

明石海峡大橋の工事概要

1. はじめに

平成10年4月5日、皇太子殿下ならびに同妃殿下のご臨席を賜り、建設大臣、運輸大臣をお迎えして、神戸淡路鳴門自動車道の開通式が盛大に執り行われた。

明石海峡大橋は、このルート¹⁾の北側に位置する全長約4 kmの吊橋であり、これまで世界最長支間を有したハンバー橋（英国）の1 410 mをはるかに凌ぐ中央支間1 991 mを有する吊橋である（口絵写真—16）。

2. 明石海峡大橋の設計

2.1 耐風設計

長大橋梁は極めて可撓性に富む構造物であるため、耐風安定性の確保が重要である。特に明石海峡大橋はこれまでに供用された吊橋規模をはるかに超えるものであることから、最新の耐風工学の成果を取り入れて「耐風設計要領」を新たに制定すると共に、大型風洞試験施設で100分の1の全体模型による試験を繰り返し、毎秒80 mの暴風にも耐えられることを確認した（口絵写真—17）。

2.2 耐震設計

主塔基礎および神戸側のアンカレイジ基礎位置では、花崗岩が非常に深いところにあるため、比較的新しい時代の地層で未固結な堆積層である神戸層（第三紀中新世）や明石層（新第三紀鮮新世～洪積世）を支持地盤とせざるを得ない。よって、従来の岩盤支持を前提とした耐震設計法では不合理な設計となるため、基礎による地盤の拘束効果や基礎と地盤の連成振動など「基礎と地盤の動的相互作用」を考慮した設計法としている。

地震の影響については、震央距離150 km、マグニチュード8.5のプレート境界で発生する大地震や、架橋地点周辺の地震活動を確率論的に評価した再現期間150年に相当する地震を考慮し、これらの地震に耐えられる設計となっている。

なお、平成7年1月17日に発生した兵庫県南部地震は、震源が明石海峡の直下であったため、建設中の明石海峡大橋に大きな地震応答を発生させた。地震後、ただ

ちに調査を行い、海峡中央部の地盤のずれにより主塔間隔が80 cmほど広がったことが確認されたが、施工中の橋梁本体に異常は無かった。

3. 明石海峡大橋の工事概要

3.1 下部工工事

明石海峡大橋の土台となる主塔基礎とアンカレイジは、昭和63年5月に現地工事に着手した。

(1) 主塔基礎工事

主塔基礎を構築する支持地盤は、海面下約60 mに位置するため、まずグラブ船を用いて海底掘削を行った。その後、工場で製作された鋼殻ケーソン（2P側：直径80 m、高さ70 m）を曳航・沈設し、コンクリートを打設する「設置ケーソン工法」で施工した。ケーソン内部には、分離機能を持つ特殊な混和剤と流動化材等を添加し、粘稠性とセルフレベリング性を有する特殊水中コンクリートを開発し、両基礎で約50万 m³打設を行った。

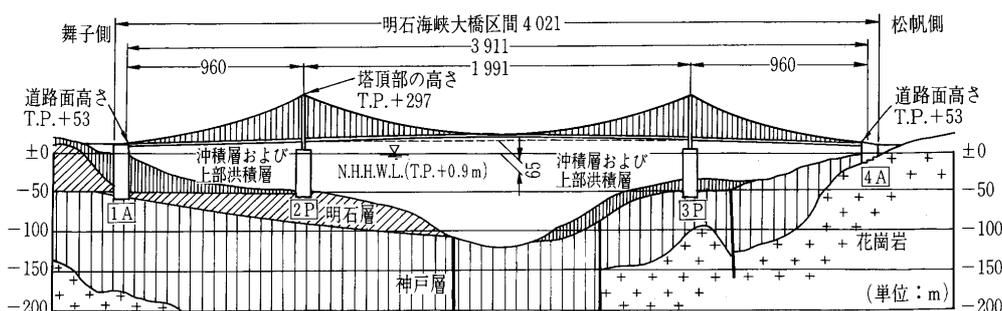
また、明石海峡は潮流が非常に速いため、洗掘防止対策として新たに開発したフィルターユニットを配置している。

(2) アンカレイジ工事

アンカレイジは海岸線付近に構築するため、あらかじめ埋立により作業基地を整備した。

神戸側の基礎は、支持地盤となる神戸層が非常に深いため「地下連続壁工法」を採用し、直径85 m、深さ75.5 m、厚さ2.2 mの円筒状の壁を構築した。中詰めには、ノンランプの固練りコンクリートをブルドーザーで敷きならし、振動ローラーで締固めるRCCを用いた。一方、淡路側の基礎は、土留め壁を併用して掘削し、花崗岩上に直接基礎を構築した。

ケーブル張力を支えるアンカレイジの躯体コンクリートには、流動性・材料分離抵抗性に優れ、鉄筋や鋼材が高密度に配置された狭陰部へ締固め作業なしで確実な充填を可能とする高流動コンクリートを開発・使用し、工期の短縮・作業効率の向上を図った。使用コンクリート量はそれぞれ約15万 m³である。



