

# ロックシェッドプレキャスト PC 部材

## 1. 概要

法面風化が進行し、落石崩壊の危険性がある国道および地方道等において落石防護構造物としてプレストレストコンクリートロックシェッド(以下、PCロックシェッドと呼ぶ)が採用されている。

ここに、九州ロックシェッド協会においては、オールプレキャスト化によるPCロックシェッドの標準化作業を昭和62年9月より進め、昭和63年12月に完了したことから、本誌に紹介するものである。

本標準のPCロックシェッドは、工場製作されたPCプレキャスト部材による逆L形シェッドである。本シェッドは、プレテンション方式で製造されたT形主梁とポストテンション方式にて製造された柱の2部材からなるもので、柱のアンボンドPC鋼材を主梁内に通して緊張することにより主梁と柱を剛結する2ヒンジラーメン構造である。次に、本PCロックシェッドの特長を示せば以下のとおりである。

- ① 主要部材にプレストレスを導入することにより、構造的に堅固で、しかも衝撃荷重を吸収し得る柔らかさを備えた構造体である。
- ② 工場製品のため、安定した品質と優れた耐久力を有している。
- ③ プレキャスト部材を使用したプレハブ方式により構築するため施工期間と交通規制の短縮が可能である。

- ④ コンクリート構造であり、維持費ならびに管理費が少なく経済的である。

ここで、九州ロックシェッド協会のPCロックシェッド構造の基本形を示せば図-1のとおりである。

さらに、当協会では建設省道路局の事務連絡(平成2年6月22日)「PC製落石覆工の設計上の留意点について」を受け、現行標準設計に対し斜め方向落石による水平力を考慮し、PCシェッドの十分な強度確保を図る目的で下記の2点の補強を行い事務連絡に対応することとした。

- ① 山側擁壁との連結による補強
  - ② 谷側受台パラペットの耐力向上による補強
- なお、補強例を示せば写真-1のとおりである。



写真-1

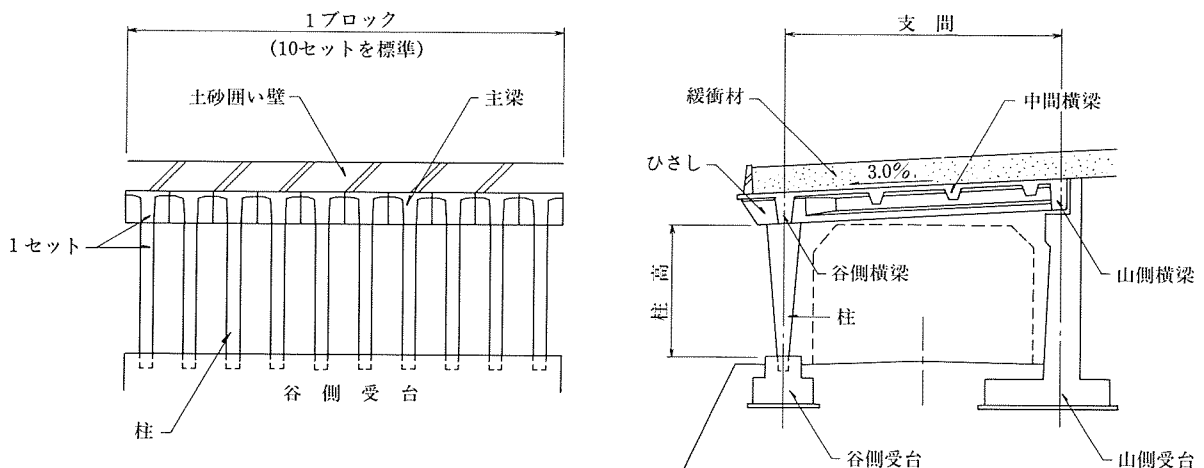


図-1 基本構造と名称

(単位：mm)

主梁名	寸法	H	h <sub>1</sub>	h <sub>2</sub>	t
B 90		900	300	692	150
B 110		1 100	500	892	150
B 130		1 300	670	1 062	180

