

## プレストレストコンクリート・ボックスカルバート

村上 隆 助\*

## 1. ま え が き

ボックスカルバートは、往時より矩形暗きよと称され現場打ちの鉄筋コンクリート構造物として、その形態を整えてきたが、市街地における交通阻害早期排除の目的による、急速施工の必須性に対応することと、なおかつ関連経費の節減をはかることを目標にして、プレキャスト・ボックスカルバートの必要性が生じた。

業界ではこれらの要求に鑑みコンクリート製品として、高強度と経済性を有するプレストレストコンクリートに注目し、この工法を導入したPSCボックスカルバートを昭和43年に工場製品として発表した。まずこの製品は下水道用幹線路にその特徴を生かして要請に対し応じたが、公共投資の伸長とともにその需要量は急速に増加して現在国内各地において使用されており、プレストレストコンクリート製品としての特徴をいかに発揮しているものであるが、以下その概要について説明紹介することとした。

## 2. 設 計 条 件

参考示方書等として下記を使用しているが、ここで言うボックスカルバートとは、“プレストレストコンクリート標準示方書(土木学会) 1章 総則 1・1 適用の範囲(2)”「この示方書は、次の構造物または部材の設計および施工には適用されない。…(d)プレストレストコンクリートくい、プレストレストコンクリート管等のプレストレストコンクリート二次製品。」という範囲内にあるボックスカルバートであることを根拠とするものである。

土木学会：プレストレストコンクリート標準示方書  
建築学会：プレストレストコンクリート設計施工基準  
土木学会：コンクリート標準示方書

- 1) 土かぶり(上スラブに対して)0・0m以上。
- 2) 活荷重は主として自動車荷重・列車荷重。
- 3) 設計荷重により、コンクリート断面に亀裂の発生しない構造とする。
- 4) 原則として弾性支承上の構造物とする。
- 5) 構造計算はたわみ角法による。

## 3. 材 料 条 件

〔セメント〕

セメントは、次のいずれかの規格に適合したものとす  
る。

JIS R 5210 ポルトランドセメント

JIS R 5211 高炉セメント

JIS R 5213 フライアッシュセメント

〔骨材〕

骨材は、清浄、強硬、耐久的で適当な粒度をもち、ご  
み、どろ、有機物、薄い石片、細長の石片などの有害量  
を含んでいてはならない。

〔PC鋼材〕

PC鋼材は、次のいずれかの規格に適合したものでな  
ければならない。

JIS G 3109 PC鋼棒

JIS G 3536 PC鋼線およびPC鋼より線

〔鉄筋〕

鉄筋は、次のいずれかの規格に適合したものでなけれ  
ばならない。

JIS G 3112 鉄筋コンクリート用棒鋼

JIS G 3117 鉄筋コンクリート用再生棒鋼

〔水〕

水は油、酸、塩類、有機物などコンクリートの品質に  
影響を及ぼす物質の有害量を含んではならない。

〔混和材料〕

AE剤その他の混和材料は、製品に悪影響を及ぼさな  
いものでなければならない。

〔設計に使用する標準的なコンクリート仕様〕

単位当たり重量： $W_c = 2.5 \text{ t/m}^3$ 設計強度： $\sigma_{ck} = 400 \text{ kg/cm}^2$ PS導入時強度： $\sigma_{pa} = 350 \text{ kg/cm}^2$ 

許容応力度

PS導入直後 圧縮： $\sigma_{cat} = 180 \text{ kg/cm}^2$ 引張： $\sigma_{tat} = 0 \text{ kg/cm}^2$ 設計荷重時 圧縮： $\sigma_{caw} = 140 \text{ kg/cm}^2$  ( $\sigma_{ca}$ )引張： $\sigma_{taw} = -30 \text{ kg/cm}^2$ コンクリートの弾性係数  $E_c = 35 \times 10^4 \text{ kg/cm}^2$ 

\* 旭コンクリート工業(株)技術部長

4. 形式と形状および製品寸法

大部分のものは、ポストテンション・プレストレストコンクリート方式によるが、小断面のものについては、プレテンション・プレストレストコンクリート方式とすることもある。またいずれの場合もパーシャル・プレストレストコンクリートとする。

