

世紀のPC長大橋のセグメント架設

松本 公典*

1. ま え が き

最近、我が国においてPC箱桁橋のプレキャストセグメント架設がとみに注目され始めている。建設省土木研究所ではその実施のためのジョイント部分の試験等研究を進めてきた。日本道路公団では中部地方でプレキャストセグメントによるPC橋の施工を進めようとしているし、すでに松山自動車道の重信川高架橋の施工を内ケーブルと外ケーブル併用のプレキャストセグメント工法で進めている。

プレキャストセグメント工法のメリットには省力化、工期短縮、品質管理等に大きなものがある。プレキャストセグメント工法には桁の大部分を製作ヤードで一括製作するロングラインシステム、常に2つのセグメントでマッチキャストでセグメントを製作するショートラインシステムの2通りがあるが、ここに報告するのはほとんどスパン長に近い長さの桁を海に近い製作ヤードで製作し、洋上でその超大セグメントを一括架設している外国

の例である。Jean Muller International Bridge Engineering Consultants の設計・施工管理によるカナダ本島とプリンスエドワード島を結ぶ超長大橋で、スパン長がしばらくPC桁橋で日本一を誇っていた浜名大橋を凌ぐ250mのスパンが43スパン連続し、さらに両側にアプローチ高架が接続する全長12.9kmのPC橋梁技術者にとって夢物語に近いプロジェクトで建設するものである。

筆者はJMI(上記コンサルタントの略)を訪れる機会を得、その見聞したプロジェクトの概要を述べるものとする。JMIはPC技術者ならばその名を耳にすることはよくあるはずである。会長のJean Mullerはプレキャストセグメント工法によるPC橋(箱桁橋、斜張橋、合成構造)の設計、施工に40年の経験をもつ著名な橋梁技術者で、その手掛けた橋は世界中におよび、話題となった例は枚挙にいとまが無いほどである。簡単にJean Muller氏の経歴とJMIの設計となる有名な橋をここに紹介するものとする。Jean Muller氏はその経