標準部

剛接部

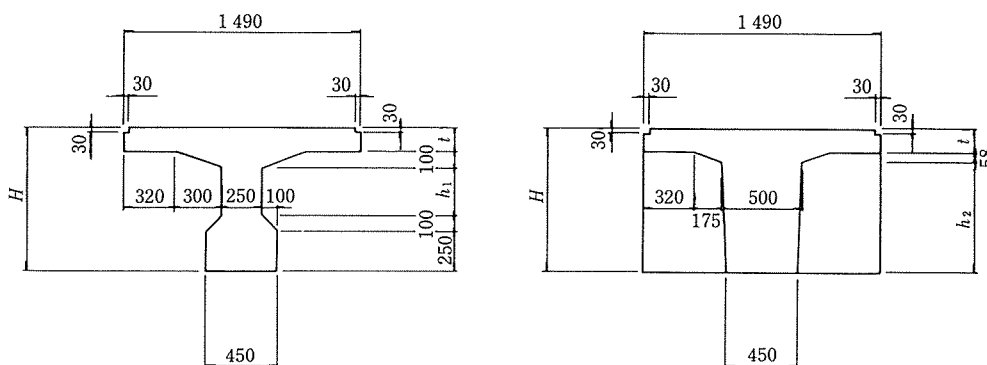


図-2 主梁断面形状寸法

## 2. 規格

PC ロックシェットの標準化においては、荷重のすべての組合せ（表-5 参照）に対し計算を行い、経済性の観点からほぼ妥当と考えられる下記の標準断面の規格に限定している。

- ① 構造形式：2 ヒンジラーメン構造
- ② 屋根勾配： $\theta = 3\%$
- ③ 適用支間： $l = 8\text{ m}, 9\text{ m}, 10\text{ m}, 11\text{ m}$
- ④ 部材断面：主梁高 0.9 m, 1.1 m, 1.3 m  
柱天端幅 0.9 m, 1.1 m, 1.3 m  
柱下端幅 0.4 m  
柱高 0.45 m

ここで、各タイプの主梁および柱の標準部材断面の形状寸法を示せば図-2, 3 のとおりである。

次に、主梁および柱の PC 鋼材配置について示すと以下のとおりである。

### (1) 主梁の PC 鋼材配置

主梁の PC 鋼材配置、本数は耐力のバランスを考慮し決定するとともに、各工場の反力設備規模も配慮し決定した。

#### a) 全 PC 鋼材本数の決定

ロックシェットは荷重の種類および組合せが多岐にわたることから、各々の断面の最適な鋼材配置を行っても、必ずしもシェットの経済化につながるものではないと思われる。したがって経済性等の観点からほぼ妥当と思われる鋼材

(単位：mm)

柱名	C 90	C 110	C 130
寸法			
@	900	1 100	1 300

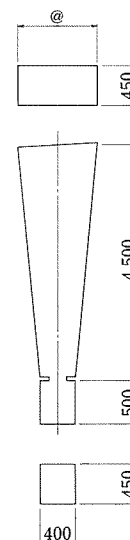


図-3 柱断面形状寸法

配置にしぼり、各主梁タイプとも1種類の鋼材配置とした。

#### b) スラブ PC 鋼材本数

スラブ PC 鋼材本数は、以下の理由で6本とした。

- ① 支承部ではボンドコントロールを行わない。
- ② 剛接部での耐力がアップし、ボンド処理本

◇道路◇

数が少なくすむ。

c) ベンドアップ方法

各工場の反力設備等を考慮するとともに、剛接部の耐力モーメント ( $M_{min}$ ) に対し、ベンドアップとボンドコントロールの併用工法を採用することとした。

