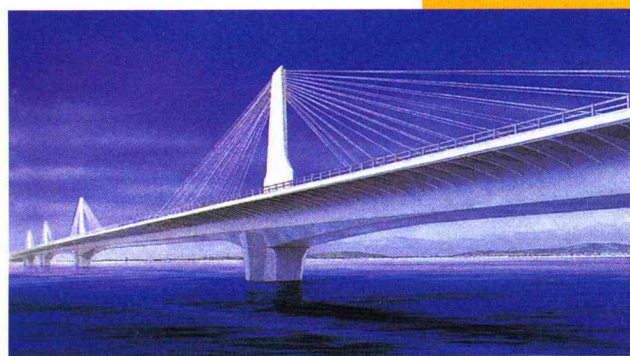
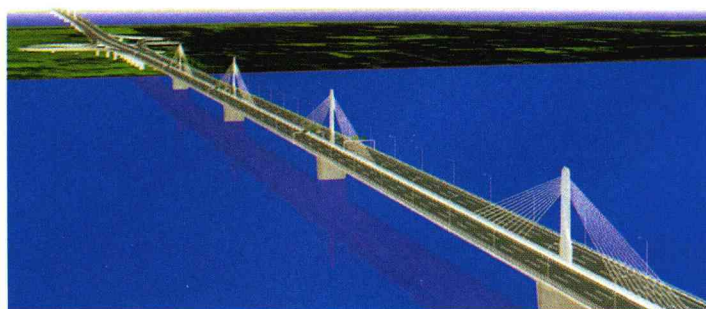


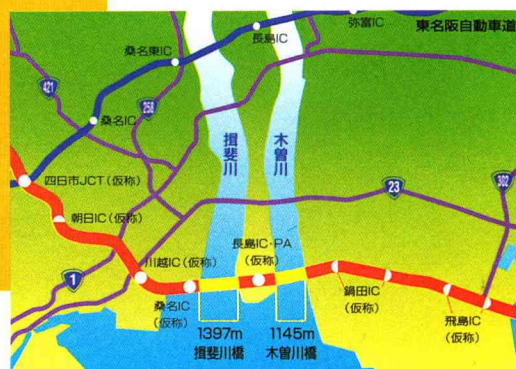
第2名神高速の一部として建設が進む

—世界初のPC・鋼複合エクストラードズド橋—

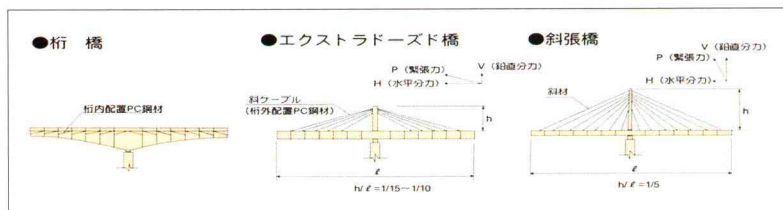


上：製作が進むセグメント。

左上・左：木曾川橋・揖斐川橋の完成イメージ図。



これまで橋梁建設の場において、鋼材とPC(プレストレスト・コンクリート)は、競合関係になりやすい構造材料だった。しかし近年、鋼材とPCとをハイブリッド化することにより、施工性、工期短縮などトータルな経済性を向上させるノウハウが各所で採用されてきている。今回はそうしたなかでPC・鋼複合構造によるエクストラードズド橋形式としては世界初の例となる木曾川橋と揖斐川橋(ともに建設中)の例を紹介しつつ、PCと鋼の複合構造に着目してみる。



PCコンクリートと鋼材のメリットを融合させた桁構造

木曾三川と呼ばれる3つの川が伊勢湾に注ぐのは、愛知県と三重県の県境近くである。そのすぐ東隣には名古屋港がある。三川のうち長良川は途中で揖斐川と合流しているので、河口あたりでは木曾川と揖斐川の2つの大きな河川が並んで海に流れ込む形となる。両河川にはさまれた細長い陸地が温泉地としても知られる長島町である。

