

スリップフォーム工法 施工マニュアル (構造物編)

平成31年3月



日本スリップフォーム工法協会

目次

1. 概要	
(1) スリップフォーム工法の定義	1
(2) スリップフォーム工法導入の経緯	1
(3) スリップフォーム工法の特徴	2
2. 構造物の特性	
(1) 対象構造物の種類	3
(2) 構造物の形状	4
(3) 用心鉄筋	4
3. コンクリートの配合	
(1) 配合上の特徴	5
(2) 配合設計の標準値	6
(3) 生コンクリートの製造・搬入	6
4. 施工機械	
(1) 機械の種類	7
(2) 成型機の機能	7
(3) 機械仮設	9
(4) 施工仕様	10
5. 標準的な施工方法	
(1) 施工フロー	12
(2) 準備作業	13
(3) 鉄筋工	14
(4) センサラインの設置	15
(5) 予備走行	16
(6) コンクリートの打設・成型	17
(7) 補正仕上げ	19
(8) 養生	19
(9) 目地	20
(10) 作業の編成と作業内容	22
(11) 出来形の管理基準	23
6. 参考資料（標準断面図）	24
(施工写真)	32

1 概要

(1) スリップフォーム工法の定義

スリップフォーム工法とは、成型機に鋼製型枠（モールド）を取付け、モールド内にコンクリートを投入しその内部で締固め成型を行うと同時に、成型機を前進させることにより同一断面の構造物を連続して構築していく工法である。

当マニュアル末尾（P. 32～33）に代表的工種の施工写真を掲載する。

(2) スリップフォーム工法導入の経緯

スリップフォーム工法は、1949年にアメリカの技師ゲイムスW. ジョンソンが道路舗装を目的に考案し、1955年頃から本工法による本格的な道路舗装が始まり、1965年にはアメリカのコンクリート舗装の80%、1989年以降は公共工事において100%採用されるようになった。

また、道路舗装と並行して、1960年代前半から様々なコンクリート構造物への応用が研究され、道路関連だけではなく、壁体や水路などの施工も盛んに行われるようになった。

わが国においても1960年代から70年代にかけて施工機械が輸入され、主にコンクリート舗装に採用された。しかし、当時は労働力問題も少なく、労務賃金も比較的安く、工事規模も小さい事情などもあって、試験施工の域を出るには至らずに終わってしまった。

1970年代前半より高速道路において、路面排水用構造物としてロールドガッタが取り入れられて以来、1990年頃までは小型構造物主体の施工となっていた。

近年になり、ようやくわが国でもコンクリート工事の省力化・省資源・工期の短縮の面から、また交通災害の防止面からも見直され、側溝・縁石をはじめ、円形水路・防護柵などの壁状構造物など広範囲に採用されるようになってきた。

また、最近ではコンクリート舗装でもスリップフォーム工法の優位性が見直され、トンネル内舗装を主体としてその施工実績が着実に伸びている。

1974年から2018年3月までの約44年間におけるスリップフォーム工法による各種構造物の施工実績は約8,800kmに及んでいる。

(3) スリップフォーム工法の特徴

①環境保全・省資源

木製型枠を使用しないので、森林破壊に対する資源保護に貢献できる。

②工期短縮

施工速度が大きく、大幅に工期を短縮することができる。又、そのことにより供用中道路等の工事では、交通障害期間を短縮することができる。

③省力化

他の工法に比較して、30～70%の労働力を削減することが可能な省力化工法である。

④構造的利点

イ) 断面全体を同時にかつ連続的に施工するので、複数工程で見られるコールドジョイントなどの構造上の弱点がない。

ロ) 構造物の平面線形が曲線であっても容易に施工することができ、合理的で美観に優れた構造物の構築が可能である。また、曲線を有する断面形状を容易に成型することができ、卵形水路など機能重視の形状をつくることができる。

ハ) スリップフォーム工法用コンクリートは、施工性を確保する必要上、在来工法に使用するコンクリートに比べ水セメント比を小さくし、空気量を大きくしているため、耐凍害性の高い構造物をつくることができる。

⑤既存の構造物の巻込み施工

道路の防護柵を施工する場合などでは、既存のガードケーブルや縁石などを撤去することなく、供用しながら新設の防護柵に埋設して施工することが可能である。したがって、工事の実施にともなう交通保安問題を解消することができる。

⑥工事費

大型機械を使用する工事であり、準備・運搬費等の仮設費が発生するために工事延長が長い程スケールメリットが生じ、1,000m程度を越える延長の場合には在来工法と比べ有利となるものもある。

工事費や歩掛りについての詳細は、別紙『スリップフォーム工法標準積算マニュアル（当協会編）』に示す。

2 構造物の特性

(1) 対象構造物の種類

スリップフォーム工法に適する同一断面の連続した構造物の代表的なものは、図-1のとおりである。(P. 24以下参照)

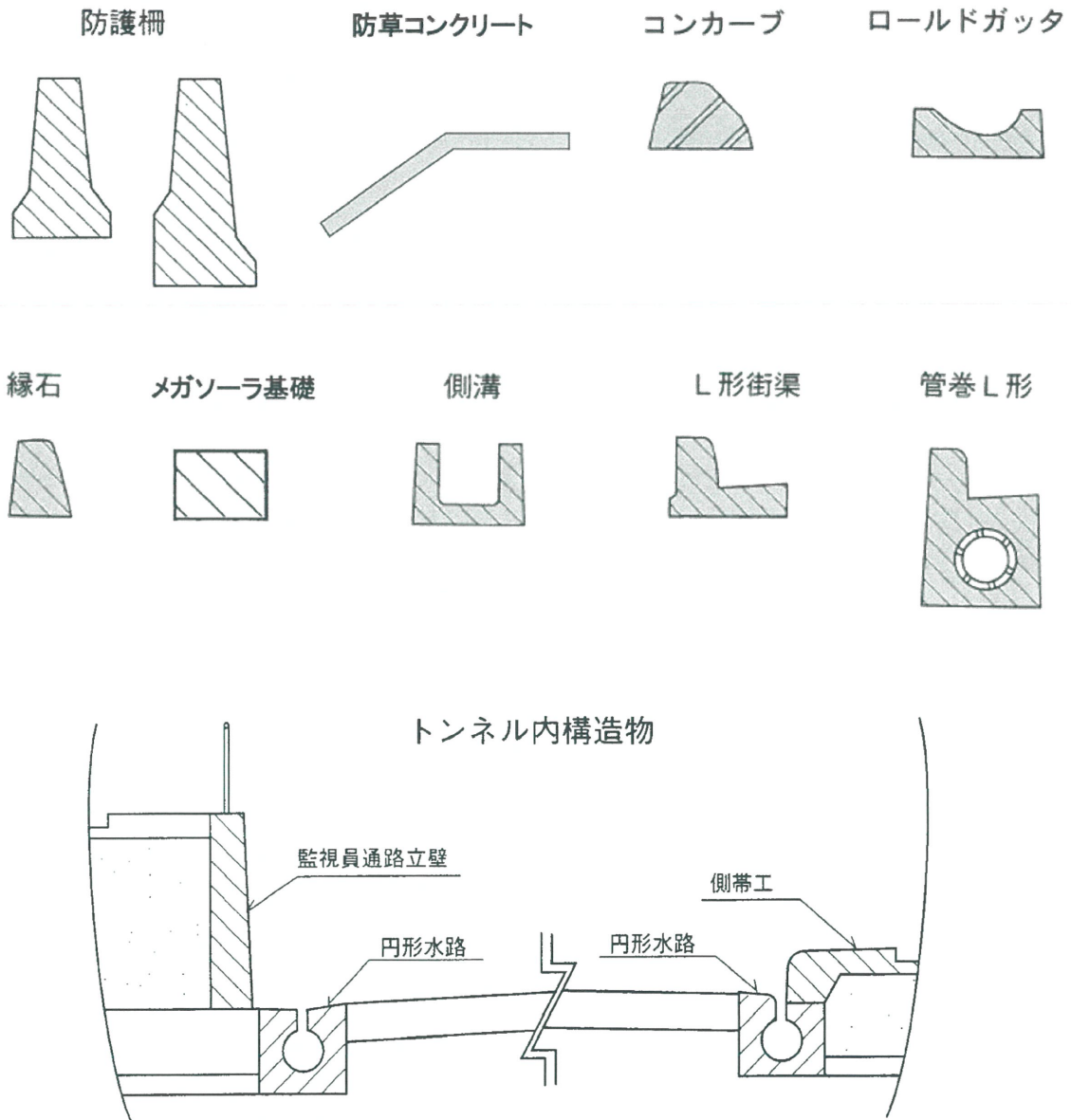


図-1 スリップフォーム工法による代表的構造物

(2) 構造物の形状

側面の傾き（ころび）：成型直後のコンクリートの変形抵抗性を高めるために、構造物の側面に若干の傾き（ころび）をもたせた方が良好な施工を行うことができる。側面の傾きは一般に5%程度とするが、高さ500mmを超える無筋構造物では10%程度にするのが望ましい。

面 と り：構造物断面の出隅または入隅などの隅角部は、曲面形状とした方が良好な施工ができる。また、鋼板を曲げ加工してモールドを作製するので、隅角部は通常の場合、半径10~20mmの曲面とする。

最 小 寸 法：構造物の断面寸法が小さすぎる場合、コンクリートの充填が不十分となったり、モールドとの滑動抵抗のため成型不良を生じやすい。したがって断面寸法は表-3に示す最小寸法以上とする。

なお、鉄筋コンクリート構造で鉄筋の直径が13mmを超えるような場合には、かぶり等を考慮して最小寸法を大きめにとることが望ましい。

表-3 断面最小寸法の目安

(単位 mm)

構造物の種類	鉄筋の有無	有 筋		無 筋	
	高さ (mm)	H ≤ 500	H > 500	H ≤ 500	H > 500
壁 状 構 造 物		100以上	170以上	70以上	200以上
平 坦 構 造 物		100以上	100以上	50以上	50以上

(3) 用心鉄筋

高さが500mmを超える壁状構造物では、構造上配筋の必要がない場合でも、自立性を高めるために用心鉄筋を配置する。またこの用心鉄筋は、コンクリートの乾燥収縮などによるひび割れの発達を抑制する効果もある。

3 コンクリートの配合

(1) 配合上の特徴

スリップフォーム工法用コンクリートの配合は、断面形状・鉄筋の有無・設計強度・表面仕上げの程度などの他に、施工時期・プラント設備・現地骨材の品質・アジテータ車の運搬時間などをあらかじめ調査して決める。

①セメントの種類

- ・ 通常の場合、普通ポルトランドセメント、高炉セメントB種を使用する。
- ・ 供用中の路線での工期の短縮等、早期の強度発現を期待する場合は、早強セメントの使用も可能である。
- ・ 超速硬セメントを用いる施工は、モールドのメンテナンスの関係上、一般的には困難である。

