

酒田港大浜 -9.0m 岸壁改良工事

桂 田 定 清*
佐 藤 信 也**

1. ま え が き

酒田港（本港地区）大浜 -9.0m 岸壁は、昭和 33 年から 40 年にかけて建設された井筒式岸壁であり、以来酒田港の主要岸壁として大いに利用（年間貨物取扱い量実績最高は 60 万トン）されてきた。その間には酒田港における外材輸入が急増し、本岸壁を主体とした原木の岸壁荷役が大きなウェイトを占めることとなり、このため床版に設計荷重以上の強い衝撃荷重が作用したり大型荷役機械が多数稼働するようになり、その結果として床版に傷みが目立ってきた。よって本岸壁の利用に関して荷重制限を設けてしのいできたが利用者に多大の不便をかけることとなり、その解消のため昭和 53 年度に床版の全面的改良工事を実施し、上述した荷役形態の変化、荷役機械の大型化に対処し岸壁利用の効率化を図っていくこととした。

本工事施工上の特色は、

- ① 床版を従来の RC 床版から PC 桁に取替えることとした。特に PC 桁の岸壁への利用はその例が少なく貴重な施工例として参考に供しうると考えられる。
- ② 岸壁 2 バースにわたる改良工事であり隣接バース、背後ヤードを利用に供しながら 1 バースずつを施工していったため利用者との調整、港湾管理者施工の関連工事との調整に配慮が必要であった。
- ③ 従来のバースの施工に関する資料が散逸しているため十分なデータが得られないまま改良に取り組まざるを得ず、工程管理に苦労した。

本報告は大浜 -9.0m 岸壁改良工事について上述したような特色に的をしぼりながら取りまとめたものである。

2. 大浜 -9.0m 岸壁改良工事

2.1 改良工事計画概要

本工事の実施計画上で配慮した事項として、主な点を述べると次のとおりである。

* 運輸省第 1 港湾建設局酒田港工事事務所、前第 2 工事課長
** " 第 1 工事係長

- 1) 既設の岸壁建造時における施設の利用計画では、取扱貨物品種のうち大部分がマンガング鋼、石炭、工業塩、リン鉱石、などの鉱産品が占めている。しかし、その後の経済情勢の変化に伴い荷役状況も近年では原木の取扱量が圧倒的となり、荷役機械も大型化している。したがって、改良工事では、床版をこれに相応した構造とするものであるが、ウェル部など、基礎や堤体は既設のものをそのまま残して利用することとなり新構造の床版の大きさは、既設の床版より大型化することはできない。このため既設の床版は、鉄筋コンクリートであるのに対して、今回は、形状規模を同程度としながらより大きな荷重作用に耐えるよう、プレストレストコンクリート（以下 PC）構造としたものである。
- 2) 施工法として、PC 桁の製作と改良は、工程管理の調整のうえからも同一施工者であることが望ましい。しかし PC 桁は、より厳格な品質管理が要求され、また、その施設を現地に建設した場合は、経済および期間の点で困難がある。たまたま酒田港の場合は、約 30 km および 100 km の地域に各々 PC 桁製作能力を有するコンクリート工場があるため、本工事では、桁の製作と改良工事は分離し、改良工事は、工場製作した PC 桁の支給によって据付けを実施するものとした。
- 3) 大浜 -9.0m 岸壁は、本港地区で最も取扱い貨物量が多い岸壁であり、改良工事のためとはいえ、本施設を長期間にわたり使用停止することは、港湾の機能を著しく低下させるものである。このため施工は、昭和 53 年度の着工完了工事とし、工事区間 2 バース（330 m）を 1 バースずつ前・後期に分割して実施することとした。施工は、1 バース完成に約 5 か月間を要し、2 バース目は冬期間施工が予想されるため、施工順序としては、施工条件の良い前期の工区として沖側のバースを実施し、冬期間はいく分でも波浪の影響が少ない港奥側を実施するものとした。

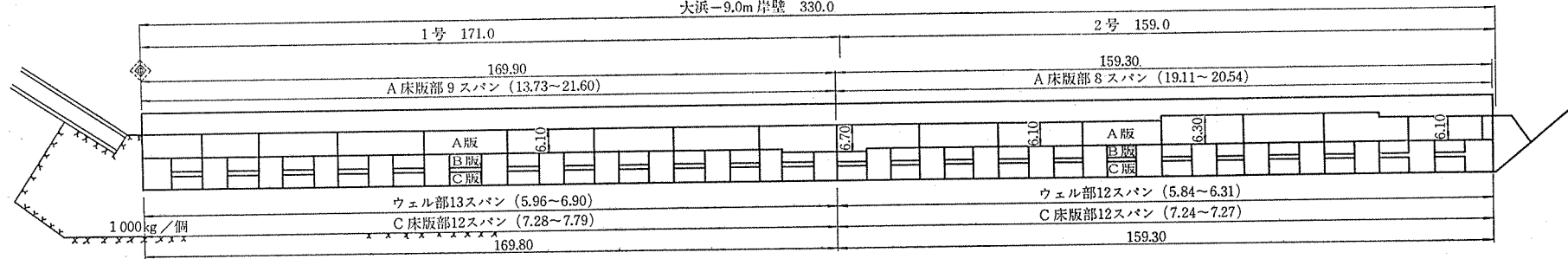
2.2 PC 桁製作工事

2.2.1 桁の設計構造

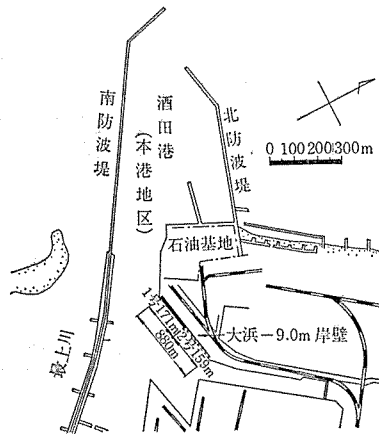
既設の床版は、各版とも梁と路版を一体で製作されたものであり、例えば A 版では、縦 6.5m、横 7.6m（重