以上より、PC 鋼材の配置図 (図-4 参照) と各主

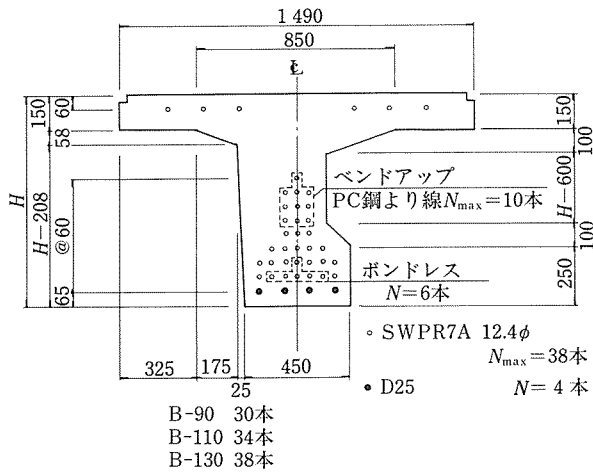


図-4 PC 鋼材配置

表-1 主梁 PC 鋼材および引張鉄筋

部材タイプ	名称	PC 鋼材	ベンド本数	ボンド本数	引張鉄筋
B 90-C 90		30~12.4 φ	8	6	4~D 25
B 110-C 110		34~ "	9	"	"
B 130-C 130		38~ "	10	"	"

表-2 横締め PC 鋼材

部材タイプ	スパン (m)	8	9	10	11
B 90-C 90		6~19.3 φ	7~19.3 φ	—	—
B 110-C 110		"	"	7~19.3 φ	—
B 130-C 130		"	"	"	7~21.8 φ

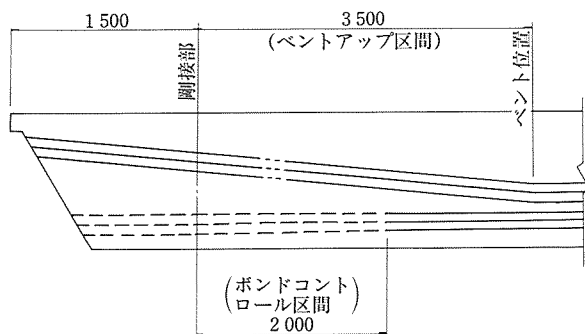


図-5

梁タイプごとの主梁 PC 鋼材および引張鉄筋および、横締め PC 鋼材の種類と使用本数を示すと表-1, 2 のとおりである。また、PC 鋼材のベンドアップおよびボンドコントロール方法は図-5 のとおりである。

(2) 柱の PC 鋼材配置

柱に配置する PC 鋼材は、従来 PC 鋼棒によるアンボンド工法が多く採用されているが、標準化にあたっては、製造面、現場での施工性等を考慮し、シングルストランドによるアンボンド工法とした。

ここで、柱の PC 鋼材配置例 (図-6 参照) と各柱タイプにおける使用 PC 鋼材の一覧を表-3 に示す。

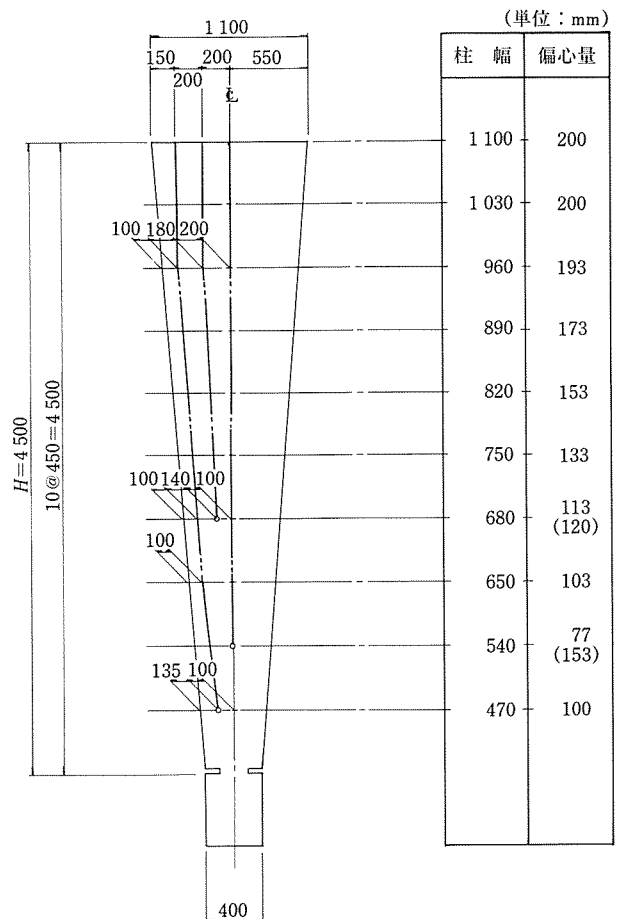


図-6 柱の鋼材配置 (C-110)

