

(63) スパンバイスパン工法による重信高架橋の架設（プレキャストセグメント）

日本道路公団 四国支社 松山工事事務所 ○木水 隆夫
 日本道路公団 大阪建設局 西神戸工事事務所 松田 哲夫
 八千代エンジニアリング 関東支店 正会員 岡田 稔規
 (株)ピー・エス・住友建設(株) 共同企業体 正会員 平野 厚

1. はじめに

重信高架橋は、四国縦貫自動車道の松山IC（仮称）に隣接する高架橋で、全長1901mのPC箱桁橋である。標準スパンを47mとし、45径間の径間数を7橋のラーメン橋と2橋の連続桁橋で構成されているが、そのうち43径間をプレキャストセグメント橋として、機械化施工方法を取り入れ、ショートラインにより製作されたセグメントを、スパンバイスパン工法で架設する施工方法とした。

本工法は、主桁製作と架設を分離させる事により、各分野での作業効率を高め、さらに架設スピードの早い事が特徴である。

本文では、セグメントの製作から架設までの一連の流れとその工事概要を紹介し、新しいセグメント工法の報告をおこなう事とした。

2. 施工概要（ショートラインの基数と工事工程）

全長1901m（図-1 全体図）の橋梁に対して、施工性、経済性を考慮して、次のような施工区分に分けた。

- A1橋台～P35橋脚 プレキャストセグメントによるスパンバイスパン架設
ラーメン構造
- P35橋脚～P43橋脚 プレキャストセグメントによるスパンバイスパン架設
連続桁構造
- P43橋脚～A2橋台 固定支保工による場所打ち施工法
連続桁構造

P35橋脚を境として、陸上高架であるA1橋台側は、橋脚高さが17m以上あるのでラーメン構造とし、P36橋脚からP44橋脚の河川部は橋脚高さが低くなるので連続桁構造とした。又P43橋脚～A2橋台は、松山ICに隣接する拡巾区間となる為、全ての断面が拡巾変化する事により、ショートライン工法を使わず治水期（11月～5月）を用いて、固定支保工による施工方法とした。この結果セグメント橋としての全長は、1807.4mとなり、セグメントの重量を40t～50t程度になるように分けると、セグメントの種別は表-1のようになった。

