

(16) 小田原港橋における斜材の施工

住友建設(株) 正会員 ○ 春日 昭夫  
 日本道路公団 松井 保幸  
 同 上 相葉 和俊  
 住友電工(株) 正会員 谷山 慎吾

1. はじめに

西湘バイパス改築事業のうち、小田原港上に施工された小田原港橋は、周辺環境との調和および改築事業のシンボルとして、世界で初めて採用されたエクストラドーズドPC橋である。エクストラドーズドPC橋とは、従来、偏心量が桁の有効高さ以内に限定されていた外ケーブルを、桁の有効高さ以上に配置した橋梁であり、斜張橋と同じ発想であるが、主桁高さはその半分に抑えられている。これによって桁橋と斜張橋との複合的特性を有する構造係が可能となり、その有利性が期待できる適用スパンもこれらの形式の中間領域に位置するものと考えられる。<sup>1), 2)</sup> 本橋の大きな特徴は、国内のPC橋で初めて塔頂部にサドル構造を採用したことと、斜材の許容応力度を通常のPC橋のケーブルと同様0.6 f puに設定したことである。

本文は、それらの斜材システムの施工に関して報告をするものである。

2. 小田原港橋の概要

図-1に本橋の一般図を示す。先に述べた本橋の特徴以外に、斜材にエポキシストランド、セメントグラウト、FRP保護管という三重防錆を施したこと、斜材の取換えを容易にするためにサドル部と主桁部を

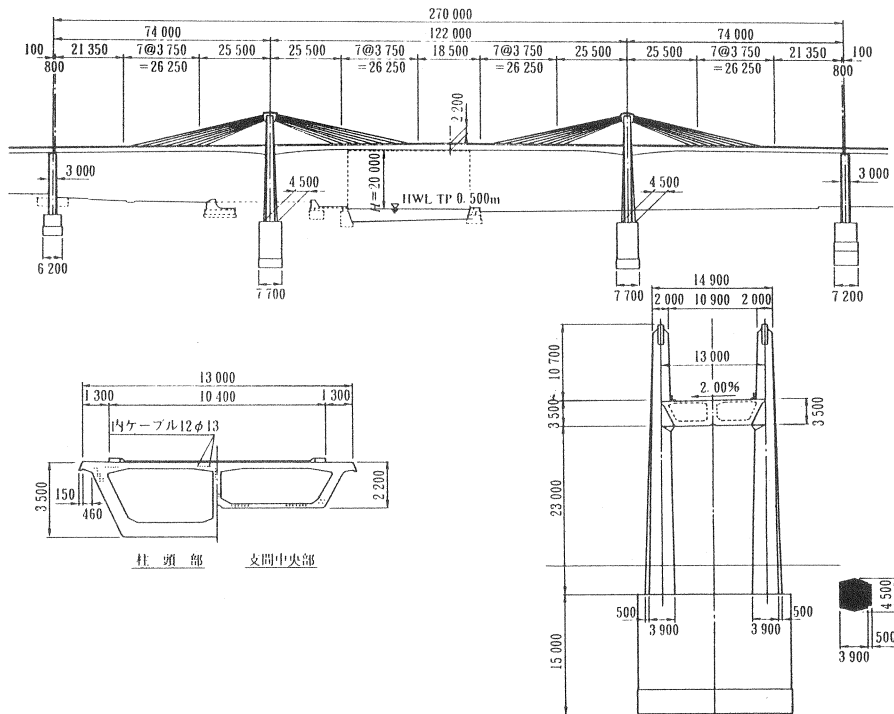
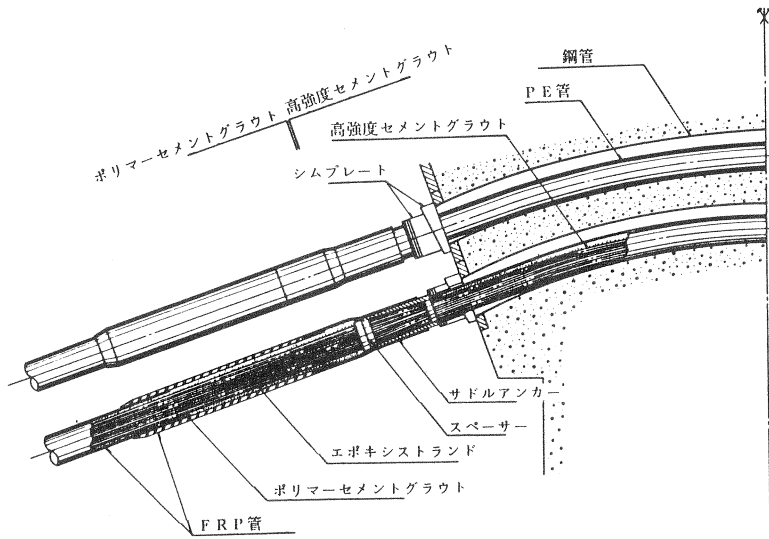
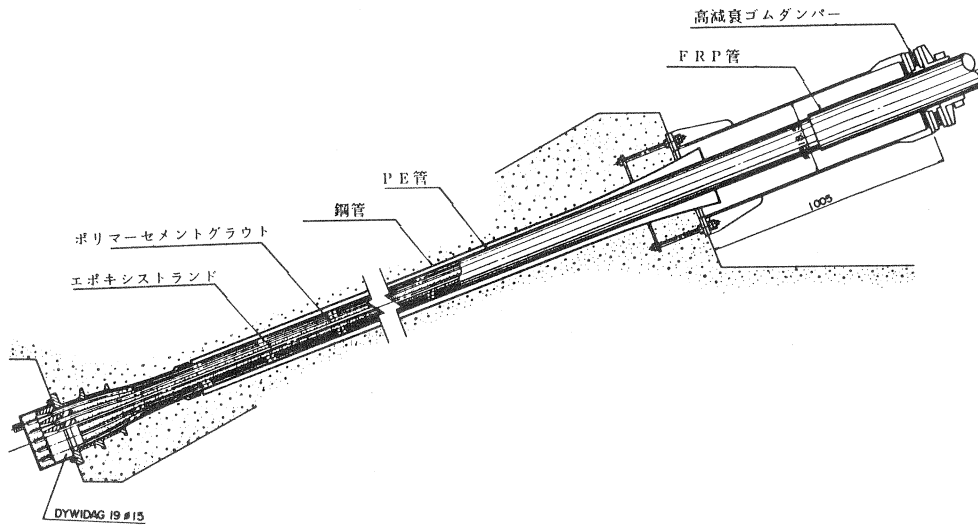