②粒度

- ・ 締固め時の材料分離を防止し締固めを容易にするとともに、骨材の良好な噛み合わせによる変形抵抗性を高め、かつ成型物表面の良好な仕上がりを確保するために、使用する細・粗骨材を合成した粒度分布は滑らかな連続粒度にすることが望ましい。

③骨材の最大寸法

- ・ 使用する骨材の最大寸法は、通常の型枠組立による施工の場合と同様、構造物の最小部材寸法の1/3以下にすることが望ましい。骨材の最大寸法は一般に、20または25mmが用いられている。

④スランプ

- ・ 締固め時などの材料分離、および成型後の未硬化コンクリートの変形抵抗性や断面寸法の精度を確保するため、コンクリートのスランプは2～5 cmの範囲で構造物の形状特性を判断し目標値を定める。
- ・ 試験練時においては、コンクリート運搬時間や施工時期の外気温等によるスランプロス（一般的には0.5～2.0cm程度）を考慮に入れる必要がある。

⑤空気量

- ・ コンクリートの空気量は、材料分離の抑制・打設中のモールドとの摩擦抵抗の低減・ブリージングの抑制などを考慮し、通常よりもやや多めの6%程度とする。
- ・ 試験練時においては、現場までの運搬時に空気量ロス（一般的には0.5～1.0%程度）が生じることを考慮に入れた設定が必要である。

⑥水セメント比および単位セメント量

- ・ スリップフォーム工法用コンクリートの配合は、強度・耐久性および水密性などから定まる水セメント比と、所要のスランプおよび成型直後の変形抵抗性を確保するためのセメント等の粉体量に支配される単位セメント量の両者を満たす必要がある。

⑦細骨材率

- ・ 構造物の断面形状特性により、変形抵抗・締固め・仕上がり表面の良好等の必要性能を判断し選定することが重要である。
- ・ 生コン工場ごとに使用細骨材の種類（海砂・山砂・砕砂等）およびその粒度分布が大きく異なるため、事前に3種類程度の細骨材率を選定して、試験練りで確認することが望ましい。

(2) 配合設計の標準値

配合設計を行なう際の構造物の種類ごとの目標値は、表－4による。

表－4 配合設計の標準値

項目	構造物の種類	防 護 柵 壁状構造物	U型側溝 円形水路	縁石・L型	ロードガッタ コンクリートカーブ
最低目標強度 (N/mm ²)		24.0	21.0	18.0	18.0
単位セメント量 (kg/m ³)		350以上	310以上	280以上	280以上
細骨材率s/a (%)		35～45	35～45	40～50	40～50
目標スランプ (cm)		2～4		2.5～4.5	3.5～5.5
目標空気量 (%)		4.5～7.5			

* 目標スランプは材料特性・機械等により変動する場合がある。

(3) 生コンクリートの製造・搬入

生コンクリートの製造・運搬・荷下ろし等については、『スリップフォーム工法用コンクリート製造マニュアル（構造物・舗装編 2013年度版）全国生コンクリート工業組合連合会編』が発刊されており、参考にするとよい。

4 施工機械

(1) 機械の種類

現状では国産の施工機械は生産されていない為、全て外国から輸入されている。

一部の機械は用途に応じ改造したもの、あるいは仕様変更したものもあるが、現在国内で使用されている機種はおおむね表-5のとおりである。

詳細については、各メーカーのカタログを参考にするとよい。

表-5 成型機仕様諸元

用途	メーカー	機種	走行形式	出力	重量	全長	全幅	油圧パイプレータ 回路数	
				(Kw)	(t)	(m)	(m)	(本)	
大型	ゴメコ	NGコマンダーⅢ	3脚クローラ	168	13.4	6.88	2.59~4.41	4~16	
			4脚クローラ	168	25.5	8.92~10.72	2.50~9.79	4~16	
		GT6300	3脚クローラ	169	23.2	6.59	2.44	5~14	
			4脚クローラ	127	22.0	8.5	8.5	14	
	パワー カーバ	PC8700	3脚クローラ	160	12.3	6.92	2.56	4~12	
			4脚クローラ	160	13.6	6.92	2.44~5.89		
		PC5700	3脚クローラ	97	11.2	6.4	3.23	9	
		SF1700	2脚クローラ	127	39.0	5.48	3.0~7.5	12	
		ヴァルトゲン	SP500	4脚クローラ	176	28.5	7.90	3.3~7.3	12~18
	中型	ゴメコ	GT3600	3脚クローラ	68	9.5	4.93	2.50	4
GT3300			3脚クローラ	68	11	5.40	2.44	4	
GT3200			3脚クローラ	68	7.5	5	3.4	4	
ヴァルトゲン		SP250	3脚クローラ	79	10.0	5.00	2.50	4	
		SP15	3脚クローラ	92	10.4	7.10	2.66	5	
		ヒューロン	TP880C	4輪タイヤ	102~120	7.7~11.0	5.16	2.43	4
小型	ヒューロン	TD650	3輪タイヤ	64	4.1	3.81	2.13	2	
	ゴメコ	CC1200	前：2軸8輪 後：1脚クローラ	12.8	1.1	3.29	1.97	1	

※各種構造物への適用性は、積算マニュアルP. 6に示す

(2) 成型機の機能

コンクリートの打設成型に使用する成型機本体には、エンジン・油圧ポンプ・コントロールパネルが搭載されており、クローラ等の走行装置により移動する。また、生コンクリートの搬送装置とモールドを取付け、モールド内部に取付けたパイプレータにより、締固め成型を行なうしくみとなっている。

以下にそれぞれの機能について解説する。

① 走行装置

走行装置には、クローラ駆動方式、及びタイヤ駆動方式のものがある。走行速度はおよそ0.5m~15m/分の範囲で無段階に変速することができるが、コンクリートの打設成型時の施工速度はその施工性やコンクリートの供給速度によって支配され、おおむね0.7m~1.7m/分となる(P. 19参照)。

②センサ制御機能

スリップフォーム工法に使用する成型機の大きな特徴は、センサ制御により走行する機能を備えていることである。取付けるモールドは成型機本体にしっかりと固定されており、成型機の姿勢制御そのものが出来上がるコンクリート成型物の位置や高さを決める。

センサによる制御方式について次に示す。

イ) 方向性の制御

方向性の制御は、成型機の側方の前と後に取り付けた方向制御用センサをセンサロープ(P.15参照)に接触するように垂直に下げる。成型機は走行しながら前後の方向制御用センサからの信号で前後のクローラ(またはタイヤ)の方向性を自動制御して、センサラインに沿って走行する。

ロ) 高さの制御

高さの制御は、成型機の側方の前と後に取り付けた高さ制御用センサをセンサロープに接触するように水平に乗せる。成型機は走行しながら前後の高さ制御用センサからの信号で前後のクローラ(またはタイヤ)の高さを自動制御して、センサラインの高さに沿って走行する。

ハ) 傾斜の制御

鉛直に対しての傾斜の制御は、成型機本体に内蔵した傾斜制御用センサからの信号で各クローラ(またはタイヤ)の高さを自動制御して、常時機械の姿勢を一定に保ちながら走行する。

参考 ICTによる施工について

成型機の制御について、ICTによる施工も行われるようになって来ている。

ICTでの施工は、センサロープを使用せず3次元マシンコントロールにより成型機を制御し施工をおこなうが、より現場に則した施工方法を選ぶことが大切である。

③搬送装置

アジテータ車から荷下ろしされたコンクリートをモールドへ供給する搬送装置は、一般的には専用のベルトコンベアが用いられる。

モールドの取付位置に合わせるために、取付位置や角度が変えられるようになっており、運搬上の都合により取外しも可能である。

④モールド

一般に、モールドは成型機の左側に取り付けるが、最近では右側に取り付け可能にした機種もある。いずれの機種もモールドを取り替えることで、各種断面の構造物の機械成型ができる。

モールドは1断面に1基必要であり、各構造物の断面形状に合わせ鋼板を加工して製作する。製作には小型構造物用で1ヶ月、大型構造物用で2ヶ月程度を要する。

一般に、モールドは同一断面の構造物しか成型が出来ないが、コンクリート防護柵ではモールドの側面を油圧シリンダ等により変動させ、高さを変更可能にした大型可変モールド(バリエブルモールド)もある。

⑤締固め装置

通常の施工においては、モールド内部に取り付けた油圧バイブレータによりコンクリートの締固め・成型を行なう。このバイブレータは油量の無段階調整により振動数を調整しながら打設・成型を行なう。

機種によっては、別途発電機による電動式のものを使用する場合もある。

(3) 機械仮設

①成型機の改造

成型機は一般的にはモールドを左側に取り付けた施工仕様となっており、新設路線等で施工仕様が選択可能な標準作業の場合は、より作業の合理性のある左側での施工となる。しかしながら、供用中道路において交通の流れの関係上分離帯側（右側）での施工に限定される場合等では、成型機を右側での施工仕様に改造し、施工終了後復元する。

また、通常は3脚仕様で施工するのが機械損料や運搬費の関係上、また現場での施工性において有利であるが、重量が3トンを超えるバリエブルモールド等の大型モールドを取り付ける場合や、成型機と成型物との間に障害物があり成型機本体とモールドとの間に70cmを超える間隔材を取り付けてはね出し施工を行なう場合、又は大きな駆動力を必要とする幅3m以上の平坦構造物の施工等においては4脚仕様に改造し、施工終了後に復元する。

これらの他に標準的な仕様では施工が困難な場合には、その都度現場条件に合わせた改造をして使うことができる。

改造時の要点は、現場の施工条件を十分に調査・把握し、必要条件を満足させることである。

②現場への納入準備

成型機を現場に納入するのに先立ち、当該現場の施工条件等を調査の上、現場に適応した機械形態にする為に次の準備を行なう。

- ・センサライン設置条件に応じたセンサ器具の準備及びその設置位置に合わせたセンサの試験取付
- ・モールド設置位置に合わせた間隔材とベルトコンベアの試験取付（P. 11図－4参照）
- ・納入直前のセンサ制御走行の確認テスト及びパイプレータその他の機器作動テスト
- ・その他当該現場に即した資機材の試験及び準備

納入準備にあたっての要点は、現場乗込後に時間的・労務的等全ての面でロスが無いように機器類を整えセッティングしておくことにある。

③組立及び解体

成型機・モールド・ベルトコンベア等は輸送の都合上、別々に運搬する。

現場搬入後に組み立て、一連の成型作業終了後に解体して搬出する。

供用中道路においては工事による交通規制の関係上、一日分の成型終了後日々搬入出をする場合もある。

組立及び解体時の要点としては、クレーンを使用する際の機材の吊込作業等の危険作業もあり安全に留意するとともに、確実な組立・解体を行なうことである。

④返納時の整備

スリップフォーム工法で使用した機械類（成型機・モールド・センサ器具等）は、コンクリートを取扱うため、現場での日々の清掃・整備だけでは完全なリフォームは困難である。そのため、機器類返納後に整備工場において、機器類細部にまで付着したコンクリートの除去等の整備を行なう。