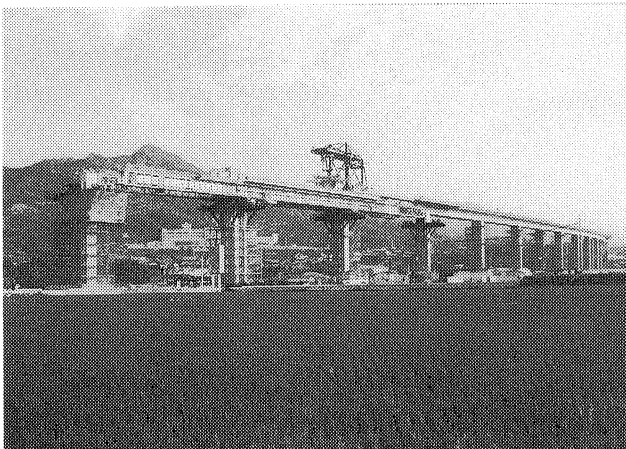
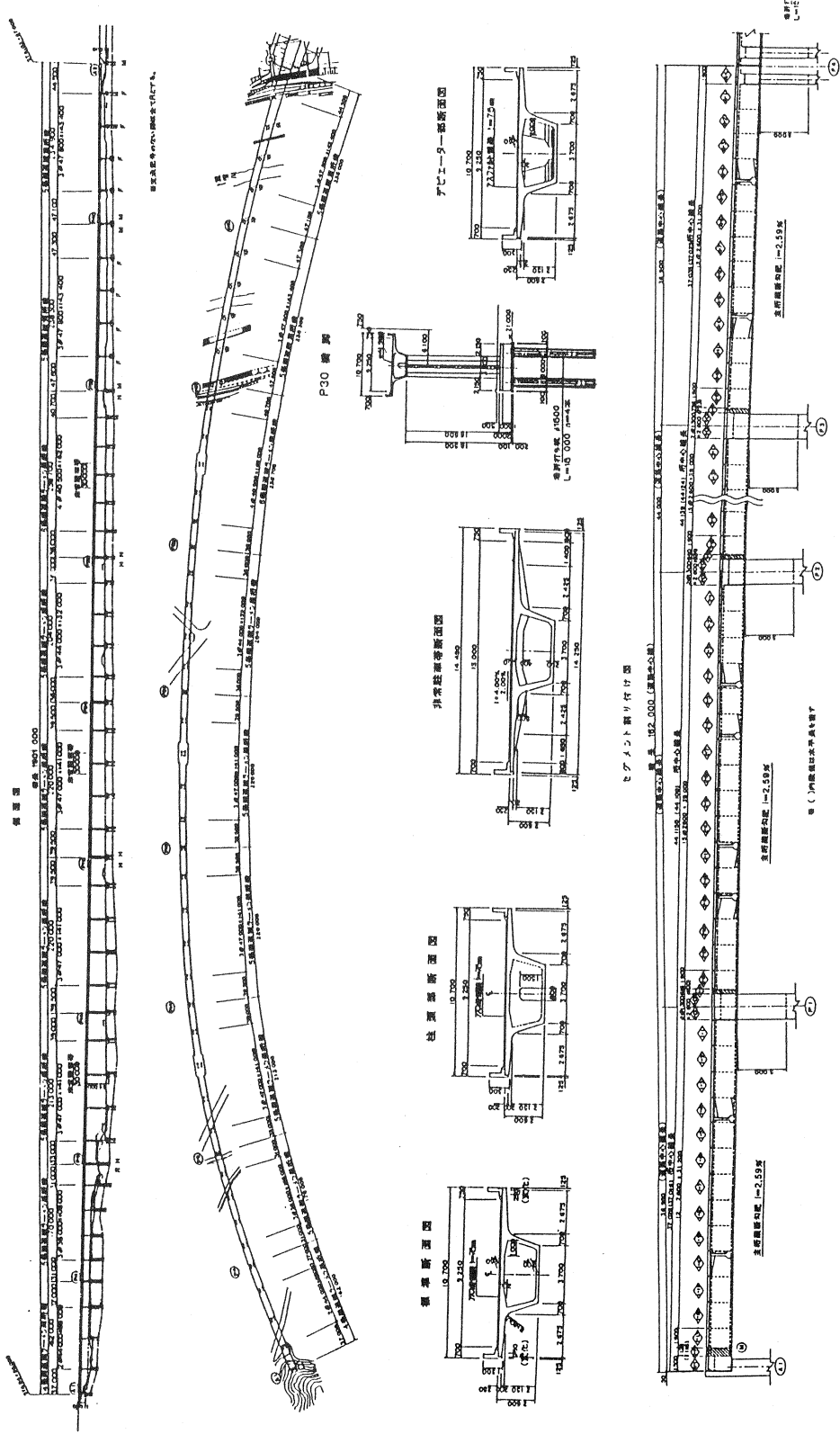


写真-1 スパンバイスパン全景

	個数	長さ
標準セグメント	464個	2.6m
デビエーター部	142個	2.6m
柱頭部	56個	1.3m
非常駐車帯部	70個	2.0m
端部セグメント部	17個	1.5～1.9

表-1 セグメントの個数

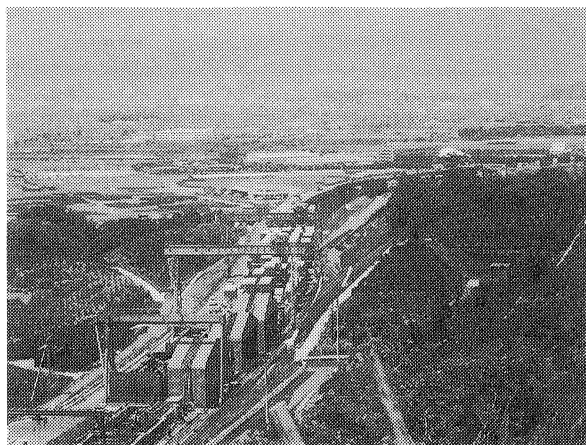
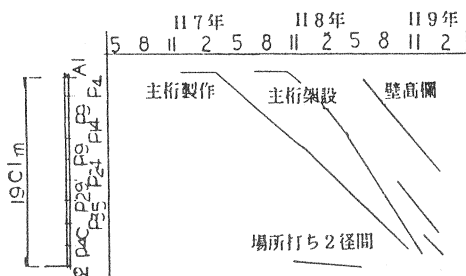
図-1 全体図