平面図 単位 m

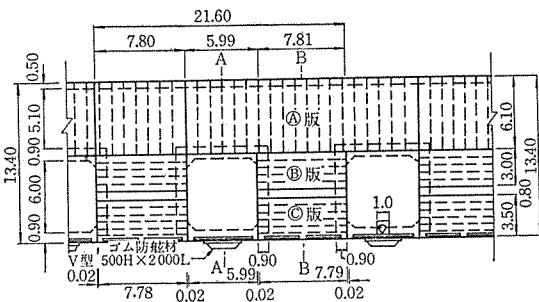
大浜-9.0m岸壁 330.0



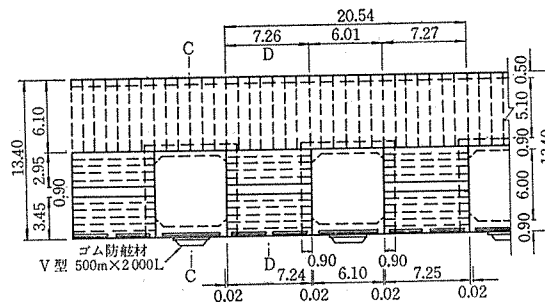
大浜-9.0m岸壁位置図



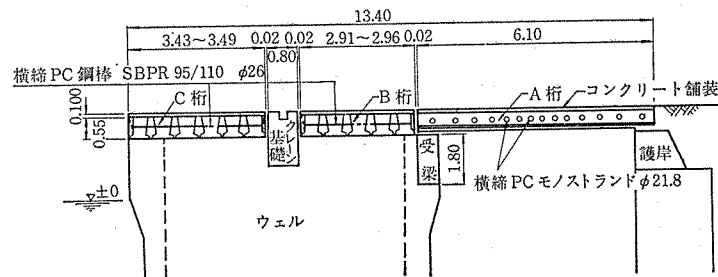
1号詳細図



2号詳細図



標準断面図



設計条件	
上載荷重	1. 50t級トラッククレーン アウトリガー最大反力 46t フロート寸法 0.5×0.5m 2. 常時 $q=3t/m^2$ $q'=1.5t/m^2$
揚圧力	$D=2.3t/m^2$
震度	$K_h=0.1$ $K_v=0.0$
コンクリート	工種 設計基準強度 桁および受梁 $\sigma_{ck}=500kg/cm^2$ 中埋 $\sigma_{ck}=300$ " 場所打ち $\sigma_{ck}=240$ " 舗装 曲げ=4.5 "
鉄筋	JIS-G-3112 SD 30
PC鋼材	PC鋼より線 JIS-G-3536 SWPR 7A モノストランド (19本より) PC鋼棒 JIS-G-3109 SBPR 95/110
版	プレストレストコンクリート桁

図-1

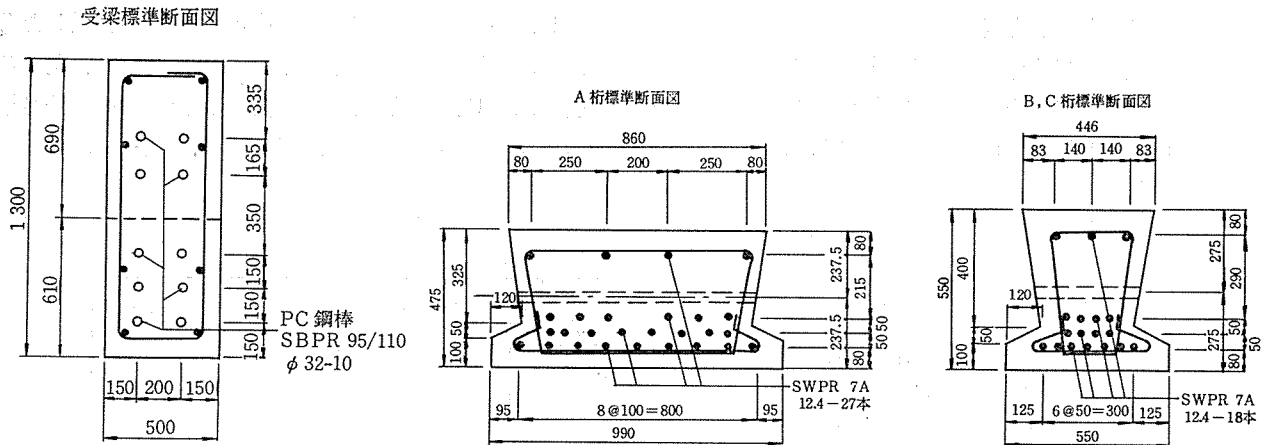


図-2 受梁および桁一般形状図

量約 60 t) の大きさで、これを起重機船で据付たものである。しかし、今回同様な工法にしたのでは、工場から酒田港への路上運搬が不可能となる。このため工場では 1 本当たり 4 t ~ 6 t のプレテンション PC 桁として製作・運搬し、改良工事現場では、一たん並列に架した桁を所要の本数ごとに PC 鋼棒および PC 鋼線により横締めを行い、最終的には一枚のポストテンション方式単純合成スラブ橋となる構造とした。なお、受梁および桁の一般形状図(断面図)は図-2 のとおりである。

また、A 桁は一端を陸側護岸天端上に、他端は、ウェル端部、またはウェル間に渡した梁で支える構造としてあるが、この受梁はポストテンション方式単純梁である(図-3)。

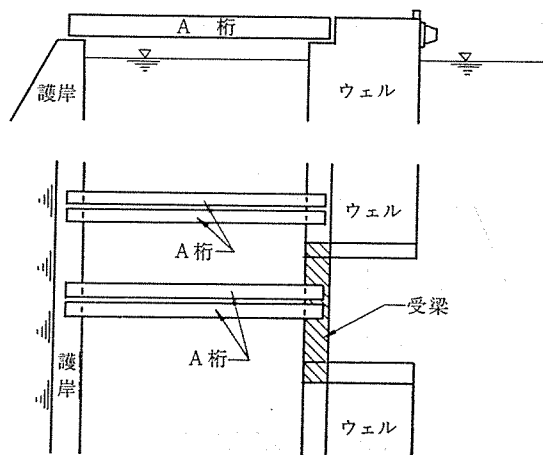


図-3 A 桁架設図

なお、設計条件の主な事項をあげると次のとおりである。

- 1) 形式：プレテンション方式単純合成スラブ橋およびポストテンション方式単純梁(受梁)
- 2) 荷重：50 t 級トラッククレーン

アウトリーガー反力 46 t および 20 t
(2 点)
フロート寸法 0.5 m × 0.5 m
上載荷重
常時 $q=3 \text{ t/m}^2$
地震時 $q=1.5 \text{ t/m}^2$