(4) 施工仕様

施工条件により異なる機械仕様例を次に示す。

① オフセット仕様（標準）

モールドを成型機本体の左側面に取付けて施工する方式（図-2 参照）

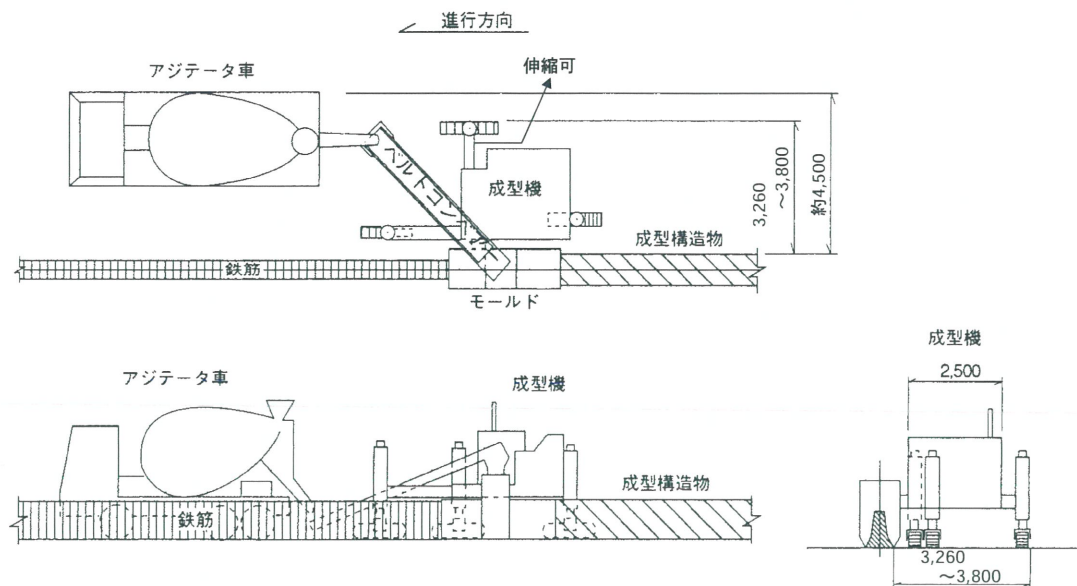


図-2 3脚オフセット仕様の例

② 右側オフセット仕様

モールドを成型機本体の右側面に取付けて施工する方式。（図-3 参照）
改造を要するため、供用中道路等特に必要な場合使用する。

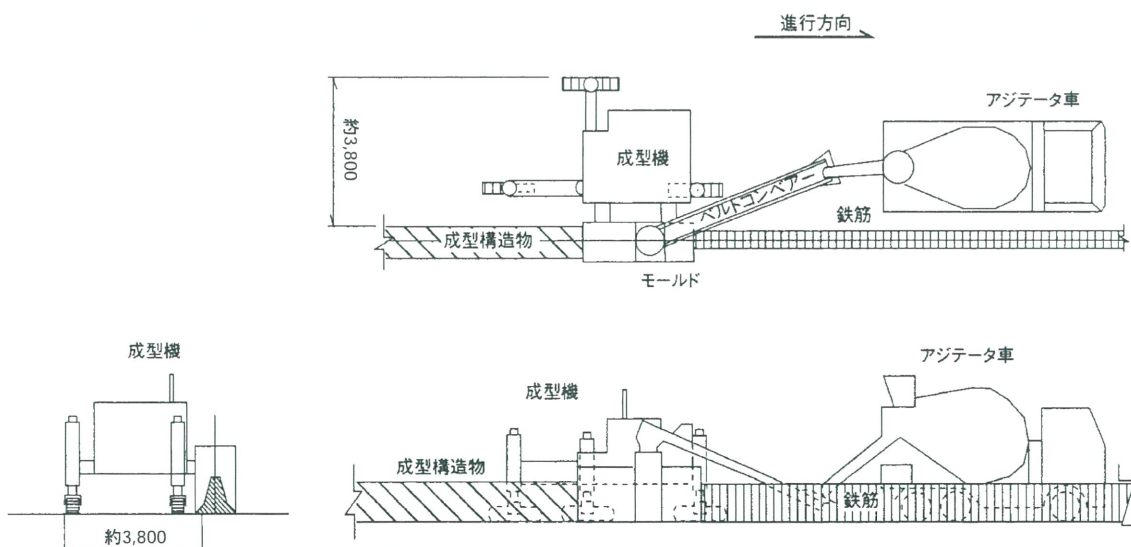
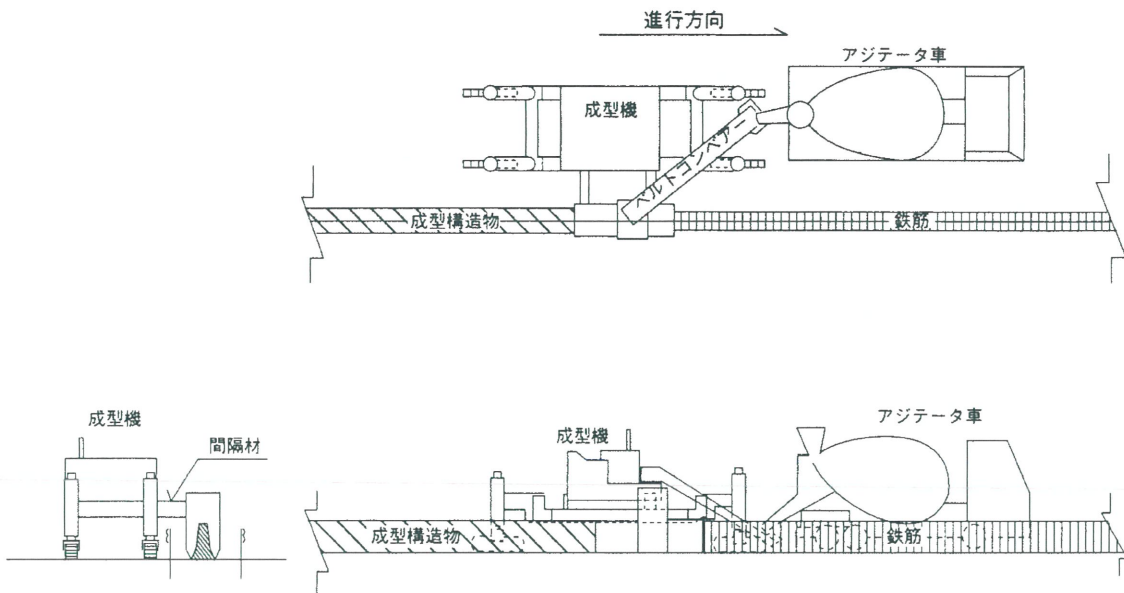


図-3 3脚右側オフセット仕様の例

③ 4脚オフセット仕様

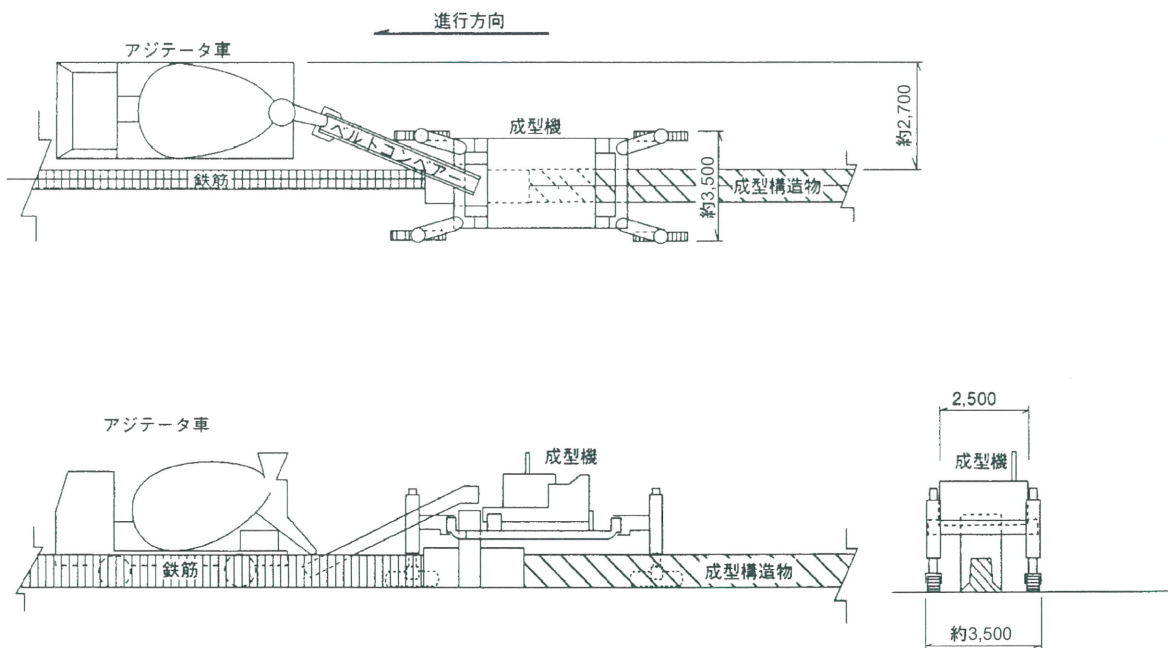
モールドを成型機（4脚仕様）本体の左又は右側面に取付けて施工する方式。（図－4参照）
改造を要するため、バリアブルモールド使用時等特に必要な場合に使用する。



