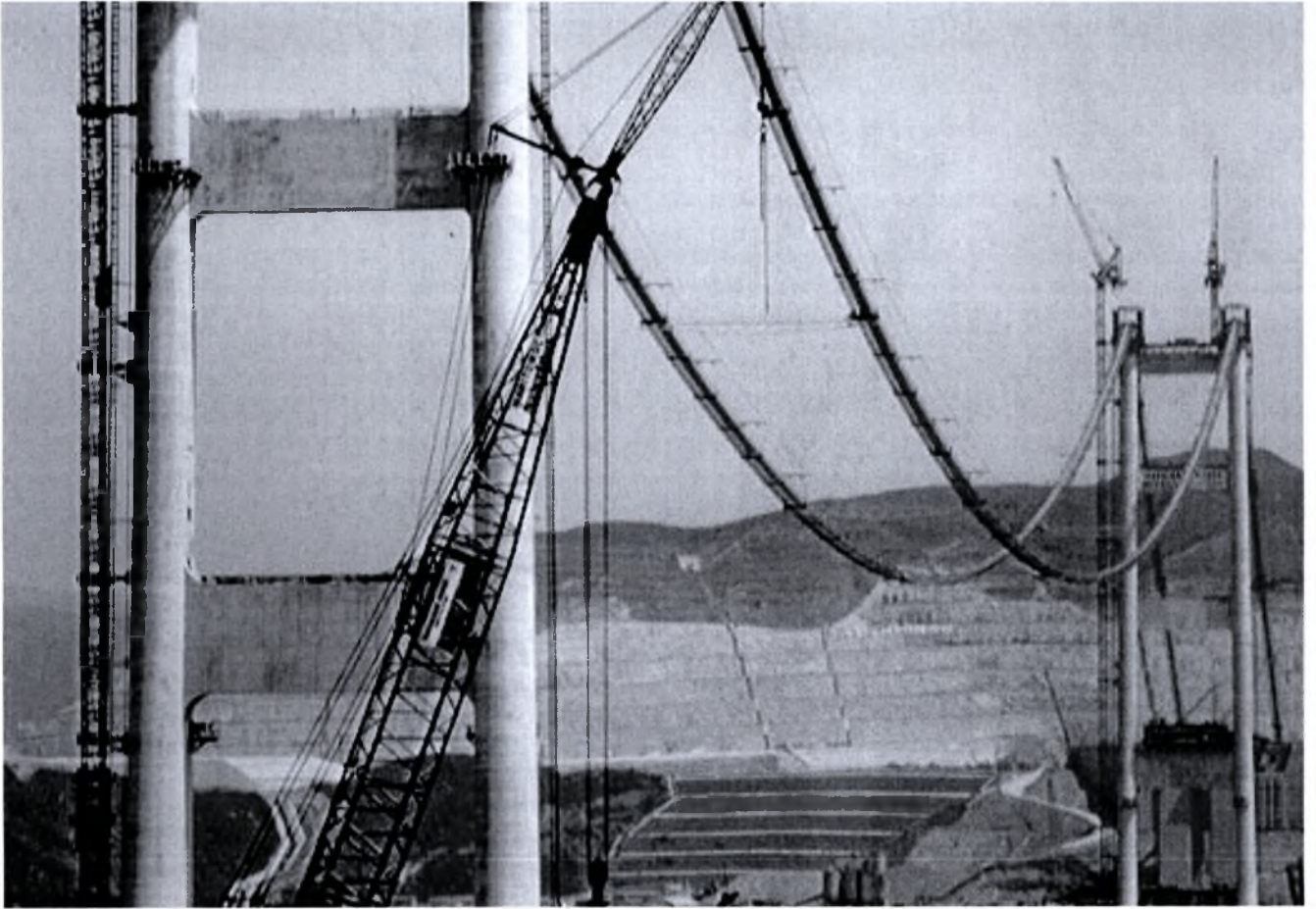




Μια από τις 120 διατομές της γέφυρας με διαστάσεις 41-18-7,8 μέτρα και βάρους 500 τόνων



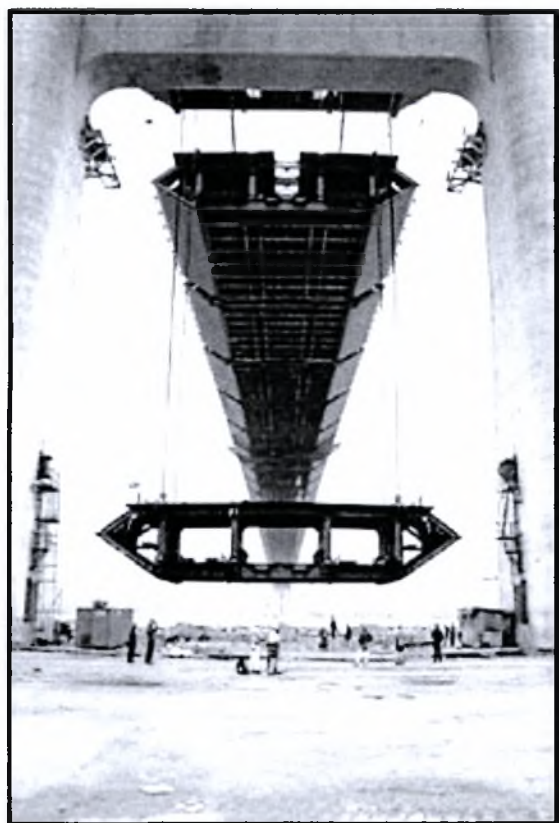
Οι δυο υψηλοί από σκυρόδεμα πυλώνες 206 μέτρων

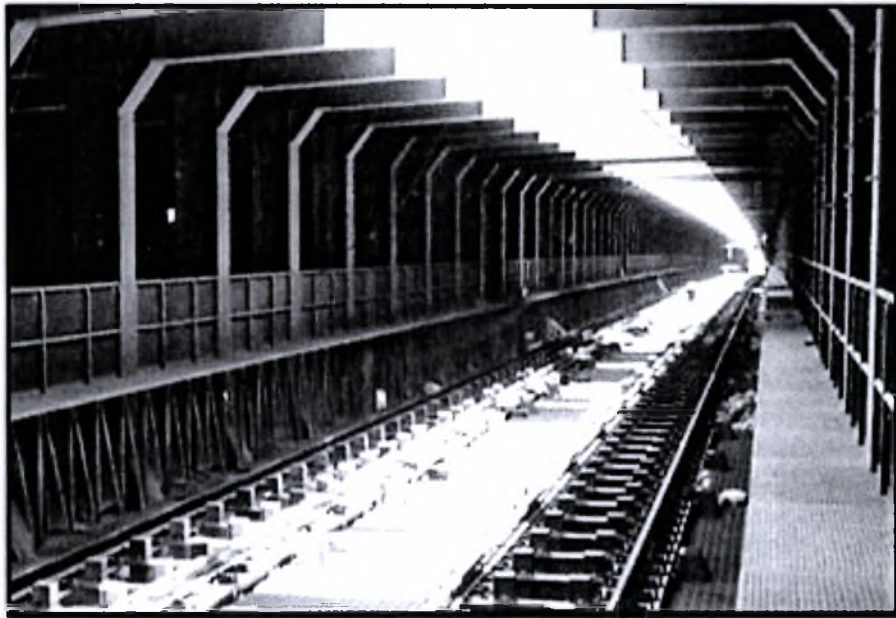


Οι πυλώνες με τα δυο βασικά καλώδια διαμέτρου 110 εκατοστών και βάρους 14.500 τόνων έκαστο



Ελεύθερο ύψος για τα σκάφη 62 μέτρα





Ο εσωτερικός σιδηρόδρομος



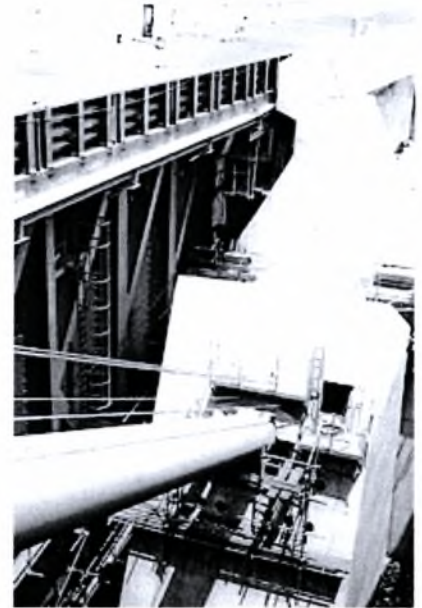
Τα 80 σκέλη του βασικού καλωδίου έξω από το καλώδιο. Σε κάθε σκέλος υπάρχουν 413 συρματόσχοινα διαμέτρου 5,38 χιλιοστά έκαστο. Το εξαγωνικό αντικείμενο στο πάνω μέρος είναι ο υδραυλικός σφικτήρας συμπίεσης καλωδίων.

Τα 80 σκέλη του βασικού καλωδίου που αγκυρώνονται πάνω στο αγκυροβόλι.