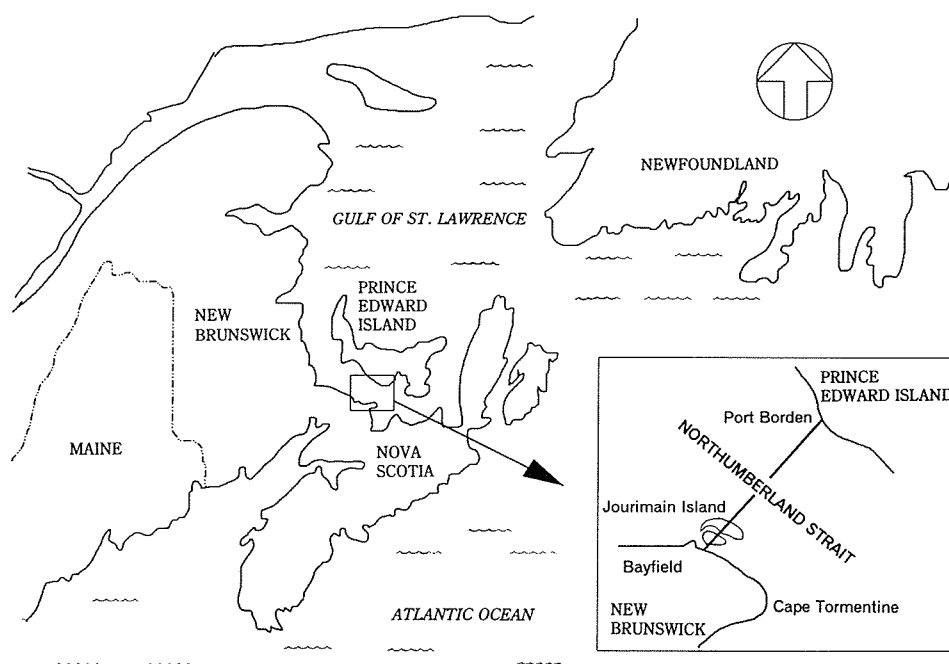


図-1 Project Location

* Kiminori MATSUMOTO : (株)オリエンタルコンサルタンツ 東京第二事業部総合技術部, 工博

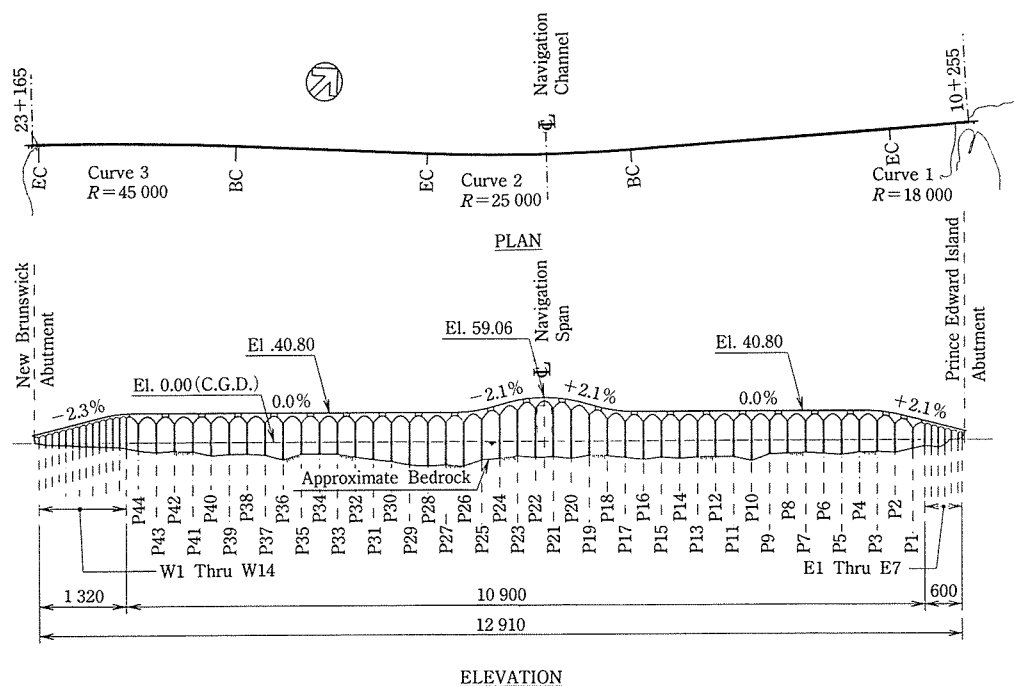


図-2 Bridge Profile

歴の始めはフレッシュインターナショナル (STUP) であった。その後、PC の施工業者 Canpenon Bernard (プロトヌ橋の施工で有名な PC 施工業者) に移り、次いでアメリカに Figg&Muller というコンサルタントを創始し、分離独立してフランスに Jean Muller International 社を興し、3 年後にアメリカに進出して今日に至っている。世界で話題となった著名な PC 橋を列挙すると、斜張橋で、

- ① プロトヌ橋 (フランス)
- ② サンシャインスカイウェイ橋 (アメリカ)
- ③ イゼール橋 (フランス)

PC 桁橋では、プレキャストセグメント工法によるもので、

- ④ サンクルー橋 (フランス)
- ⑤ オレロン橋 (フランス)
- ⑥ リンコーブ橋 (アメリカ)
- ⑦ ヒューストンチャンネル橋 (アメリカ)
- ⑧ ロングキー橋 (アメリカ)
- ⑨ セブンマイル桁 (アメリカ)
- ⑩ バンコク第二高速道路高架橋 (タイ)

合成構造では、コンクリート床版と鋼スペーストラスで構成された橋で最近話題となった、

- ⑪ ロイズ橋 (フランス)

等があるが、その卓抜したアイデアと独創的な発想は他に類を見ない。アメリカのサンディエゴの事務所が本社であるが、他にアメリカに 2 つの事務所、パリに 1 つの事務所、最近ではバンコクにも事務所を置いている。プロトヌ橋は中央スパン 320 m で補剛桁がすべてプレ