- 3) 揚圧力： $P=2.3 \text{ t/m}^2$
- 4) 震度：水平震度 $K_h=0.1$
鉛直震度 $K_v=0$
- 5) 材料の品質および許容応力度

a) 主桁コンクリート

設計基準強度 $\sigma_{ck}=500 \text{ kg/cm}^2$
許容曲げ圧縮応力度
部材圧縮部 $\sigma_a=150 \text{ kg/cm}^2$
部材引張部 $\sigma_{cat}=200 \text{ kg/cm}^2$
許容曲げ引張応力度
部材圧縮部 $\sigma_{cat}'=0$
部材引張部 $\sigma_{ca}=0$
許容斜め引張応力度
設計荷重作用時 $\sigma_{ic}=-12 \text{ kg/cm}^2$
破壊荷重作用時 $\sigma_{ic}'=-24 \text{ kg/cm}^2$
プレストレスを与える時の圧縮強度
 $\sigma_{ci}=350 \text{ kg/cm}^2$

b) 中詰めコンクリート

設計基準強度 $\sigma_{ck}=300 \text{ kg/cm}^2$
許容曲げ圧縮応力度 $\sigma_{ca}=100 \text{ kg/cm}^2$
許容曲げ引張応力度 $\sigma_{ca}'=0$
プレストレスを与える時の圧縮強度
 $\sigma_{ci}=210 \text{ kg/cm}^2$

c) PC 鋼より線 (7 本より) $\phi 12.4 \text{ mm}$

引張強度 $\sigma_{pu}=175 \text{ kg/mm}^2$

報 告

降伏点応力度 $\sigma_{py}=150 \text{ kg/mm}^2$

許容引張応力度

設計荷重時 $\sigma_{pa}=105 \text{ kg/mm}^2$

緊張作業時 $\sigma_{pi}=120 \text{ kg/mm}^2$

d) P C 鋼より線 (19 本より) $\phi 21.8 \text{ mm}$

引張強度 $\sigma_{pu}=185 \text{ kg/mm}^2$

降伏点応力度 $\sigma_{py}=161 \text{ kg/mm}^2$

許容引張応力度

設計荷重時 $\sigma_{pa}=112 \text{ kg/mm}^2$

プレストレス導入直後 $\sigma_{pt}=129 \text{ kg/mm}^2$

緊張作業時 $\sigma_{pi}=145 \text{ kg/mm}^2$

e) P C 鋼棒 $\phi 26 \text{ mm}$ および $\phi 32 \text{ mm}$

(SBPR 95/110)

引張強度 $\sigma_{pu}=110 \text{ kg/mm}^2$

降伏点応力度 $\sigma_{py}=95 \text{ kg/mm}^2$

許容引張応力度

設計荷重時 $\sigma_{pa}=66 \text{ kg/mm}^2$

プレストレス導入直後 $\sigma_{pt}=77 \text{ kg/mm}^2$

緊張作業時 $\sigma_{pi}=85.5 \text{ kg/mm}^2$

f) 鉄筋 (SD 30)

引張鉄筋 $\sigma_{sa}=1800 \text{ kg/cm}^2$

腹鉄筋 $\sigma_{sa}=3000 \text{ kg/cm}^2$

g) コンクリートのクリープ係数

$\phi=3.0$ ($\phi=\phi'=1.5 \times 2=3.0$)

h) 乾燥収縮度

$E_s=20 \times 10^{-5}$

i) P C 鋼より線のレラクセーション

導入直後 5%

有効プレストレス時 2%

j) ヤング係数

P C 鋼材 $E_p=20 \times 10.5 \text{ kg/cm}^2$

コンクリート

$\sigma_{ck}=500 \dots E_c=4.0 \times 10.5 \text{ kg/cm}^2$

$\sigma_{ck}=300 \dots E_c=3.0 \times 10.5 \text{ kg/cm}^2$

6) 破壊に対する安全度

$1.3 \times (\text{死荷重}) + 2.5 \times (\text{活荷重})$

$1.8 \times (\text{死荷重} + \text{活荷重})$

2.2.2 製作数量

桁および受梁の製作本数は、現地における事前の調査が十分に行えなかったため、既設の設計図によりスパン割を行い所要の本数を決定した。

しかし、その後、既設床版の撤去によって、構造の現況が明確になるにつれ、小規模ながら、工種の変更や桁の製作本数が変更となった。

1) 1号と2号岸壁の境界となるウェルの受梁を支承する部分が欠損していたため、受梁はその個所を避け

て、据付けることとなった。

したがって、受梁の位置が岸壁前面側へ移動した分だけ、A桁のスパン寸法が長くなり、また、移動する受梁は、B桁の設置個所へ食込んだため、その分B桁の製作本数が減少することとなった(図-4)。

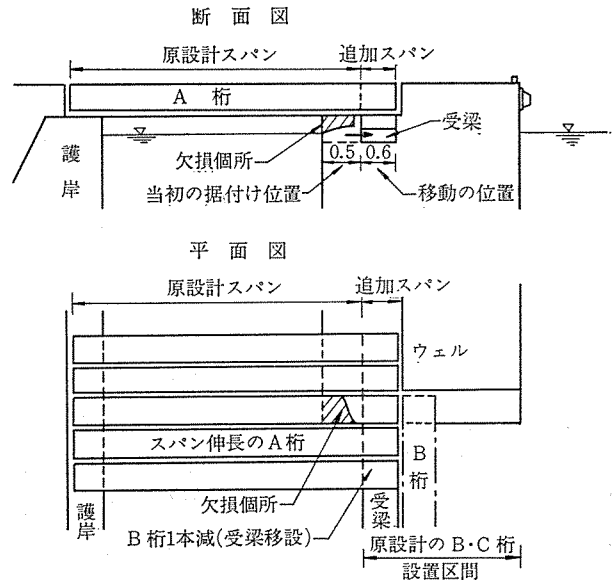


図-4 ウェル欠損個所図

2) 2号岸壁では既設の護岸本体が陸側に移動している区間があり、ここでは天端コンクリートを「オーバーハング」させて、そこへA桁を据付ける方法とした。しかし、改良の設計条件では荷重が増加しているため、既設張出し部だけで荷重を受けるのは危険と判断されたため、既設護岸本体の天端で確実に支承するよう、A桁のスパンを伸張した(図-5)。

