

本四橋補剛トラスの面材縦積による海上輸送

松本義弘*

永井吉彦**

1. はじめに

本四連絡橋・児島一坂ルートにかかる櫃石島橋の補剛桁の海上輸送も、大過なく完了しようとしている。本輸送に取り入れられた面材縦積方法と呼ばれる材料の積載方法は、既に完成し供用中である大鳴門橋の補剛桁の海上輸送において、実施され効果をあげた輸送方法である。

最近大形構造物の海上輸送にあたっては、大ブロック輸送と単材輸送の中間に位置づけられる面材縦積法が多く採用されている。しかしながら大鳴門橋の架設における鳴門海峡の苛酷な自然条件による制約で採用された苦肉の策が、制約の少ない場所で、単に架設水切りが容易であるからとの理由により輸送リスクを無視した方向づけが行われがちであることに對し警告を發しながら面材縦積による輸送について、櫃石島橋と大鳴門橋のケースについて比較し報告する。

2. 施工概要

橋梁部材の面材縦積方法とは、吊橋あるいは斜張橋な

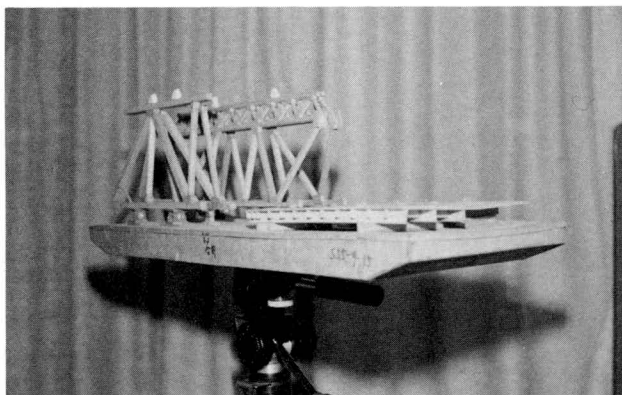


写真-1 面材縦積の横型による検討¹⁾

どの長大橋の補剛トラスなどの輸送にあたり、あらかじめ架設作業に合った面材に工場組立した上で、台船上に、**写真-1**の模型に示すようなトラスのパネルを立てた状態で輸送しようとする方法である。

この方法は前述のように、現場の架設水切作業の条件がひじょうにきびしい大鳴門橋の補剛桁の施工にあたって開発された台船への積載方法であり、その決定にあたっては**写真-1**のようなモデルを作成するなど、共同企業体輸送部会において、様々な試行錯誤をくり返した上で作業性と安全性の両面から、十分検討された結果である。

面材と呼ばれているパネルの組立状況図として、**図-1**に櫃石島橋を、**図-2**に大鳴門橋の標準パネル図を示す。またトラス部材の単材輸送の例として、番の州高架橋の部材形状を**図-3**に示す。

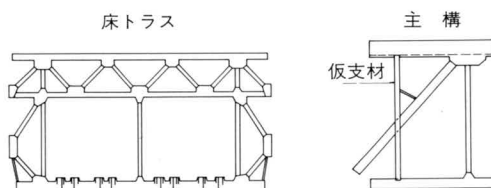


図-1 櫃石島橋面材形状図

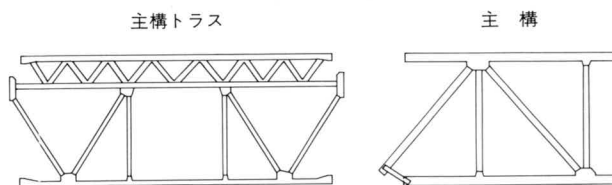


図-2 大鳴門橋面材形状図

* 千葉工場工事部工務課長

** 日本通運(株)船橋支店重機建設課長

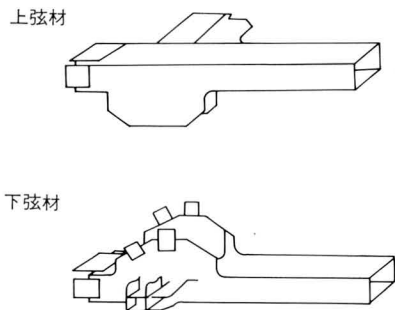


図-3 番の州高架橋単材形状図

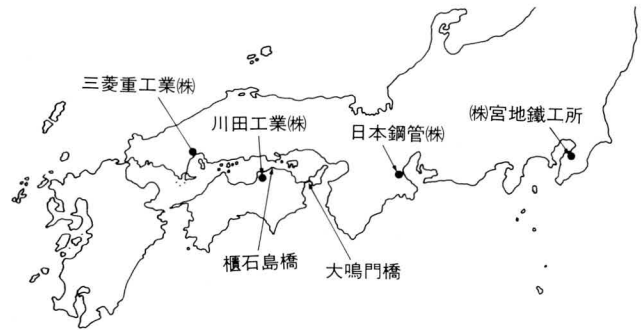


図-4 工場位置及び架橋位置図

表-1 輸送作業の諸元

項目	櫃石島橋	大鳴門橋
橋梁型式	斜張橋・補剛桁	吊橋・補剛桁
単位面材数	主構2、床トラス1	主構2、横トラス2
単位重量(1ロット平均)	304t	380t
最大部材重量	65t	138t
積込記重機船	F.C 160t吊	F.C 700t吊
輸送距離	420マイル	370マイル
接岸要領	台船・浮棧橋	作業足場
水切場所	橋上	作業足場及び橋上