ポストテンション・プレストレストコンクリート方式によるものは、比較的高い $\oplus$ 符号の応力度を生ずる、上スラブと下スラブにプレストレスを導入し、側壁は鉄筋コンクリートとしたいわゆる部分プレストレスト構造としたものと、側壁にもプレストレスを導入したものの2様式があるが、大断面のものについては輸送上（桁下空間・重量制限）の見地から上・下に二分割して製作・運搬を行い、敷設現場で一体のボックスカルバートとして組立て構成する場合は、後者の方が有利であると思われる。なお側壁が鉄筋コンクリート構造として解析されたものの、二分割部分の剛接仕様としてはハイテンションボルトによる接続方法がとられる。一体で輸送できる内断面の限界は、幅 3m、高さ 3m ぐらいである。下スラブ部分の形状は、使用される目的によって異なるが、おおよそのところフラット仕上げとインバート仕上げに区別することができる（図-1~4、写真-1~4 参照）。

一定の荷重条件下における、製品寸法の概要を示すと表-1 のようになる。

5. 製作方法

製作に使用する金属製型枠には、フレッシュコンクリートを投入打設する個所により、2 種の方法がある。すなわちボックスカルバート上スラブの外側よりするものと、側壁部の小口面よりするものである。一般的に前者

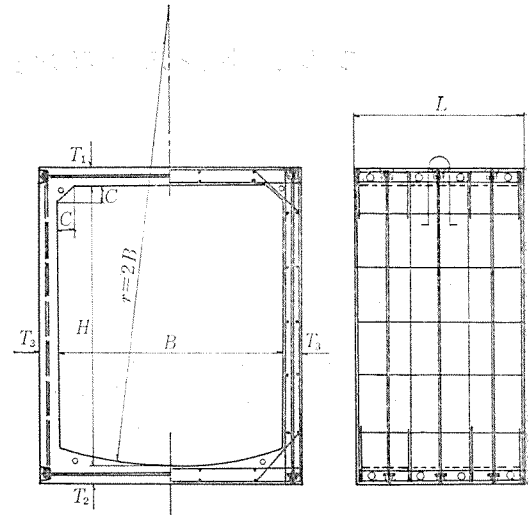


図-2 標準図

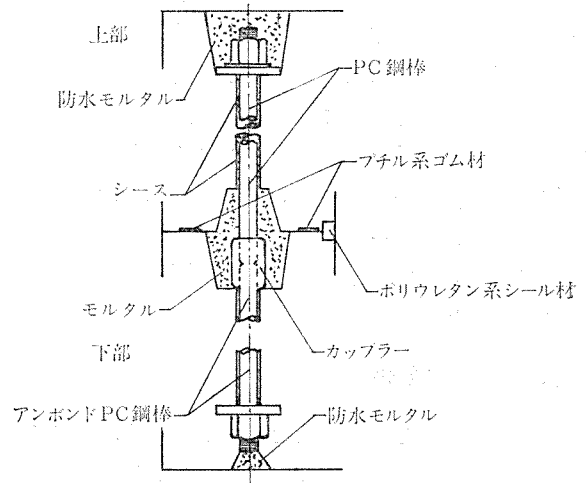


図-3 PC 鋼棒使用による上・下ブロック接続仕様（側壁部）

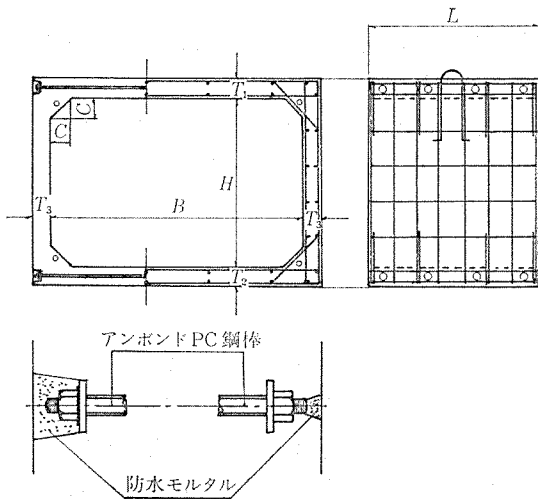


図-1 標準図

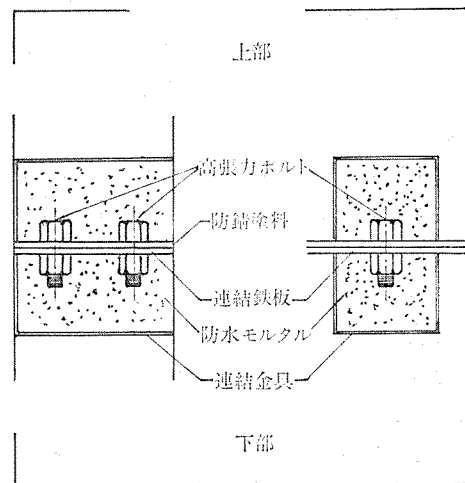
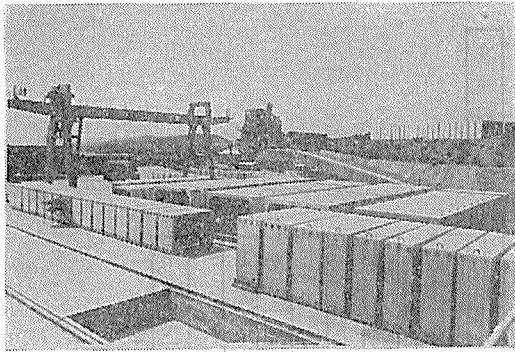