図-1 全体一般図



(a) サドル側



(b) 主桁側

図-2 斜材システム詳細図

二重管構造にしたことが挙げられる。施工はワーゲンによる張出し架設であり、基本的には通常の桁橋の延長という位置づけで施工を行っている。表-1にブロックのサイクル工程を示すが、斜材のあるブロックは標準ブロックに比べ3主桁で4日サイクルが長くなる。施工上の大きな特徴は、斜張橋の斜材と違い、施工中、あるいは完成後の斜材張力調整を行っていないことである。これは斜張橋に比べて斜材の角度が約半分であり、また、主桁の剛性が大きいため、クリープ・乾燥収縮によって通常の主桁内P C鋼材と同様すべて張力が減少するからである。したがって、斜材は張力調整のできない外ケーブル用の定着具を使用している。

3. 斜材の施工

3-1 斜材システム

斜材の定着工法はダイバークの19φ15で、取換え可能な外ケーブル用の定着具である。図-2に斜材システム全体の詳細図を示す。本橋の斜材は塔頂部でサドルを採用しているため、取換えが容易に行えるという思想に基づき設計された。したがって、主桁は1本の斜材が取換えられていても設計荷重が載荷可能なように設計されている。また、そのときの他の斜材の張力は、すべて許容値である $0.6 f_{pu}$ を満足している。主桁部、サドル部では、斜材張力を解放した後、斜材が引き出せるように二重管構造になっており、斜材の左右張力差による滑りを防止するために、サドルの両側にシムプレートを用いたサドル部定着装置の製作を現場で行った。一方、主桁側は斜材が箱桁内のウェブに近い位置に配置されており、図-3に示すような斜材定着突起に斜材を定着した。また、斜材の架設はすべて足場上で行っている。