キャストエレメントから構成されているもので、PC 斜張橋の世界最初の本格的なものとして、世界中の PC 斜張橋計画に大いに参考とされた。アメリカのリンコーブ橋は工事中の周囲の環境保全に大いに配慮し、施工のための工事用道路は一切使わず、下部工の施工も上部工橋面より行った。ロングキー橋、セブンマイル橋は内ケーブル、外ケーブル併用によるプレキャストセグメント工法による桁橋で後者は世界最長を誇っていた。バンコクの第二高速道路高架橋はドライジョイントのプレキャストセグメント工法による桁橋で約 20 000 個のセグメントを製作ヤードでショートラインにより製作し、1 日 40 セグメントを運搬、組み立て、大幅に工期を短縮した。ロイズ橋は最近話題となったコンクリート床版と鋼製パイプのスペーストラスとから構成される合成構造であり、上部工の軽量化を図ったものである。地震国である我が国に適した構造であろう。このように JMI の設計・施工指導となる橋は PC 技術の進歩、発展に大きく貢献するものである。

2. 海洋に架けられる超大セグメント架設による PC 長大橋

ここに紹介するのは PC 技術者にとって夢物語に近い世紀の超長大プレキャストセグメント架設による長大橋である。カナダの本島とプリンスエドワード島を結ぶアプローチを含め、全長 12.91 km にわたる超長大橋で、主橋は 250 m のスパンを 43 スパンもつものである。橋梁概要を以下に示すものとする。

< 橋梁概要 >

橋 梁 全 長 : 12.91 km

スパン割り :

ニューブランズヴィックアプローチ ; 66 m+13×
93 m

主橋梁 ; 165 m+43×250 m+165 m

プリンスエドワード島アプローチ ; 5×93 m+60
m+30 m

道 路 幅 員 : 11 m

最大橋脚高 : (フーチング底面から上部工橋面まで) ;
87 m

概 算 数 量 : コンクリート ; 37 万 m³

鉄 筋 ; 5 万 トン

PC 鋼 材 ; 1 万 3 千 トン

本橋の特徴は構造部材の徹底したプレキャスト化による建設である。部分的に下部工の建設のための工事用道路を建設しているものの、8千トンのカタマラン式フ

ローティングクレーンのみによる4つのプレキャストセグメントの架設で洋上で組み立てるものである。これら大ブロックによる架設の必要性はこの近海は海が凍結し、氷圧、流水等の障害があって長い通年の工期による架設が許されないのが要因であったであろう。JMIはすでにセブンマイル橋でスパンバイスパンによる1スパン一括架設は経験済みであったが、本プロジェクトのようにその規模、その構造の漸新性は正に世紀のPC長大橋の超大ブロック架設といえよう。もともと主桁の大ブロック架設は鋼桁特有の概念であった。架設機材の大型化と漸新な架設技術がこの夢のような長大橋の超大スパン一括架設を可能にした。

本橋の構造は図-3のように上・下部工4つのセグメントから成っている。1スパンごとに温度伸縮をとらせるスパン中央にスライド可能な桁が挿入されている。従来のゲルバー形式は吊桁受部の損傷が生ずるのが常であ