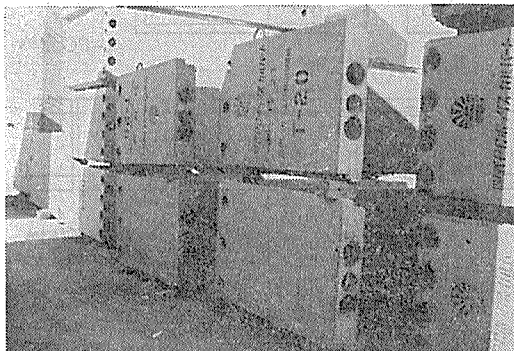
図-4 高張力ボルトによる上・下ブロック接続仕様（側壁部）



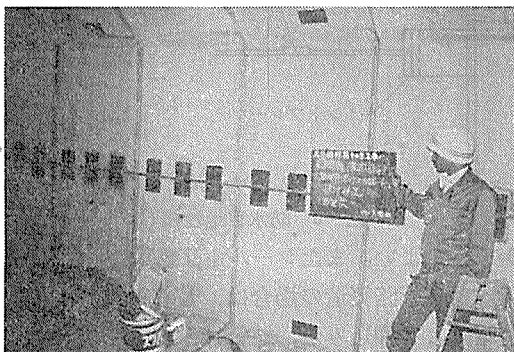
写真—1 PSC ボックスカルバート  
(部分プレストレスト)



写真—2 PSC ボックスカルバートと鉄筋組立て仕様  
(部分プレストレスト)



写真—3 PC 鋼棒による二分割ボックス接合仕様の製品



写真—4 ハイテンションボルトによる二分割ボックス  
の接合仕様

表—1 製品寸法の一例概要

土かぶり 0.1m~3.0m, 設計荷重 T-20 (横断荷重)

製品寸法 (単位: mm)							L	摘 要
B	H	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	C			
800	800	100	100	100	100	1485	下水道用	
1000	1500	120	120	100	150	〃	地下用 排水路用	
1250	1250	125	125	125	150	〃	〃	
1500	1500	150	150	150	150	〃	地下 輸送路用	
2000	2000	150	150	150	150	〃	〃	
2500	2500	180	180	180	150	〃	〃	
3000	3000	200	200	200	200	〃	地中線 洞 道 用	
3500	3000	250	250	200	300	〃	〃	
4000	3000	250	250	200	300	〃	道路橋用	
2000	2600	180	180	180	150	1995	地下道用 ハンチは上 版のみ	
3000	2600	200	230	200	200	〃	〃	

