

プレキャストセグメントで施工されるエクストラードスト橋の架設

オリエンタル建設㈱	正会員	佐伯 信昭
日本道路公団中部支社四日市工事事務所	非会員	中須 誠
日本高圧コンクリート㈱	正会員	鷹巣 恵一
日本高圧コンクリート㈱	正会員	○吉岡 憲一

1. はじめに

第二名神高速道路（近畿自動車道名古屋・神戸線）は、延長：165kmの自動車専用高速自動車国道であり、この道路のうち木曾川渡河部に架設されるのが木曾川橋である。

本橋は、三重県桑名郡木曾岬町～三重県桑名郡長島町を結ぶ橋長：1,145.0m、全幅員：33.0mの中央径間に鋼桁を有するPC・鋼複合5径間連続エクストラードスト箱桁橋である。PC桁部の主桁は大断面ショートラインマッチキャスト方式によるセグメントとして製作され架設地点まで海上運搬し、一面吊張出し架設される。

本文は、側径間部のセグメント架設施工についての報告を中心に、外ケーブルの防錆方法等についても記述するものである。

2. 橋梁諸元

表-1に橋梁諸元を示す。

表-1 橋梁諸元

路線名	第二名神高速道路（近畿自動車道名古屋・神戸線）		
道路区分	第1種2級（100km/h）		
活荷重	B活荷重		
橋長	1145.0m		
桁長	1144.7m		
型式	PC鋼複合5径間連続エクストラードスト箱桁橋		
支間	160 + 3@275.0 + 160 = 1145.0 m		
全幅	33.000m	有効幅員	28.000m
縦断勾配			
横断勾配			
平面線形	∞ ~ 1500m（緩和曲線区間）		

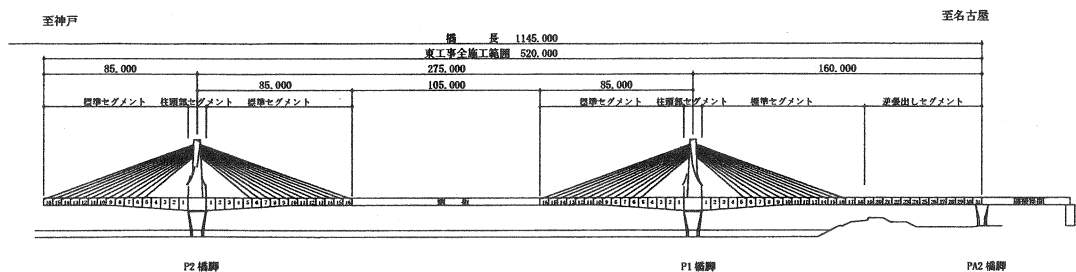


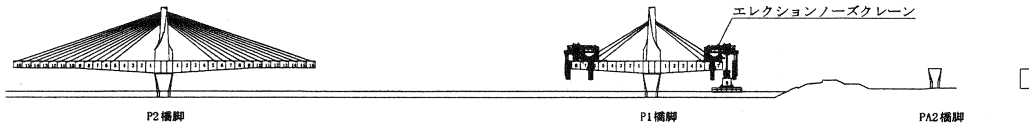
図-1 一般図

3. 側径間の施工

側径間の施工ステップを図-2に示す。

STEP 1: ・順張出し架設 (No.1セグメント～No.12セグメント)

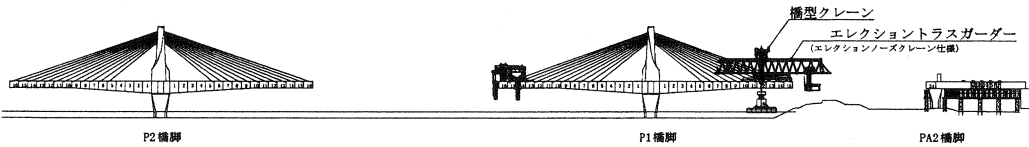
標準部セグメントの架設は、エレクションノーズクレーンによる順張出し架設で行う。エレクションノーズクレーンは全長10m・総重量275tであり、柱頭部に設置、各セグメント架設ごと5mの前進を繰り返す。