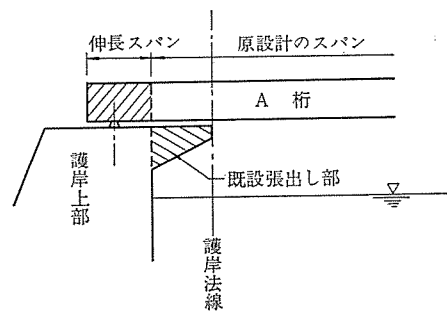


図-5 護岸張出し部

原設計における、桁、受梁の製作数量と、前述の理由により、形状および数量が変更となった後の最終的な製作数量は表-1のとおりである。

2.2.3 工程

桁および受梁の製作は、もっぱら岸壁改良工事に合せた工程となる。桁の製作寸法は、既設床版の撤去後の実

表-1 桁、受梁の製作数量一覧表

名 称	形 状 寸 法	単 位	原 数 量		摘 要
			原 数 量	変 更 数 量	
PC桁	(L × B × H)				
受梁	7.559m×0.500m×1.300m	本	12	0	(1号岸壁)
"	7.543 " "	"	0	12	(")
"	6.454 " "	"	12	0	(2号岸壁)
"	6.399 " "	"	0	12	(")
A桁	6.100×0.86/0.990×0.475	"	36	29	(耳 桁)
"	6.300 " "	"	0	5	(")
"	6.700 " "	"	0	2	(")
"	6.100 " "	"	286	221	(中 桁)
"	6.300 " "	"	0	47	(")
"	6.700 " "	"	0	18	(")
B桁	7.559×0.446/0.550×0.550	"	24	0	(1号岸壁耳桁)
"	7.543 " "	"	0	24	(" ")
"	7.559 " "	"	36	0	(" 中桁)
"	7.543 " "	"	0	35	(" ")
"	7.254 " "	"	24	0	(2号岸壁耳桁)
"	7.228 " "	"	0	24	(" ")
"	7.254 " "	"	36	0	(" 中桁)
"	7.228 " "	"	0	35	(" ")
C桁	7.559 " "	"	24	0	(1号岸壁耳桁)
"	7.529 " "	"	0	24	(" ")
"	7.559 " "	"	48	0	(" 中桁)
"	7.529 " "	"	0	48	(" ")
"	7.254 " "	"	24	0	(2号岸壁耳桁)
"	7.238 " "	"	0	24	(" ")
"	7.254 " "	"	48	0	(" 中桁)
"	7.238 " "	"	0	48	(" ")

測によって決定するため、一日の桁製作本数は床版撤去の施工能力に制約されそれ以上の製作は不可能である。

また、製作したPC桁は、改良工事側の据付け実施日までは現地へ納入され、当局から支給できる状態となっていることが望ましい。

このため、監督員は「桁製作」と同時に「岸壁改良工事」について常にその工程の進捗状況を把握しながら、両者を調整し、一週間に一回は必ず三者による工程打合

せを行い、さらに細部についてはほとんど毎日のように工程調整の連絡を行った。表-2 は製作の工程計画と実績である。

工程実績の1号岸壁分については、ほぼ計画どおりである。

2号岸壁の、特に受梁とC桁が、計画と大幅に相違しているが、これは10月以降には時化が多く、特に岸壁前面に位置するB・C桁は波浪の影響を受け易く、据付け工が困難になると予想されたため、据付け工程に従って各桁、受梁の製作順序を調整したものであり全体としては、計画どおりとなった。

型枠組立から運搬までを含めた一連の工程による1日当りの平均製作本数は、おおよそ次のとおりである。

- 1) 受梁 0.6本/日 (2日に1本の割合)
- 2) A桁 8本/日
- 3) B・C桁 4本/日

なお、1号岸壁分の製作が終了してから、2号岸壁分の桁製作まで2か月以上の空白があるが、これは1号岸壁の改良工事で、エプロン舗装終了後コンクリートの材令28日を確認し、1号岸壁の管理者への引渡しが完了しなければ2号岸壁の改良工事へ着手できない事情によるものである。

2.3 岸壁改良工事

2.3.1 工事概要

本岸壁工事は、2バース延長330mのうち昭和53年9月30日指定部分で1バース(延長約170m、1号岸壁)、昭和54年3月30日までに1バース(延長約160m、2号岸壁)を完成させるものであり、工事の主な内容は既設床版(1枚当りの重量約20~60t)を撤去し、

表-2 桁、受梁製作工程の計画および実績表

凡例 ----- 計画
_____ 実績

工 種	数 量			工 程									
	1号	2号	計	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	
準備工 (型枠製作)					-----				└(岸壁改良工事)┘				
桁・受梁製作									1号岸壁	2号岸壁			
受 梁	12本	12本	24本			12				-----	12		
A 桁	166	156	322				166				-----	156	
B 桁	59	59	118			59				-----	59		
C 桁	72	72	142				72			-----	72		

報 告

2.2 で述べたように別件PC桁製作で、製作した桁を据付けで横締めを行い1枚のPC版にし、そのPC版と縁を切らずコンクリート舗装を施工したもので、その工種および数量は表-3、工程計画および実績、また使用船舶機械一覧表は表-4、5 のとおりである。

表-3 主な工種および数量表

工種および名称	形状寸法	単位	数量	摘要
1号岸壁		m	169.9	
床版撤去	23t~60t	枚	49	
PC桁	受梁 (L)×(B)×(H) 7.542×0.5×1.3m	本	12	
舗装	各種	m ²	297	
2号岸壁		m	159.3	
床版撤去	17t~47t	枚	48	
PC桁	受梁 (L)×(B)×(H) 6.399×0.5×1.3m	本	12	
舗装	各種	m ²	287	
		m ²	1531	

2.3.2 施 工

(1) 床版撤去工

床版の撤去は、劣化調査（表面のクラック状態、コア一採取）が、完了しだい行うものとし、撤去の方法は、1号岸壁のA床版については、-9.0m 岸壁施工時に吊り金具が埋設してあったので、その吊り金具をコンクリートから掘り出して使用した。