図－4 4脚右側オフセット仕様の例

④ハンギング仕様

モールドを成型機本体の下部に吊り下げて施工する方式。（図－5参照）



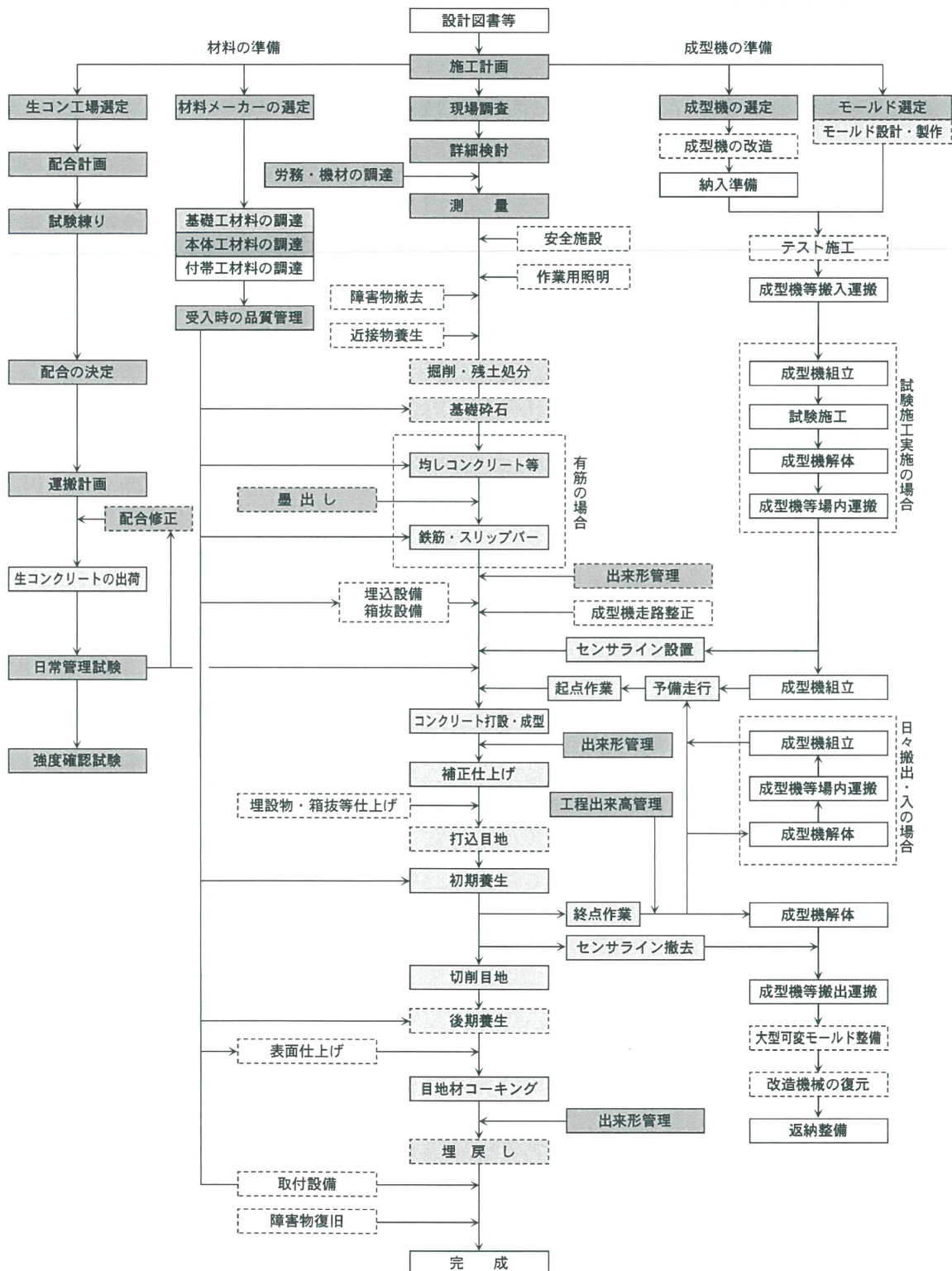
図－5 4脚ハンギング仕様の例

5 標準的な施工方法

(1) 施工フロー

標準的な工事における施工フローを下記に示す。
(色分けは工事費の費目種別を表す。)

凡 例	
色 別	費目種別
	土工・基礎工
	本体工
	特定準備工
	付帯工
	共通仮設工
	必要に応じ行う作業



(2) 準備作業

一般的には現場の着手に先がけて次の準備作業を行なう。

①現場の調査

施工決定後は先ず現場の調査を行なう。

設計図書等の条件と実際の現場とを十分に調査し検討を行なう。特に供用中路線においては、埋設物の位置・施工ヤード・障害物等の位置関係を十分に把握し、本施工への準備につなげることが重要である。

②機械類の準備

現場の調査結果を踏まえ、目的構造物を施工するために次の準備をする。

- イ) 成型機の選定……………必要に応じ改造を行なう。
- ロ) モールドの選定……………必要に応じ新規作成又は改造を行なう。
- ハ) センサライン器具の選定…必要に応じ新規作成 (P. 15参照)
- ニ) 納入準備……………上記イ)～ハ) 及びその他必需品についての納入準備 (P. 9参照)
- ホ) テスト施工……………特に必要がある場合は、現場納入に先がけてテスト施工を行なう。

③材料の準備

- イ) 生コンクリート……………前述のフローに基づき生コンクリートの準備を行なう。
配合の決定にあたっては構造物の形状特性を把握し、必要性能 (P. 5～6参照) が得られるように試し練りによって定める。
- ロ) その他の材料……………鉄筋・目地材・養生剤・埋込や箱抜設備の準備を行なう。

④試験施工

必要に応じ実施工現場の近隣で実使用生コンを使用して実際の機械レイアウトで実施するのが望ましい。実施にあたっての測定の要点は次のとおりである。

- イ) 生コン工場での硬練りコンクリートの練落とし及びアジテータ車への積込要領の把握
- ロ) コンクリートのスランプ・空気量の測定…必要に応じ配合修正する。
- ハ) 運搬におけるコンクリートのスランプ・空気量のロスの測定
- ニ) アジテータ車からの生コン排出性能の目視確認…必要に応じ処置を施す。
- ホ) 成型機の機械性能 (センサ制御・生コン締固め等) の目視確認
- ヘ) 改造した場合の機能の目視確認
- ト) 出来形寸法の測定及び出来栄え状況の目視確認

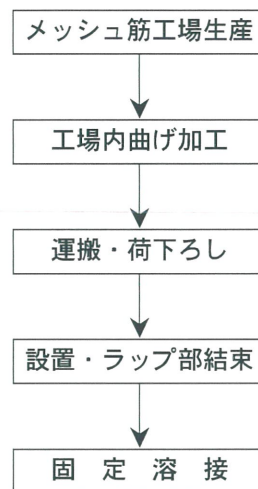
(3) 鉄筋工

スリップフォーム工法で施工する場合、鉄筋はモールド内のコンクリート締固め時の振動により前方や側方へ移動することがある。特に結束線による通常の結束では、前方へのコンクリート打設エネルギーが左右方向へずれることにより配筋を偏心させ、施工不能となる場合もある。このような理由によりスリップフォーム工法では通常の場合、溶接金網（メッシュ筋）を使用する。

メッシュ筋の製造にあたっては、長さやピッチが市販品と異なり特注品となるので事前の製造・出荷の打ち合わせが重要である。

メッシュ筋相互のラップ部は、一般的には鋼線による結束としているが、固定する為のアンカー筋との接合は溶接により堅固に固定する。

メッシュ筋を使用しての施工フローを下図に示す。



- ・上記の他、平メッシュ筋を現場内曲げ加工する場合は別途とする。
- ・円形水路の基礎なし一体形（P. 28標準図）施工では固定溶接が不要となる場合もある。

鉄筋工の施工にあたっての要点は次のとおりである。

- イ) 高さが50cm以上の壁状構造物の場合は、自立性確保のための用心鉄筋を配するが(P. 4参照)、鉄筋高さが1 m以上となるような場合は非常に大きな外力を受けることになるので、移動・偏心を抑止するため補強鉄筋等を配置する。
- ロ) 基礎コンクリートへの差し筋等を用い躯体鉄筋を固定する場合は、差し筋と基礎コンクリートとの付着力を十分にとる。
- ハ) 設置にあたっては基準となる丁張等から定規・水平器等を使用して行ない、設置誤差を少なくする。
- ニ) コンクリートの打設・成型時に、移動・偏心することがないように堅固な固定をする。
- ホ) 予備走行時に鉄筋かぶりの確認をし、必要に応じ修正する。(P. 16予備走行参照)

(4) センサラインの設置

センサラインとは、スリップフォーム工法で構築しようとする構造物に沿って設置する線状のロープのことを言い、成型機本体外部に取付けた棒状のセンサでこれをたどり、自動制御走行する仕組みとなっている。(P. 8 参照)

センサラインの設置にあたっては図-6 に示すように、センサピン・クランプ・ロッドを用いてロッド先端の溝にはめ込むよう架線していくのが一般的である。また目的構造物に対し、高さ・位置共に一定の離隔でなおかつその設置誤差が極めて少ない他の構築物がある場合は、それを利用してセンサラインに代えることが可能な場合もある。図-8 にセンサラインの設置位置を示すが、現場の状況に応じて各々の場合を選定するとよい。