STEP 2: ・順張出し架設 (No.13セグメント～No.16セグメント)

・No.31セグメント・隣接径間の場所打ち施工、サドルの製作

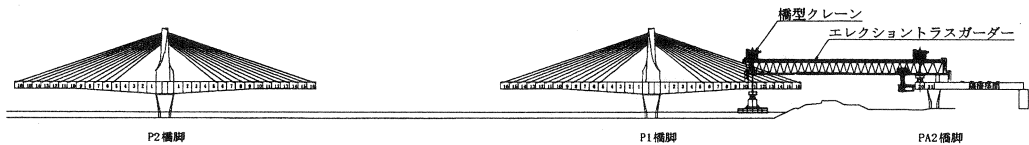
端橋脚側のNo.13セグメント～No.16セグメントは左岸堤防が支障となりNEWセグメント位置での直下吊りができないために、エレクショントラスガーダー (エレクションノーズクレーン仕様) を使用し行った。



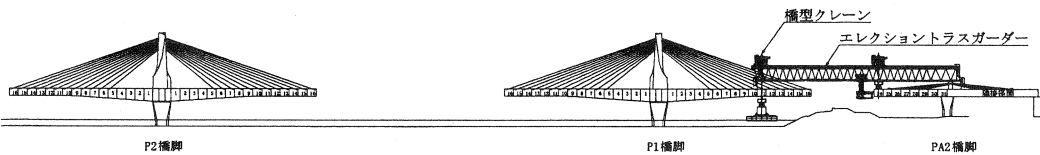
STEP 3: ・エレクショントラスガーダーの送り出し

・No.30セグメント (基準セグメント) 架設

No.31セグメントとNo.30セグメントの間に150mmの無筋目地を有している。コンクリートは、高流動コンクリートを使用し、上床版にはポリプロピレン ネットワークファイバーを混練した。



STEP 4: ・逆張出し架設 (No.29セグメント～No.19セグメント)



STEP 5: ・順張出し架設 (No.17、18セグメント)

・側径間閉合

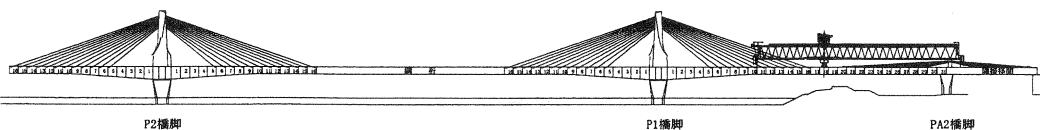


図-2 側径間施工ステップ

3-1. セグメントの運搬

製作ヤードから架橋地点へのセグメントの運搬は、台船による海上運搬としている。台船は1000 t積台船を全セグメントに使用する計画としていたが、P1橋脚付近浅瀬部では入域に必要な潮位が限られるため、2000 t積台船を使用し、入域必要潮位を浅くして対応している。

また、安全航行及び漁場への影響を考慮し、入出域時間の調整、警戒船の配置、オイルフェンスの設置等で対処をしている。

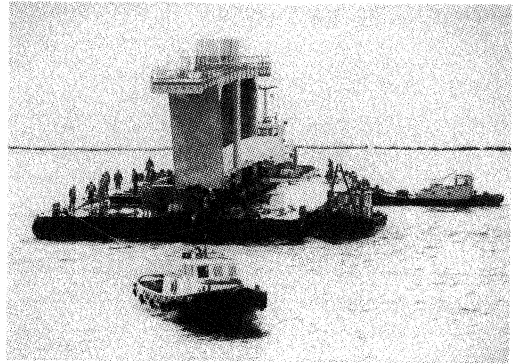


写真-1 セグメント運搬

3-2. セグメントの架設

セグメントの架設方法は、柱頭部をフローティングクレーン船による分割架設、標準部をエレクションノーズクレーンによる順張出し架設としている。側径間端橋脚側は、標準部のような順張出し架設ができないので、端橋脚橋面上に設けたサドルを介して隣接する1径間（隣接径間）の橋体を反力に橋面外ケーブルで補強しながら張出す、逆張出し架設としている。架設機械はエレクショントラスガーダーを使用する。