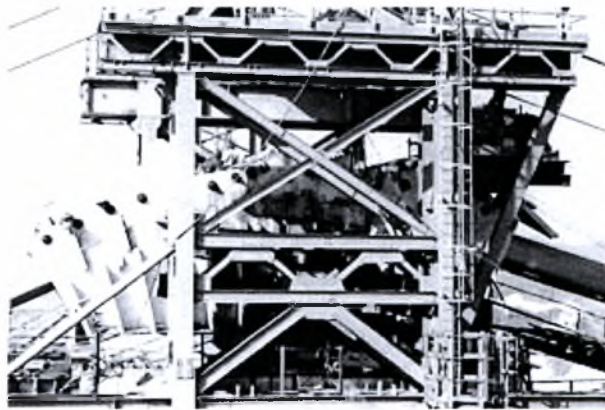
Εξωτερική όψη των αιθουσών των καλωδίων



Ο βοηθητικός διάδρομος πλάτους τεσσάρων μέτρων για την κατασκευή αλλά και για τη συντήρηση στο μέλλον του βασικού καλωδίου



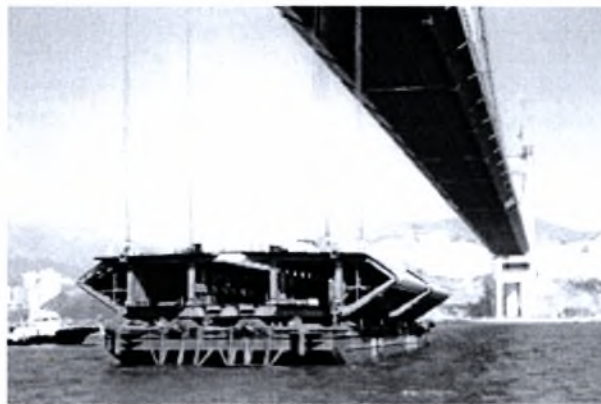
Το βασικό καλώδιο περνώντας μέσα από τη σέλα πάνω από τον πυλώνα



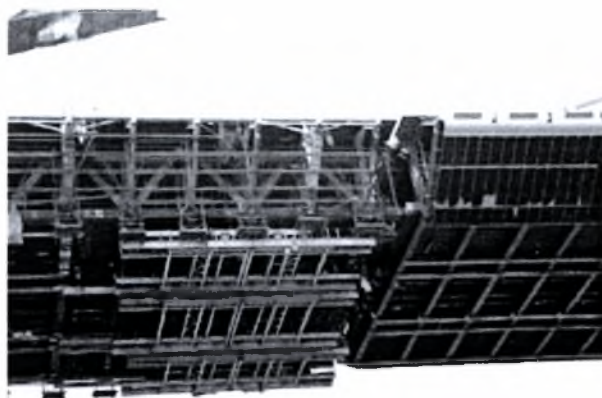
Η μεταλλική σέλα που ζυγίζει περίπου 500 τόνους
Κάθε πυλώνας έχει 2 μεταλλικές σέλες, μια για κάθε καλώδιο



Τα κρέμαστρα έτοιμα να δεχθούν τις διατομές



Ανύψωση διατομής



Μια απόκλιση 50 εκατοστών από την τελική σύνδεση

Η αναρτημένη γέφυρα Tsing Ma βρίσκεται στο Hong Kong της Κίνας και συνδέει την πόλη Tsing Yi με την πόλη Ma Wan διασχίζοντας το κανάλι Lantau Fixed. Έχει συνολικό μήκος 2.200 μέτρα με κεντρικό άνοιγμα 1.377 μέτρα. Η μελέτη έγινε από το μηχανικό Mott Mac Donald και η κατασκευή άρχισε το Μάιο του 1992 και ολοκληρώθηκε το Μάιο του 1997.

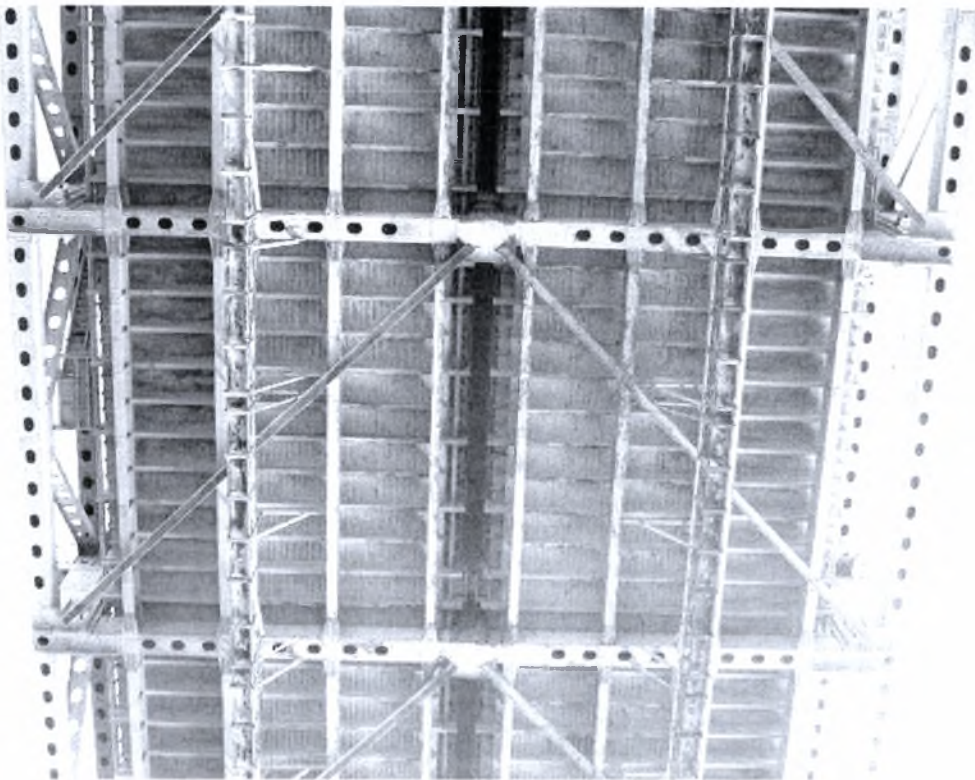


Verrazano Narrows Bridge

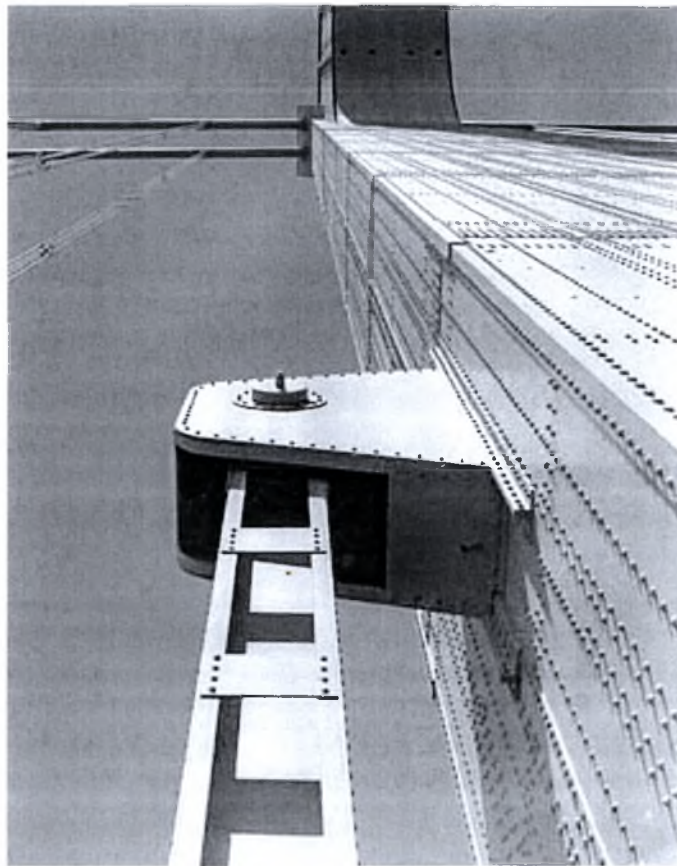




75 μέτρα είναι το ελεύθερο ύψος για τη ναυσιπλοΐα



53.000 τόνους είναι το βάρος του καταστρώματος





Οι μεταλλικοί πυλώνες έχουν ύψος 229 μέτρα και βάρος 27.000 τόνους έκαστος



Η αναρτημένη γέφυρα Verrazano είναι τοποθετημένη στη Νέα Υόρκη συνδέοντας το Brooklyn με το νησί Staten. Πήρε το όνομα του Giovanni Verrazano Ιταλού εξερευνητή που ανακάλυψε το λιμάνι της Νέας Υόρκης και την ανατολική ακτή της βόρειας Αμερικής το 1524. Έως ότου κατασκευαστεί η γέφυρα οι μόνες συνδέσεις του νησιού με την Νέα Υόρκη ήταν με το πορθμείο.