特殊なケースとしては図-7 に示すような設置方法もある。

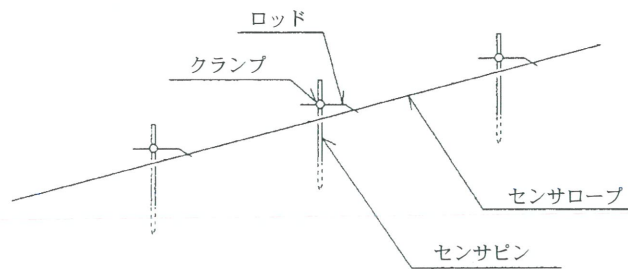


図-6 センサライン標準設置図

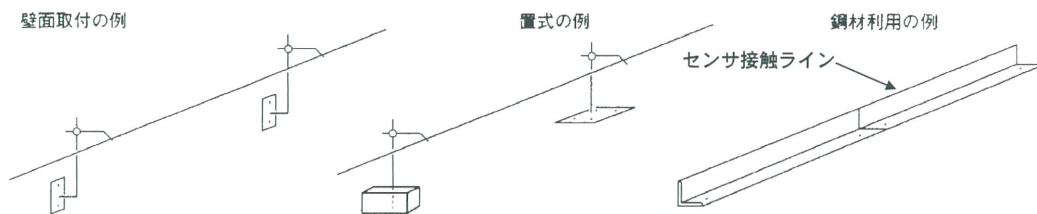


図-7 特殊ケースのセンサライン設置例

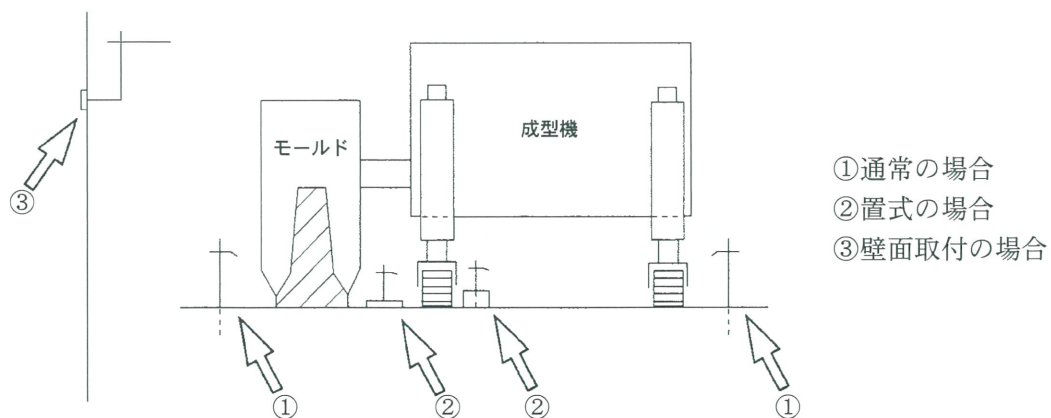


図-8 センサラインの設置位置の例

センサラインを設置する位置は、モールドあるいは成型機の左・右どちらでも可能であり、施工条件により最適設置位置を選定する。

センサライン設置にあたっての作業の要点は次のとおりである。

- イ) 有筋構造物の場合は、鉄筋組立作業への支障を考慮して設置位置や作業順序を決める。
 - ロ) センサピン等の支持金具の設置間隔は、通常の場合5m程度とし、曲線半径の小さな場合は更に短くし、成型機の曲線走行がスムーズに行なえるようにする。
 - ハ) 構築しようとする計画位置や高さに対して一定の離隔となるよう入念に設置し、設置後更に目視により異状の有無を確認する。
- 二) ロープの張り具合が弱いとセンサが触れることによりたるみが生じ、成型機の高さや方向性の制御に影響を及ぼす場合があるので、緊張力を十分にとる。
- ホ) 設置後、成型機が通過するまでの間に作業員等が触れて動くこともあるので、打設成型前には必ずチェックし、施工中も異常がないか常時注意を払う。

(5) 予備走行

成型機によるコンクリートの打設・成型に先立ち、施工基面とモールドとの干渉や、鉄筋・近接物との位置関係の確認を行い本施工時のトラブルを防止するために、センサラインに沿って予備走行を行なう。その作業の目的と要点は次のとおりである。

①施工基面との高さ関係の調整

施工基面が土砂又は碎石等の場合、その仕上がり精度は計画高±数cmとなっている。高い場合はモールドの進行の妨げとなり成型物に悪影響が生じ、低すぎる場合はモールド下部から多量の吹出しコンクリートを生じコンクリートの充填不足の原因ともなる。これらの理由により成型機に取り付けた排土板又は専用トリマーにより施工基面の不陸整正を行なう。

基面がコンクリートの場合はモールドの通過確認をし、モールド本体と干渉し合う箇所があった場合は修正をする。(新設工事で均しコンクリート等を伴う場合は、両者共スリップフォーム工法で施工するのが望ましい。)

②鉄筋かぶり寸法の確認

モールドと鉄筋との離隔寸法により鉄筋かぶりの確認をし、必要に応じ鉄筋位置の修正を行なう。

③埋没物及び近接物との位置関係の確認

既存の構築物をコンクリート中に巻込む場合や、構築物中に埋込む付属物や箱抜等がある場合、又近接した構築物や施設がある場合には、モールドとそれら障害物との離隔による通過確認をする。通常の場合、巻込み又は埋込み物はコンクリートの仕上がり表面から3cm程度の離れが必要である。

近接の構築物や施設がモールドの通過障害となる場合は、一時的に撤去し、成型作業完了後に復元することになるが、撤去できない場合は成型機はその手前で停止し、障害物を過ぎた位置からの再スタートとなるために、障害物付近は成型作業完了後に型枠を用いた現場打施工となる。

ロールドガッターやU型側溝などの排水構造物の施工を行なう場合は、柵が障害物となる場合が多い。そのような場合は柵の築造を施工基面より低い高さで一旦止めて、成型作業終了後に柵上部のコンクリート成型物を撤去してから柵の施工をすると効率的な工事を行なうことができる。

④作業速度

予備走行の作業速度は、施工基面の不陸の程度や障害物の有無によって異なるが、一般的な条件においては表-6を目安とする。

表-6 予備走行の標準作業速度と作業効率

構造物の種別	往路速度 (m/分)	復路速度 (m/分)	作業効率	
			新設路線	供用中路線
無筋構造物	4.0	12.0	0.8	0.8
	平均 8.0			
有筋構造物	3.0	6.0	0.8	0.8
	平均 4.5			

(6) コンクリートの打設・成型

①作業サイクル

コンクリートの打設・成型作業の標準的な一日の作業サイクルは表-7に示す通りとなる。

表-7 一日の作業サイクル

作業種別 鉄筋の有無	(注1) 起点作業 t_1 (分)	打設・成型 t_2 (分)	(注2) 終点作業 t_3 (分)	予備走行 (翌日打設分) t_4 (分)	合計 (T分)	(実作業時間)
	無筋構造物	15	t_2	30	t_4	420 = 7時間
有筋構造物	30	t_2	30	t_4	420 = 7時間	
成型機稼働時間						

(注1) 起点作業とは成型機セットアップ及び起点コンクリート供給・締固め

(注2) 終点作業とは終点仕上げ及び成型機・モールド洗浄

(注3) 成型機の搬入・搬出と組立解体に要する時間は含んでいない。

(注4) センサライン設置工及び鉄筋工は別途作業

②打設・成型の作業内容と要点

打設・成型作業にあたっての主な作業の内容と要点は次の通りである。

イ) 1台目のアジテータ車が到着するのに先立ち、機械及びモールドのセットアップを行なう。センサラインから所定の離隔の位置・高さにモールドを正しくセットする。その際、急激な方向性の制御により脚が斜めを向いた状態でセットすると、スタート直後にセンサラインからの離れが変わることがある。また、モールドの後端だけでなく全体をラインに対し平行に合わせる事が重要である。

ロ) 生コン車の到着後、所定のコンクリートの日常管理試験を行ない、(管理頻度以外の生コンの場合は当該アジテータ車から荷下ろしの際の当初のもので、目視又は触れてみた感触によりコンシステンシー等の確認を行なう。) 試験又は確認により合格したもの(コンシステンシー調整剤を使用する場合もある)を誘導員の合図により成型機前方の所定の位置につける。

ハ) 成型機オペレーターの合図により、誘導員を介し生コンクリートをベルトコンベアを経てモールド内へ取り込むが、コンクリートの供給が過多・過不足とならないよう常時注意を払う。

コンクリート防護柵等の比較的大断面の構造物の場合、成型作業に要するコンクリート量に対し、アジテータ車から荷下ろしされモールド内に供給される量が不足しがちになる場合がある。そのような場合成型機は一時停止して供給を待つこととなり、作業効率が低下するばかりでなく成型物への悪影響が生じる場合もあるので連続供給に努める。

二) モールド内に取り込んだコンクリートは、モールド内部に取り付けた数本のバイブレータにより締固め・成型を行なうが、成型物の仕上がり表面の出来栄は主として次の要素に支配される。

- コンクリートのコンシステンシー（スランプ・空気量等）
- バイブレータによる締固め強さと、それにより発生するコンクリート中の圧力
- モールドとコンクリートとの間に生じる摩擦抵抗とモールドの滑動スピード

コンクリートの打設・成型中は、機械工・オペレータは相互に連絡し合い、出来栄を常時監視しながら1本ごとのバイブレータ強度と成型機スピードを調整し、良好な成型物の構築に努める。

まれにバイブレータ振動によっても抜け切らなかったエントラップトエアが部分的に集中して出ることがあるが、成型機の運行は停止せず、成型後人力により補正を行なう。

著しい成型不良や、成型物の通り・高さに顕著なズレが連続して生じた場合には何らかの異状が発生したと考えられるので、成型機を停止させ適正な処置を行なう。

ホ) 打設・成型がスタートした後、定期的にセンサラインから成型物までの離隔を測定し、成型物の通りと高さのチェックを行ない、必要に応じ調整を行なう。

ヘ) 万一、打設成型後のコンクリートの変形抵抗性が、何らかの理由により不足し崩落した場合は、すみやかに処分し、通常の型枠を用いて現場打施工により復旧を行なう。

ト) 作業速度

打設・成型の作業速度は、使用する生コンクリートのコンシステンシーやバイブレータによる締固めエネルギーと密接な関係にありそれぞれの条件により異なるが、標準的には表-8を目安とする。

チ) 1日当りの施工延長

一般的な条件においての工事の場合として「標準積算マニュアルP. 5」に示しているのを参考にされたい。

表－8 打設・成型の標準作業速度と作業効率

種別	構造物名	仕様	打設・成型速度 (m/分)	作業効率		参考断面積 (m ²)	最小曲線半径 (m)
				新設路線	供用中路線		
無 筋	コンカーブ		1.50	0.8	0.6	0.021	R = 5
	縁石	A	1.70			0.039	
	縁石	B	1.60			0.050	
	縁石	C	1.50			0.062	R = 10
	ロードガッタ	500	1.50			0.086	
	ロードガッタ	700	1.40			0.152	
	側溝	300×300	0.80			0.116	R = 30
	L型街渠		1.30			0.177	
	側帯工	t = 150	1.19			0.131	
有 筋	円形水路	φ 200	1.15	0.8	0.6	0.184	R = 50
	円形水路	φ 300	1.00			0.252	
	円形水路	φ 350	0.80			0.316	
	円形水路	φ 400	0.70			0.378	
	監視員通路	170×1,000	0.70			0.213	
	コンクリート防護柵		0.70			0.443	

(7) 補正仕上げ

成型されたコンクリートは、必要に応じ作業員による補正仕上げを行なうが、主な作業の内容と要点は次のとおりである。

イ) 起点端部や終点端部、施工途中の柵部での端部や埋設物・箱抜箇所の周囲等については入力による補正を行なう。また成型されたコンクリート表面には、締固めの際抜け切らなかったエントラップトエアの気泡痕や、骨材のハネ上がりが発生する場合があります、必要に応じコテによる補正を行なう。

一般的には工事完成時に露出しない部分の補正は、構造的問題となる場合を除いて行なわない。

補正仕上げにおいて必要以上にコテ作業を加えると、成型されたコンクリートにダレが生じることがあるので注意が必要である。また、作業員が成型機の作業エリア内に立ち入らないことや、センサラインに接触しないこと等についても教育と監視が必要である。

ロ) 成型時に施工基面とモールド下部の隙間から吹き出したコンクリートは、工事完成時の美観上や構造的に問題となる場合は必要に応じ撤去するが、土砂や砂利等で埋戻される場合の処置は行なわない。