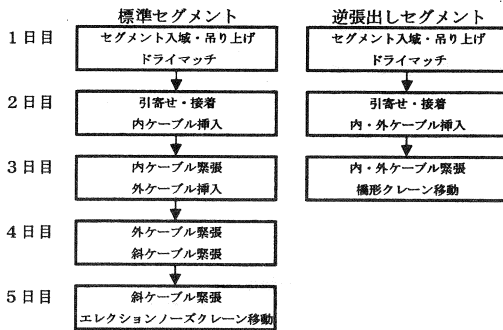


図-3 架設サイクル



写真-2 逆張出し架設

3-3. 引寄せ・接着

接着剤は、計量・練り混ぜ管理を必要としない1液性のエポキシ樹脂系接着剤を使用し、片面1mm以上の厚さで両面塗布した。気温により接着剤の粘性・硬化時間が変化するので、最高気温20℃の前後で2タイプを使い分けて対処した。また、シース内に侵入する接着剤の有無を確認するために、簡易管内カメラを使用し、全数目視確認を実施した。

引寄せ鋼棒は上床版に配置された本設のPC鋼棒(SBPR 930/1180 φ32mm)と、下床版に配置した仮設の総ネジPC鋼棒(SBPR 930/1180 D26mm)を1セグメントごと順次定着し、カップラーにて接続していく方法とした。また、側径間側では平面線形に対応するため、上床版部のPC鋼棒をPC鋼より線(SBPR 19L 1S28.6mm)に変更した。

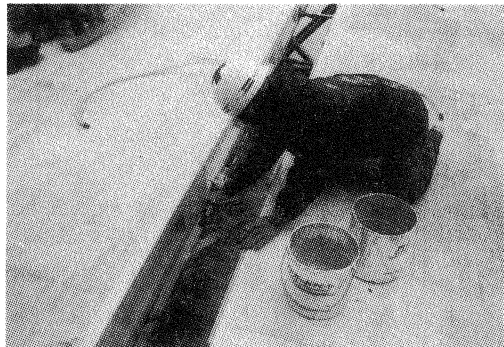


写真-3 接着剤塗布

3-4. PC鋼材の挿入・緊張

架設されたセグメントへプレストレスを導入する方法としては、内ケーブル・外ケーブル併用構造で、その比率は、ほぼ 5 : 5 となっている。

逆張出し橋面外ケーブルは、日差しによる影響を考慮し、白色に防錆処理を施したケーブル (SWPR 7B 19 S15.2mm) を使用した。

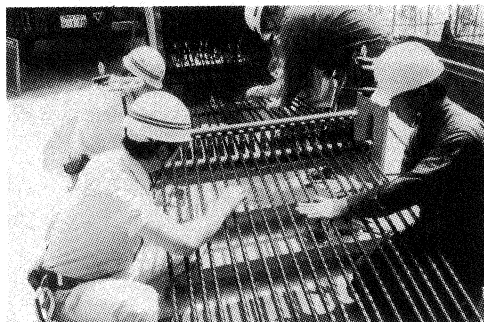


表-2 使用主鋼材

	鋼材の種類	定着工法
内ケーブル	12S15.2B	アンダーソン工法
外ケーブル	19S15.2B Ep	アンダーソン工法
	27S15.2B Ep	アンダーソン工法
斜ケーブル	7φ163 (ED163)	DINAアンカーケーブル

※Epはエポキシ皮膜PC鋼より線であることを示す。

写真-4 外ケーブル挿入

4. 外ケーブルの防錆

前述の通り、木曾川橋では外ケーブルにエポキシPC鋼より線を使用している。しかし、エポキシPC鋼より線は、緊張作業時に定着用ウェッジによってエポキシ樹脂被膜が部分的に剥離する。この剥離部分に水と酸素が供給されると発錆し腐食が生じることになる。