この木曾川、揖斐川の河口付近で、今、世界初といわれるPC・鋼複合エクストラードズド橋形式による木曾川橋と揖斐川橋の2つの長大橋の建設が進んでいる。

両橋は将来、いわゆる第2名神高速道路の一部として機能

すべく建設されているもので、上下合計6車線、設計速度100km/hの高規格道路として、2河川の河口部付近をまたぐことになる。

この木曾川橋と揖斐川橋は、前者が5径間連続(橋長1,145m)、後者が6径間連続(橋長1,397m)という違いはあるが、ともに、ほぼ同様の規模と構造によって設計施工されている。国内の「川にかかる橋」としてはともに最大級のものである。

まず、エクストラードズド橋という形式だが、これは従来の桁橋において桁内に配置されていたPC鋼材を、より効率的に用いるために桁外に配置し、大きい偏心量でプレストレス力を主桁に作用させようとした新しい形式である。外見上よく似たものに斜張橋があるが、こちらはケーブルによって桁の荷重を



セグメントの鉄筋据え付け。最外周部のみ海水対策としてエポキシ樹脂による防食塗装が施されている。



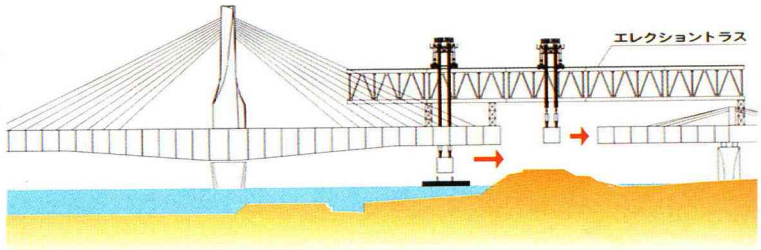
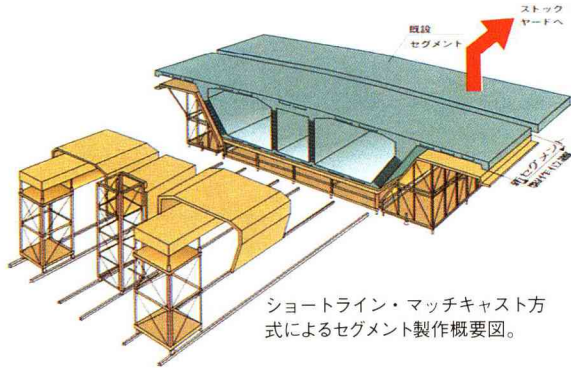
型枠から外されるセグメント。



製作ヤードに並ぶセグメント用型枠の一部。



製作ヤードに並んだ各セグメント。



エレクション・トラスを用いた逆張り出し架設。

支えることに重点が置かれており、その意味では「吊り橋」の一種といえる。対するエクストラードーズド橋は桁の橋軸方向への圧縮力により大きな比重が置かれている。桁の剛性にたよる点で、構造的には「吊り橋」というよりは桁橋に近いともいえる。水平方向の分力を大きく取るため、斜張橋に比べ主塔の高さを低くできるという点が特長である。

PC（プレストレスト・コンクリート）は、コンクリート構造に鋼線の引っ張りによって圧縮力を与えることで、桁により大きな耐荷力をもたせた構造材である。コンクリートは圧縮には強く引っ張りや変形に対しては不利な材料だが、PCはその圧縮に強いコンクリートの長所をうまく生かすノウハウだといえる。

エクストラードーズド橋は、プレキャスト方式によって製作された各セグメントを主塔から張ったケーブルによって生じる橋軸方向への圧縮力を利用し、より強く強い橋体の構造を実現す

る。その意味でPCエクストラードーズド橋は、圧縮に強いコンクリートの特性を二重に生かした構造物だと考えられるだろう。

吊り橋のような、材料の引っ張り強度を生かす場合には鋼材の特性が生かされるわけだが、エクストラードーズド橋では、PCの特性がうまく引き出されているといえよう。

PC桁部分には主塔からエクストラードーズド橋の特徴である斜めのケーブルが張られる格好になるが、それらPC部分の間の、支間中央部分に大ブロックとして製作された鋼箱桁が使われる。