(注) 中間壁を設けての二口径断面の製品は、共同溝などとして使用される。

を平打ち型枠、後者を堅打ち型枠と称しているが、型枠内に、設計図に基づいて正しく堅固に組み立てた鉄筋を所定の位置に入れ、アンボンド PC 鋼棒は正しく配置し型枠に定着する。個々の製品の一体化と、継手部分の水密性をはかる目的で、ボックスカルバートの縦断方向の緊縮をするため、PC 鋼棒または PC より線を通すための穴はシーすを使用するか、または他の方法で正確に型枠に位置づけをする。PC 鋼棒定着用連結金具や、大型製品で、上ブロックと下ブロックに分割して製作するもの上・下緊結仕様の PC 鋼棒等もまた同様である。

設計条件に適合した、フレッシュコンクリートを使用することは勿論であるが、規定の投入仕様、打設時間、振動機等の使用に誤りのないようにして製作をする。養生は型枠を締めている状態で蒸気養生を行い、脱型後自然養生を行う。なお蒸気養生はコンクリートに有害な影響を与えないように行う。

PC 鋼棒による緊張締付けは、ボックスカルバートのコンクリートと同様の状況で養生をしたテストピースの強度が、所定の PS 導入時強度に達したときに行うものであるが、導入力の正確をきすために、自記録圧力計などによるチェックが大切である。

製作工程の一例は図—5 に示す。

## 6. 使用方法

ボックスカルバートの利用目的により、多少の違いはあるが、弾性地盤上に図—6 に示すような基礎工を施し、それぞれの重量に適合して、三又・簡易門型クレーン・トラッククレーン車(レッカー車)により、慎重に敷設するものである。現場打ちのボックスカルバートのような、縦方向の一体性がないので、内水位や外水位による水や汚水のリークを防止する目的もかねて、個々の製品の結合と強固な一体化をはかるために、連結金具と