表-3 柱の PC 鋼材

部材タイプ	スパン (m)	8	9	10	11
B 90-C 90		6~17.8 φ	6~17.8 φ	—	—
B 110-C 110		"	6~17.8 φ	6~17.8 φ	—
B 130-C 130		8~17.8 φ	8~17.8 φ	8~17.8 φ	8~17.8 φ

## 3. 設計および製造

## (1) 設 計

標準設計に適用する主要設計条件および荷重とその組合せを示せば表-4, 5のとおりである。

次に、PC部材の設計法と許容値について述べれば、PC部材の設計法は、主として設計上のひびわれに関する制約条件より、各荷重の組合せ(表-5参照)に対し、常時をI種、堆積土時、崩落土時、流動土砂時および地震時をII種、落石時をIII種にて設計検討を行った。ここに、コンクリートの許容応力度を示せば表-6のとおりである。さらに、使用主材料の材料特性を表-7~9に示す。

また、部材断面および主梁と柱の組合せは、表-10に示すとおり3ケースに限定し標準化を行った。

表-4 主要設計条件

設計条件項目	設計値
道路平面線形	$R \geq 60$ m
道路縦断勾配	$i \leq 8$ %
道路の建築限界高さ	$H_0 = 4.7$ m
屋根勾配	$\theta = 3$ %
構造形式	逆L形2ヒンジラーメン構造
支間	$l = 8, 9, 10, 11$ m
柱高	$H = 4.5$ m
ひさし長	$l_0 = 1.5$ m
緩衝材厚	$h_d = 0.9$ m
緩衝材単位重量	$\gamma_d = 1.8$ tf/m <sup>3</sup>
堆積土勾配	$\beta_c = 30^\circ$
堆積土単位重量	$\gamma_c = 1.8$ tf/m <sup>3</sup>
崩落土層厚	$h_e = 1.0$ m
崩落土単位重量	$\gamma_e = 0.9$ tf/m <sup>3</sup>
土塊の落下高	$h = 10, 20, 30, 40$ m
流動土砂の層厚	$h_e' = 1.0$ m
流動土砂の単位重量	$\gamma_e' = 1.8$ tf/m <sup>3</sup>
落石設計重量	$W = 0.5, 1.0, 2.0, 3.0$ tf
落石の換算落下高	$h_r = 10, 20, 30, 40$ m
水平震度	$KH = 0.16$

表-5 荷重およびその組合せ

設計時の状態	自重	緩衝材	堆積土	崩落土	流動土砂	落石	地震
常時	○	○	—	—	—	—	—
堆積土時	○	○	○	—	—	—	—
崩落土時	○	○	△	○	—	—	—
流動土砂時	○	○	△	—	○	—	—
落石時	○	○	—	—	—	○	—
地震時	○	○	●	—	—	—	○

ただし、○ 100%考慮する。 △ 一部考慮する。  
● 50%考慮する。 — 考慮しない。

表-6 コンクリートの許容応力度

設計基準強度 (kgf/cm <sup>2</sup> )		600	
プレストレス導入時圧縮応力度 (kgf/cm <sup>2</sup> )		400	
曲げ圧縮応力度 (kgf/cm <sup>2</sup> )	プレストレス直後	長方形	230
		T形	220
	使用状態(長期)	長方形	190
		T形	180
	使用状態(短期)	長方形	285
		T形	270
曲げ引張応力度 (kgf/cm <sup>2</sup> )	プレストレス直後		28
	使用状態(長期)	常時	0
		堆積土時	※21
	使用状態(短期)	崩落土時	35
		流動土砂時	
		地震時	※
落石時			
使用時斜引張応力度 (kgf/cm <sup>2</sup> )		28	

※ 堆積土時に対しては、比較的長期荷重の傾向があるため、II種レベル(35kgf/cm<sup>2</sup>)の60%の値、すなわち21kgf/cm<sup>2</sup>を許容値とする。