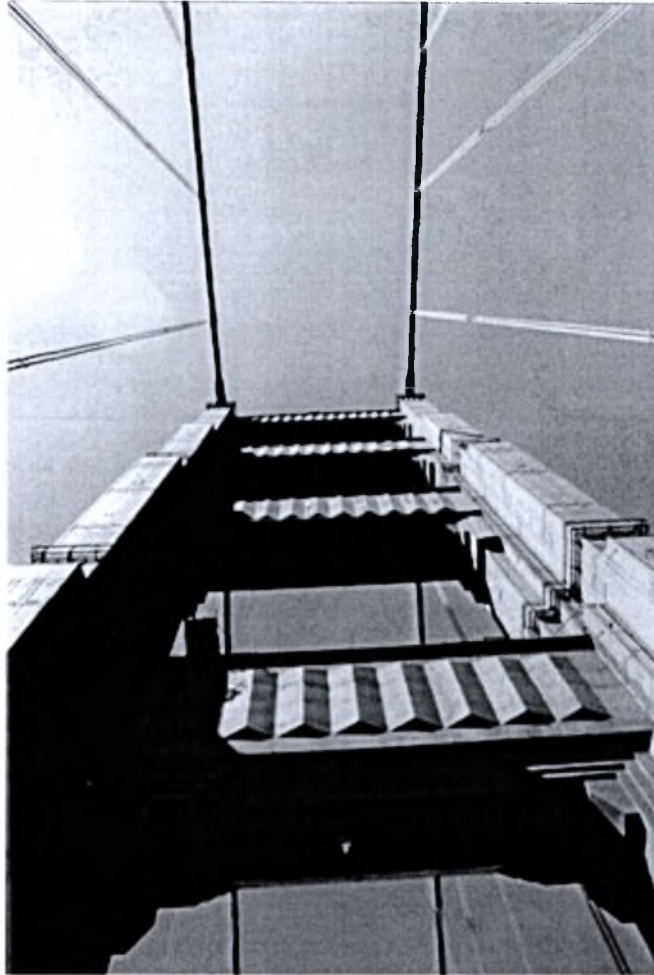
Έχει έκταση 2.208 μέτρα με κεντρικό άνοιγμα 1.298 μέτρα και πλαϊνά από 455 μέτρα. Έχει διπλό μεταλλικό κατάστρωμα πλάτους 34 μέτρων έξι λωρίδων κυκλοφορίας το κάθε πάτωμα. Οι εποχιακές συστολές των καλωδίων αναγκάζουν το διπλό κατάστρωμα να είναι τέσσερα μέτρα χαμηλότερα το καλοκαίρι απ'ότι το χειμώνα. Τα καταστρώματα αναρτώνται από τέσσερα βασικά καλώδια διαμέτρου 91,5 εκατοστών. Κάθε βασικό καλώδιο αποτελείται από 61 σκέλη με κάθε σκέλος να έχει 428 συρματόσχοινα διαμέτρου 0,5 εκατοστών έκαστο. Το μήκος των συρματόσχοινων φτάνει τα 228.800 χιλιόμετρα. Το κάθε αγκυροβόλι έχει διαστάσεις, 100 μέτρων μήκους, 53 μέτρων πλάτους, 43 μέτρων ύψους και μαζί με τα θεμέλια τους και τα θεμέλια των πύργων χρειάστηκαν 700.000 κυβικά μέτρα σκυροδέματος.

Σχεδιάστηκε από τον Othmar H. Ammann ξεκινώντας την κατασκευή στις 13 Αυγούστου 1959 με ολοκλήρωση του πάνω καταστρώματος στις 21 Νοεμβρίου 1964 και ολοκλήρωση του κάτω στις 28 Ιουνίου 1969.



Golden Gate Bridge















Καθώς φτάνουμε στο κόλπο του San Francisco από τον Ειρηνικό Ωκεανό αντικρίζουμε τη μεταλλική γέφυρα Golden Gate που συνδέει το San Francisco με τη California. Το ολικό μαζί με τις προσεγγίσεις μήκος της γέφυρας είναι 2.963 μέτρα από τα οποία τα 2.128 μέτρα είναι η γέφυρα αναστολής με κεντρικό άνοιγμα 1.280 μέτρα και εκατέρωθεν πλευρικά από 424 μέτρα. Έχει πλάτος 29,7 μέτρα, με πλάτος οδοστρώματος 20,5 μέτρα και πλάτος πεζοδρομίου 3,5 μέτρα ενώ το κατάστρωμα βρίσκεται σε ύψος 73 μέτρα από το νερό. Τα 2 βασικά καλώδια έχουν μήκος 2.524 μέτρα και διάμετρο 92 εκατοστά το καθένα. Επίσης κάθε βασικό καλώδιο αποτελείται από 27.572 συρματόσχοινα ενώ κρέμονται από αυτό 61 ορθοστάτες. Το συνολικό μήκος του συρματόσχοινου που χρησιμοποιήθηκε είναι 128.000 χιλιόμετρα. Το φορτίο που μεταβιβάζουν τα καλώδια στο κάθε πυλώνα, ύψους 247 μέτρων και 22.200 τόνων, είναι 61.500 τόνοι.

Το κατάστρωμα της γέφυρας μπορεί να δεχθεί μετακινήσεις της τάξης των 9 μέτρων ώστε να μπορεί να αντισταθεί σε μεγάλους διάρκειας ισχυρούς σεισμούς καθώς και σε ανέμους ταχύτητας 180 χιλιομέτρων την ώρα.

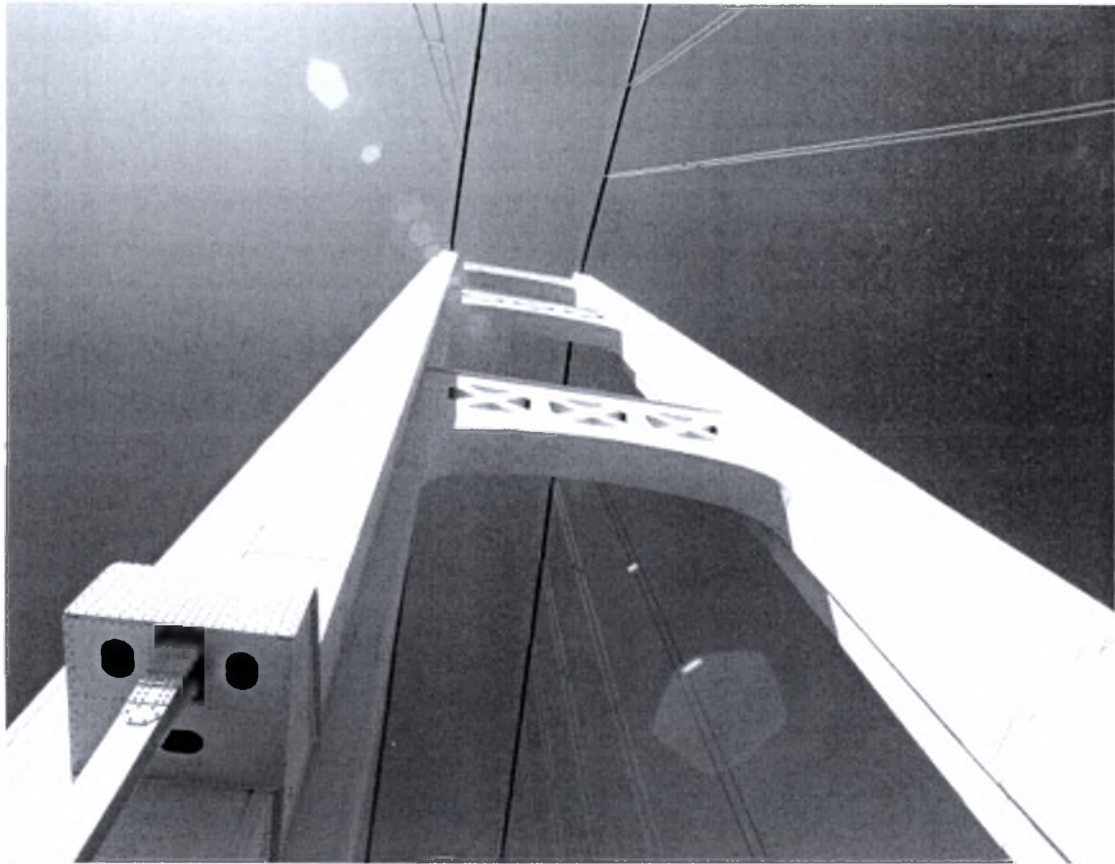
Οι κύριοι μηχανικοί του έργου ήταν οι, Joseph Strauss και Charles Ellis. Η κατασκευή της ξεκινά στις 5 Ιανουαρίου το 1933 και στις 27 Μάη 1937 η γέφυρα δίδεται στην κυκλοφορία για τους πεζούς ενώ στις 28 Μάη του 1938 ανοίγει η οδική κυκλοφορία.