上記のセグメント数に対して工程表（図-2）より製作設備は3基とし、標準断面用のタイプを2基、非常駐車帯兼用のタイプを1基として、合計3基のショートライン設備を設けた。

図-2 工程表

写真-2 製作ヤード全景



3. ショートライン工法の設備とプレテンション工法による床版横締め

○ショートライン工法の設備

セグメント工法の場合、製作ヤードをどこに設けるかが大きなポイントとなるが、本工事ではA1橋台後方の土工工事区間を製作ヤードとし、巾25m、延長700mの面積を確保する事が出来た。これにより、最大250個のセグメントの仮置きが可能となり、下部工施工時と平行しながら、セグメント製作を行う事が出来た。又3基のショートライン設備については、施工性 経済性を考慮して、次のような仕様とした。

- 1) 1日1個のセグメントを作る為、標準セグメントは鉄筋を模擬型枠でユニット化して作り、ショートライン上での流れをコンパクト化させた。
- 2) 側枠はスライド方式と開閉方式があるが、底版巾が一定である事により、開閉方式を採用した。
- 3) 内枠の開閉は油圧ジャッキで行い、移動については電動モーターとするが、どちらも操作盤で集中制御が出来るようにした。側枠や底枠も同様に集中制御で、管理できるシステムとした。

○プレテンション工法による床版横締め

従来から、PC工場ではプレテンション桁にプレストレスを与える工法として長い歴史があるが、床版横締めとして使ったのは、国内で初めてである。

その採用した理由を下記に列記する

- 1) ポストテンション方式のような、シース配置、グラウト、定着具が不要で省力化が図れる。
- 2) ウィングサポートタイプの架設である為、プレストレスが軸力に近い状態で導入される。
- 3) セグメント製作段階の一連の作業で、プレストレスが導入出来るので施工管理が容易である。

しかし、ポストテンション工法とは別に、次のような配慮が必要である。

- 1) コンクリート打設後、14時間程度で $\sigma_{ck} \times 0.7 = 350 \text{ kgf/cm}^2$ の所定の強度が要求される為、蒸気養生設備が必要となる。
- 2) 堅固な反力台設備が必要である。
- 3) プレストレスの導入が若材令で行われるので、張出し床版部の反りあがり量が累計されないような管理を必要とされる。

4. 外ケーブルと内ケーブルの配置

一般に外ケーブル方式では、主桁コンクリート断面のウェブにPC鋼材を配置する必要がないため、ウェブ断面の決定に際して、最小厚さで設計が出来る。又外ケーブル(19T15.2mm)と内ケーブル(12T12.7mm)の比率をどのように設計するか、自由度は大きいが、本橋では2本の内ケーブルを主桁断面に最小鋼材量として配置し、図-3のようなフローチャートで設計をした。その結果ケーブル比率は外ケーブル:内ケーブル=7.4:2.6の配分結果となった。

尚、内ケーブルの配置は、ウェブ内のPC鋼材の曲げ上げを排除して、上床版・下床版に直線配置する形状とし、ケーブル配置の簡素化をはかった。外ケーブルの配置については、定着位置を中間支点と端支点横桁の隔壁とし、2径間連続に亘る配置形状としているが、鋼材の曲げ上げ位置の確保として、リブ形の偏向部(デビエーター)を1径間に2~4ヶ所設ける事によって対応させた。