本工事では被膜剥離部をポリブタジエン系防食剤で防錆することとしたが、注入剤を圧入する際のシーリング及び注入時の排気が不完全であると、空隙が残り、十分な防錆効果が得られない。

本項では、注入時の施工性及び注入効果の高い定着構造の選定目的に行った試験結果を取りまとめたもの記述する。

4-1. 試験概要

(1) 試験日程

表-3 試験日程

日 程	試験内容
1日目	試験体作成およびシーリング作業
2日目	
3日目	ポリブタジエン注入作業
4~6日目	養生
7日目	脱型充填確認

(3) 使用材料

表-4 使用材料

防 錆 剤	シーリング剤
ウレタン-ポリブタジエン系サ-モール-M75 (物性：引張強さ5.9MPa, 伸び250%)	・シリコンオイル剤 ・発泡ウレタン(密度28~32kg/m ³) ・熱収縮チューブ(収縮率40%以上)

(4) 使用機械

表-5 使用機械

機械名	仕様・性能
ミキサー	低速電動ハンドミキサー(回転数:350rpm)
ポンプ	ダイヤモンドポンプ(最高吐出圧:0.7MPa)

(2) 試験場所

三重県四日市霞1丁目

(木曾川橋東工事共同企業体 霞製作ヤード内)

(5) 試験内容

防錆箇所の違う2種類の定着体について注入性能の比較を行い使用する定着体の選定をする

定着体 タイプ1：キャップ充填タイプ(グラウトキャップ部のみ注入)

タイプ2：トランペット充填タイプ(トランペット全体を注入)

- 性能比較
- | | |
|----------------|------------------|
| ① シーリング等の組立施工性 | ③ 注入時の漏れの有無 |
| ② 注入の施工性 | ④ 防錆剤の充填率(空隙の有無) |

(6) 試験体

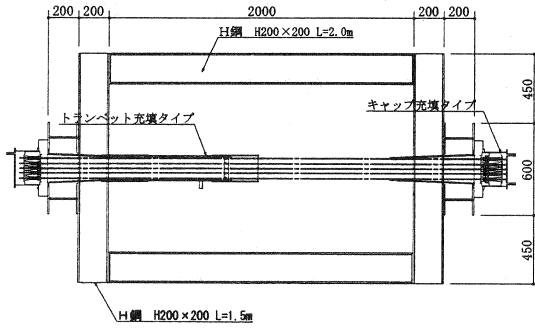
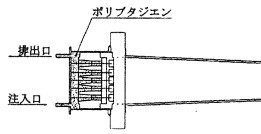


図-4 試験体側面図

タイプ1: キャップ充填タイプ



タイプ2: トランペット充填タイプ

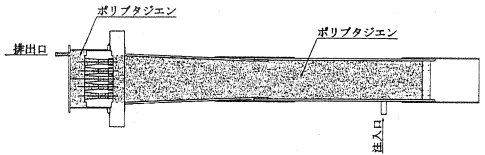


図-5 注入図

4-2. 性能比較

表-6 性能比較表

	タイプ1: キャップ充填タイプ	タイプ2: トランペット充填タイプ
① シーリング等の組立施工性	<ul style="list-style-type: none"> 使用シーリング材: 発泡ウレタン、シリコンシール材 <p>図-6 シーリング位置図 (タイプ1)</p>	<ul style="list-style-type: none"> 使用シーリング材: 発泡ウレタン、シリコンシール材、熱収縮チューブ <p>図-7 シーリング位置図 (タイプ2)</p>
② 注工性	<ul style="list-style-type: none"> 注入量は2ℓ、注入時間は約1分 	<ul style="list-style-type: none"> 注入量は20ℓ、注入時間は約10分
③ 注入時の漏れの有無	<ul style="list-style-type: none"> グラウトキャップ本体の接合溶接箇所より漏れがあった。 <p>図-8 防錆剤漏れ箇所図</p>	<ul style="list-style-type: none"> タイプ1と同箇所より漏れがあった。
④ 防錆剤の充填率(空隙の有無)	<ul style="list-style-type: none"> 定着ウエッジの周りに数箇所、微細な空隙があった。 グラウトキャップ上縁約5mmを充填できなかった。 <p>図-9 空隙箇所図</p>	<ul style="list-style-type: none"> 定着ウエッジの周りは完全充填されていた。 タイプ1同様、グラウトキャップ上縁を充填できなかった。 <p>補) グラウトキャップ上縁の空隙に対しては、実施工時、下図のように変更した。</p> <p>図-10 排出口変更図</p>
評価	○	◎ (採用案)