両橋の最大スパン（主塔間）はともに270mをこえるが、この長いスパンの中央部分に、より軽量に製作できる鋼構造が採用されているわけだ。

ケーブルとPC鋼材によって圧縮力が働く主塔（支点）近くには、コンクリート構造が、また死荷重をより軽減したい主塔



海上輸送のための「浜出し」の作業。

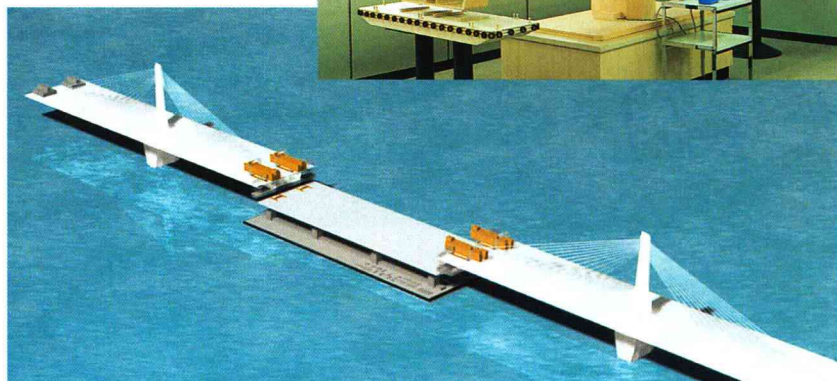
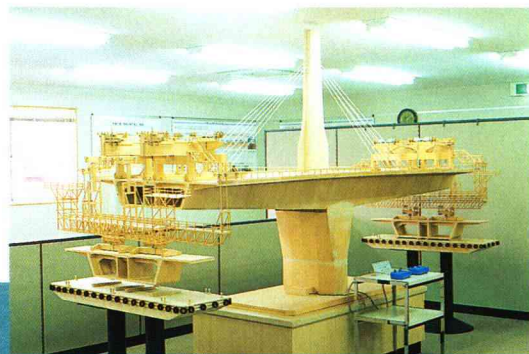


「浜出し」を待つ各セグメント。



クレーン船による橋頭部セグメントの据え付け。

エレクション・トラスによるセグメント架設の模型。



鋼箱桁大ブロッカー括吊り上げ架設工法のイメージ図。

から遠い部分に鋼構造が採用されているわけである。木曽川橋、揖斐川橋では、このハイブリッド構造によって270m以上という大スパンを実現している。

「木曽川、揖斐川にはそれぞれに堤防がありますが、規準に従ってそれをまたぐには、最低で160mのスパンが必要になります。その条件を前提として、コストや施工性、環境面などを考慮した結果、現状のスパンに決まりました」(日本道路公団名古屋建設局四日市工事事務所・中須工事長)。

海上輸送によるセグメント架設

PC部分はプレキャスト・セグメント工法、すなわち、あらかじめ製作ヤードでセグメント(コンクリート部材)をつくり、現場へ運んで架設するという方法で建設される。プレキャスト・セグメント工法の場合、施工現場近くに製作ヤードが設けられることが多いが、木曽川橋、揖斐川橋の場合は架設現場から5km以上離れた霞ヶ浦の埋め立て地の海岸近くに約8万m²の製作ヤードが設けられ、そこから海上輸送によって両河川の河口部まで運ばれている。

巨大なセグメントを製作し、輸送するにあたり、河口近くという両橋のロケーションと、湾内の比較的近傍に広く使える埋

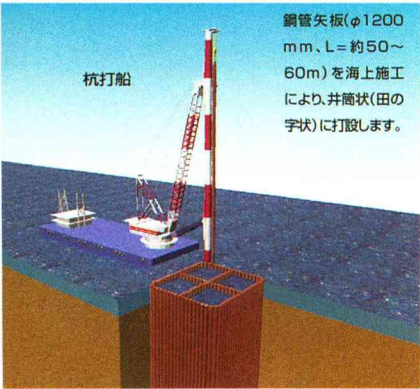
め立て地があったことなどの条件が考慮され、1ピースずつのセグメントを海上輸送する方法が選択されたようだ。

6車線分の高規格道路の一部となる両橋だけに、セグメントの大きさも、かつてないほどの規模である。たとえばセグメントひとつ分でも幅は33m、高さは最大で7mとなる。重量は1セグメントで300～400トンである。譬えるならば、セグメントひとつは、橋を「輪切り」にした「ひと切れ」のようなものだが、この「ひと切れ」がとんでもなく大きい。近くから見上げると、圧倒される大きさである。こうしたコンクリート・セグメントが最終的には両橋合計で375個も製作される。

