

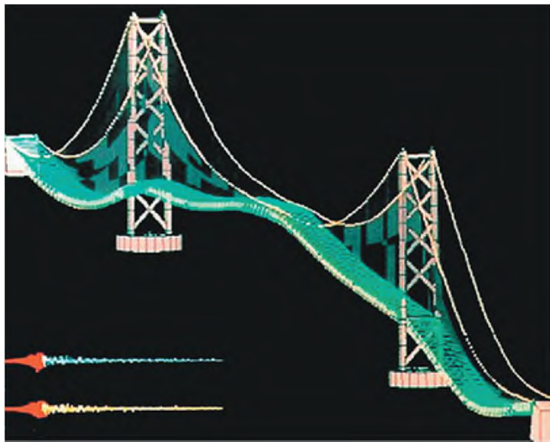


7. 本州四国連絡橋の建設技術

①設計

ア) 長大橋の耐震設計技術の開発

明石海峡では、通常支持層とする岩盤（花崗岩）が海面下150mと深く、経済化のため花崗岩より上の未固結地盤に基礎を設置することとしました。これを実現するため、基礎と地盤の相互作用を考慮した耐震設計法を開発しました。



時刻歴応答解析結果（明石海峡大橋）

イ) 長大橋の耐風設計技術の確立

長大橋は、風による変形が大きく、かつ、振動が複雑です。明石海峡大橋の場合、補剛桁は横方向に最大約30mたわむため、従来の2次元風洞試験では性状の把握が困難であり、3次元風洞試験を実施して複雑なフラッターメカニズムを解明しました。これを踏まえ、長大橋の風洞試験技術と耐風設計法を確立しました。

ウ) 大型風洞試験設備の構築

強風下における長大橋の性状を3次元風洞試験により精度良く把握するため、世界最大の大型風洞試験設備（幅41m×長さ30m×高さ4m）を構築し、明石海峡大橋（縮尺1/100）、多々羅大橋（縮尺1/70）及び来島海峡大橋（縮尺1/60）の全橋模型風洞試験を実施し、耐風安定性を確認しました。また、多々羅大橋（縮尺1/200）及び来島海峡大橋（縮尺1/150）については、周辺地形を正確に再現した地形模型風洞試験も併せて実施しました。



大型風洞試験（明石海峡大橋）

エ) 道路・鉄道併用橋の設計技術の開発

長大橋はたわみやすく振動しやすいため、端部の伸縮量が大きく、列車の走行性の確保、列車が橋梁に与える影響の評価及び部材の疲労設計が課題でした。そこで、連続吊橋形式を採用して衝撃係数等の設計基準を制定するとともに、疲労設計を検証しました。また、橋梁端部の伸縮及び角折れに対応するため、緩衝桁軌道伸縮装置等を開発し実用化しました。

オ) 長大斜張橋の設計技術（鋼・P C 複合構造）の確立

斜張橋は、側径間と中央径間のバランスが設計上重要であり、側径間をP C 桁、中央径間を鋼桁とすることにより、中央径間の長大化が可能です。そこで、P C 桁と鋼桁の接合部における応力伝達機構を解明し、設計法を確立しました。

②施工

ア) 大規模基礎の施工技術の開発

大水深・強潮流の下での海中基礎の築造工法として、安全性と確実性に優れ、工期短縮が可能な設置ケーソン工法を確立しました。

また、海中基礎のコンクリート施工法として、水中不分離性コンクリート打設工法を開発しました。

強潮流下においては、基礎周辺の広範囲にわたり洗掘が発生し、基礎転倒の恐れがあること

から、初期洗掘防止のためのフィルターユニット工法と長期洗掘防止のための捨て石工法を組み合わせた洗掘防止工法を開発しました。

さらに、構造が複雑な吊橋基礎の施工の省力化・短期化のため、高流動コンクリート打設工法を開発しました。



設置ケーソン工法 - 曳航（瀬戸大橋）

イ）長大橋上部工の施工技術の開発

長大吊橋のケーブルの製作・施工技術として、直径5mm程度の高強度鋼線をあらかじめ平行に束ねたPWS（プレファブ・パラレルワイヤー・ストランド）を製作し、現場で展開し架設するPS工法を確立しました。

また、通行船舶の多い強潮流の海域において、海上交通に影響を与えず短時間に吊橋ケーブル工事のパイロットロープを張渡すため、ヘリコプターによる渡海工法を開発しました。

さらに、自航台船を用いた箱桁形式補剛桁の直下吊架設工法を開発しました。これは、4隅に全方向旋回可能な推進器を搭載し、強潮流下で定点保持が可能な自航台船を新たに開発したもので、併せて、吊上装置（リフティング・ビーム）とクイック・ジョイントを採用し、従来3時間かかると見込んでいた架設時間を30分と大幅に短縮することにより、航路閉鎖をせず航行船舶への影響を最小限にできました。

このほか、塔や主桁部材を大ブロックに組み立て、大型起重機船で一括架設する大ブロック架設工法を確立するとともに、ダンパーを用いた塔の制振システムを開発しました。



自航台船による直下吊架設工法（来島海峡大橋）

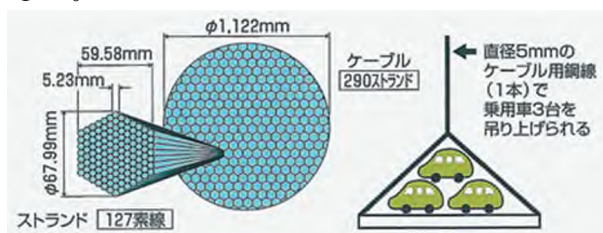
③材料

ア）低発熱型セメントの開発

巨大コンクリート構造物の温度ひび割れを防止するための低発熱型セメントを開発しました。

イ）吊橋ケーブル用高強度鋼線の開発

明石海峡大橋のケーブルは、従来の鋼線（引張強度 $1,570\text{N}/\text{mm}^2$ （ $160\text{kgf}/\text{mm}^2$ ））を使用した場合4本必要でした。そこで、経済化を図るため、引張強度 $1,760\text{N}/\text{mm}^2$ （ $180\text{kgf}/\text{mm}^2$ ）の鋼線を開発し、ケーブル本数を2本としました。



明石海峡大橋ケーブル断面図

ウ）ふっ素樹脂塗料

海峡部長大橋の上塗り塗料として、当初は長期耐久性のあるポリウレタン塗料を開発し用いていましたが、明石海峡大橋では、より長期耐久性のあるふっ素樹脂塗料を開発しました。

また、更なる耐久性の向上を目指し、高耐久性ふっ素樹脂塗料を開発し、平成22年度から瀬戸大橋の塗替塗装に使用しています。