3-2 挿入と緊張

斜材の施工は、まず、FRP管の架設を足場上で行う。この時、

表-1 サイクル工程

3 主桁標準ブロック 11日/サイクル

工種	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
ワーゲン移動	■										
外型枠組立		■	■								
鉄筋・PC組立				■	■	■					
内型枠組立							■	■			
コンクリート打設									■	■	
養生											■
養生張											■

斜材定着ブロック 15日/サイクル

工種	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
ワーゲン移動	■														
斜材ケーブル挿入		■	■												■
斜材ケーブル緊張			■	■											
外枠組立				■	■										
鉄筋・PC・斜材ケーブル定着具組立					■	■	■	■							
内型枠組立									■	■					
コンクリート打設											■	■			
養生													■	■	
内ケーブル緊張															■
保護管製作架設						■	■	■	■						

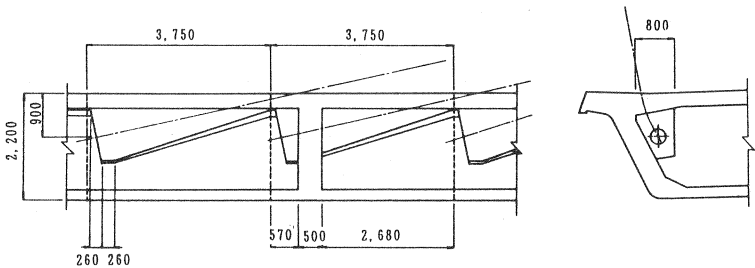


図-3 斜材定着突起

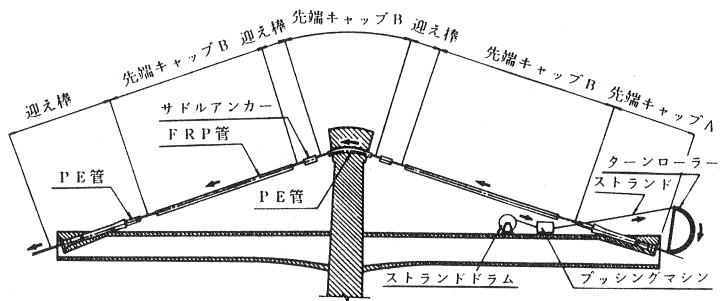


図-4 ストランド挿入要領

FRP管には鋼製スパイラルを前もって挿入しておく。続いて、図-4に示す要領でストランドの挿入を行う。ストランドは、橋面上に設置したプッシングマシンでストランドドラムからターンローラーを経て主桁内へ送られる。そして、サドル部を通過した後、反対側の主桁へ送り出される。このとき、サドル部の両側のサドルアンカーには3枚のスペーサーがあり、到着側の定着体にはアンカーディスクがセットされているため、図-5のような迎え棒を使って所定の位置を通過できるようにした。また、挿入側の主桁部では図-5に示す先端キャップAを、FRP管とサドルのPE管内は先端キャップBをストランドに取り付けて挿入を行った。特に、先端キャップBは、既に挿入されたストランドの中に、挿入するストランドがもぐり込まないように工夫されたものである。緊張は、430<sup>t</sup> ジャッキを4台用いて同時に行った。ジャッキ重量は750<sup>k<sub>ef</sub></sup>であるが、ワーゲンから吊り下げて緊張したため、斜張橋で用いられる緊張用作業台は使用していない。