輸送に関する諸元について項目別に大鳴門橋との対比を表-1で列挙した。起重機船の能力が最大部材重量を大中に上まわっているのは、仮置場所の関係でアウトリーチが限定されたためと、在京機種を選定とに制約されたためである。機重機船による床トラスの吊揚げ状況を写真-2に示す。

櫃石島橋の輸送では、現場へ直接搬入する外に、JV内の分担により、大ブロック組立あるいは、部材の重複仮組立を行うために、各工場相互間での横持(輸送)作業があり、宮地から三菱、川田、あるいは日本鋼管から宮地というように、図-4の各工場位置図に見るような広範囲な輸送を展開した。

現場での1作業工程分の面材と床版等を積込み、ラッシングのあと出港する様子を写真-3に示す。



写真-2 床トラスの吊上状況



写真-3 船団の出港

3. 輸送準備

(1) 受架台

縦積のため面材受架台など、図-5に示すような台船艀装を行った。また傾斜角の処理は下弦材受点に沓を設けることで吸収した。

(2) 安定計算

台船の復原性等の諸計算により、平均吃水、浮心の高さ、縦横のメタセンター半径、高さおよびトリム値を求め、限界傾斜角における復原てこが傾斜偶力てこ以上で

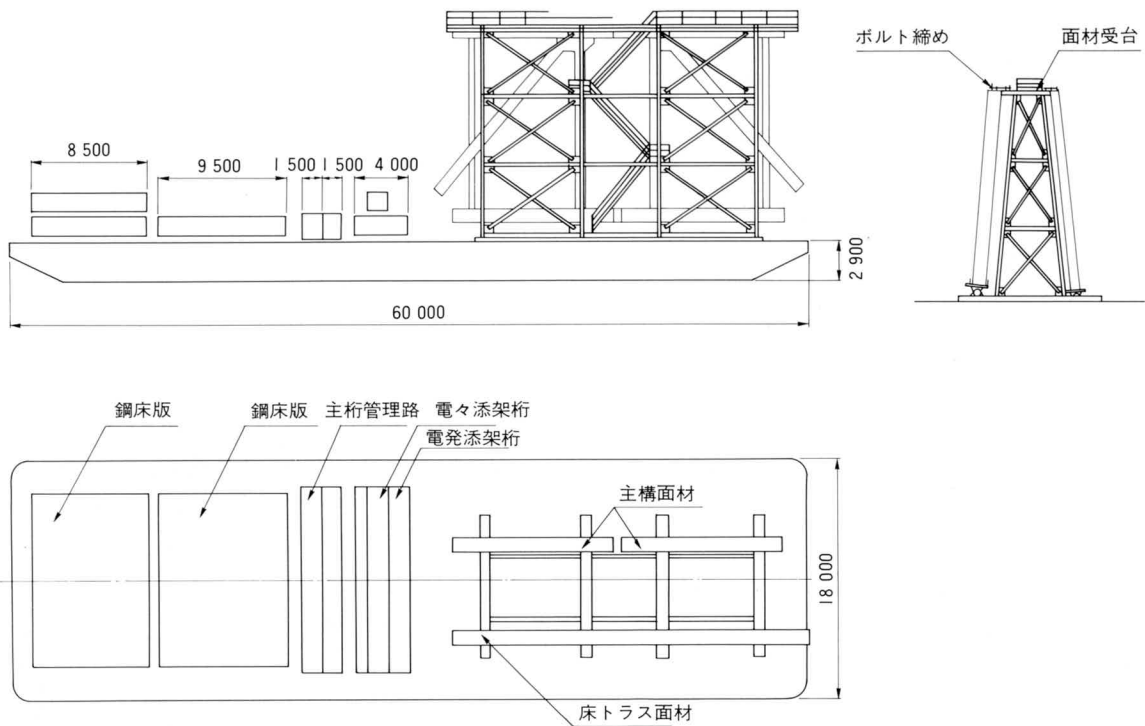


図-5 積載要領図

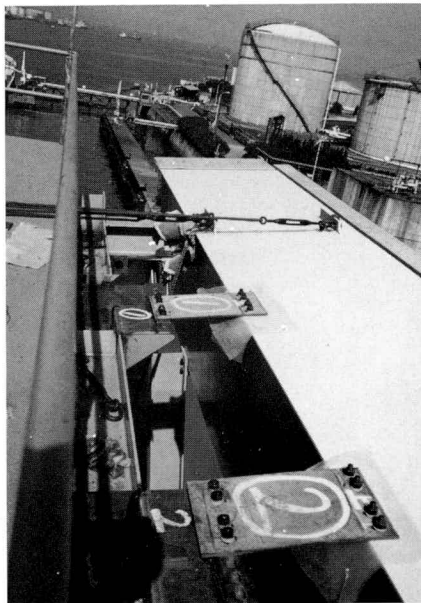


写真-4 架台頂部と部材の連結



写真-5 下弦材受点の取合

ある条件により安定性を確認し、ラッシング要領を決定した写真-4は架台頂部と部材の連結状況を、写真-5は下弦材受点取合要領を示す。

(3) 船団の検討

適正な曳船を決定するためには、曳航の安全性と経済

ベース双方を満足させなければならない。曳航の安全性の検討は、造波抵抗、風圧抵抗、摩擦抵抗等を計算して、輸送区間、台船、積載貨物、航路、時期を勘案して行う。計算結果をグラフにまとめたものが、図-6である。図においてCALM WATER（平水）およびAVERAGE WATER（避難港などに遅滞なく入港可能な馬力）は図のようになるが、ここでは後者の場合で、5～6ノットの経済的速度を設定することで図-7の船団構成を組み、輸送にあたった。