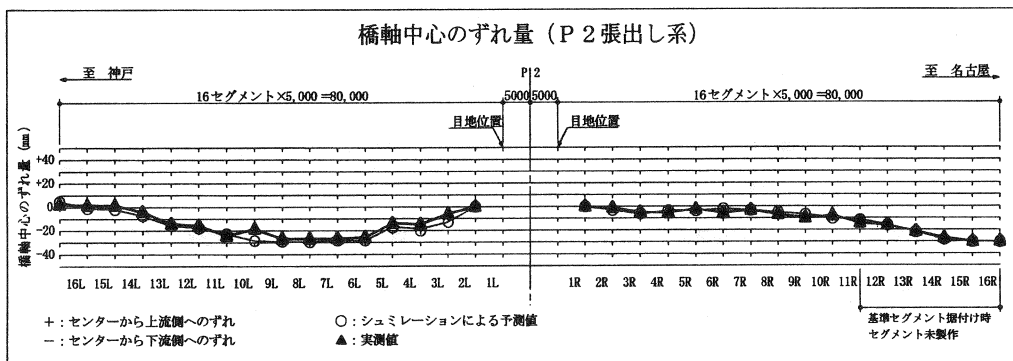
4-3. まとめ

実施工ではタイプ1の方法で閉塞・漏れ等のトラブルもなく、約300箇所の定着部全数に防錆剤の注入を完了した。また、外ケーブルの長所の1つである、将来取り替えが可能であるという点からすると、防錆剤硬化後に行った脱型作業により、定着体の取り外し、鋼線の引き抜きが比較的容易にできたことも、今回の実験で得られた成果の一つであると考えられる。

5. 橋面形状管理

橋面形状の管理は、セグメント形状を3次元CCDカメラ等により計測した結果をもとに架設形状をシュミレーションし、各セグメント架設ステップ毎の予測値を算出する。その値をもとに基準セグメントを据付け、各ステップ毎に橋面形状を実測する方法とした。

ショートラインマッチキャスト工法でセグメントを製作する場合は、各セグメントの施工誤差が累積し、張出し架設工法でセグメントが架設される場合は、基準セグメントの据付け精度が以降セグメント及び橋全体の橋面形状に大きく影響することとなる。基準セグメントの据付けは、張出し先端(No.16セグメント先端)での予測値に対する誤差が8mm以下になるように据付けを行った。予測値と実測値の比較(P2張出し系)をグラフー1に示す。



グラフー1 橋軸中心のずれ量 (P2張出し系)

6. おわりに

弥富高架橋を皮切りに始まった、第二東名・名神高速道路のプレキャストセグメント工法も、現在は上和会高架橋、古川高架橋等、各地で計画・施工されている。特に上和会高架橋は製作ヤードの確保とセグメントの運搬を考え、主桁を施工上合理的なセグメントに分割、その重量を30t程度以下にして既設のPCプレキャスト工場で作成し、一般公道を利用し運搬する計画となっている。

重量にして上和会高架橋の10倍以上の約400tのセグメントで木曾川橋・揖斐川橋が、世界初のPC・鋼複合エクストラドーズト橋として完成することが出来たという実績と、この報告書が今後プレキャストセグメント工法で施工される方々の参考にして頂ければ幸いです。

参考文献

- 1) 酒井・上杉: 工場製作プレキャストセグメント工法PC箱桁橋の品質管理—第二東名高速道路 上和会高架橋—, プレストレストコンクリート, Vol. 43, No.3, pp. 62~67, 2001.5