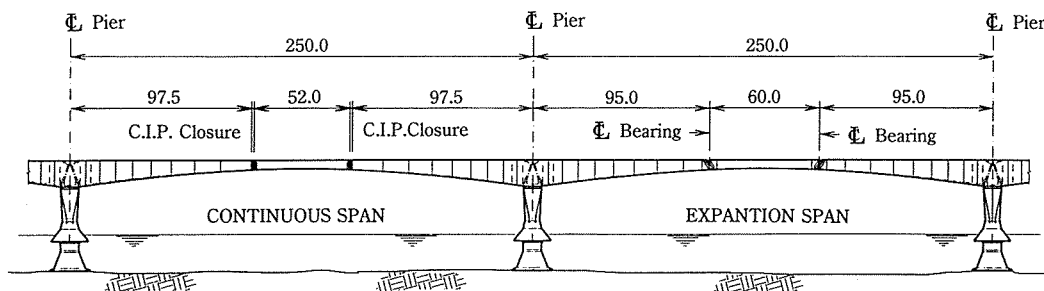


図-3 Typical Superstructure—Main Bridge

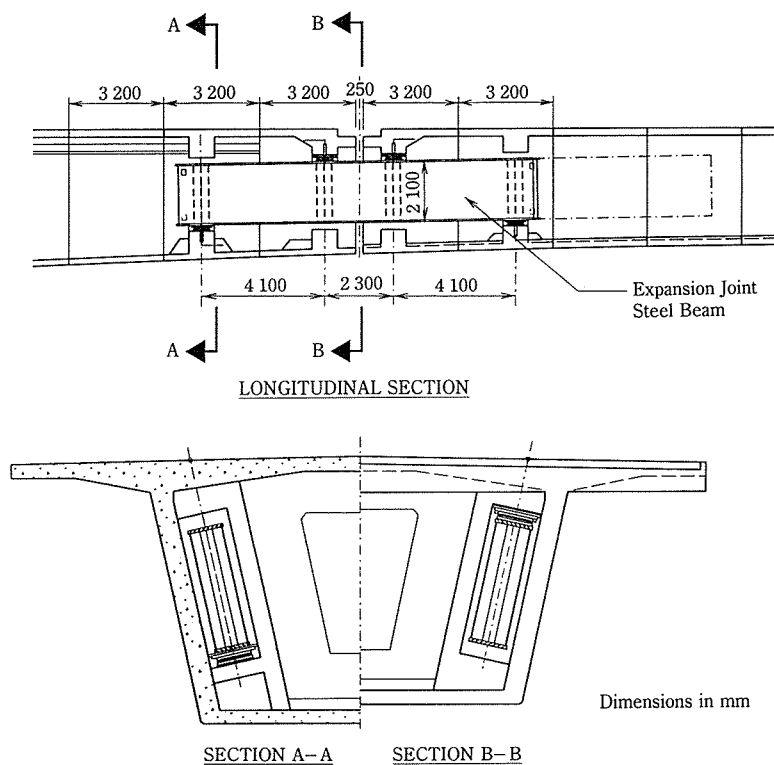


図-4 Expansion Joint—Approaches

◇報文◇

るが、ここでは図-4のようなスライド可能な桁構造としている。桁のウェブに鋼製ボックス梁を取り付け、桁が鋼製ボックス梁に沿って水平移動可能な構造となっており、新しいアイデアである。我が国のように地震の多