Mackinac Bridge







Ο πυλώνας ύψους 182 μέτρων

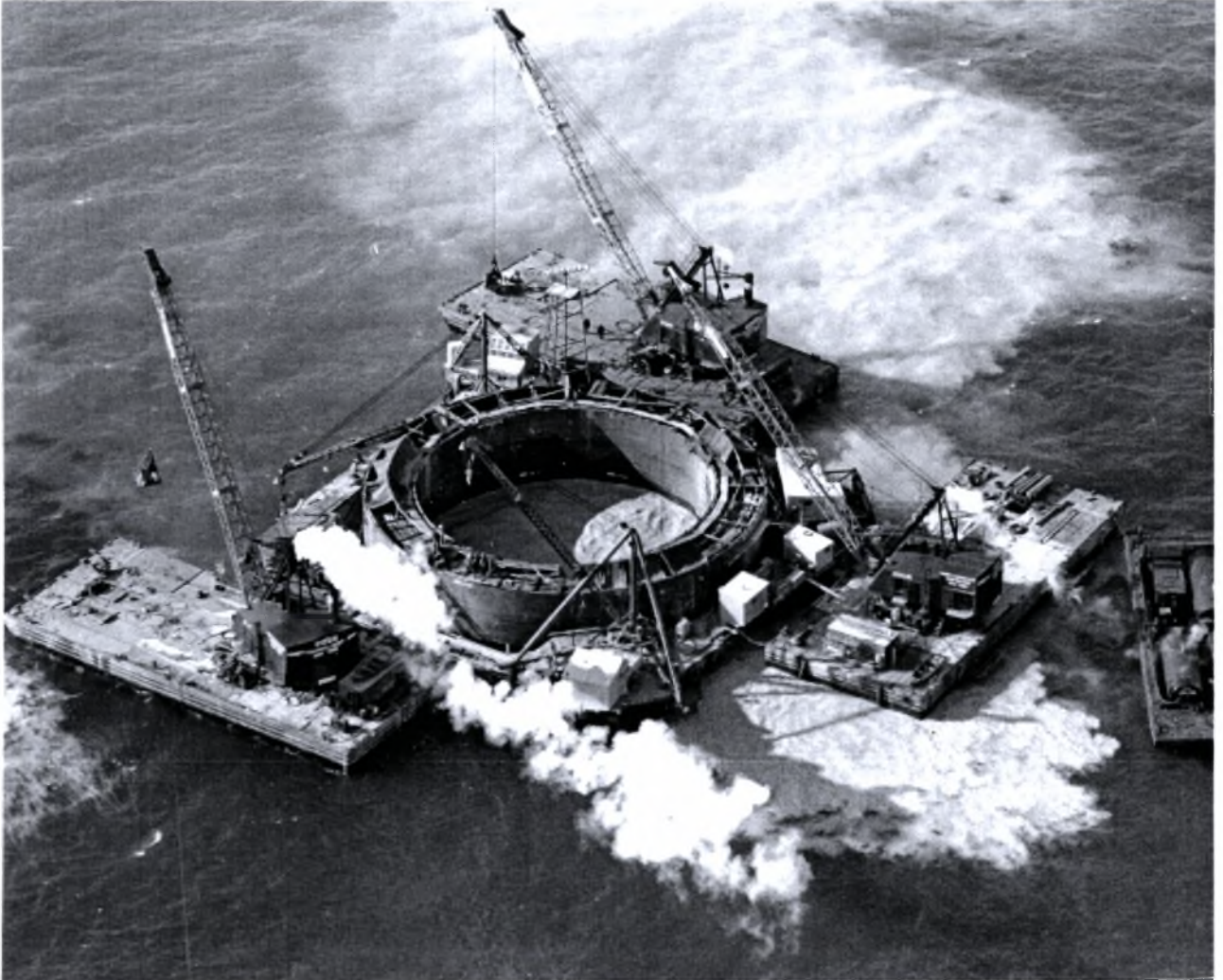




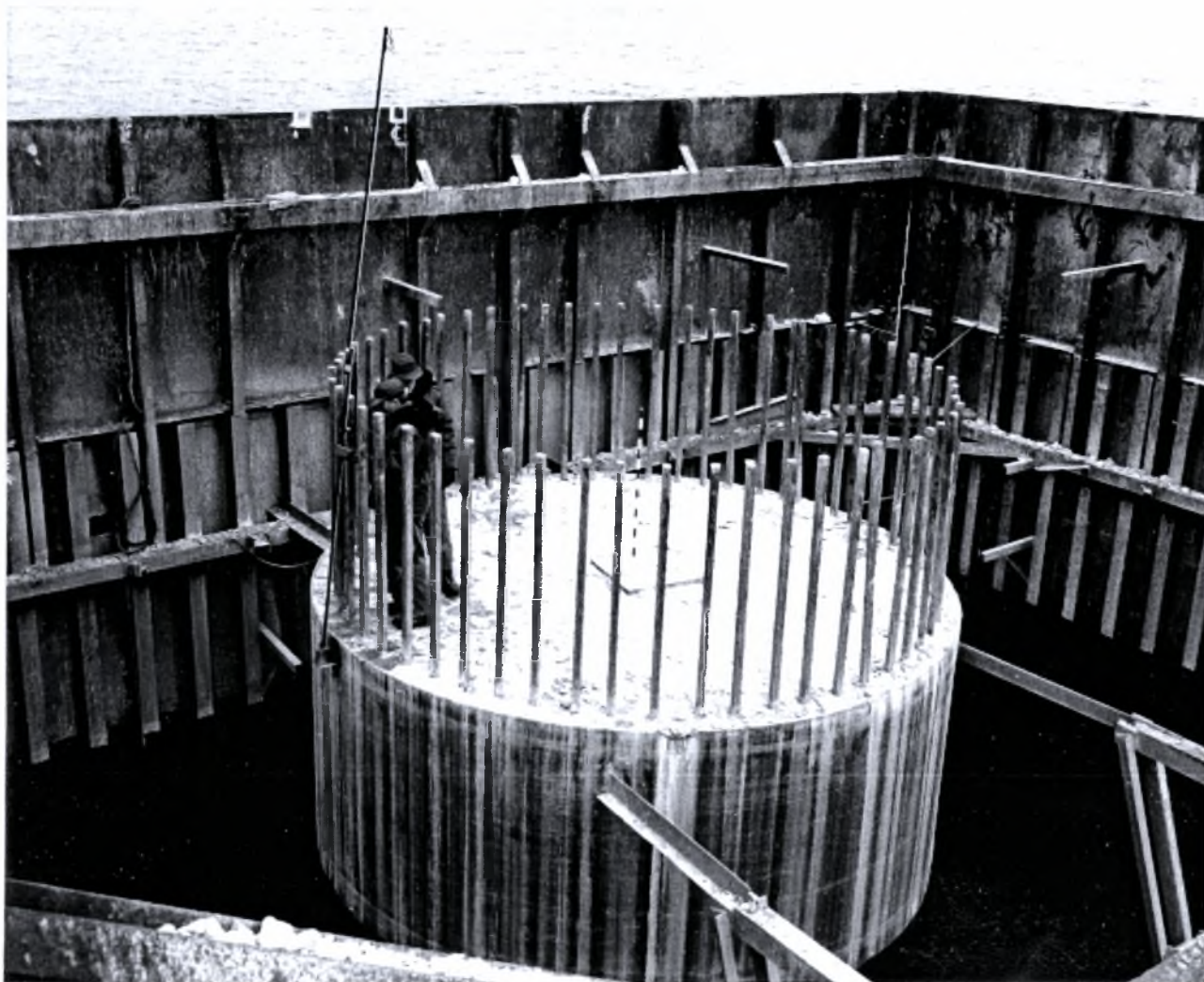
Ελεύθερο ύψος για τα σκάφη 51 μέτρα



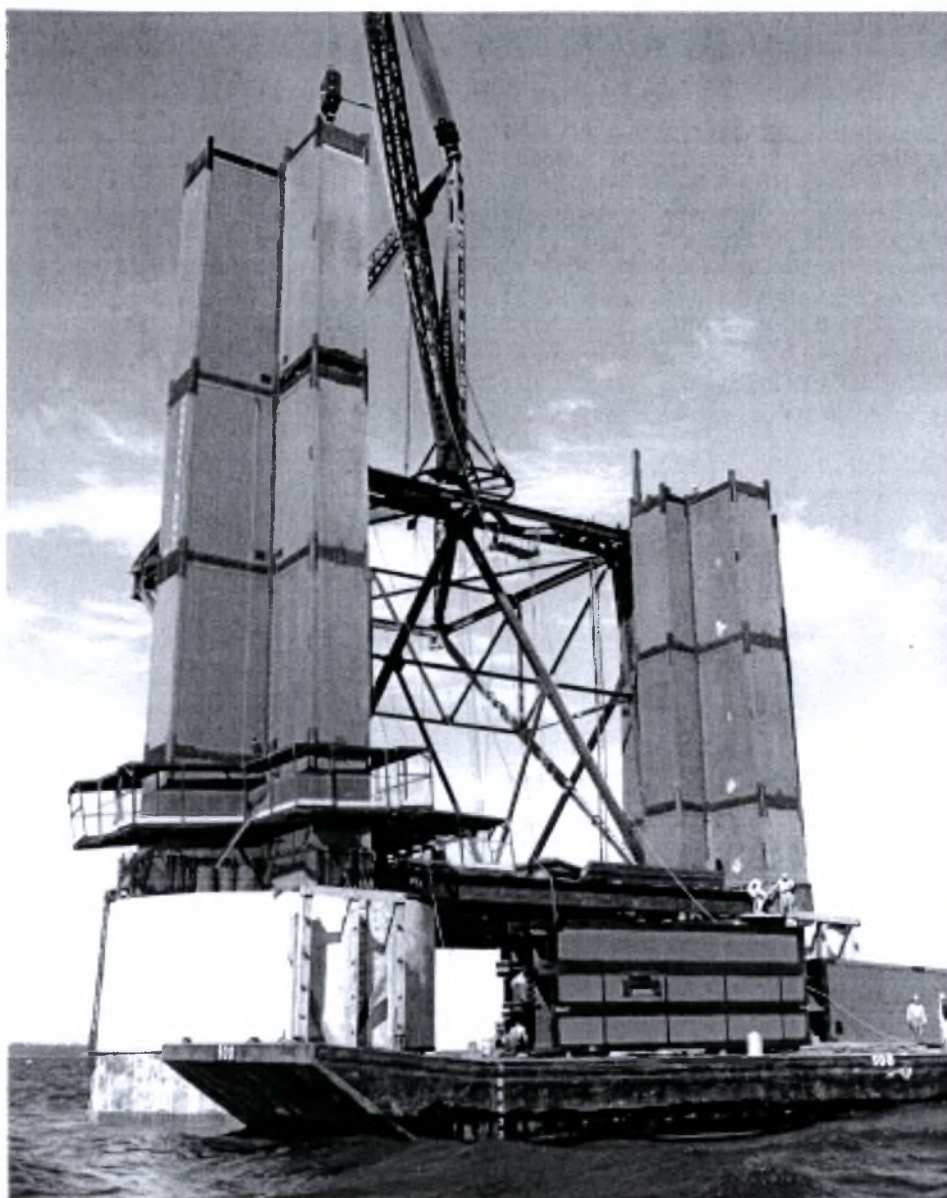
Συντήρηση βασικού καλωδίου



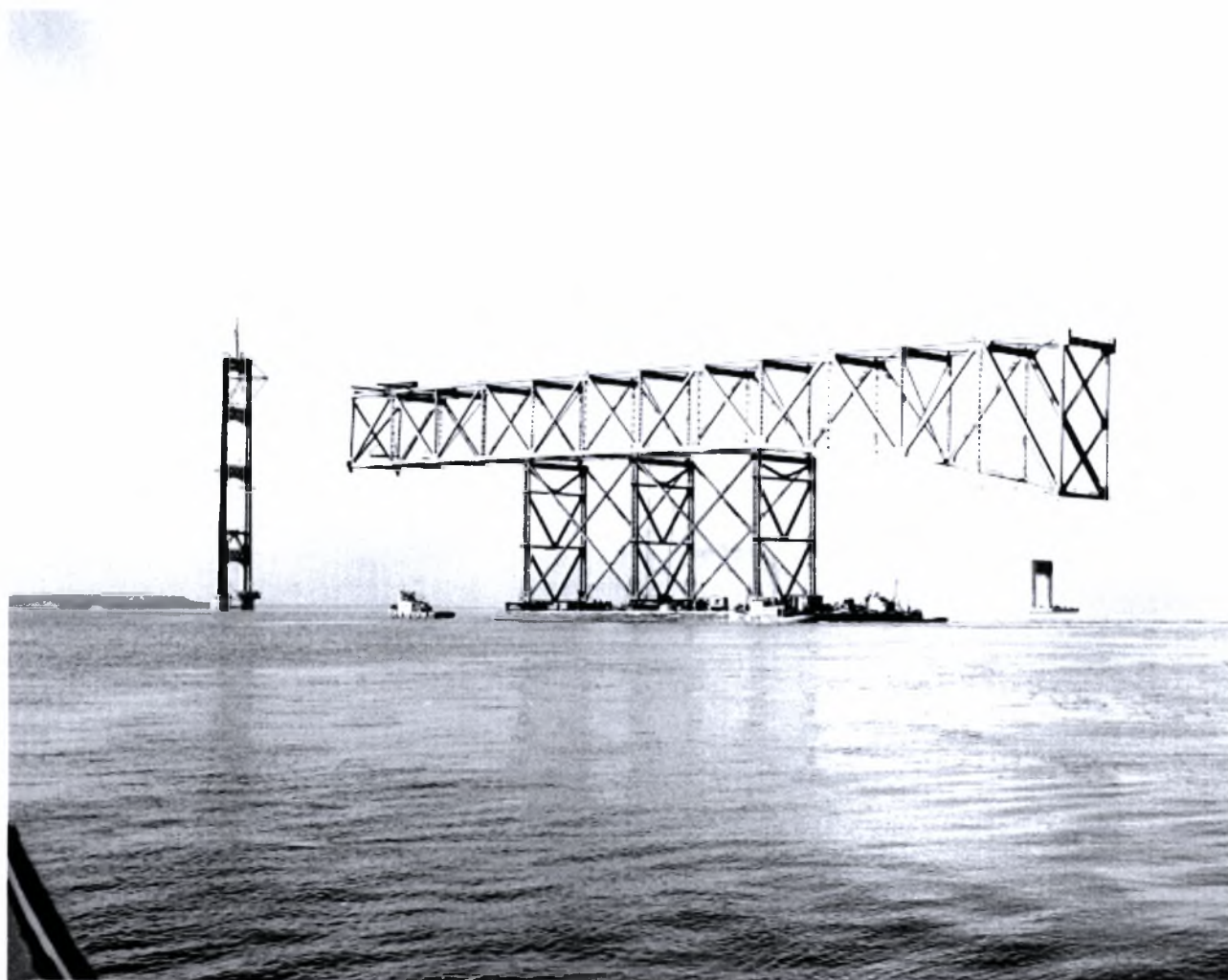
29 - 10 - 1954



Κατασκευή υποστυλώματος πλαϊνού ανοίγματος



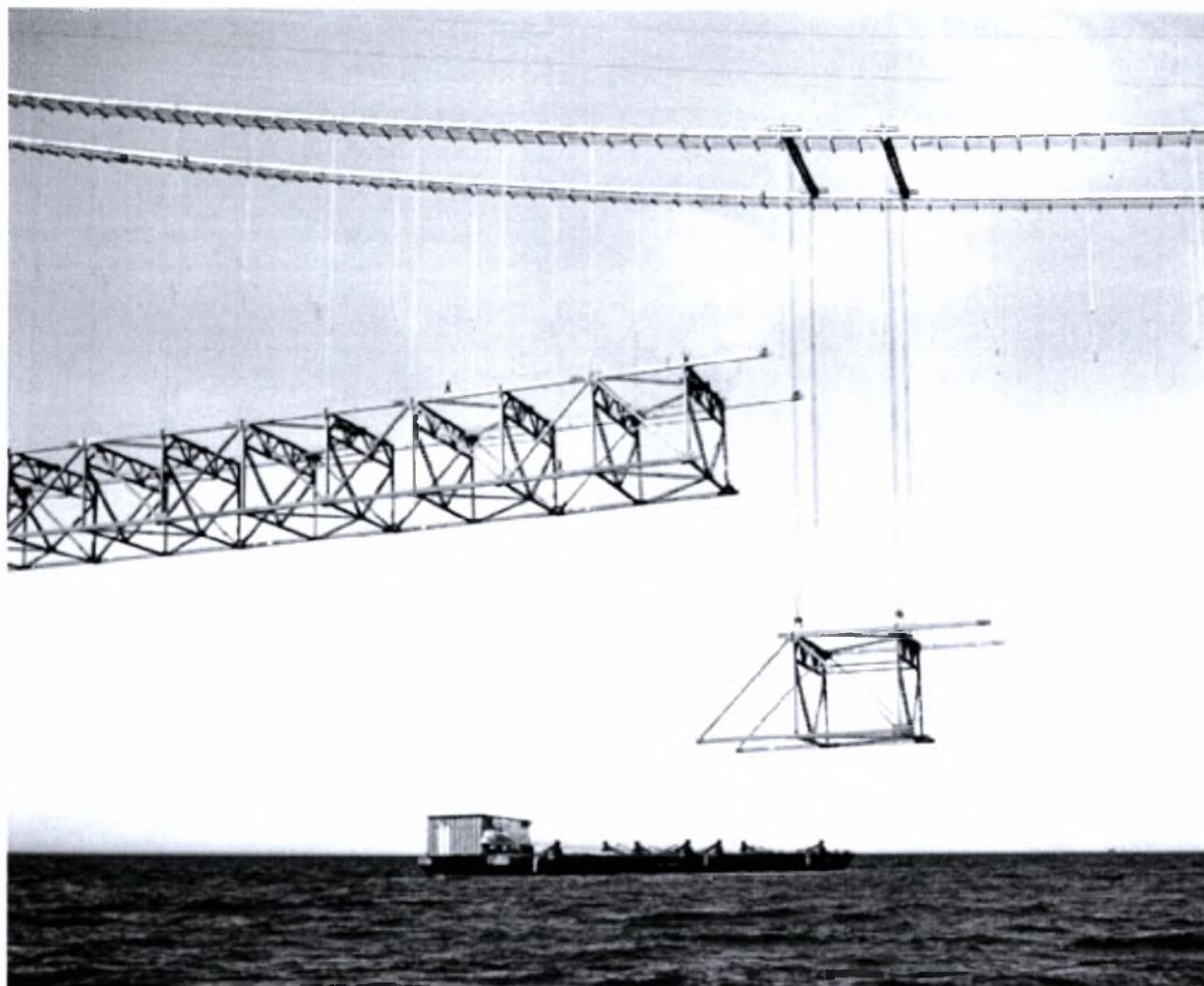
Κατασκευή πύλωνα – 9 Αυγούστου 1955



Κατασκευή πλαινών ανοιγμάτων – 18 Δεκεμβρίου 1955



Παράδοση ζευκτού με τη φορτηγίδα – 20 Ιουνίου 1957



Ανύψωση ζευκτού – 20 Ιουνίου 1957 – Ύψος ζευκτού 14,5 μέτρα



Στη περιοχή Mackinaw των Ηνωμένων Πολιτειών είναι τοποθετημένη η αναρτημένη γέφυρα Mackinac καθώς συνδέει τις άνω με κάτω χερσονήσους του Michigan που απέχουν 8.702 μέτρα, όπου η λίμνη Michigan και η λίμνη Huron συναντιούνται. Είναι