ただし、柱頭部の設計においては引張を許さないものとする。

※ 落石時は、III種設計法で検討し、鋼材の引張応力度の増加量は許容値を1000kgf/cm<sup>2</sup>以下とする。

表-7 コンクリートの材料特性値

設計基準強度 (kgf/cm <sup>2</sup> )	600
単位重量 (tf/cm <sup>3</sup> )	2.5
ヤング係数 (kgf/cm <sup>2</sup> )	$4.5 \times 10^5$
乾燥収縮度	$2.0 \times 10^{-4}$
クリープ係数	3.0

表-8 PC鋼材の材料特性値

種 類	SWPR7A		SWPR19	
	1T12.4	1T17.8	1T19.3	1T21.8
呼 径 (mm)	12.4	17.8	19.3	21.8
公称断面積 (mm <sup>2</sup> )	92.9	208.4	243.7	312.9
単位重量 (kgf/m)	0.729	1.652	1.931	2.482
引張強度 (tf)	16.3	39.5	46.0	58.4
降伏点 (tf)	13.9	33.6	39.5	50.5
レラクセーション (%)	3.0以下	3.0以下	3.0以下	3.0以下
伸 び (%)	3.5以上	3.5以上	3.5以上	3.5以上

表-9 鉄筋の材料特性値

規 格	熱間圧延異形棒鋼
種 類	SD30A
引張強度 (kgf/mm <sup>2</sup> )	45~61
降伏点 (kgf/mm <sup>2</sup> )	30以上
伸 び (%)	16以上

表-10 部材の呼称と組合せ

主梁の呼称	B90	B110	B130
柱の呼称	C90	C110	C130
部材の組合せ	B90-C90	B110-C110	B130-C130

◇道路◇

(2) 標準設計の選定手順

実施設計の設計条件が与えられた場合、図-7に示す選定手順に従って設計条件の照合を行い、標準設計を利用選定する。ただし、図中の各ランクの区分適用は以下のとおりである。

- ・ランク1：標準設計と設計条件が完全に一致。
- ・ランク2：支間と落石条件のみが異なる。
- ・ランク3：ランク1，2に適合しない。

ここで、ランク1の選定表とランク2の適用範囲図を表-11および図-8に示す。すなわち、本選定表、適用範囲図を用いることにより、各部材のタイプ別選定が可能となる。

(3) 製造

ロックシェッドプレキャストPC部材の製造は、専門の工場にて主梁はプレテンション方式で、

また柱はポストテンション方式で製作する（写真-2）参照。

プレテンション方式では、アバット両端の支柱に所定の緊張力を与え支柱に定着後、鉄筋、型枠を組み立て、コンクリートを打設し、短時間に所要強度が得られるよう蒸気養生する。プレストレス導入は、PC鋼材の張力を徐々にゆるめ、コンクリートとの付着によって行い、両端部のPC鋼材を切断し仕上げる。