図—1 明石海峡大橋の地質断面図

ニュース

3.2 主塔工事

主塔は塔頂サドルを介してケーブルより約10万tfの鉛直力を受けるため、塔の倒れの許容値を1/5 000以下と規定している。製作時には、架設に伴う誤差等を考慮して1/10 000以下になるように製作した。

架設は、架設クレーンの能力を考慮し、部材重量が最大160 t程度となるように、高さ方向に30段、各段は平面的に3分割して行った。最終的な塔の倒れは、許容値1/5 000を十分に満足するものであった。

主塔の高さは283 mで、風による曲げ振動、ねじれ振動への配慮が必要となるため、風洞試験により耐風安定性に優れた十字断面形状を選定するとともに、単振り子型制振装置（TMD）を設置している（20基/塔）。主塔の鋼重は約46 200 tで、平成5年4月に完成した。

3.3 ケーブル工事

ケーブルは、直径5.23 mmの高張力亜鉛メッキ鋼線（素線）127本を工場であらかじめ六角形に束ねた「ストランド」を1架設単位として架設するプレファストストランド工法（PS工法）を採用した。

素線の引張り強度は、従来の吊橋では160 kgf/mm²であったが、明石海峡大橋では、180 kgf/mm²を開発し採用した。これにより、従来の強度のものでは、直径1 000 mmのケーブルが片側あたり2本必要であったところを、安全率の見直しと併せて直径1 100 mmのものを1本にすることができ、ケーブル鋼重の低減のみならずアンカレイジでのケーブル定着構造やハンガーロープの補剛桁への取付け構造等が簡素化され、大幅な工費縮減、工期短縮が図られた。

ケーブル架設の最初に行うパイロットロープの架設には、航行船舶への影響を考慮し、ヘリコプターによる渡海を採用した（口絵写真—18）。パイロットロープは軽量で高強度のポリアラミド繊維ロープ（直径10 mm）を使用した。このパイロットロープの渡海は平成5年11月に行い、その後ケーブルストランドの架設を平成6年6月から11月まで行った。なお、使用した鋼重は、ハンガーロープ等を合わせて約57 700 tであり、主ケーブルの素線の総延長は約30万 km、地球7周半にもなる。

また、ケーブル防食は、従来の防錆ペースト+ラッピングワイヤーの方法に対し、より確実な防食対策を検討した結果、ワイヤーラッピングの外側にゴムシートラッピングを施し、素線のすき間に乾燥空気を流すことで錆の発生を抑える新しい防錆方法を開発し、採用した。

3.4 補剛桁工事

トラス形式の補剛桁の鋼重は約90 000 tで、死荷重低減のため、主構上下弦材に高強度の予熱低減型高張力鋼HT780、HT690を多用している。

補剛桁の架設は、まず主塔に取り付けるブロックとアンカレイジに取り付けるブロックを大型起重機船により一括架設し（口絵写真—19）、その後トラス部材を工場

表—1 普通車代表区間料金表（通行1回当たり：円）

代表区間	旧料金	基本料金	特別料金
神戸淡路鳴門自動車道 神戸西～鳴門 垂水～鳴門 明石海峡大橋 大鳴門橋	— — — 1 890	7 600 7 250 3 250 1 600	6 050 5 800 2 600 1 300
瀬戸中央自動車道 早島～坂出 児島～坂出北	6 620 5 770	5 700 4 850	4 600 3 900
西瀬戸自動車道 西瀬戸尾道～今治南 因島大橋 生口橋 多々羅大橋 大三島橋 伯方・大島大橋 米島大橋	— 1 150 520 — 730 840 —	6 800 1 000 500 1 100 600 750 2 350	5 450 800 400 850 500 600 1 900

でパネル状に組立てたものを現地で架設する「面材架設工法」で実施した。

架設は、主塔、アンカレイジに取り付ける大ブロック架設を平成7年6月から行い、その後平成7年9月より面材架設を開始した。1年後の平成8年9月に補剛桁中央径間が閉合し、世界最大の吊橋の構造体が完成した。

4. 新しい通行料金

本州四国連絡橋公団は、平成9年8月に建設大臣に本州四国連絡道路3ルート料金の認可申請を行い、12月26日に認可を受けた。

本州四国連絡道路の料金は、「償還主義」「便益主義」を前提に、「3ルートプール制」に基づく陸上部・海峡部に区分した全路線画一対距離料金制を採用している。

新しい料金は、これらの制度の下、利用しやすさに留意しつつ、収入をできるだけ確保することに配慮して設定した。また、これに加え、早期に一層の利用を促す措置として、償還に支障のない範囲内で、当初5年間に限り、より多くのお客様にご利用いただけるように20%引きの特別料金を導入している。

5. おわりに

本州四国間の自動車交通量は、交通手段がフェリーのみの頃に比べ飛躍的に伸びている。

本州四国連絡道路が、生活利便性の向上、産業・観光・経済・文化の発展に寄与するとともに、海峡をまたぐ橋梁が新たな景観を創出し、その姿が人々に親しまれ、未永く愛される橋となることを願うものである。

なお、当公団では、本州四国連絡道路の最新情報をホームページ（<http://www.hsba.go.jp/>）に掲げているので、参照願えば幸いである。

文責：金崎・村田 本州四国連絡橋公団企画課

（原稿受理 1998.6.3）