吊り金具の腐食は表面がいくらか錆がういている程度であり、十分使用に耐えられる状態であった。

2号岸壁のA床版には施工時、コンクリート表面上に吊り金具を出して施工したものと思われ、表面で切断されたあとが残っていた。そのためB・C床版と同様に四

表-5 使用船舶機械一覧表

名 称	規 格	単 位	数 量	摘 要
起重機	62.5t吊り	隻	1	撤去工
台	鋼 400t積	″	1	″
″	″ 100t″	″	1	″
曳	250 PS	″	1	″
″	180″	″	1	″
潜水天船	FRP 450 PS	″	1	″
コンプレッサー	7.1m ³ /min	台	1	″ 天端調整工 支承工
ブレーカー	″	″	3	″
トラッククレーン	16t吊り	″	1	横組工
″	35t吊り	″	1	″ 桁、受梁据 付け工
センターホールジャッキ	35t~50t油圧式	″	1	″
グラウトポンプ	15~30 l/min	″	1	″
グラウトミキサー	200l	″	1	″
発電機	5.0 KVA	″	1	″
シャイアントブレーカー	″	″	1	取こわし工
バックホー	0.3m ³	″	1	″ 復旧工
ダンブトラック	11t級	″	2	″
″	4t″	″	2	舗装工
ソイルコンパクター	60kg 級	″	1	復旧工
簡易フィニッシャー	7m用	″	1	舗装工
パイプレーター	棒 状	″	2	横組工、天端調整 工、舗装工
平面パイプレーター	″	″	1	舗装工
発電機	100V	″	1	付属工
インパクトレンチ	″	″	1	支承工

隅に径約 30 cm 程度の穴をあけ、それへ交互にワイヤーロープを通して大回しをかけ海上より起重機船で撤去した。

床版撤去の順序は桁製作順序に合せ、B床版を先に撤去することにしたが、B床版の周囲は隣接構造物との接触摩擦により床版の重量のわりには撤去がはかどらなかつたので、一番大きいA床版の撤去後に撤去する方が抵

表-4 -9m 岸壁改良工事工程計画および実績表

凡例 計画 実績

工 種	単 位	数 量	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	摘 要
撤去工	床 版 枚	97											1号岸壁指 定部分 S3
天 端 調整工	ハ ッ リ m ²	653											9.30 完成期限 S 54.3.30
	高上コン クリート m ³	48											
	穴 穿 孔 個所	526											
PC桁 据付け工	受 梁 本	24											
	桁 ″	584											
支 承 工	ボルト取 付け ″	622											
	ゴム支承 m ²	150											
横 組 工	コンクリート m ³	330											
	PC鋼線 緊 本	240											
	PC鋼棒 緊 ″	542											
附 属 工	車 止 ″	48											
舗 装 工	m ²	3163											
PC桁 製作工	受 梁 本	24											
	桁 ″	584											

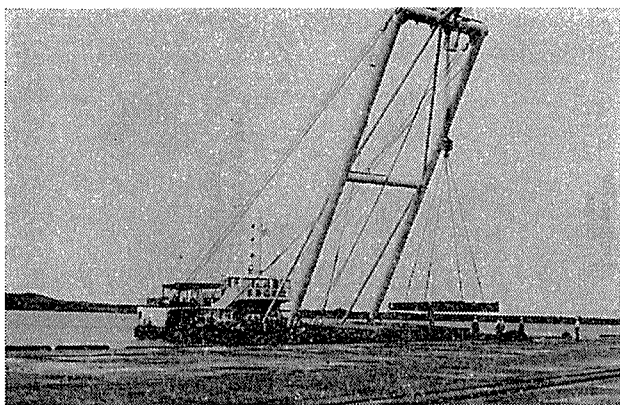


写真-1 床版撤去

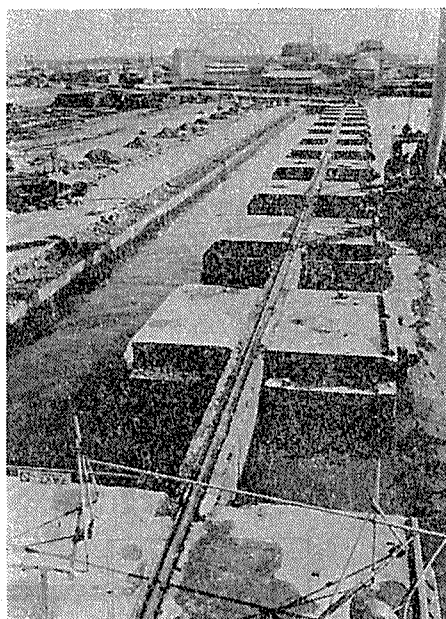


写真-2 床版撤去後の全景

抗が少なくてすむものと考えられたため、A床版を何枚か撤去した後B床版の撤去を行う方法を取った。

実際に撤去したところでは、1日当たり少なくとも6～8枚の床版撤去が可能であることの見通しがつき、床版撤去工の遅れによりPC桁製作工程へ支障をきたすようなことはないものと判断されたため、一方向より順次撤去するものとした。

撤去した床版は北港地区の北防波堤港内側に85枚、本港地区の月山丸係船岸前面に12枚、それぞれ沈設した。

次に既設構造物の損傷状況調査であるが、撤去後、潜水夫によるウェル、張り石の調査をしたところ張り石については特に問題がないものと思われた。ただ1号岸壁と2号岸壁の境に位置するウェルが一部他のウェルと構造が異なっていたこと。またそのウェルの支承部となる個所に欠損が見られた(図-4参照)ため、その所にかかる桁を0.6m長くして欠損のある支承部より移動させた。

2号岸壁の支承部となる背後護岸が、一部構造上不安定な個所が発見され(図-5参照)、その所に据付けられるA桁52本(3スパン分)について、桁を伸長して施工した。

(2) 天端調整工

桁および受梁の支承部となる護岸天端およびウェル表面は長い年月を経て、それぞれ天端高が不揃いとなっている。このため各天端高を一様となるよう、コンクリートおよびモルタルを打設して調整を行うが、これに先立ち打継目を十分にするため2cm程度のはつりを行った。

はつり後に型枠組立を行い、コンクリートを打設するが、受梁の天端調整箇所は海水面より若干高い程度で航行船舶の航跡波で洗われる個所であったため干潮時を見はからって、コンクリートを打設する必要があった。