発する国ではこれをオイルダンパーにする方法が考えられる。

下部工は図-5に示すように基礎フーチングが円形であって、海底を掘削して整形し、トレミーコンクリート

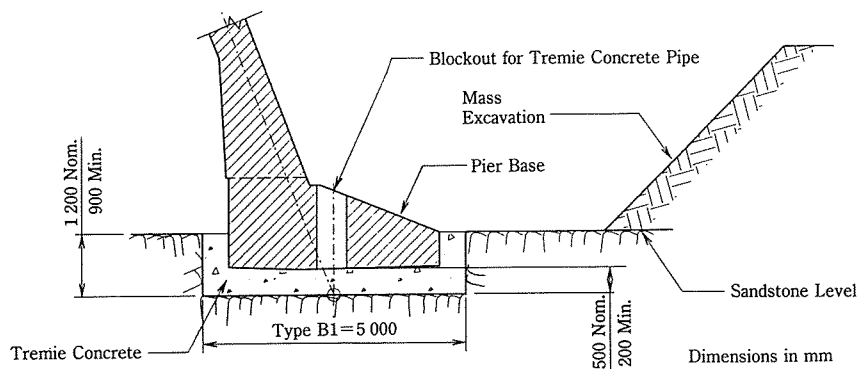


図-5 Trench and Footing—Main Bridge

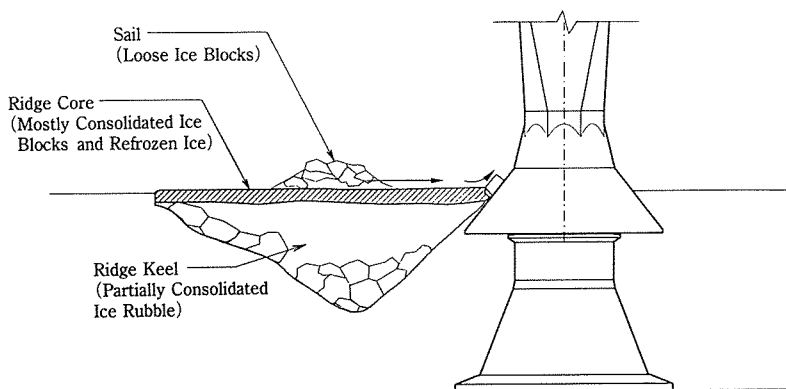


図-6 Ice Ridge

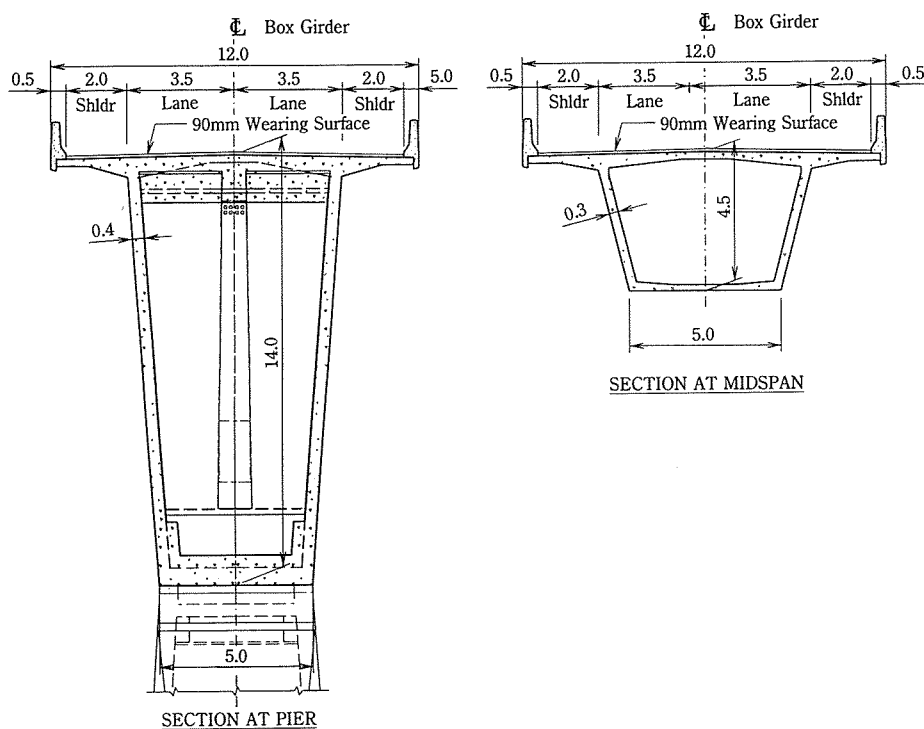


図-7 Typical Cross Section—Main Bridge

で基礎フーチングを固めている。下部工は円形ケーソン部分とアイスシールド（氷圧あるいは流水による衝突のためのバリアー）とから構成され、アイスシールドと脚柱は一体となっている。脚柱々頭部と上部工の間にコンクリート版が挿入され、これがマッチキャストで上部工と下部工の連続性に役かっている。上部工と下部工はPC鋼材で鉛直締めし、一体化している。図-7は主橋の上部工桁断面形状を示し、桁高は柱頭部で14 m（浜名大橋と同桁高）である。主方向は内ケーブルと外ケーブルを混合して使用しており、桁の横方向は横締めをしている。図-8は柱頭部分から両側に張り出した長さ200 mの桁を8千トンフローティングクレーンで吊り、曳航している図である。上部工は柱頭部より両側に100 mずつ張り出した約200 mの主桁、52 m、60 mのドロップインスパン（52 mはPCで締めて、連続構造とし、60 mは伸縮の可能なエキスパンション）とから成り、下部工はアイスシールドのついた脚柱および円形