μια οδογέφυρα μεταλλικού καταστρώματος με μορφή δικτυώματος και μεταλλικών πυλώνων. Το μήκος της γέφυρας μαζί με τις προσεγγίσεις είναι 8.702 μέτρα αλλά μόνο τα 6.350 μέτρα είναι από χάλυβα. Από αυτά τα 2.842 μέτρα είναι η κρεμαστή γέφυρα με κεντρικό άνοιγμα 1.158 μέτρα. Τα 2 βασικά καλώδια της έχουν διάμετρο 62 εκατοστά και τα 12.580 συρματόσχοινα κάθε βασικού καλωδίου έχουν διάμετρο 0,5 εκατοστά ενώ το μήκος των συρματόσχοινων συνολικά είναι 67.200 χιλιόμετρα. Οι πυλώνες με τη σειρά τους έχουν ύψος 182 μέτρα πάνω και 69 μέτρα κάτω από το νερό.

Η κατασκευή της ξεκίνησε το Μάη του 1934 και τελείωσε το έτος 1957 με αρχιτέκτων μηχανικό τον David B. Steinman.



Minami Bisan-Seto Bridge







Στην διαδρομή Kojima-Sakaide της Ιαπωνίας συναντάμε ένα σύμπλεγμα 10 γεφυρών όπου 6 από αυτές διασχίζουν τη θάλασσα ενώ οι άλλες 4 