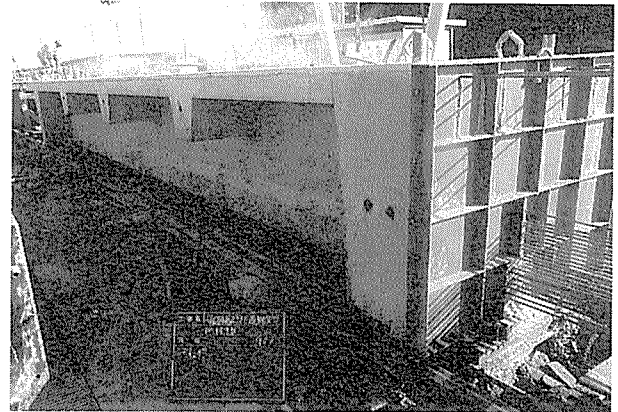


写真-2

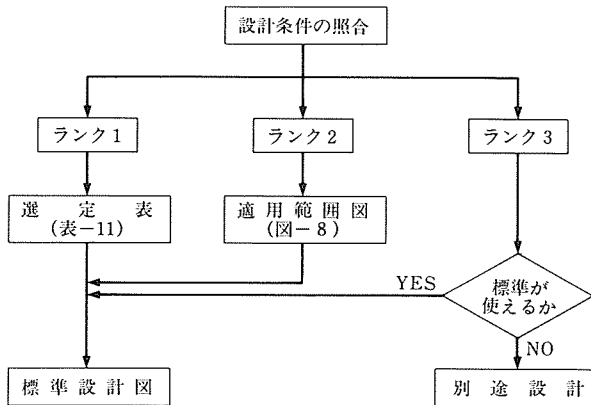


図-7 選定の手順

表-11 選定表

落石荷重 (tf)	落下高 (m)	支間 (m)			
		8	9	10	11
0.5	10	B90-C90	B90-C90	B110-C110	B130-C130
	20	B90-C90	B90-C90	B110-C110	B130-C130
	30	B90-C90	B90-C90	B110-C110	B130-C130
	40	B90-C90	B90-C90	B110-C110	B130-C130
1.0	10	B90-C90	B90-C90	B110-C110	B130-C130
	20	B90-C90	B90-C90	B110-C110	B130-C130
	30	B90-C90	B110-C110	B110-C110	B130-C130
	40	B110-C110	B110-C110	B110-C110	B130-C130
2.0	10	B90-C90	B90-C90	B110-C110	B130-C130
	20	B110-C110	B110-C110	B130-C130	B130-C130
	30	B110-C110	B130-C130	B130-C130	×
	40	B130-C130	B130-C130	×	×
3.0	10	B90-C90	B110-C110	B110-C110	B130-C130
	20	B110-C110	B130-C130	B130-C130	×
	30	B130-C130	×	×	×
	40	×	×	×	×