フーチングから構成されている。図-9は上部工と橋脚とのコネクションおよび代表的な下部工の部材寸法を示している。柱頭部の横桁は鋼製である。また、写真-1

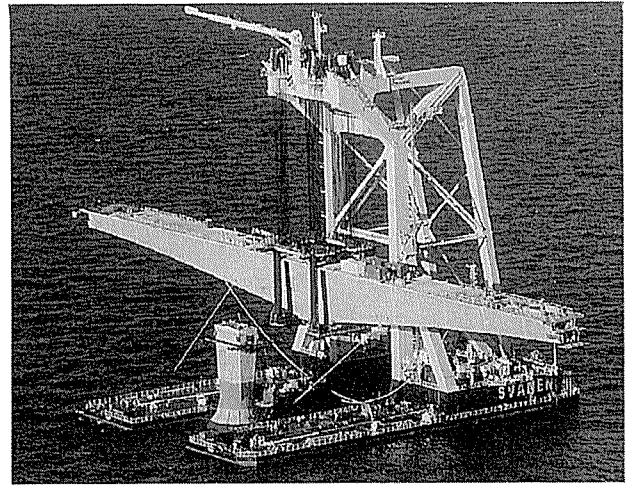


写真-1 Erection of Cantilever Girder on Pier

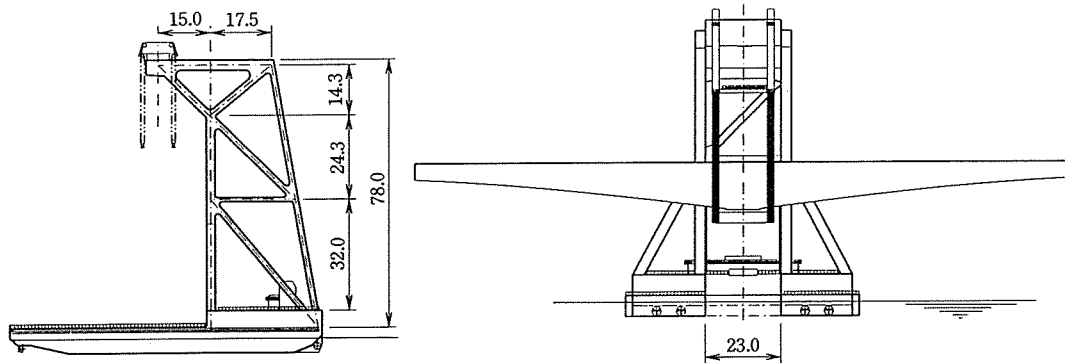


図-8 Floating Heavy Lift Equipment—SVANEN

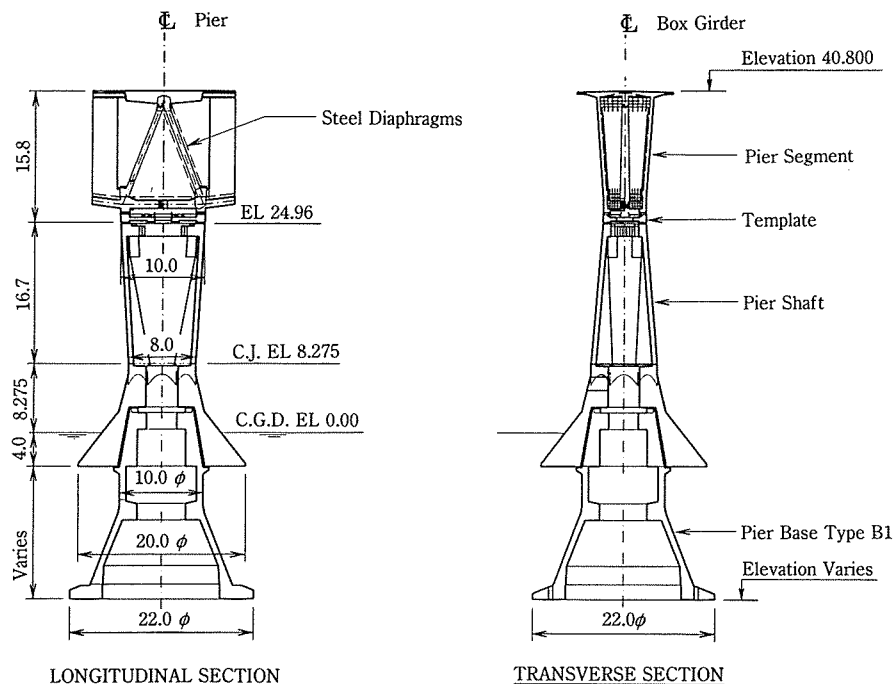


図-9 Typical Pier—Main Bridge

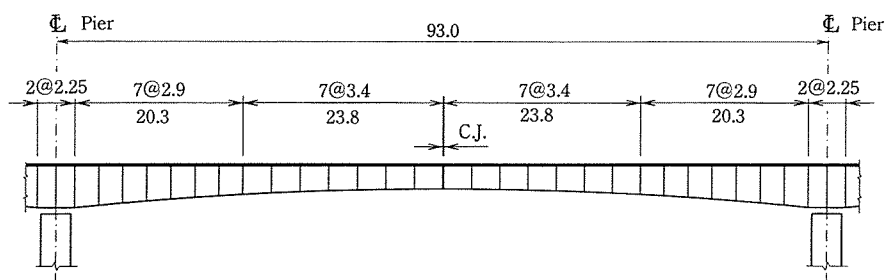


図-10 Typical Segment Layout—Approaches

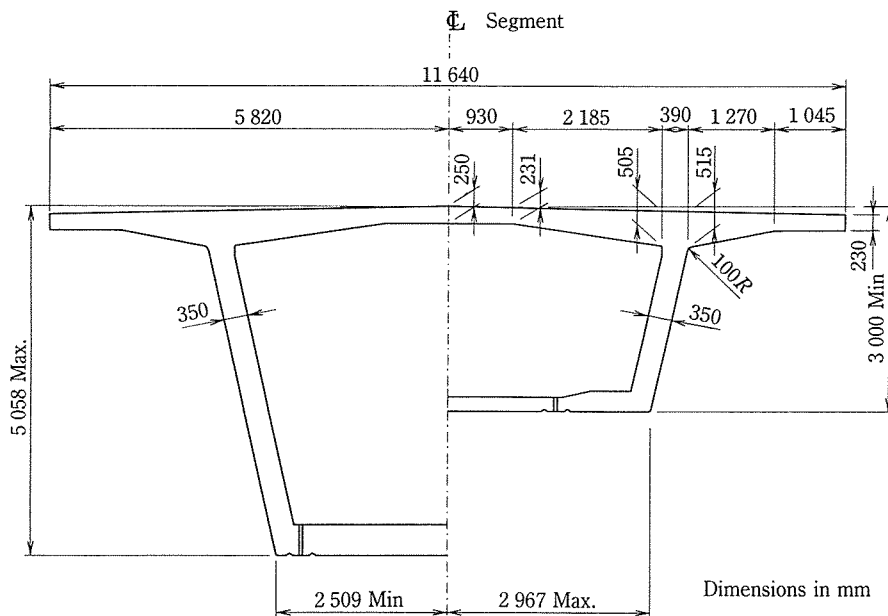


図-11 Typical Cross Section—Approaches