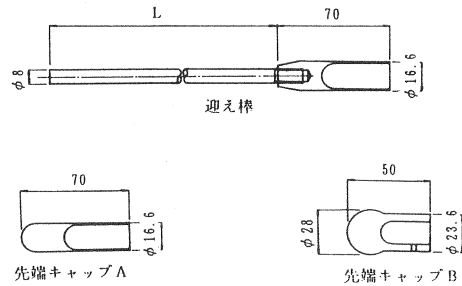


図-5 迎え棒および先端キャップ

3-3 緊張管理

斜材の緊張管理は、通常のPC鋼材と同様の手法を用いて行った。ただし、サドル部の構造上の理由から試験引きは実施していない。そして、通常の緊張管理手法によって、斜材の自由長部に所定の緊張力が導入されているかどうかを確認するために、最初の2本目まではストランドのひずみを測定しながら緊張作業を行った。表-2に最下段の斜材の測定結果を示すが、自由長部の導入張力は、設計値の±5%に収まっており、通常の緊張管理手法でも十分に管理を行えることが検証された。また、表-3は斜材のμ管理表であるが、最初の4本の斜材を緊張した時点で、1本ごと、およびグループの管理限界を設定した。そして、残りの4本の斜材はいずれもこの管理限界内にあり、μ管理も有効に利用できることがわかった。

表-2 斜材緊張時測定結果

圧力計読み kg/cm <sup>2</sup>	緊張荷重 (tonf)	鋼材素線取付 伊豆、海側										1本当り張力 (tonf)	全体張力 (tonf)	
		歪(×10 <sup>-4</sup> )												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			平均
0	0.0	1	0	-1	0	-2	1	-1	-1	0	0	0	0.0	0.0
50	44.7	884	940	764	919	553	974	872	553	568	459	750	2.2	41.8
75	67.1	1271	1307	1112	1275	923	1373	1222	901	943	830	1116	3.3	62.7
100	89.5	1609	1699	1492	1571	1291	1868	1605	1213	1321	1193	1466	4.3	81.7
125	111.8	2025	2083	1873	1935	1674	2051	1979	1579	1709	1573	1848	5.4	102.6
150	134.2	2415	2477	2262	2326	2074	2430	2373	1978	2106	1950	2239	6.5	123.5
175	156.6	2834	2886	2669	2726	2493	2826	2784	2383	2519	2357	2648	7.7	146.3
200	179.0	3226	3263	3056	3099	2892	3189	3177	2769	2906	2740	3032	8.9	169.1
225	201.3	3648	3685	3421	3496	3332	3614	3606	3205	3329	3166	3450	10.1	191.9
250	223.7	4065	4090	3840	3909	3755	4012	4018	3618	3735	3574	2862	11.3	214.7
275	246.1	4280	4468	4225	4249	4162	4416	4409	4143	4126	3959	4242	12.4	235.6
300	268.4	4703	4899	4657	4670	4618	4852	4844	4573	4551	4399	4676	13.7	260.3
325	290.8	5119	5304	5057	5069	5028	5263	5246	4976	4944	4812	5082	14.9	283.1
定着後		4780	4966	4719	4722	4680	4913	4912	4641	4597	4466	4740	13.9	264.1

表-3 斜材のμ管理表

緊張箇所 (桁番号)		P13 斜材工														
ケーブル番号	S-8	S-7	S-6	S-5	S-4	S-3	S-2	S-1								
	海	山	海	山	海	山	海	山	海	山	海	山	海	山	海	山
μ	0.25	0.30	0.46	0.35	0.33	0.28	0.51	0.48	0.32	0.25	0.25	0.25	0.40	0.28	0.54	0.36
Σμ	2.96								2.69							
Σμ/n	0.37								0.336							
U.C.L=0.556	-----															
L.C.L=0.184	-----															
μ管理																
μ管理	<p> <math>\bar{\mu}=0.37</math>    <math>\sigma_{\mu}=0.093</math>                      1本ごと    U.C.L=0.556                      L.C.L=0.184                      グループ    U.C.L=0.436                      L.C.L=0.304                 </p>															

3-4 グラウト

斜材のグラウトは、サドルアンカーの間は高強度セメントグラウトを、それ以外の部分はポリマーセメントグラウトを用いる。高強度セメ

ントグラウトは無収縮でノンブリージングであること、28日の圧縮強度が600kg/cm<sup>2</sup>以上であることが要求される。また、ポリマーセメントグラウトは、ノンブリージングであること、28日の圧縮強度が200kg/cm<sup>2</sup>以上であること、また、グラウトにひび割れを生じさせないために1000μ程度の伸びに追従できる延性を有することなどが要求される。以上により、高強度セメントグラウト