図-3
外ケーブル量の決定方法

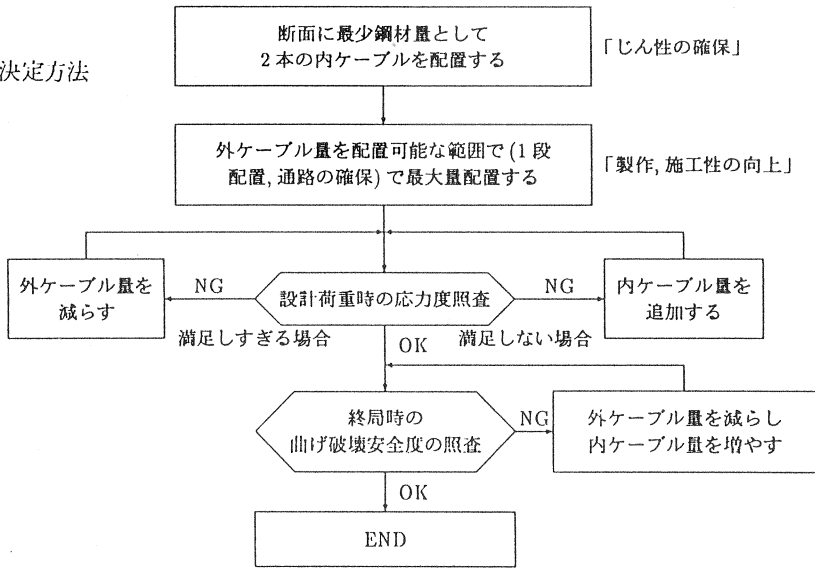
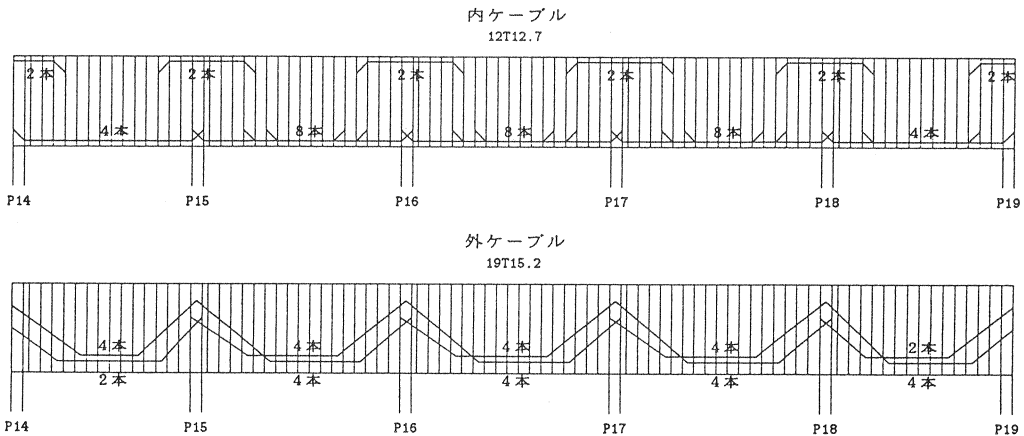


図-4 ケーブル配置概念図



5. Uケーブルによる上部工と下部工の剛結方法

ラーメン橋の柱頭部は、従来場所打ち工法が一般的であるが、本橋では、ショートライン設備の転用を考慮してプレキャストセグメントの構造とした。

剛結合の方法として、曲げに対しては19T15.2mmのUケーブルのPC鋼材で抵抗し、せん断に対しては、アンカーバーで抵抗させる構造とした。接合部のシース管の接続には目地30mmの所に台座モルタル4ヶ所と、シース管回りにラバーゴムを設置して、Uケーブルのつながりを保つようにした。(図-5参照)

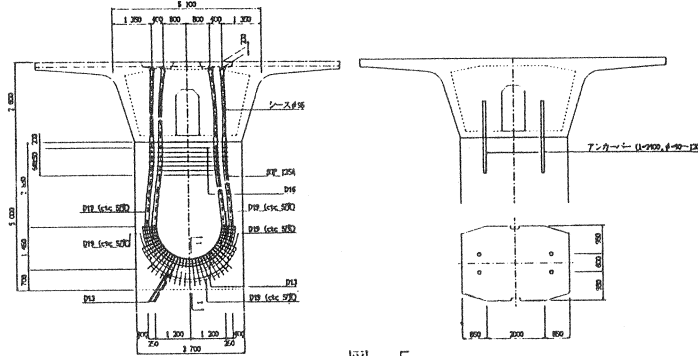


図-5

6. ウィングサポートタイプのスパンバイスパン架設工法

スパンバイスパン工法は、ガーダー上で支持されたセグメントを、1径間分1度にPC鋼材でつなく急速施工方法が特徴である。

一般に、スパンバイスパンの架設方法として、セグメントを下から支持するサポートタイプと、セグメントを上から吊り下げるハンガータイプの2種類があるが、本橋では平面線形が1500m以上である事と、橋脚にガーダー支持用のカンザシ穴を設置出来る事により、サポートタイプを選定した。