吹出しコンクリートを撤去した部分は、露出部の場合はコテによる補正を行なう。

ハ) 露出部については上記作業の終了後、必要に応じハケ引きにより仕上げる場合もある。

(8) 養生

①初期養生

当工法においては、特別に必要な場合を除いては初期養生のみとする。

イ) 被膜養生

被膜養生は、打設成型後のコンクリートの急激な乾燥の抑止を目的として、表面のブリーディング水が無くなりかけた頃から行なう。

その方法は一般的には養生剤の散布による被膜養生とし、施工ムラが無いよう注意する。

ロ) 降雨対策

雨天で降雨強度が強い場合はスリップフォーム工法によるコンクリートの打設成型は行な

わないのが原則であるが、晴天の施工日でも突然の降雨にあう場合もあり、すでに作業が終了した成型物の被膜養生用に2～3時間の打設成型延長分のビニールシート等を用意し、対処することが望ましい。

ハ) 寒中養生

スリップフォーム工法では、一般のコンクリートと比べ使用するコンクリートのW/Cが小さく余剰水が少ないことと初期の硬化速度が大きいことにより、未硬化コンクリートが凍害を受けることは少ないが、寒冷地においては必要に応じ半日程度の被覆養生を行なう。

凍害を受けやすい条件下の場合は、早強セメントを使用すると通常のコンクリートよりも大きな硬化発熱作用が得られ有効であるが、コンクリート防護柵等の部材厚の大きな成型物を被覆養生すると昼間に高温となり過ぎることがあるので、被覆は打設初日の夜間のみとするのがよい。

②後期養生

特別な事情により後期養生を行なう場合は、養生マット等により被覆を行ない、適宜散水して被覆・湿潤養生を行なう。

(9) 目地

①目地の設置

コンクリートには硬化・乾燥による収縮や温度差による膨張・収縮が生じ、それに起因するひびわれ等が構造物本体に有害とならないよう処置することを目的として目地を設ける。したがって目地の設置位置や割り付けにあたっては、次のことがらに注意し計画をたてる。

イ) 目地間隔は一般的には5～10m間隔程度とするが、次に示す場合はさらに短くすると効果的となる。

- ・ 構造物断面が小さな場合
- ・ ひびわれに対する許容がきびしい場合

ロ) 近接する他の構造物の目地やひびわれから影響をうけることが予想される場合は、目地の設置位置を先行構造物に準じるか、絶縁処置をすることが望ましい。

ハ) 成型断面中に埋込物や箱抜き等による断面欠損部がある場合は、ひびわれの原因となりやすいので、所定の設置位置からズラしてそれらの断面欠損部と同一位置に設けるか、その位置に増設する等の対処方法が望ましい。

②収縮目地

打設成型した構造物の表面を削溝し断面減少させることにより、その部分に収縮ひびわれを誘発させる目的で設ける。その設置方法にはカット目地と打込み目地とがあり、通常の場合は施工性や美観上の理由から前者により施工するが、コンクリートの硬化速度やその他の施工条件により後者を選択する場合もある。

それぞれの施工方法と要点は次のとおりである。

イ) カット目地

打設成型の1～2日後に、コンクリートカットにて表面から深さ30mm・幅10mm程度切削する。1～2日後に施工できない場合は収縮ひびわれが先行する場合があるので、打込み目地にするのが望ましい。

ロ) 打込み目地

打設成型後のコンクリートの硬化前に、目地切り用鋼板等を成型表面から深さ30mm・幅10mm程度に打込み、打込みにより変形した周囲をコテにより補正した後、硬化の始まりかけた頃に目地切り板を引き抜く。

周囲の補正作業が雑になると、構造物全体の出来栄が悪く見えるので注意が必要である。

ハ) コーキング

目地溝はコーキング材を充填し処理することが多いが、目地内部に誘発させたひびわれが問題ない構造物の場合にはコーキング処置をしない場合もある。

コーキングの時期は、削溝後できるだけ期間を置いて目地内部のひびわれを発達させてから行なうと効果的となる。

③膨張目地

スリップフォーム工法では、施工途中に目地板を設置し巻き込んだ形で施工することは、コンクリートによる圧力と目地板強度の関係及びその設置方法の問題などの理由から困難な場合が多い。したがって一般的な膨張目地は前日分の施工終点端部と当日の始点端部との間に挟み込んで設置する。

ロールダガッタ等の排水構造物を施工する場合は、スリップフォームによる成型作業を先行し、柵築造箇所成型物を撤去した後、柵側の端部に目地板を張り付けてから柵の築造を行なうのが一般的である。

④ダウエルバー

コンクリート防護柵のような外力の荷重伝達性能を必要とする構造物においては、コンクリートの膨張収縮のための鉄筋不連続部にはダウエルバーを設置する。その設置にあたっては、次に示す注意が必要である。

イ) 構造物の方向性に合わせた設置

ロ) それぞれの可動端部を所定の位置に揃える。

(10) 作業の編成と作業内容

コンクリート防護柵の施工を例に取り、コンクリート打設・成型時の標準的な作業編成図と作業内容を図-9、表-9に示す。

尚、鉄筋工及びセンサライン設置工は事前作業となる。

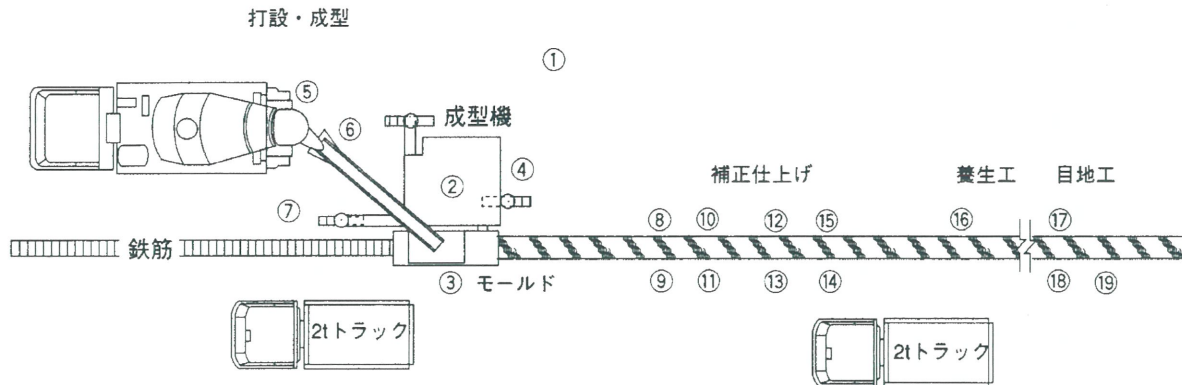


図-9 コンクリート防護柵の場合の作業編成例

作業内容

表-9 コンクリート防護柵の場合の作業内容例

	職 種	作 業 内 容	単 位	数 量	備 考
作全 業般	土木一般世話役	全般作業指示	人	1	①
	特殊運転手	成型機運転	人	1	②
打 設 ・ 成 型	特殊機械工	パイプレータ強度指示・センサ調整・機械整備	人	2	③④
	普通作業員	アジテータ車誘導、コンクリート取込補助	人	2	⑤⑥
	運転手（一般）	2tトラック運転、こぼれ材清掃	人	1	⑦
	成型機		台	1	
	パイプレータ		本・日	5	
	モールド		基	1	
	2tトラック	成型機整備・修理用工作機器及び洗浄水積載	台	1	
補 正 仕 上 げ	左官	成型コンクリート補正、端末仕上げ	人	2	⑧⑨
	普通作業員	左官手元	人	2	⑩⑪
	〃	仕上げ、残コン処理	人	2	⑫⑬
	〃	下部吹き出しコンクリート処理	人	1	⑭
	運転手（一般）	2tトラック運転、吹き出しコンクリート処理	人	1	⑮
	2tトラック	一輪車・スコップ等道具運搬、残コン運搬	台	1	
養 生 工	普通作業員	養生剤混合・散布	人	1	⑯
目 地 工	特殊作業員	コンクリートカッタによる目地切断	人	2	⑰⑱
	普通作業員	コーキング	人	1	⑲

(11) 出来形の管理基準

構造物の出来形の管理基準は発注者の規定値以内で表-10の範囲を目安とする。

表-10 出来形の管理基準の目安

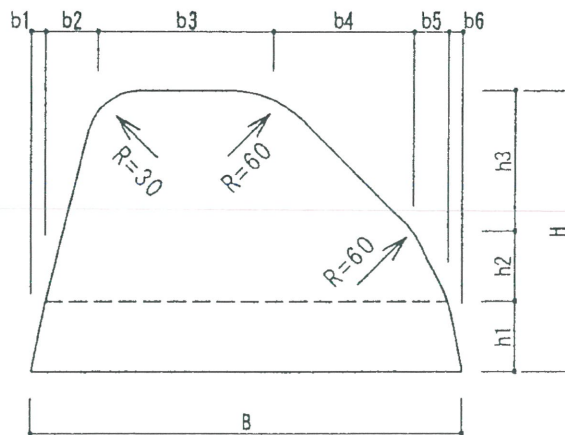
項目 構造物の高さ	高さ (mm)	幅 (mm)
500mm以下	-10~+15	-5~+20
500~1200mm	-10~+20	-5~+20

6 参考資料（標準断面図）

各種構造物の標準的な断面を次に示す。

この他、JIS製品同一断面の施工可能なものもあるので、詳細は協会事務局までお問い合わせ下さい。

①コンカーブ

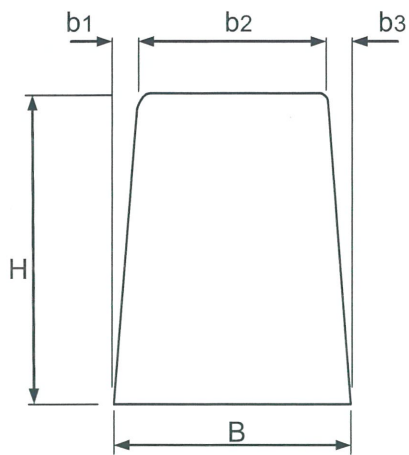


	B	b1	b2	b3	b4	b5	b6	h	h1	h2	h3
h=120タイプ	230	—	30	100	80	20	—	120	—	40	80
h=160タイプ	246	8	30	100	80	20	8	160	40	40	80