(3) 支承工

1) 固定用アンカーの穴穿孔

受梁、A・B・C版の各固定用アンカーは、ケミカルアンカー、レジнкаプセルとしボルトの材質はSR-24で接着部はネジを切り($l=300\sim 400\text{ mm}$)埋込み先端は片側を 45° にカットした。

レジнкаプセルは穿孔径により適正なカプセルを使用する必要があり、ここで使用したカプセルは、R-36、R-25の二種とした。穴穿孔はコンプレッサー穿孔機を用い穴の深さは穿孔機に印をつけ穿孔深を各々確認しながら穿孔した。また穿孔のとき、孔底にたまった切粉については、コンプレッサーで掃除を行う。

アンカーボルトの打込みはボルトを、Wナットで固定させ衝撃回転を与えながら打ち込む。回転を与えないで打ち込むとカプセル内の薬液の混合、粉砕が不十分となりアンカーがぬける可能性がある。

アンカーボルトの取付けは図-6のとおりで、版については、可動・固定とし、可動側については、ボルトと中詰めコンクリートが直接触れないようキャップ(鉛管)をかけ、その間にアイガス(天然タールに合成高分子、特殊可塑剤を配合した目地材)を注入した。固定側については、アンカーボルトを中詰めコンクリートに埋設した。また受梁のアンカーボルトは、可動・固定ともアイガスを注入した。

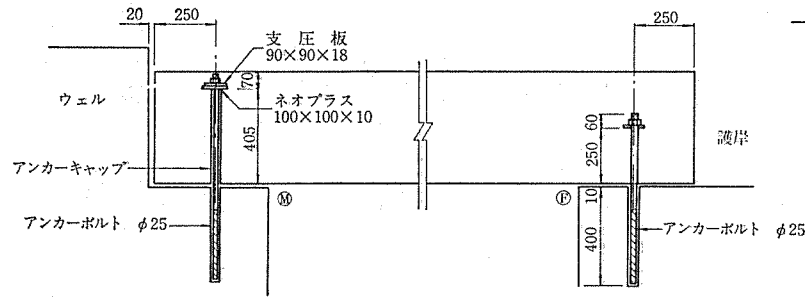
2) 固定用アンカーの引張試験

現地におけるアンカーボルトの引抜抵抗力を知るためもっとも多く使用する $\phi 25\text{ mm}$ のアンカーボルトについて引張試験を実施した結果は以下のとおりである。

a) 使用材

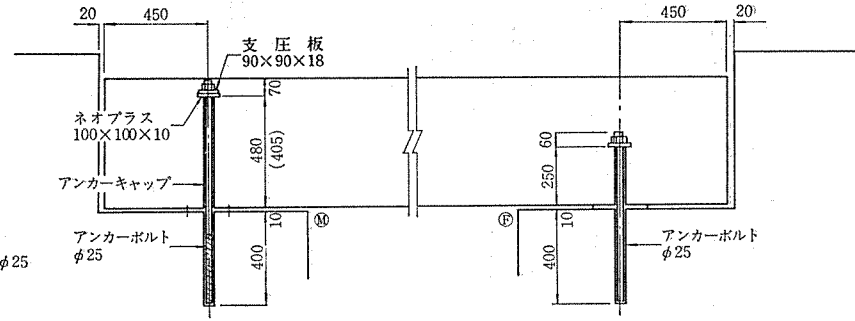
- ① ケミカルアンカー、レジнкаプセル

A版(ウェルと護岸)

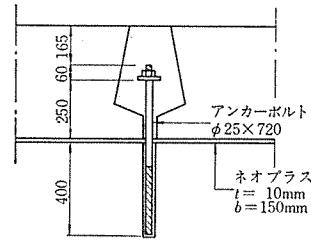
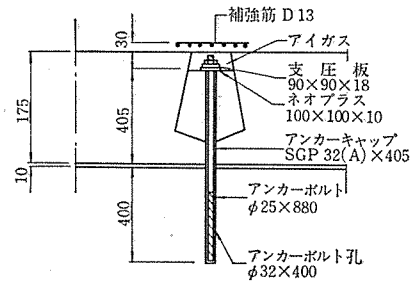


断面図
可動側 固定側

単位mm BおよびC版(ウェルとウェル)

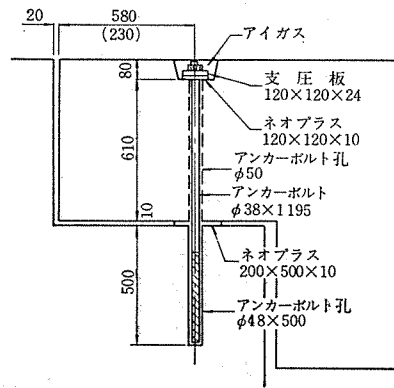


断面図
可動側 固定側

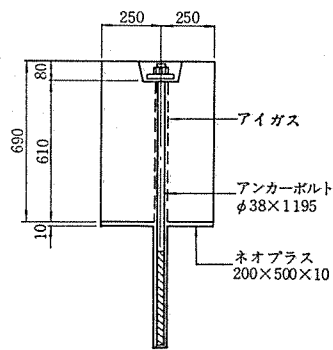


受 梁
(可動・固定共)

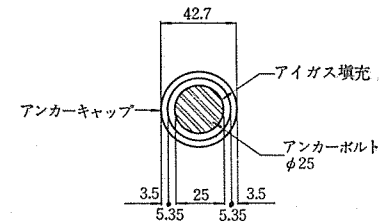
側 面



断 面



アンカーキャップ詳細図



※ () 内寸法は2号岸壁の
B, C 版寸法を示す

図-6 アンカーボルト取付け詳細図

② アンカーボルト

b) 試験方法

ウェル上にあらかじめ所定の径、深さで穿孔した穴にレジンカプセル R-25 を挿入し、径 25 mm、 $l=880$ mm のアンカーボルトをセットしておいたものに油圧ポンプで徐々に荷重を加えて、アンカーボルトが破断するまで荷重を加える。その方法および使用した機器は 図-7、表-6 である。