はクレーンで主桁を吊り、すでにセットしているプレキャストの橋脚上にセットする直前の状況を写したものである。図-10, 11 にはアプローチ橋梁のプレキャストブロック割りと桁断面を示している。アプローチ部はランチングガーダーを用い、プレキャストセグメントによる張出し架設を行っている。当工法による大幅な工期短縮により生じたメリットははかり知れないものがある。浜名大橋施工から約 25 年後の今日、PC の施工技術はこれほど進歩しているのである。また、今後 PC 橋梁の架設は現場の条件が許すかぎり大ブロック架設に向かうことは間違いないだろうが、これほどまでの革新的なプレキャストによる超大セグメント架設は世界に例を見ない。

3. ま と め

我が国のコンサルタントはその生い立ちからいっても歴史からいっても欧米のそれとは違う。欧米は現場を熟知したエンジニアが十分施工可能な工法でときには施工設備、機械をも設計するが、合理的で安価な構造（構造的に安定しているのは当然であるが）を既存の概念にとらわれずに十分実験等により安全性を確認のうえ設計に取りかかる。コンサルタントは施工図（ショップドローイング）までおこし、これら設計図書が施工業者の入札に使われるため、設計変更、施工法変更の手続が無く、完全にコンサルタント主導のシステムをとっている。欧米のコンサルタントは正しくコンサルタントの名（技術相談役）にふさわしい役割を担っている。

【1995 年 12 月 25 日受付】