βρίσκονται στη στεριά. Το συνολικό μήκος των 10 γεφυρών είναι 12,3 χιλιόμετρα, όπου τα 9,4 χιλιόμετρα βρίσκονται πάνω από τη θάλασσα ενώ τα υπόλοιπα 2,9 χιλιόμετρα βρίσκονται στη στεριά, δημιουργώντας μια ομάδα γεφυρών που ονομάζεται Seto Ohashi. Η πρώτη από την ομάδα των 6 είναι μια αναρτημένη γέφυρα και ονομάζεται Minami Bisan Seto και βρίσκεται μεταξύ του νησιού Mitsugoshima και της πόλης Sakaide. Είναι η μακρύτερη των άλλων έχοντας μήκος 1.723 μέτρα με κεντρικό 1.100 μέτρα. Όλες οι γέφυρες έχουν διπλό κατάστρωμα όπου στο πάνω είναι αυτοκινητόδρομος από 2 λωρίδες για κάθε κατεύθυνση και στο κάτω σιδηρόδρομος από 2 γραμμές για κάθε κατεύθυνση.

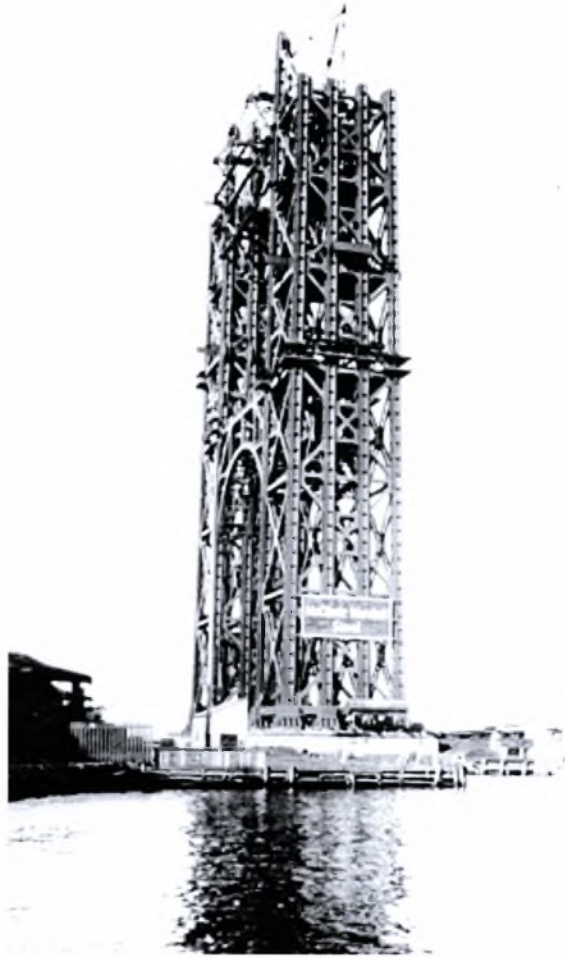
Ο σχεδιασμός και η μελέτη των 10 γεφυρών έγινε από την Honshu-Shikoku Bridge Authority και δόθηκε στην κυκλοφορία τον Απρίλιο του 1988.