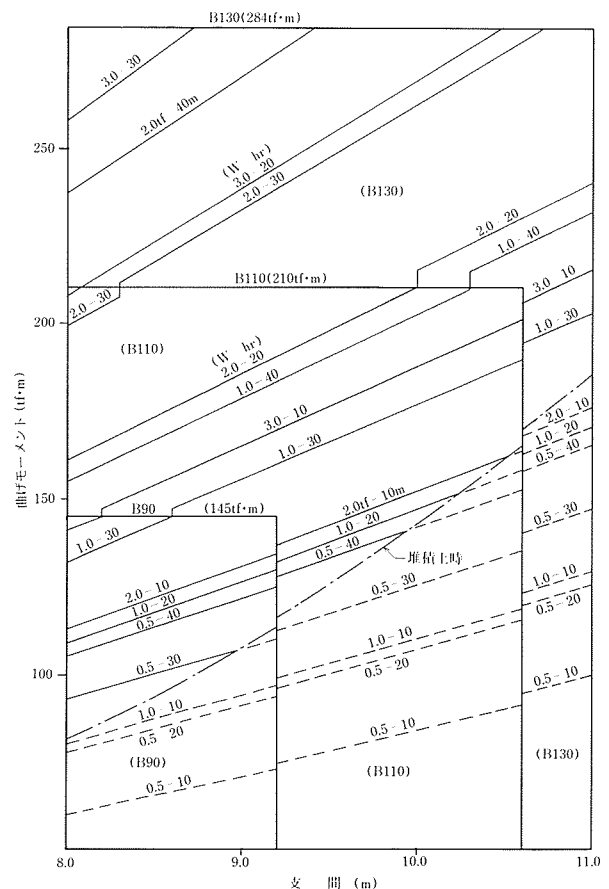


図-8 適用範囲図

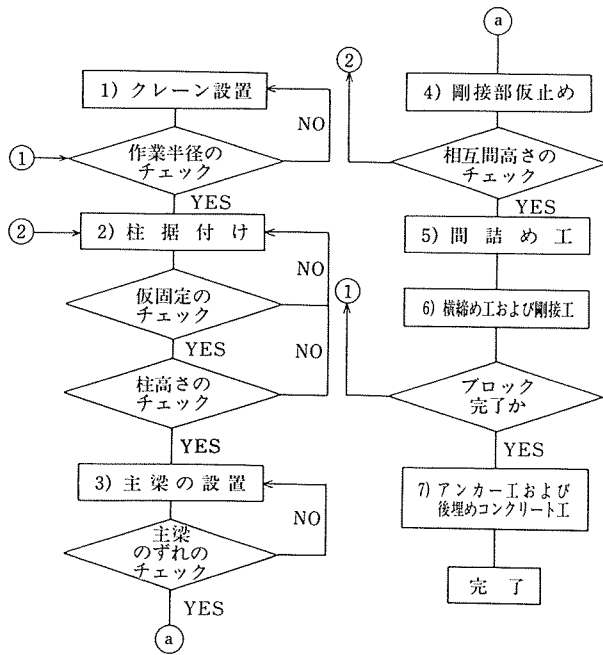


図-9 架設手順



写真-3 柱架設

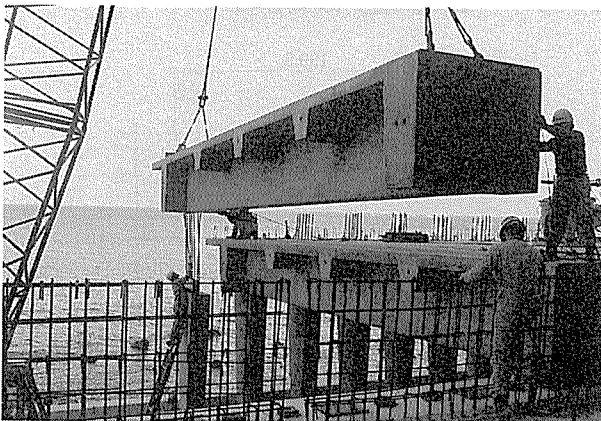


写真-4 主梁架設

#### 4. 施 工

架設にあたっては、部材および構造の特性を十分考慮し安全に行う。ここに、架設の手順を示せば図-9のとおりである。また、施工状況を写真-3、4に示す。

#### 5. 実 績

PCロックシェッドの主な施工例を写真-5、6に示す。また、工事名と工事規模を表-12に示す。

表-12

工 事 名	工事施工延長	施工年度	発注元
南串山ロックシェッド	L=81.0m	平成2年度 平成3年度	長崎県島原振興局
加津佐ロックシェッド	L=50.0m	平成2年度 平成3年度	長崎県島原振興局
加津佐2号ロックシェッド	L=36.0m	平成2年度	長崎県島原振興局

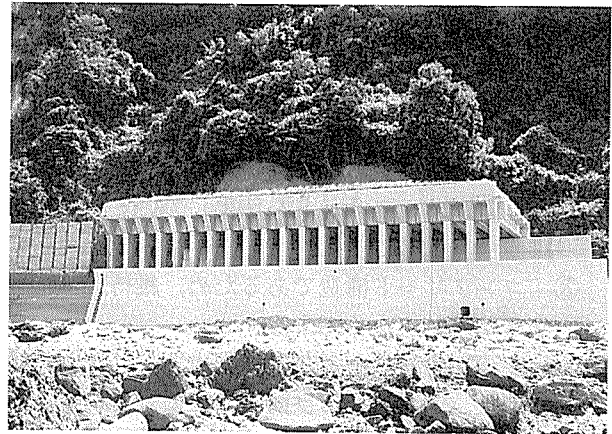


写真-5 施工例

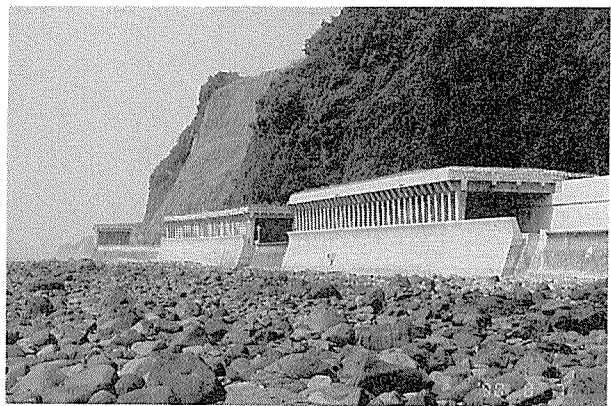


写真-6 施工例

#### 問合せ先

九州ロックシェッド協会 事務局

〒810 福岡市博多区博田駅南1-4-4 ふじビル

日本サミコン(株)内

TEL 092-481-1680