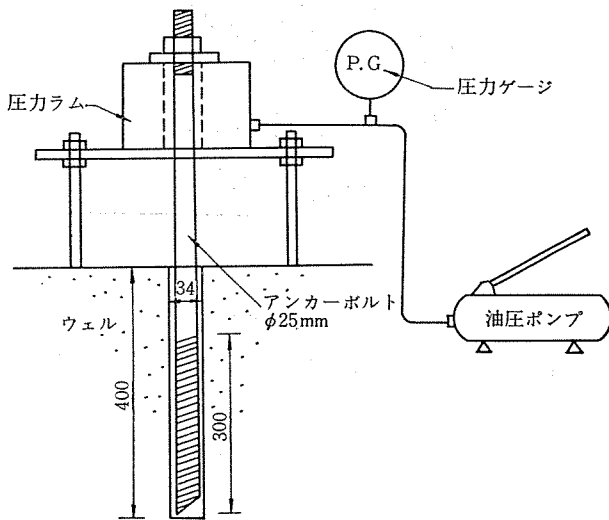


図-7 試験方法

表-6 使用試験機器

試験機器	型 式	最小能力	最大能力	摘 要
油圧ポンプ	SP-1B	1 kg/cm ²	700 kg/cm ²	
油圧ラム	R-21	1 TON	36 TON	
圧力ゲージ	AS-100	1 kg/cm ²	1000 kg/cm ²	

c) 試験結果

試験結果は、ボルトの破断まで達しないで、引張強度 18.5 t のときに抜けてきたが、ボルトの強度と比較すると表-7 であり引張強度 18.5 t はボルトそのものの降伏点より上回っており、ほぼネジ部の引張破断強度に相当していると思われる。またボルトの抜けとともにネジ部にはかなりな伸びが見られた。

以上の結果、設計による引抜抵抗 15 t は満足されたものと思われる。

(4) 桁、受梁の据付け

1) 据付け順序

桁および受梁の据付け順序は 図-8 のとおりである。

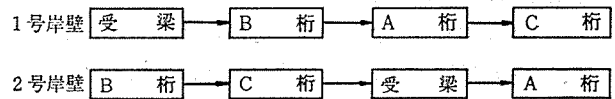


図-8 桁および受梁の据付け順序

1号岸壁の桁据付けでB桁を先行させたのは、A桁を先に据付けると、後のB桁据付け時に、横締め作業のスペースがなくなるためである。



写真-3 桁据付け状況

2号岸壁で受梁をB桁の後に据付けたのは、受梁固定用アンカーボルトの穴穿孔がウェルの鉄筋に当り、寸法測定が遅れたものであり、またA桁とC桁の据付け順序を変えたのは、2号岸壁のC版舗装が冬期波浪の発生時期であり、波しぶきによって施工が困難となる点を考慮して、海象条件の良い時期にC桁を先行したものである。

2) 据付け工

桁および受梁は据付け個所ごとに寸法が異なり、寸法の違いによる種類が多くなった。このため個所ごとに所定の桁が間違いなく据付けられるよう製作時に桁へ据付け個所の番号を付けた。

桁の据付けは全量陸上より、トラッククレーンを使用し据付ける。受梁は当初計画では、床版を撤去した起重機船を使用して海上据付けを行う施工法であったが、いざ据付ける時点になると、船舶の航行および風の強い日には起重機船の動揺が大きく、ウェルおよび受梁が破損するおそれがあった。このため急きょ施工法を変更し、陸上クレーンで実施することとした。

ただし、受梁用の陸上クレーンとして別に増援することは、日時の点で工程に遅れをきたすことになるた

表-7 試験結果

材 質	丸 棒 部		ネ ジ 部		現 地 引 張 試 験 結 果		
	降 伏 点	引 張 強 度	降 伏 点	引 張 強 度	引 抜 時 荷 重	ア ン カ ー ボ ル ト の 状 態	ボ ル ト の 伸 び
SR-24	11.8 t 以上	19.1~26.8 t	9.3 t 以上	15.1~20.5 t	18.5 t	ボルトが抜けボルトネジ部に伸びが見られた 定着長 300 mm	50 mm/580 mm

め桁据付け用の陸上クレーンで受梁の据付けも行えるよう工程の調整を行い、桁据付けの合間をみはからって、受梁据付けをしても全体の工程に影響を与えないで施工可能と判断されたので、トラッククレーン（35 t 吊り）1 台で受梁・桁の据付け作業を実施した。

据付けに際しては、桁および受梁また、既設構造物を破損しないよう十分注意を払うとともに吊り方によっては危険な荷重が作用して、桁の破損を招く場合もあるので、必ず2点吊りにするよう注意をはらった。

次に桁および受梁の据付け工程であるが、受梁は3本程度ずつ搬入されたため、1日3本据付けとし、またB・C桁については3~4箇所分（B桁15~20本、C桁20~25本）が搬入されたつど据付けた。

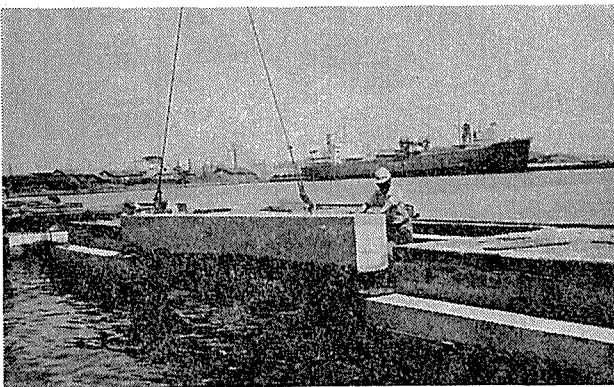
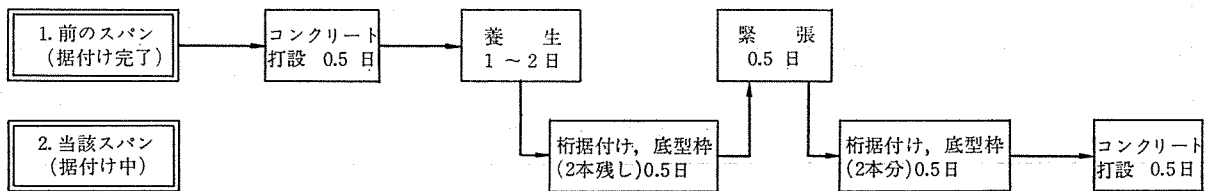


写真-4 受梁据付け状況

A桁も各据付け箇所ごとに所定の本数が搬入次第、形状寸法を確認ののち順次据付けを行うが、この場合、すでに据付けを終った前のスパンと接する箇所だけは、前のスパンの横締め作業スペースとして桁2本分（約2 m）の据付けは行わずにおく。