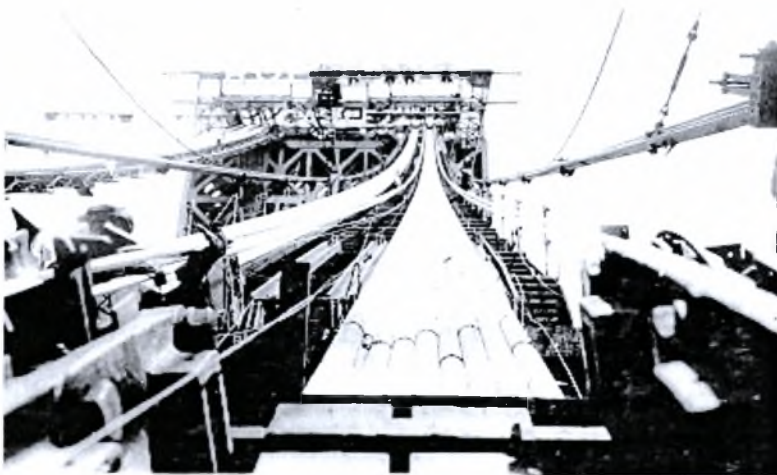


George Washington Bridge



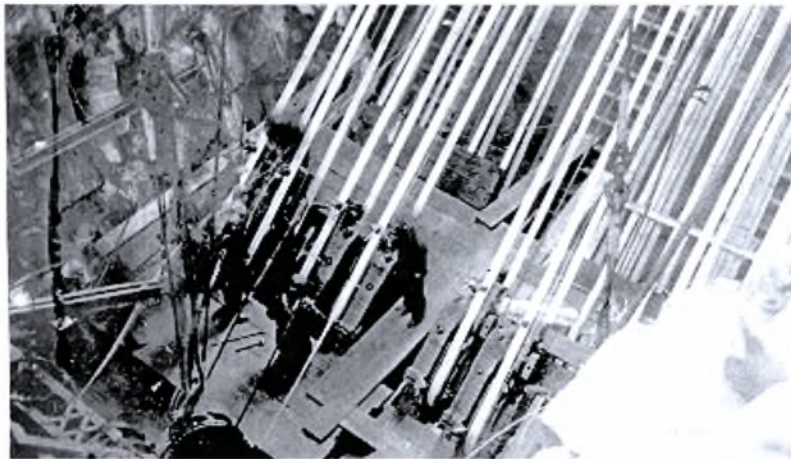




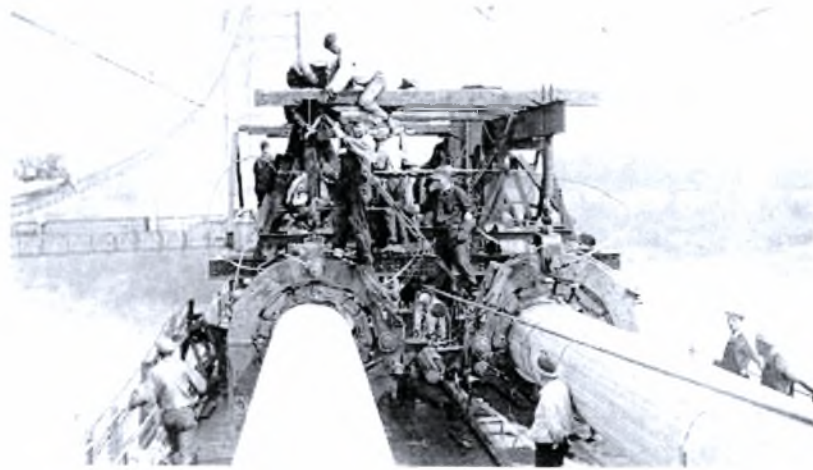




Διάβαση πεζών

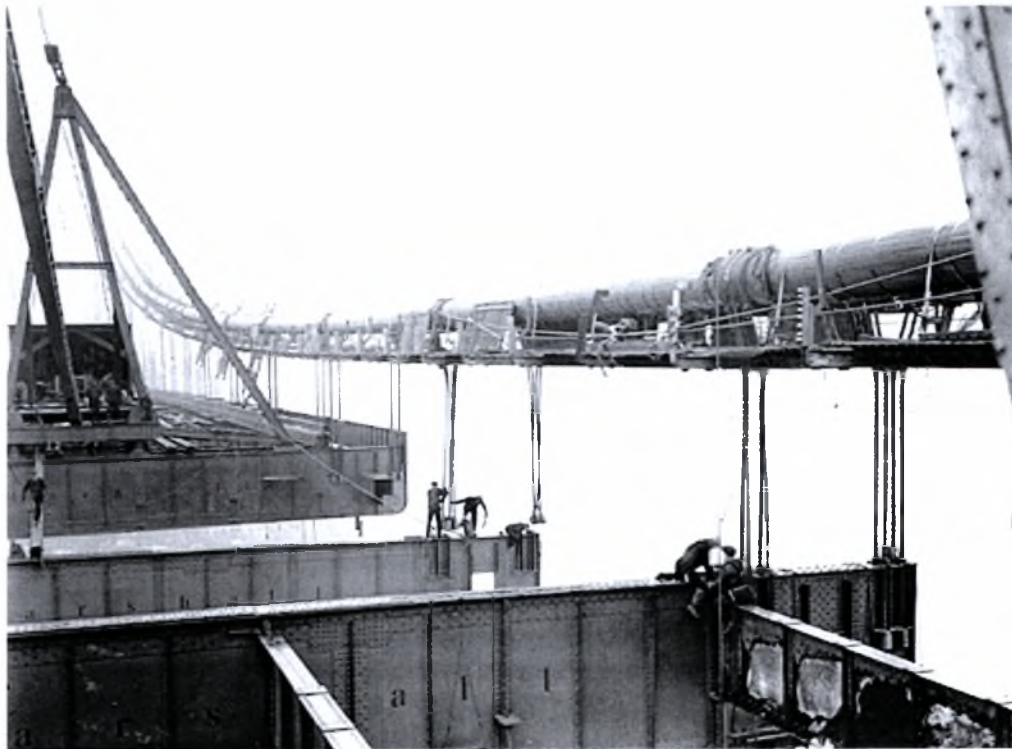
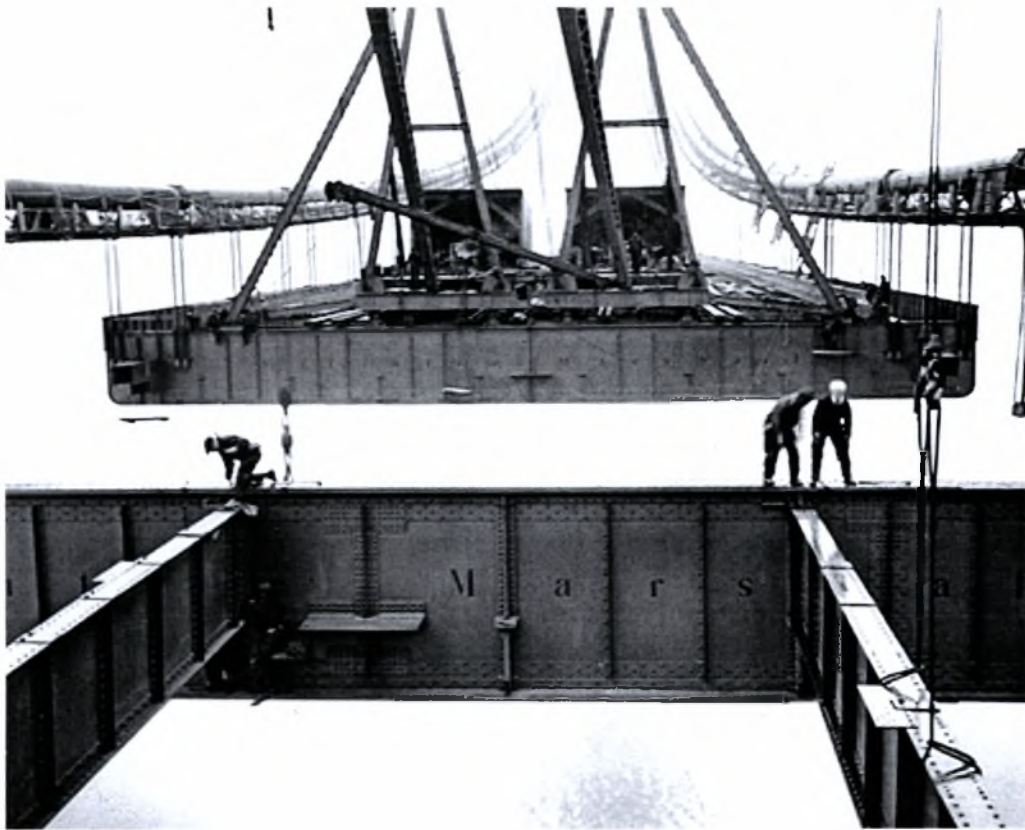


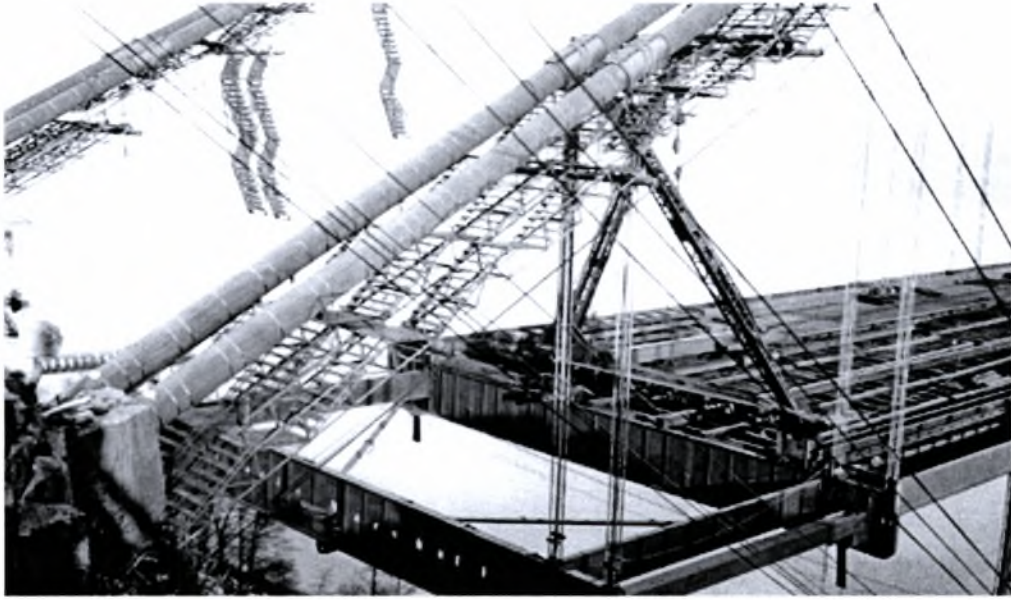
Αγκύρωση καλωδίων στα αγκυροβόλια



Συμπύεση καλωδίων στο βασικό καλώδιο











Η γέφυρα George Washington στέκεται στην Νέα Υόρκη και συνδέει την πόλη του Manhattan με την πόλη του New Jersey, διασχίζοντας τον ποταμό Hudson. Είναι και αυτή μια κρεμαστή γέφυρα 2 πατωμάτων όπου τα καταστρώματά της και οι πυλώνες της είναι από χάλυβα.

Η ιστορική γέφυρα έχει συνολικό μήκος 1.483 μέτρα με κεντρικό άνοιγμα 1.067 μέτρα και πλευρικά τμήματα από 208 μέτρα. Το πλάτος της είναι 39,5 μέτρα με οκτώ λωρίδες κυκλοφορίας το πάνω κατάστρωμα, τέσσερις για κάθε κατεύθυνση, και έξι λωρίδες το κάτω με τρεις για κάθε κατεύθυνση. Το πάνω με το κάτω κατάστρωμα απέχει 5 μέτρα ενώ το κάτω αφήνει περιθώριο από το ποταμό 68 μέτρα.

Τέσσερα είναι τα βασικά καλώδια διαμέτρου 87 εκατοστών που αναρτούν τα καταστρώματα της γέφυρας, δυο σε κάθε πλευρά της, τα οποία απέχουν μεταξύ τους τρία μέτρα. Το βάρος κάθε βασικού καλωδίου είναι 28.450 τόνους και αποτελείται από 26.474 συρματόσχοινα όπου το κάθε συρματόσχοινο είναι διαμέτρου 0,5 εκατοστών. Το μήκος των συρματόσχοινων φτάνει τα 172.000 χιλιόμετρα.

Από την πλευρά του Manhattan τα βασικά καλώδια αγκυρώνονται σε αγκυροβόλι 260.000 τόνων σκυροδέματος με διαστάσεις 95,7 μέτρα μήκος, 66 μέτρα πλάτος και 43 μέτρα ύψος ενώ από την πλευρά του New Jersey τα καλώδια αγκυρώνονται μέσα στον υπάρχον βράχο. Οι δυο μεταλλικοί πύργοι έχουν ύψος 200 μέτρα και μαζί με τα δυο καταστρώματα έχουν βάρος 43.000 τόνους.