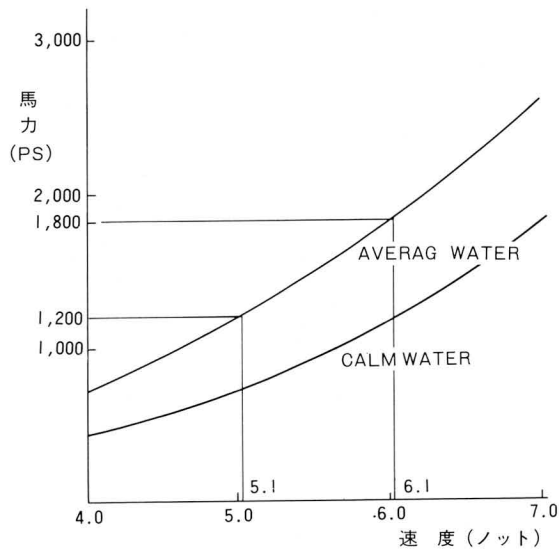


図-6 曳航馬力曲線

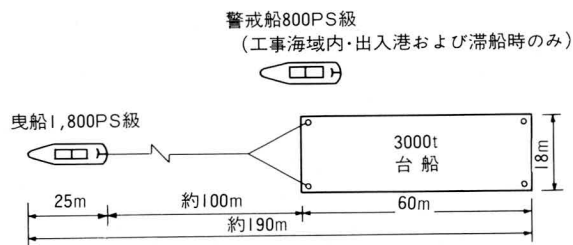


図-7 船団構成

4. 実施における反省と改良点

大鳴門橋輸送時、昭和59年2月5日から同年2月11日まで面材積載台船が、異常低気圧の影響による強風波浪のため名古屋港に避難・待機した事例があった。

今回の櫃石島橋においても同様な状況で、昭和61年2月26日千葉港を出港した台船が下田沖で、同年2月27日より3月1日まで避難・待機の事態が発生した。その結果として塗膜面と一部微少ではあるが部材が損傷を受けた。

第1回目輸送の事例を分析すると、計画値を超える悪天候が主な原因であると思われる。また、現地日比港到着後原因を調査究明したところ、曳船船長からローリングよりピッチングの動きが特に激しかったとの報告を受けた。これらの報告をふまえて急遽原因を究明して、関係者で対策を検討し表-2に示す改善を行った結果、その後の作業は全て順調に行うことができた。

表-2 輸送に関する改良点

項目	第1回輸送	第2回以降輸送
上部スプライス止め	各2ヶ所	主構各3ヶ所、床トラス4ヶ所（スプリングワッシャー付）
ラッシング	各方向2ヶ所ワイヤー使用	5t用ターンバックルで直接架台及びデッキに固定（写真-6）
受け台セット時ピン	約100mmのスキあり	カラーを入れ遊びをなくす
ブラケットの当物	ゴム	布団、毛布、座布団



写真-6 台船へのラッシング状況

5. あとがき

面材輸送は第1回昭和61年2月26日出港同3月6日現地水切から昭和61年8月6日、7日の両日で最終分の水切を完了して、カウンターウイェット桁（昭和62年2月搬入予定）を残すのみとなった。積載台船の出港後の航行状況をFAX使用の定時連絡により把握したが、現地搬入の報が入るまで常に動向について不安がつきまとったというのが実情である。自然の秘められた猛威を過少評価することなく、面材架設の場合、横積での荷取方法を検討するなど、輸送の安全とコストの両面から、慎重な計画が要求されると考えている。

<注記>

- 1) 元大鳴門橋運航管理専任者の鈴木喜代司氏の作成撮影による。