表-4 ポリマーセメントグラウトの配合表

セメント/ポリマー-イタリオン (重量)	ポリマー-セメント比 (%)	水セメント比 (%)	単位容積重量 (kg/l)
100/58	25	33	1.79

としては、プレミックスタイプのグラウト用無収縮セメントを用いる。そして、ポリマーセメントグラウトは、表-4に示す配合のものを使用する。サドル部のグラウトは、斜材の左右張力差に対処するため、次のコンクリート打設までに行う必要がある。したがって、斜材の緊張が終了するとサドルアンカーの間のグラウトを行った。なお、注入には手動ポンプを使用した。

### 3-5 サドル部定着装置

サドル部のグラウトを行った次の日、図-6に示すようなシムプレート等の定着装置の組み立てを行う。まず、二つ割りになっているテーパワッシャを取り付け、調整プレートでサドルアンカーと支圧板のすき間を調整した後に、上からU形シムプレートを差し込む。張力差はストランドから高強度セメントグラウトを経て、サドルアンカー、シムプレート、そして、サドルへと伝達される。特に、サドルアンカーの内側はテーパ加工になっており、グラウトのくさび効果を期待している。

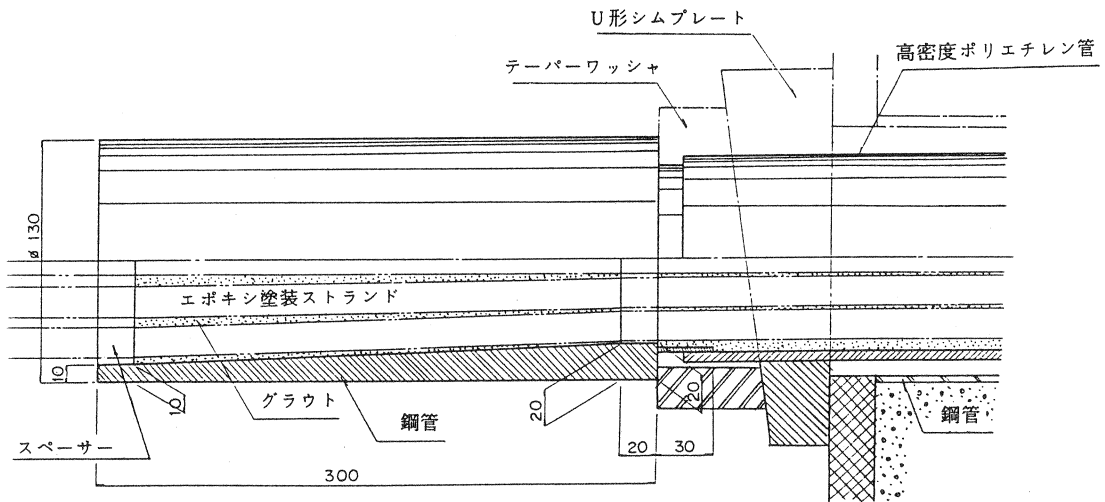


図-6 サドル部定着装置詳細図

### 4. おわりに

以上のように、本橋ではストランド挿入からサドル部定着装置の組立てという一連の斜材の施工がサイクル工程の中に入ってくる。サドル構造の斜材の場合、左右張力差を固定する機構を考える必要があるものの、ストランド挿入においては主塔に定着具を配置した場合より施工性が向上するという利点がある。また、斜

材の緊張管理においても、通常のPC鋼材と同じ手法で管理できることが検証された。

参考文献

- 1) 城野, 多久和, 春日, 岡本: エキストラードードPC橋の計画と設計, 橋梁と基礎, PP. 11~17, 1992年12月
- 2) 小野寺, 今泉, 春日, 岡本: エキストラードードPC橋の計画と設計 (西湘バイパス小田原港橋), プレストレストコンクリート, V01. 35, PP. 49~58, 1993年5月