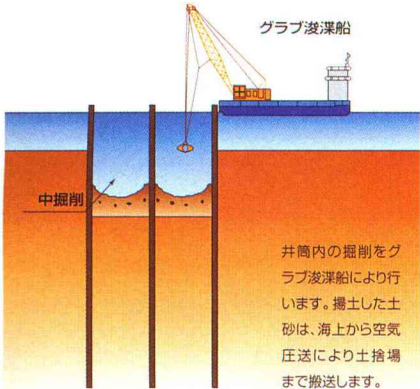
セグメントは機械化された型枠によって1ピースずつ作られていくが、先に製作された隣のセグメントを型枠の一部として使用するマッチキャストによって、高い精度と密着性が確保されるようになっている。

これらのセグメントを水上の台船から架設機材によって引上げ、プレストレスを与えることで現地一体化する。セグメントの先端には、半分がコンクリート、半分が鋼の接続用のセグメントが取り付けられる。このアタッチメント部分は、PC鋼線でコンクリートと鋼材を一体化したものである。

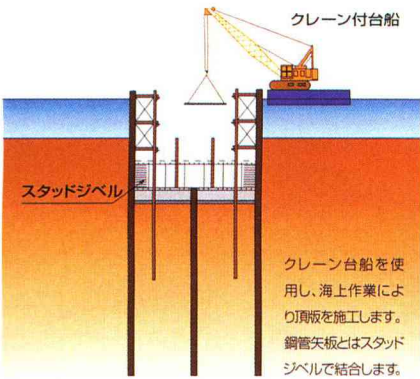
この接続用セグメントの鋼製部分に、大ブロックの鋼桁がボ



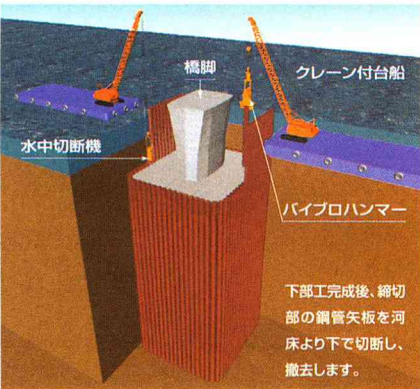
鋼管矢板の打設。打設後、継手内にはモルタルが注入され、鋼管の上部に補強用コンクリートが打設される。



鋼管矢板井筒内の掘削。掘削後、水抜きPH調整作業を行い、支保を設置する。



橋脚が乗る頂版部分の施工。



仮締切りのための鋼管矢板上部の切断・撤去。

ルトで剛結される。鋼桁はPC部分のようなセグメントではなく、約2,000トンの大ブロックとして工場で製作され一括吊り上げ架設法によって一気に閉合される。

鋼管矢板基礎と免震構造による強固な耐震性能

合計で約2万7,000トンの鋼材（鋼桁、PC鋼材、鉄筋を含）と、約6万2,000m³のコンクリートを使用して建設されることに

C O L U M N

スーパー・ハイウェイとハイブリッド・エキストラードーズド橋

1987年の「第4次全国総合開発計画」では、21世紀の多極分散型国土を形成するうえで、全国14,000kmにおよぶ高規格幹線道路網の整備が必要であるという見解が示されている。

なかでもとくに重要な役割を果たすものとして浮上してきたのが、現東名・名神高速道路と一体となって機能する第2東名・名神高速道路である。

現東名・名神高速道路の渋滞状況は周知のとおりであるが、この渋滞を緩和し災害時にも物資輸送の動脈として十分に機能しうる幹線道路網を築いておくために、第2東名・名神が必要だというわけだ。

こうした認識のもと、平成元年の国土開発幹線自動車道建設審議会で第2東名・名神は基本計画に位置付けられた。現状は、その一部に施工命令が出て、中部地区などで建設が進んでいる。

第2東名・名神高速道路は、高度に発達した現在の車社会に対応し、設計速度時速120km、上下合計6車線を基本（全区間ではない）とする高規格道路として建設されることが企画されている。

現東名・名神高速道路の供用直後（昭和44年）の交通量は日平均2万台。平成に入ってから7万台を突破し、現在も増え続けている。その結果が、よく知られるような渋滞へとつながっている。これまでも混雑の激しい区間で車線増設などが行われてきたが、交通量の増加に追いつくことができずにきているというのが実態だ。こうしたことから第2東名・名神建設には、新たな期待が寄せられている。