材料表（10m当り）

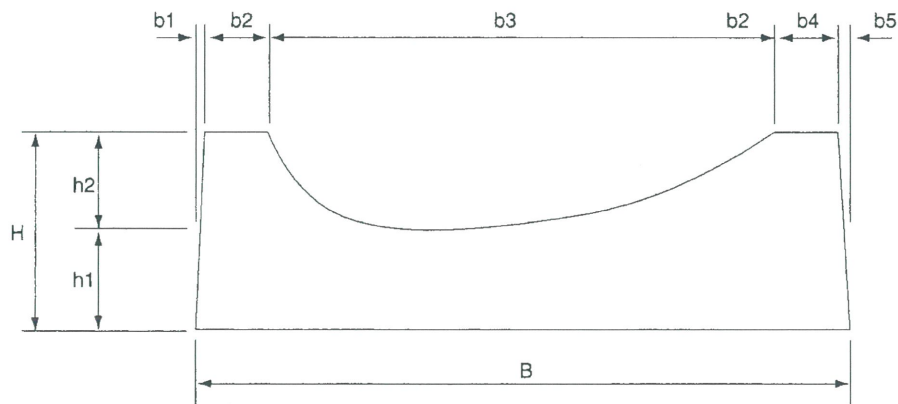
	コンクリート (m^3)
h=120	0.210
h=160	0.300

②縁石



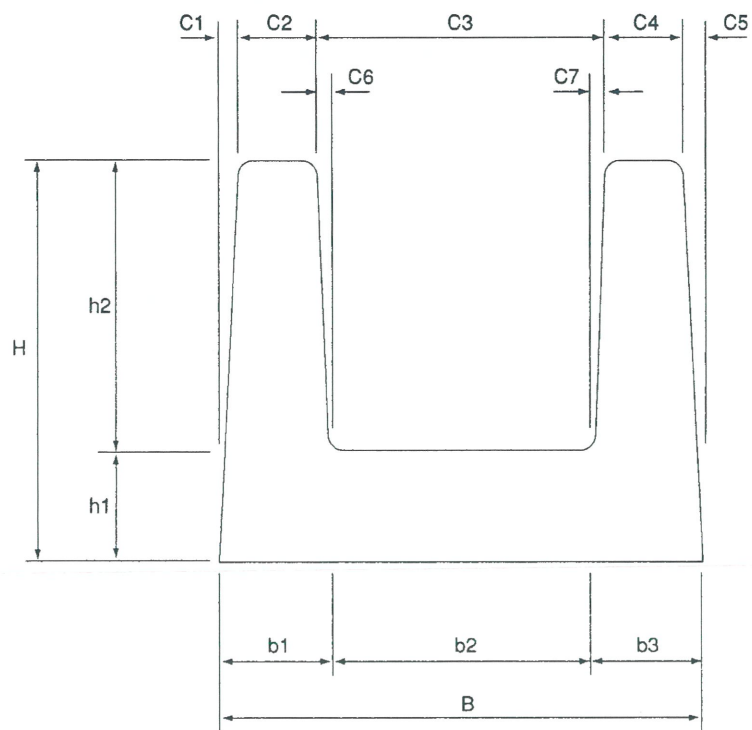
寸法表						材料表 (10m当り)
	B	H	b1	b2	b3	コンクリート (m ³)
縁石A	210	200	20	180	10	0.39
B	220	250	25	180	15	0.50
C	230	300	30	180	20	0.62

③ロードガッタ



寸法表										材料表 (10m当り)
	B	H	b1	b2	b3	b4	b5	h1	h2	コンクリート量 (m ³)
500	620	200	10	50	500	50	10	100	100	0.86
700	920	250	10	100	700	100	10	100	150	1.52

④ U型側溝



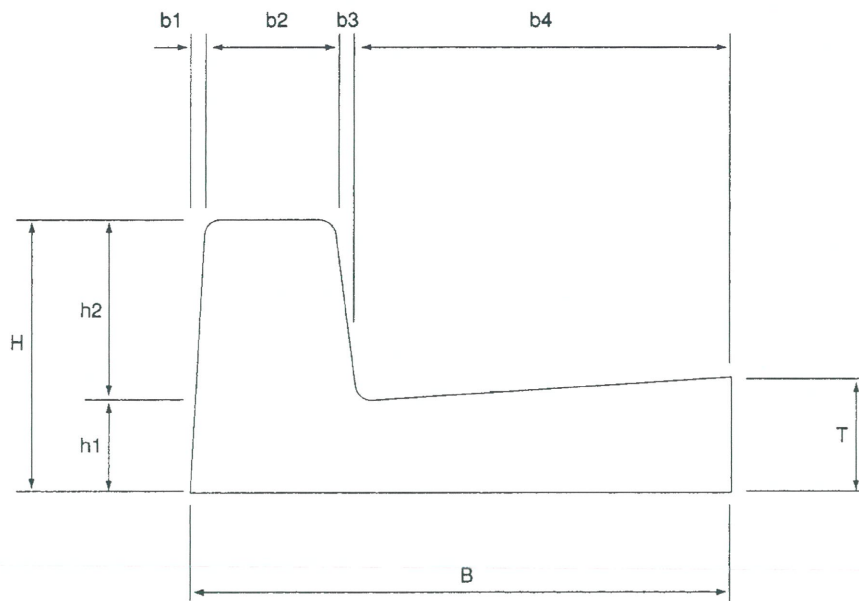
寸法表

	B	H	b1	b2	b3	h1	h2	c1	c2	c3	c4	c5	c6	c7
300×300	640	450	175	290	175	150	300	15	150	310	150	15	10	10
400×400	755	550	185	385	185	150	400	20	150	415	150	20	15	15
500×500	870	650	195	480	195	150	500	25	150	520	150	25	20	20

材料表 (10m当り)

	コンクリート (m ³)
300×300	1.91
400×400	2.44
500×500	2.99

⑤ L型街渠



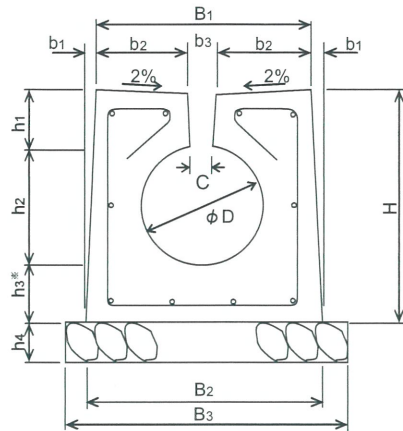
寸法表

	H	h1	h2	B	b1	b2	b3	b4	T
L形街渠A	320	170	150	680	15	150	15	500	200
L形街渠B	420	220	200	720	20	180	20	500	250
L形街渠C	520	280	250	730	25	180	25	500	300

材料表 (10m当り)

	コンクリート (m ³)
L形街渠A	1.47
L形街渠B	2.04
L形街渠C	2.47

⑥円形水路



※ 砕石基礎を標準とする。砕石をなくする場合は底版 (h₃) を20mm厚くする。

寸法表 (mm)

φD	B ₁	B ₂	B ₃	b ₁	b ₂	b ₃	H	h ₁	h ₂	h ₃ [*]	h ₄	C	D
200	450	500	600	25	195	60	450	125	200	125	100	50	200
300	550	600	700	25	245	60	550	125	300	125	100	50	300
350	630	690	790	30	285	60	615	125	350	140	100	50	350
400	700	770	870	35	320	60	675	125	400	150	100	50	400

材料表 (10m当り)

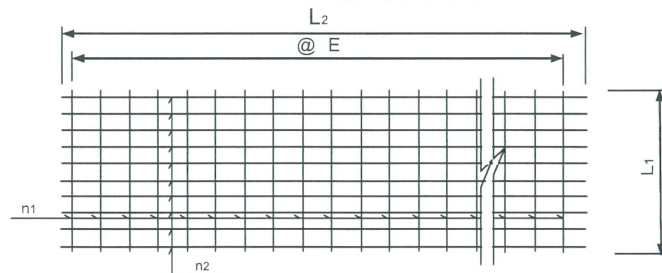
種 別	コンクリート (m ³)	鉄 筋 ^{**2} (kg)	収縮目地 ^{**3} (箇所)	膨張目地 ^{**4} (箇所)
φ200	1.75	88.130	1.42	0.4
φ300	2.37	102.570	1.42	0.4
φ350	3.01	121.604	1.42	0.4
φ400	3.61	148.707	1.42	0.4

※ 2 鉄筋はメッシュ筋を使用する。

※ 3 収縮目地は7m間隔での数値。

※ 4 膨張目地は50m間隔の集水ますの両側。

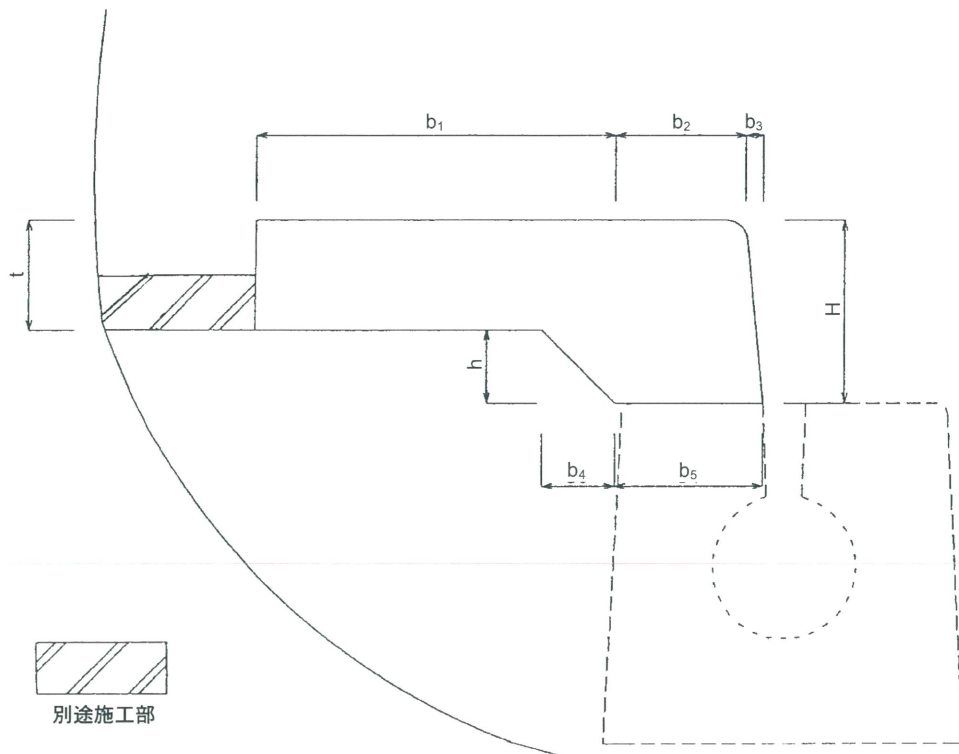
メッシュ筋展開図 (1枚)



(mm)

種 別	径	E	L ₁	n ₁ (本)	L ₂	n ₂ (本)	10m当り 枚数 (枚)
φ200	D10	300	1,450	16	5,000	10	2.15
φ300	D10	250	1,850	19	5,000	10	2.15
φ350	D10	200	2,125	24	5,000	10	2.15
φ400	D10	150	2,400	31	5,000	10	2.15