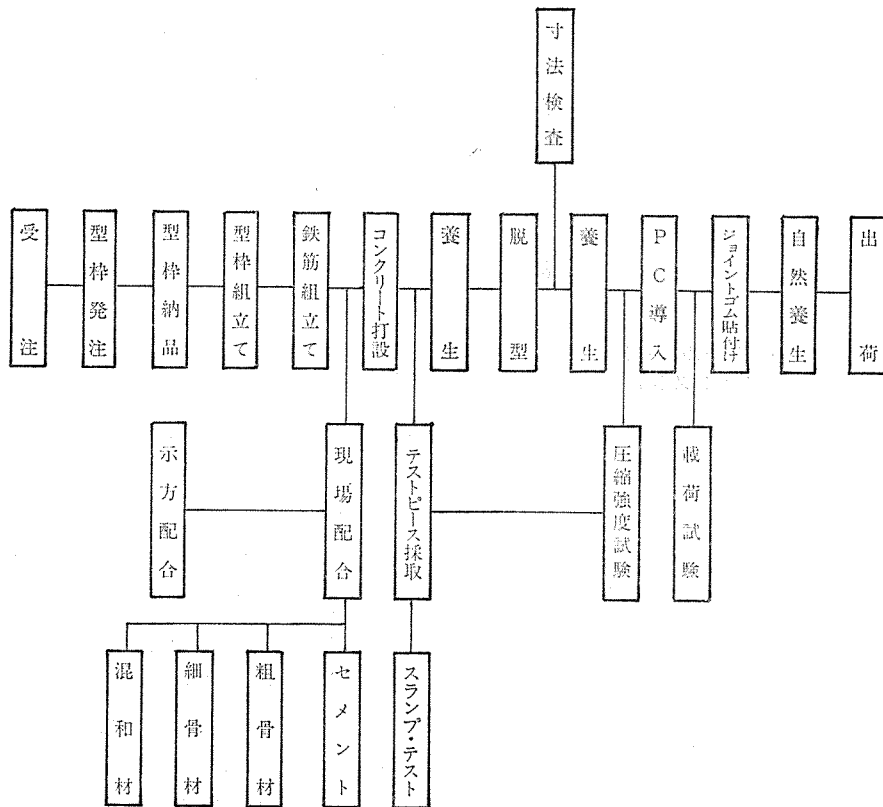


図-5 製作工程

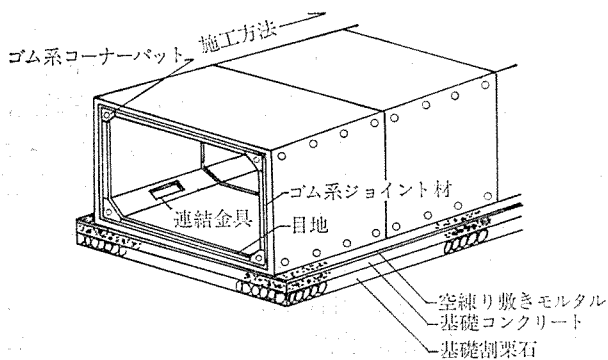


図-6 敷設仕様

PC 鋼棒による締付けが必要である。接合部分の防水目地仕様はブチル系ゴム材や、ポリウレタン系シール材、また樹脂材により、一次・二次・三次と使い分けて考えられるが、ボックスカルバートの接続端面の仕上げに十分の注意を払っての接合仕様が第一の条件である。連続接合の長さも現場打ちの伸縮継手仕様にならって、延長 30 m から 50 m の範囲内で接合の縁切りを行って、支障のないようにはかるのがよい。縁切り部分の仕上げについてはそれぞれの目的にしたがってその都度工夫をはかるのがよい。曲線部分における敷設は、あらかじめ許容される範囲 (PC 鋼棒により対処でき得る製品) の斜め切り製品を、ハイテンションボルトで製品個々の連結

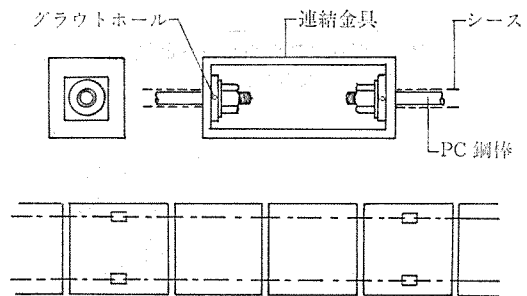


図-7 連結金具と PC 鋼棒による連続接合仕様

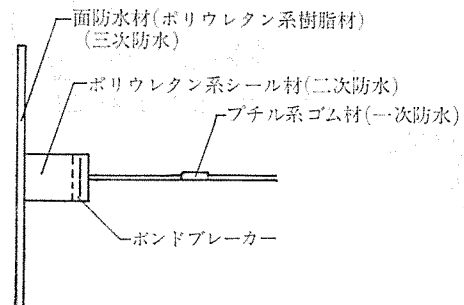
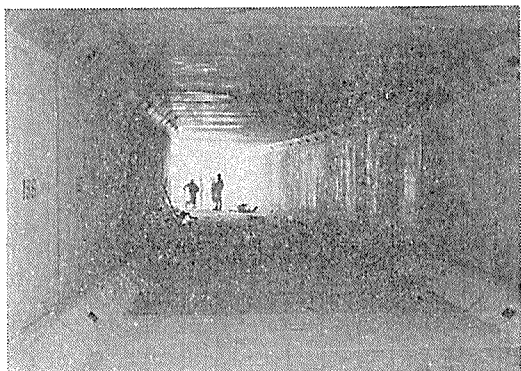


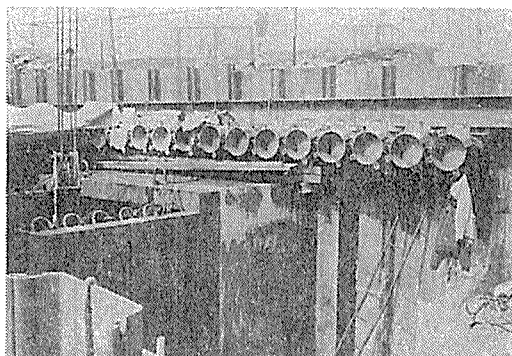
図-8 防水目地仕様

をはかるのがよい。またシールド工法などのジャッキング施工による管路築造の場合は、PC 鋼棒による製品個々の連結による押込みが、蛇行などをおこさないための最良の方法である。