以下、スパンバイスパン工法の施工手順を列記する。

- 1) セグメントストックヤードから、プレキャストセグメントを50t橋型クレーンにてトレーラーに乗せ、架設地点まで運搬する。
- 2) トレーラーで運ばれたセグメントを、セグメント取り降ろしクレーンにて、ガーダー上のセグメント台車に降ろす。
- 3) 台車上に据えられたセグメントは、電動チェーンで順次、所定の位置に移動させる。
- 4) 1径間分のセグメントが架設桁上に並べられたあと、台車上に組み込まれた油圧ジャッキにてセグメントの高さ調整を行う。
- 5) 高さ調整終了後、再度セグメントを後方にずらし、各セグメントに接着剤を塗布して、3~4セグメントごとに、セグメントを引き寄せて仮り結合をする。
- 6) 同時に橋脚柱頭部のセグメントでは、U形のPC鋼材を挿入し、緊張を行う。緊張終了後は、セグメントと橋脚頭部の遊間30mmの所に無収縮モルタルを埋める。
- 7) セグメント仮り結合が終了したら、場所打ち調整目地の型枠・鉄筋を組みコンクリート打設を行う。
- 8) 場所打ち調整目地のコンクリートを養生すると共に、外ケーブルと内ケーブルの挿入を行い、場所打ち調整目地部のコンクリート強度確認後、主ケーブルの緊張を行う。
- 9) 主ケーブルの緊張終了後、ガーダーをジャッキダウンさせ、電動ローラーにてガーダーを前方へ移動させる。同時にセグメントの取り降ろしクレーンも所定の位置に移動させる。

以上、1)~9)を繰り返す事によりセグメントの架設は順次A1橋台~A2橋台に向かって行われていく。

1	2	3	4	5	6	7
橋脚頭部セグメントの取りおろし 取え付け	U形PC 鋼材挿入	無収縮モルタル 打設		U形PC 鋼材緊張		
各セグメントの取りおろし、取え付け、接合						
			調整部の型枠、鉄筋組立 コンクリート打設			
			PC鋼材、(外ケーブル)挿入			緊張
			PC鋼材、(内ケーブル)挿入			緊張
					架設桁と取りおろしクレーン セットの移動	

表-2 スパンバイスパン施工サイクル

7. まとめ

今回は、橋長が1901mと長かった為、セグメントの製作や架設工法としてショートラインとスパンバイスパン工法が採用されたか中でも次のような特徴があつた。

- 1) ラーメン橋の柱頭部のプレキャスト化。
- 2) Uケーブルによる上部工、下部工の一体化。
- 3) プレテンション床版の採用。
- 4) 内、外ケーブルの併用。
- 5) スパンバイスパン架設工法の導入。

いずれも、急速施工と建設費のコストダウンを目標に行われたが、初めての工法であった為、当初は1スパンの架設を1サイクル20日程度要したが、現在は標準スパンを6日~8日で行っている。

スパン47mのPC箱桁橋が、一週間サイクルで施工されている現状は、他の工法に類を見ないが諸外国の実績を見るとより早い施工スピードの報告がなされている。

それは地震国である日本、狭い道路、そして高温多湿な風土等、必ずしも外国の仕様と一致しないかもしれないが、セグメントの重量を大きくしたり、セグメントの接合をドライジョイント工法に変えるなどすれば、架設スピードはあと何日かは短縮出来るであろう。

又、工事費の削減にあたっては、セグメントの製作設備費と架設設備費の大型化により固定費が増大するが、この固定費に対する償却の考え方も、今後の工事費削減のカギを握っていると思う。

PC橋のプレキャスト化の更なる発展を願うには、省力化、省コスト化は乗り越えねばならない大きな課題となるので、これからのセグメント橋に本報告が少しでも役に立っていただければ幸いである。

最後に、重信川高架橋の設計、施工を行うにあたり御指導いただいた「松山自動車道PCプレキャストブロック工法に関する技術検討委員会」(委員長:池田尚治 横浜国立大学教授)の委員並びに幹事の皆様に感謝の意を表します。

参考文献 1) 土木技術 1994. 12
 2) 第5回プレキャストコンクリートの発展に関するシンポジウム
 ・内外ケーブル併用プレキャストセグメント連続桁の模型試験
 ・重信川高架橋におけるプレキャストセグメントの製作
 ・重信川高架橋の設計報告
 3) プレストレストコンクリート Vol.38. No.2
 ・内外ケーブル併用プレキャストセグメント橋の概要と破壊試験
 4) 日経コンストラクション 4-12 重信川高架橋建設工事