桁を等間隔に据終ると、桁間に中詰めコンクリートを打設するため、型枠取付け作業を行うが、その間に前のスパンの横締め作業が行われるので、その終了とともに直ちに残った2本の桁を据付け、型枠も取付けで当該据付け個所の全桁数の据付けを終了する。

以後の各スパンについても同様の作業を繰り返し1スパンをほぼ3~4日サイクルで施工したが、その概略を示したのが図-9である。



※ 養生1~2日は早強コンクリート使用の場合

図-9 A桁の据付け工程

(5) 横組工

1) 中詰めコンクリート

底型枠は、木製型枠とし、コンクリート打設後、取はずしが困難だったので取はずしは行わないものとした。

型枠の支保は図-10のとおりであり支保間隔は、約0.5m程度で、中詰めコンクリートの打設に十分耐えるようにした。

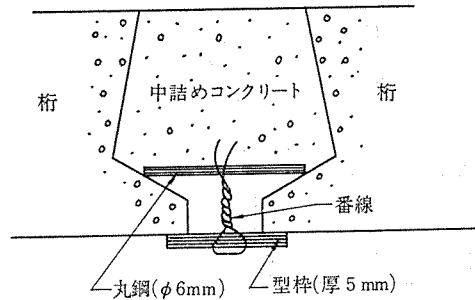


図-10 底型枠支保図

中詰めコンクリートにプレストレスを与えるときの圧縮強度は、材令28日における0.7倍以上の強度が必要であるとされているため、使用セメントにより作業の工程が影響される。

ここで中詰めコンクリートの設計強度は $\sigma_{28} \geq 300 \text{ kg/cm}^2$ であるので、少なくともプレストレスを与えるときの圧縮強度は 210 kg/cm^2 以上でなくてはならない。普通ポルトランドセメントの場合、生コン会社の過去の実績によれば、最低 210 kg/cm^2 の強度に達する日数は4~5日である。早強ポルトランドセメントの試験練りでは、3本のテストピースの平均が σ_2 で 234 kg/cm^2 、 σ_3 で 284 kg/cm^2 であった。

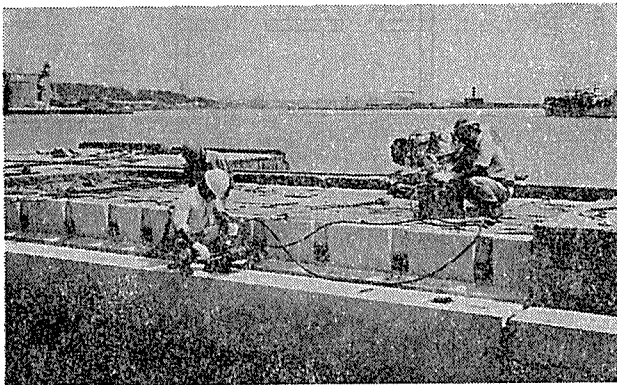
本工事においては、A版の作業工程より最低で 210 kg/cm^2 を満足することが必要であるため中詰めコンクリートに使用するセメントは、早強ポルトランドセメントを使用するものとした。なお、コンクリートの打設は、トラッククレーンによりスキップ打設とした。

2) PC鋼材緊張

PC鋼材は中詰めコンクリート打設前に、シース

(1本4m)を挿入し、そのシースの中にP-C鋼線またはP-C鋼棒をセットし、また緊張作業に入る前に中詰めコンクリートが所定の強度(210kg/cm²)以上であることを確認する。

緊張作業はP-C鋼材(鋼棒、鋼線)に支圧板および定着具を取付け、センターホールジャッキ(40t)をセットする。センターホールジャッキは油圧ポンプにて圧力を送り、荷重5tを基準にして所定の引張力まで荷重を加えて伸びの量を測定する。なお緊張は片側を固定し他端で緊張する。



写真一五 横締め作業

所定の荷重まで引張りおえた後、定着体で固定し緊張作業は終了する。P-C鋼材の伸びは1本ごとに測定する。

3) グラウト工

グラウトは、ポストテンション方式のP-C鋼材を錆などから保護するため実施するものであり、グラウトの注入路は、グラウト注入前に水を通して洗浄し、十分に湿らした後に注入する。

注入は、グラウトポンプで徐々に行い、グラウトは、グラウトポンプに入れる前に「ふるい」を通して

注入する。

注入は、ケーブルの支圧板孔より注入し他端に排出された後注入をやめる。そのときグラウトの濃度は、注入側と排出側が同じ濃度でなければならない。

(6) 舗装工

舗装コンクリートは、版と縁を切らずに直接打設するものであり、1日の打設量は、10~20m³(A版1スパン、B・C版4スパン)とした。

コンクリートの締固めは、平面および棒状パイプレーターとし、平面仕上げは、簡易フィニッシャーを使用し、一様な厚さに均し、そのあとタンバーをかけ均し板およびコテで仕上げ、最後にほうき目仕上げを行った。

なお、舗装の天端は各々既設ウェルにすり付けた。

また、養生は、表面仕上げ後、夏期は南豆袋による養生、冬期はシートによる保温養生を、昼夜行い、その後南豆袋で養生を4~5日行った。特に気温が下がると予想されるときは、練炭を入れ保温養生を行った。

3. あとがき

P-C桁製作に当っては、すでに述べたように施工管理を十分行い得るかということが特に重要なことであった。岸壁工事と桁製作工場間は100kmあまりも離れているため日常的な現地監督業務は不可能であった。

このような情勢にもかかわらず、得られた結果が満足であったのは、P-C桁の製作は工場屋内による製作が主体で製作工場管理がシステム化されていること、および供給者が常に監督員の指示に忠実で誠実をもって製作に当たってくれたことが大きく作用しているものとする。

ここに製作・施工にたずさわった関係各位に深く感謝いたします。

◀次号予告▶

次号は、新架設工法として日本に導入されてから目ざましい発展をとげている“押出し工法”についての特集をいたします。

設計・施工例の報告では、

- ・長町 Bv
- ・下所島橋梁
- ・敷島橋梁
- ・鈴田橋
- ・岩切線路橋
- ・中津 Bv
- ・山田線 Bi

また、各工法の解説として、

- ・SSY 工法
- ・TL 工法
- ・RS 工法

をとりあげる予定です。付録として押出し工法文献目録も掲載いたします。ご期待ください。