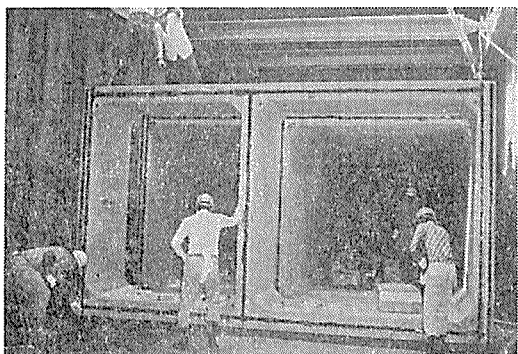
基礎地盤の調査、基礎工仕様の方法選定などは慎重に



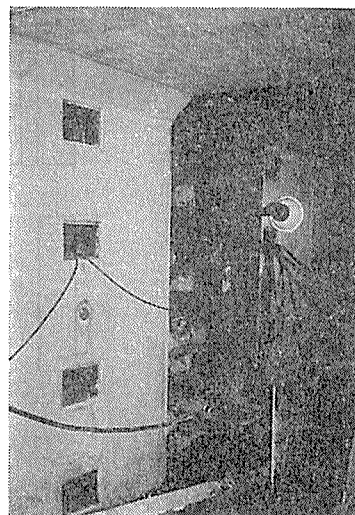
写真—5 下水道



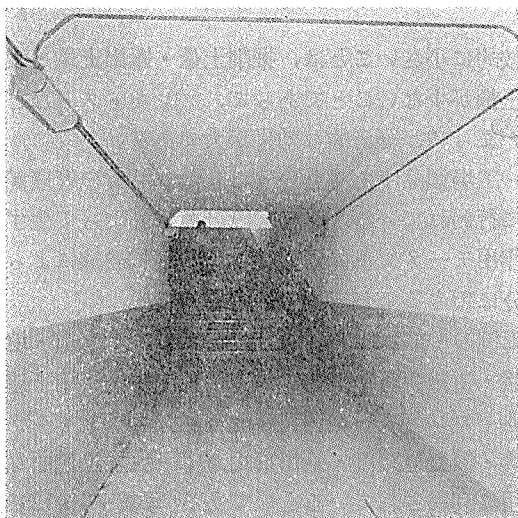
写真—9 鉄道横断地下道（ジャッキング施工）



写真—6 共同溝



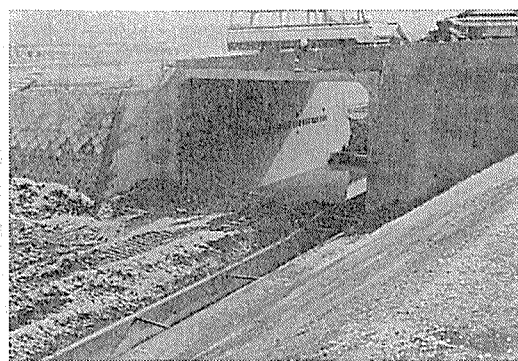
写真—10 ボックスカルバート内の中間ジャッキ仕様



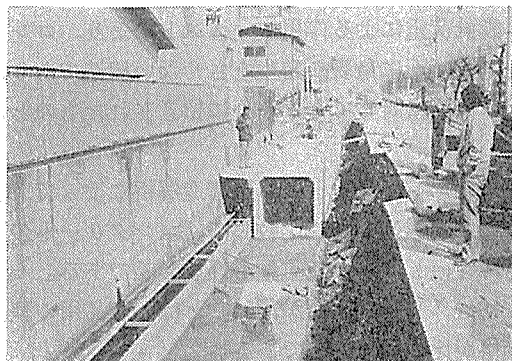
写真—7 地下横断歩道



写真—11 排水路横断簡易道路橋



写真—8 道路横断通路



写真—12 下水排水路兼用歩道拡幅

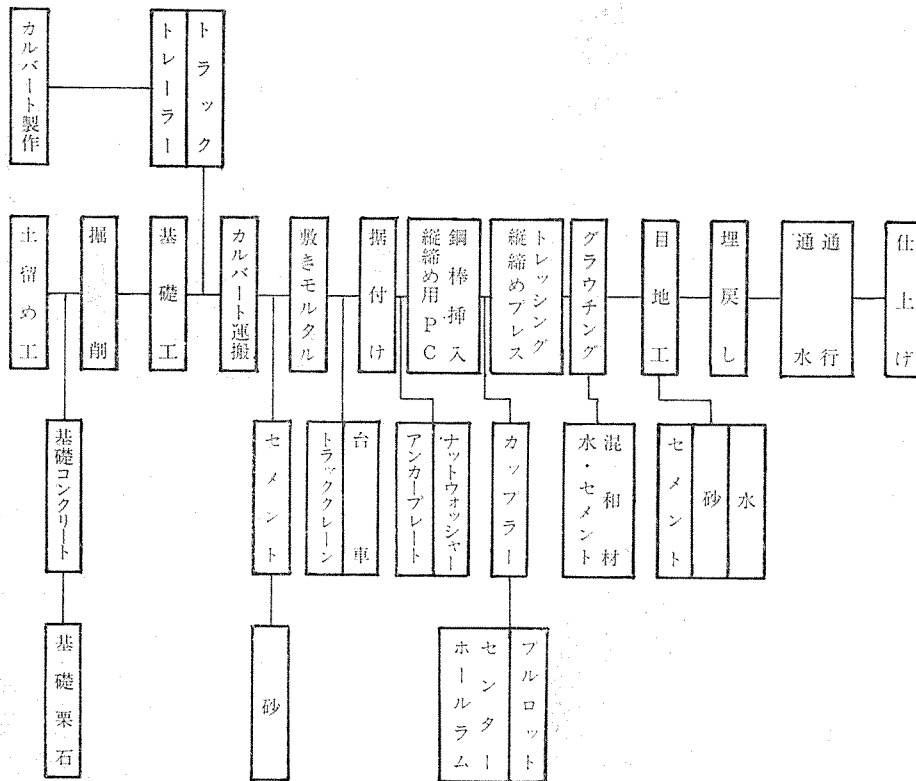


図-9 施 工 工 程

行い、とくに軟弱地盤の場合は特別の考慮が必要なことである。

外水位によって生ずる水圧に対しての防水効果の目安は、 $0.6 \text{ kg/cm}^2$  が適当と思考する（通常の製品は内圧函きよとしては使用されない）。

縦方向一体化のための縦方向締付けに使用される PC 鋼棒用シース内のモルタルによるグラウト工，連結金具内の防水モルタル工は，PC 鋼棒への悪影響をさけるために十分留意して行うことが大切である。

施工工程の一例は図-9 に示す。

### 7. 特長と施工例

プレキャスト・プレストレストコンクリート・ボックスカルバートの特長としては、