Τέλος η γέφυρα σχεδιάστηκε από τον γνωστό μηχανικό Othmar H. Ammann και η κατασκευή ξεκίνησε στις 21 Οκτωβρίου 1927 με παράδοση στην κυκλοφορία του πάνω καταστρώματος στις 25 Οκτωβρίου 1931 και του κάτω καταστρώματος πολύ αργότερα στις 29 Αυγούστου του 1962.



Μέρος ΙΙΙ : Υπό Τύπον Επιλόγου



Φτάνοντας εδώ, τούτη την εργασία, αντιλαμβανόμαστε την συνεχή πρόοδο από πλευρά κατασκευής και αισθητικής καθώς και τη χρησιμότητα των σιδηρών γεφυρών στην ανθρωπότητα. Επίσης βλέπουμε τις μεγάλες αντοχές τους, ανεξαρτήτως του είδους τους σε δυνατούς σεισμούς και ισχυρούς ανέμους, ενώ δεν είναι λίγες οι επιλογές που μας δίδουν λόγω των πολλών ειδών τους, ώστε να επιλεγθεί ο κατάλληλος τύπος, λόγω θέσεως του έργου αλλά και για το μικρότερο δυνατό κόστος του. Μια άλλη εξίσου σημαντική παρατήρηση είναι η ικανότητα των μεταλλικών γεφυρών να μπορούν να δεχθούν μετασκευές και τροποποιήσεις με αποτέλεσμα να αυξάνεται και να επιτείνεται το έργο τους χωρίς σημαντικό κόστος.

Τελειώνοντας τα όσα είπαμε παραπάνω, θα μπορούσε να σκεφθεί κανείς ότι η εργασία αυτή δεν σταματά εδώ. Και αυτό γιατί κάθε φορά που θα ολοκληρώνεται η κατασκευή μιας σιδηράς γέφυρας και θα ξεκινά το μακροχρόνιο έργο της, θα μπορεί να λάβει θέση κι αυτή σε τούτη εδώ την εργασία.



ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. **American Association of State Highway and Transportation Officials** (AASHTO), *LRFD Bridge Design Specifications –SI, 2nd Edition (LRFD-SI-2)*, 1998.
2. **American Association of State Highway and Transportation Officials** (AASHTO), *LRFD Bridge Construction Specifications (LRFD-CONS-1)*, 1998.
3. **American Institute of Steel in Construction** (AISC), *Code of Standard Practice for Steel Buildings and Bridges*, 2000.
4. **American Society of Civil Engineers** (ASCE), *Bridges Calendar*, 2003.
5. **Chatterjee, S.**, *Design of Modern Steel Bridges*, Blackwell Science Inc. (2nd Edition), 2003.
6. **Ερμόπουλος, Ι. Χ.**, *Σιδηρές Γέφυρες*, ΕΜΠ, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Τομέας Δομοστατικής, 1994.
7. **Heins, C. P., Firmage, D. A.**, *Design of Steel Highway Bridges*, John Wiley & Sons, 1979.
8. **Rastorfer, D.**, *Six Bridges: The Legacy of Othmar. H. Ammann*, Yale Univ. Press, New Haven, 2000.
9. **Rockey, K. C.**, *Design of Steel Bridges*, Sheridan House, 1983.
10. **Tordoff, D.**, *Steel Bridges: The Practical Aspects of Fabrication which Influence Efficient Design (Brown Book)*, The Steel Construction Institute, 1985.



ΠΑΡΟΡΑΜΑΤΑ

- σελίδα 1 , στίχος 1 : αντί αντικείμενο → αντικείμενο
- σελίδα 3 , στίχος 10 : αντί σκέψεις → σκέψης
- σελίδα 5 , στίχος 3 : αντί σιδηρών → σιδηρών
- σελίδα 5 , στίχος 5 : αντί προεξάρχων → προεξάρχον
- σελίδα 5 , στίχος 30 : απαλείφεται η λέξη κατά
- σελίδα 8 , στίχος 7 : αντί δεόν → δέον
- σελίδα 8 , στίχος 21 : αντί Εφέρδανα → Εφέδρανα
- σελίδα 8 , στίχος 28 : αντί θεμελίωσης, οποία → θεμείωσης, τα οποία
- σελίδα 9 , στίχος 28 : αντί parallel), σύστημα → parallel), σύστημα
- σελίδα 10 : απαλείφονται οι δύο πρώτοι στίχοι
- σελίδα 17 , : αντί Ανακατακευάζεται → Ανακατασκευάζεται (x2)
- σελίδα 22 , στίχος 7 : αντί αρχιτέκτων → αρχιτέκτονα
- σελίδα 26 , στίχος 2 : αντί χρησιμοποιώντας → οδικώς οδικός χρησιμοποιώντας
- σελίδα 33 , στίχος 1 : αντί γέφυρα χάλυβα → γέφυρα από χάλυβα
- σελίδα 33 , στίχος 9 : αντί βάσεις, τους → βάσεις τους,
- σελίδα 44 , στίχος 2 : αντί όπου → που
- σελίδα 49 , στίχος 5 : αντί αρχιτέκτων → αρχιτέκτονα
- σελίδα 52 , στίχος 3 : αντί αρχιτέκτων → αρχιτέκτονα
- σελίδα 79 , στίχος 1 : αντί στέκεται → βρίσκεται
- σελίδα 79 , στίχος 10 : αντί διαδρομές → τροχιές
- σελίδα 83 , στίχος 4 : αντί καλώδιο-μένες → καλωδιωτές
- σελίδα 87 , στίχος 11 : αντί επισημάνουμε → επισημαίνεται
- σελίδα 91 , στίχος 4 : αντί είναι → απεικονίζεται
- σελίδα 91 , στίχος 7 : αντί κάθετη εκκαθάριση → ελεύθερο κατακόρυφο ύψος
- σελίδα 91 , στίχοι 7,8 : αντί οριζόντια → οριζόντιο περιθώριο ελιγμών
- σελίδα 94 , στίχοι 8,9 : αντί τελειώνοντας το 1943 που ήταν γέφυρα σιδηροδρόμων
→ ολοκληρώθηκε το 1943 ως σιδηροδρομική

- σελίδα 94 , στίχος 9 : αντί υπάρχον → υφιστάμενη
- σελίδα 102 , στίχος 2 : αντί έρχεται → είναι
- σελίδα 110 , στίχος 3 : αντί αρχιτέκτων → αρχιτέκτονα
- σελίδα 110 , στίχος 4 : αντί 2 δοκούς ακόμα, κιβωτίων χάλυβα → 2 κιβωτοειδούς
διατομής χαλύβδινες δοκούς
- σελίδα 115 , στίχος 1 : αντί των ακτών → του κόλπου
- σελίδα 123 , στίχος 7 : αντί εκτενή → εκτενής
- σελίδα 123 , στίχος 8 : διαγράφεται η λέξη και
- σελίδα 123 , στίχος 14 : αντί δοκούς κιβωτίων χάλυβα → χαλύβδινες δοκούς
κιβωτοειδούς διατομής
- σελίδα 130 , στίχος 1 : αντί καλώδιο-μένη → καλωδιωτή
- σελίδα 130 , στίχος 4 : διαγράφεται η λέξη των
- σελίδα 130 , στίχος 17 : αντί Τα παραπάνω αποτελούν σημαντικό ποσοστό ώστε
→ Με τις εν λόγω κατασκευές
- σελίδα 140 , στίχος 4 : αντί κρεμαστή → μεταλλική
- σελίδα 140 , στίχος 6 : διαγράφεται η λέξη παραμονής
- σελίδα 154 , στίχος 6 : αντί Η γέφυρα → Η όλη κατασκευή
- σελίδα 154 , στίχος 9 : αντί καλώδιο-μένη → καλωδιωτή
- σελίδα 157 , στίχος 1 : αντί καλώδιο-μένη → καλωδιωτή
- σελίδα 163 , στίχος 1 : αντί καλωδιωτή → καλωδιωτή
- σελίδα 168 , στίχος 1 : αντί καλώδιο-μένη → καλωδιωτή
- σελίδα 168 , στίχος 3 : αντί του → της
- σελίδα 188 , στίχος 9 : αντί οδικός και σιδηροδρομικός → οδικώς και
σιδηροδρομικώς
- σελίδα 201 , στίχος 1 : αντί Κίνα → Κίνας
- σελίδα 207 , στίχος 1 : αντί είναι τοποθετημένη → κατασκευάστηκε
- σελίδα 215 , στίχος 4 : αντί γέφυρα αναστολής → κρεμαστή γέφυρα
- σελίδα 215 , στίχος 14 : αντί μεγάλους → μεγάλης

σελίδα 229 , στίχος 1 : αντί είναι τοποθετημένη → βρίσκεται

σελίδα 229 , στίχος 13 : αντί αρχιτέκτον → αρχιτέκτονα

σελίδα 245 , στίχος 18 : αντί υπάρχον → υπάρχοντα