木曽川橋、揖斐川橋は第2名神の一部となる飛島～鍋田～四日市JCT区間（その大部分が高架形式となる）にかけられる長大橋である。現状、伊勢湾沿いのこの地域の交通は国道23号線が担っているが、産業関連の交通量が多く慢性的な渋滞が続いているうえ、車が名古屋市内に流れ込んでくるため、市内の交通を阻害する要因にもなっている。ここに第2名神ができて現名神と東名阪自動車道とによって名古屋市を囲むハイウェイのトライアングルができあがれば、名古屋市を通過するだけの車を外周部に流すことができるようになり、無駄な交通渋滞を回避できるようになると考えられる。

道路公団では飛島～鍋田～四日市区間の供用開始目標を平成14年度（一部は平成11年度末供用予定）としているが、23号の渋滞緩和のためには、そのうちの鍋田～川越だけでもできるかぎり早い時期に完成させたいと考えているようだ。

部分的な供用では、平成9年度にやはり第2名神の一部となる伊勢湾岸道路が開通しており（この部分はむしろ後から第2名神の一部として昇格したというのが正確だが）、世界初のPC・鋼複合エキストラードーズド橋を含む飛島から先の区間は、第2名神の一部となる道路のうちでは、それに次ぐものとなりそうだ。



反力分散型積層ゴム支承の構造模型。

なる木曽川橋と揖斐川橋だが、橋梁部分（上部工）以外にも、実は大量の鉄が使用されている。下部工すなわち基礎部分である。

両橋の橋脚の基礎には、鋼管矢板基礎が採用されている。これは継ぎ手つきの鋼管を筒状（両橋では角丸の矩形）につなぎながら支持層（構造物を安定して支えられる地層）にまで打ち込み、たとえるなら土中に、鋼管を壁面とする巨大な柱を築く方法である。継ぎ手によってしっかりと閉合された「鋼管の筒」となるため、鉛直方向にも水平方向にも大きな支持力を発揮することができる基礎形式である。

鋼管矢板基礎は、阪神大震災などでもその強固さが実証されており、耐震性能面での信頼性がきわめて高い。加えて水のある場所での施工中の仮締切りの役割も兼ねることができるため、河川の非洪水期に施工を終わらせねばならないなどの条件のもとでスピーディな施工を実現するためにも有効だったようだ。

橋梁そのものが巨大なものだけに鋼管矢板基礎もかなり大規模なものとなった。5径間連続の木曽川橋では4基、6径間連続の揖斐川橋では5基の主塔が立つことになるが、各主塔を支える橋脚の足下には、多数の鋼管を閉合した鋼管矢板基礎がそれぞれに設けられている。使用された鋼管はφ1,200mmのもので、使用量は合計で約3万7,000m分になる。

強固な鋼管矢板基礎で足元を固めたうえで、支承部（橋脚と桁の接続部分）には、弾性支承を採用している。これはLRB（反力分散型積層ゴム支承）という鉛の丸棒とゴムの層を組み合わせたシューによって、地震時に橋脚が受ける水平応力を緩和してから桁に伝えるという仕組みである。木曽川橋、揖斐川橋では、構造面ではもちろんのこと、こうした鋼管矢板基礎と免震支承等によって、より高度な耐震性能を実現している。

2001年の完成をめざして

木曽川橋、揖斐川橋建設の進捗状況は、取材時（3月）の段階で各橋頭部（橋脚上）に起点となる最初のセグメント



CP 船による主塔のコンクリート打設。



立ち上がった主塔。



立ち並ぶ橋脚（取材時）。

が取り付けられ、その上にケーブルを支えるための主塔の建設が進んでいた。主塔が完成すると、架設機材によって各PCセグメントを取り付ける作業に入る。鋼製箱桁の架設は平成12年度後半に入ってからとの予定である。その後橋面工を施して完成となる。

完成目標は平成13年度の始め、すなわち2001年である。スーパーハイウェイの一部として機能するPC・鋼複合構造の双子の橋は、21世紀の幕開けを飾るモニュメントとなりそうだ。

[取材・写真協力：日本道路公団 名古屋建設局 四日市工事事務所]