- 1) 設計荷重による作用モーメントにより，コンクリートの断面に亀裂の発生をさせない構造であり，繰返し荷重に対しても，十分に留意されたものとなっている。
- 2) 鉄筋コンクリートのみの構造解析によって，設計された同種の製品に比較して，コンクリートの断面が薄く，したがって重量も軽い製品である。
- 3) コンクリート断面が薄いことは，製品用の型枠の価格が比較的安価である。
- 4) 有効な部分の内断面が同一であって，全断面が比

較的に小さいことは，掘削土量・搬出土量・埋戻し土量が少ないことであって，プレキャストなどとあいまって，経済的な効果が大きい。

- 5) 工場製品であるということは，品質の管理が十分に行われていることと，設計荷重によって生ずる，作用モーメントに対応した試験が試験機によって十分にできることである。

施工例の一部は写真によって示すが，下水道・地下用排水路・道路横断地下道・鉄道横断地下道・地下連絡通路・地下コンベアー輸送路・地下埋設ケーブルダクト・共同溝・簡易道路橋・乗用車用車庫・危険退避所などと広範囲に利用されているものである(写真-5~12参照)。

### 8. あとがき

低成長時代を迎えても，環境整備に対処する施政方針の変更はないものと思えるし，資源節約をふまえての整備範囲の拡大をはかることは，重要な要素の一つにあげられるものである。プレストレストコンクリートはこのことに対応でき得る工法であって，これによる軌道用まくらぎ・基礎用パイプ・橋梁用や建築構造物用の桁などのシェアーの急速な拡大のごとく，繰返し荷重に十分対処できる PSC ボックスカルバートは，その優位性が，それぞれの時代の要求に適応してますます発展するものと思われる。