⑦側帯工



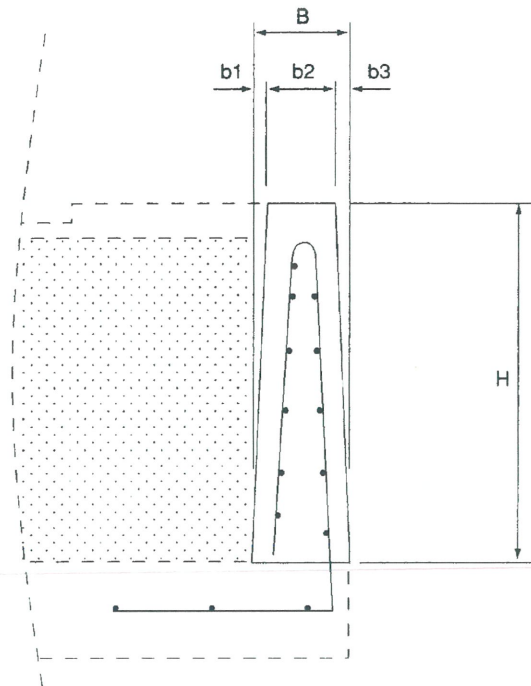
寸法表

b_1	b_2	b_3	b_4	b_5	H	h	t
500	180	25	100	205	250	100	150

材料表 (10m当り)

コンクリート (m^3)
1.31

⑧監視員通路立壁



※有筋構造物

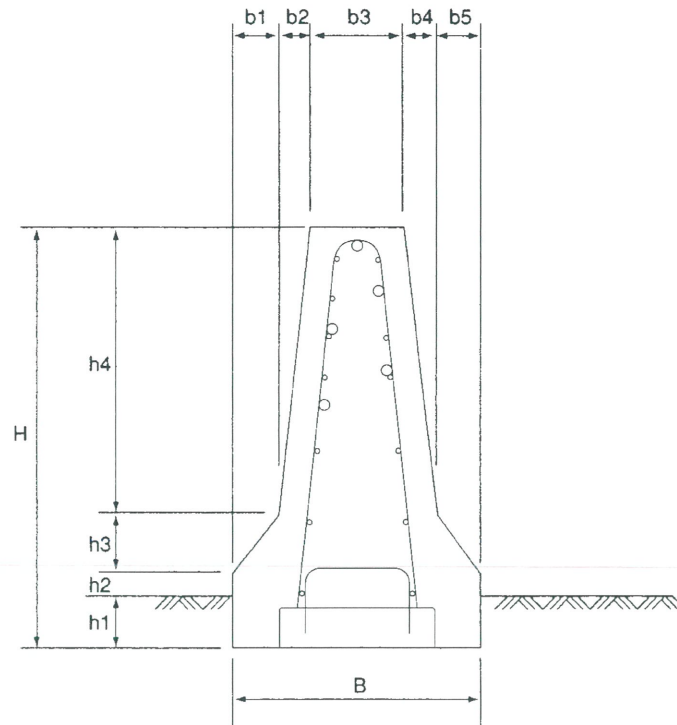
寸法表

B	H	b1	b2	b3
255	1000	42.5	170	42.5

材料表 (10m当り)

材 料 表	
コンクリート (m ³)	鉄筋重量 (kg)
2.13	219.8

⑨コンクリート防護柵



※有筋構造物
 ※一次コンクリートは別途歩掛りとする。

寸法表

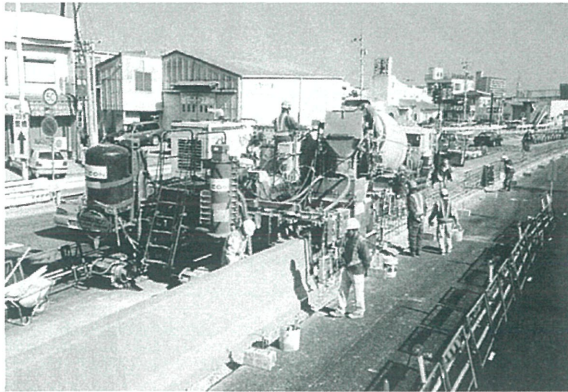
	B	H	b1	b2	b3	b4	b5	h1	h2	h3	h4
Rr-SSm-FE	680	1200	125	90	250	90	125	100	30	180	890
Rr-SAm-FE	660	1100	125	80	250	80	125	100	30	180	790
Rr-SBm-FE	640	1000	125	70	250	70	125	100	30	180	690
Rr-SCm-FE	620	900	125	60	250	60	125	100	30	180	590

材料表 (10m当り)

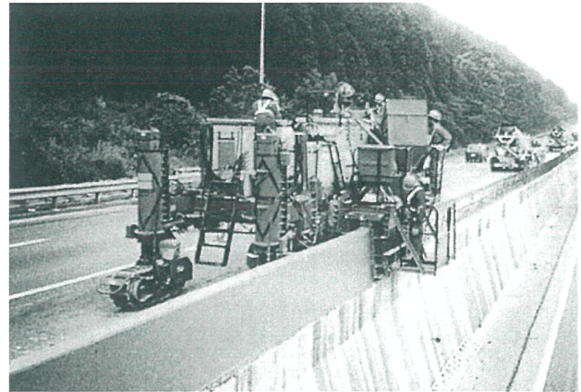
	コンクリート (m^3)	鉄筋重量 (kg)
Rr-SSm-FE	4.91	295.5
Rr-SAm-FE	4.43	217.4
Rr-SBm-FE	3.97	190.6
Rr-SCm-FE	3.53	166.0

※車両用防護柵標準仕様書（日本道路協会編）参照

(施工写真)



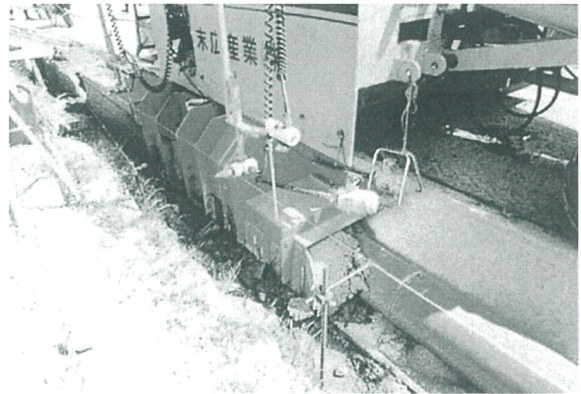
コンクリート 防護柵



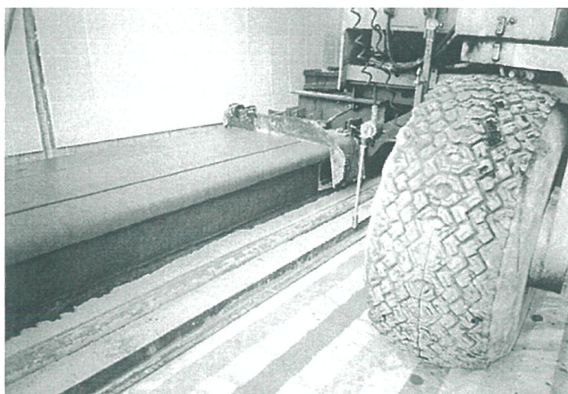
コンクリート 防護柵



L型街渠



管路巻立



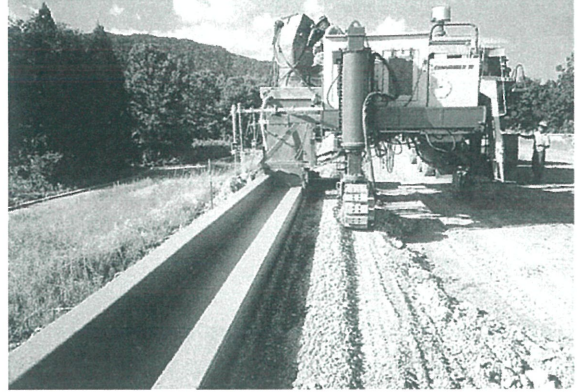
側帯工



縁石



ロードガッタ



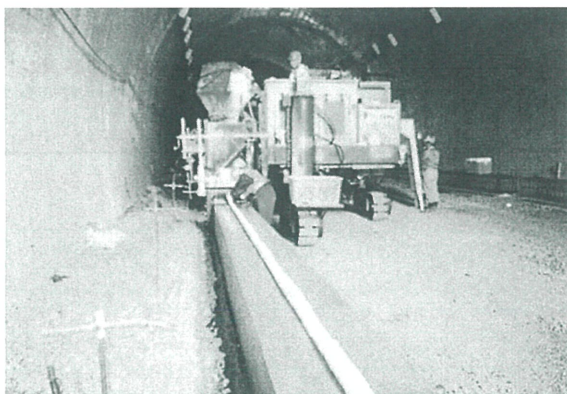
側溝



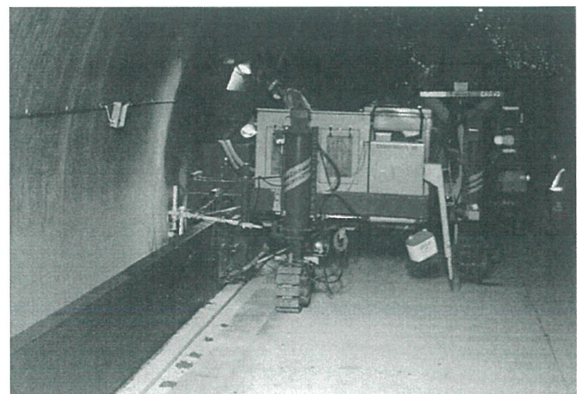
縁石



コンカーブ

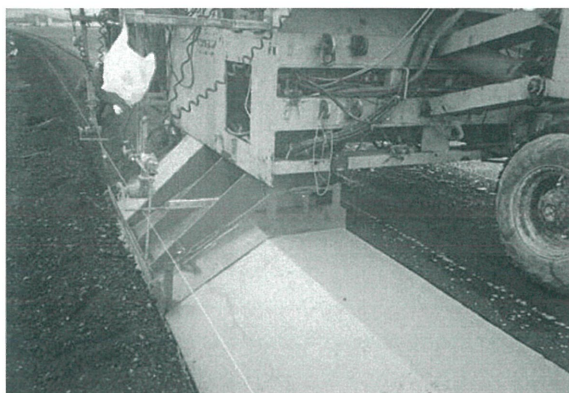


円形水路



監視員通路直壁

(施工写真)



防草コンクリート



防草コンクリート



メガソーラー基礎



メガソーラー基礎



JSF 日本スリップフォーム工法協会

□事務局 〒365-0027
埼玉県鴻巣市上谷 1456
大成ロテック株式会社 内

■連絡先 〒160-6112
東京都新宿区西新宿 8-17-1
住友不動産新宿グランドタワー
大成ロテック株式会社事業本部 内

TEL 03-5925-9437 FAX 03-3362-5808

E-mail : JSF_slipform@taiseirotec.co.jp

URL : <http://www.nsfa.sakura.ne.jp/>
