

## PC構造物の施工と施工管理

7

PC 施工研究会

## 架 設 工

(執筆担当 加藤 巖\*)

## 1. 一般

PC橋を施工する技術者は、PC桁の特性を十分理解し、架設設備はもちろんこと、最近では優れたとび工も少なくなってきたので、従来ともすれば、とび工まかせにしていた架設作業についても、常に適切な計画、設計および管理のもとに安全な施工が実施できるように心掛けなければならない。

また、PC桁の架設設備の中には、労働省令クレーン等安全規則の適用をうけるものが増加してきており、また道路上をPC桁を運搬する際には道路法の適用を受けたりする場合もあるので、十分関係法規についても熟知し、これを遵守することを忘れてはならない。

## 2. 架設時における安全性の検討

PC桁の架設を行う場合、施工者がPC桁の性格を十分熟知していないための架設時の事故がしばしばみられる。したがって、PC桁に生ずる応力状態を把握し十分安全であることを確認しておかなければならない。一般の場合、次の事項について検討しておく必要がある。

1) 設計者が意図する設計上の架設に対する仮定と、設計者から架設に対する注文を聞く。

2) 桁の仮支持：桁の移動、および架設作業中には、一般に桁の支持間隔は、設計上のスパンより短縮する場合が多い。この場合には、桁が安全であることを確認しておくとともに、仮支持する時間はできるだけ短時間とすることが望ましい。

## 3) 桁の横方向の安定性

## ① 桁が傾斜した場合の断面応力度の検討

\* オリエンタルコンクリート株式会社

② 桁の横座屈に対する検討

③ 風荷重に対する安全性

4) 桁吊上げ時の縦方向の傾斜：桁を吊り上げるとき、縦方向の支点の高低差により、桁は傾斜する。この傾斜が架設作業上避けられない場合には、あらかじめ、計算によって安全性を確かめておく必要がある。

5) 既架設桁上における桁の運搬：すでに架設された桁の上を、次の架設桁を運搬する場合で、スパンが違う場合とか、連続桁橋等の桁上を移動する場合には、特に計算して安全性を確かめておくことが大切である。

6) 桁の転倒防止：シューの構造によっては、非常に転倒しやすいものがあるので、仮支承等を検討しておくことが必要である。

7) 桁運搬中の振動：桁をトレーラーなどで運搬するときには、運搬中の振動および運搬時の傾斜についても注意する。

## 3. 架設方法の選定

技術革新につれて、PC桁の架設も様々な形で行われるようになってきた。特に最近では、優れたとび工の不足および労務費の高騰から、架設機の高度化が進められる傾向にある。そこで架設方法の選定にあたっては、十分に現場を調査し、その条件を検討の上決定しなければならない。架設法選定の際の検討事項としては、次のことが考えられる。

## 1) 架設地点の状況

- (a) 周囲の地形（障害物の有無）
- (b) 架設桁の下の状況（道路、河川、鉄道）
- (c) 下部構造（基面からの高さ）
- (d) 電力設備の有無

## 2) 設計上の条件

- (a) 桁の連数、重量、長さ、桁高
  - (b) 桁の構造、幅員、桁間隔
- 3) 桁製作場からの運搬方法、運搬路の状況
- 4) 全体工程にしめる工期、日数、時間的制限の有無
  - 5) 手持ちの架設機の有無
  - 6) 架設機の能力（1本当りの架設時間）
  - 7) 熟練とび工の有無
  - 8) 架設費の比較

以上を総合的に判断の上、架設方法が決定される。

そこで最近どんな方法が採用されているかを知るのに参考のため、高速道路調査会で調査された資料から、以下抜すいして見ることとする。

## (1) 架設、運搬の概要

プレキャスト桁の調査内容は表-1~5に示すとおりである。断面はT型桁が大半を占め、次いでI型桁、箱

桁の順になっている。箱桁の8橋の内5橋はブロックであり、1橋はレオンハルト押し工法である。

桁重量は1橋500t未満が27.4%であり、また2000t未満で見ると全体の70%を占めている。1本当重量は25~50tのものが最も多く、次いで50~75t、20t未満の順となっている。なお、最大重量は150t（鉄道橋、桁長46m）となっている。

表-1 断面の分類

断面	A	B	C	D	E	F	計(橋)	率(%)
T型桁	17		1	10	11	10	49	57.7
I型桁	21	1		2	1	3	28	33.0
箱型桁	2	1		1	3	1	8	9.3
計	40	2	1	13	15	14	85	100.0

(2) 桁の製作場所

桁の製作場所を分類したのが表-6である。

(3) 運搬方法

表-1は、桁製作場所と運搬方法の関係を示したものである。工場製作および500m以上離れた現場のほとんどがトレーラートラックによって運搬されているのは当然であろう、しかしながら、500m未満の現場の内21%に当る11橋がトレーラートラックによる運搬をしていることは注目にあたいする。これは軌道布設、ウインチによる桁引出し等が多くの人手を要するため、省力化をはかって、軌道運搬がトレーラートラック運搬に移行しつつあることを示しているものと思われる。

(4) 桁の横取り

表-8は、桁の製作位置における横取り方法について

表-2 桁全重量表

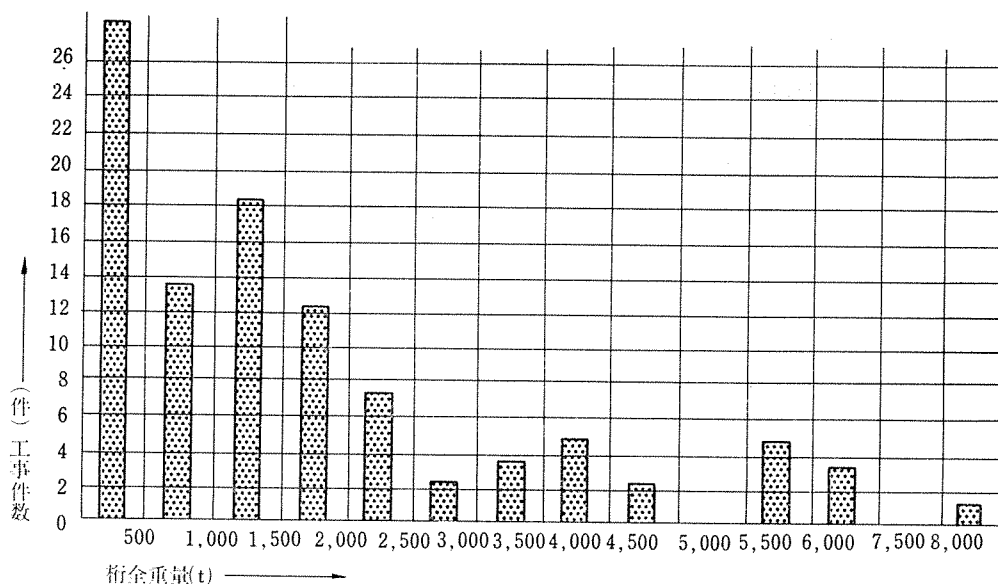


表-3 桁本数表

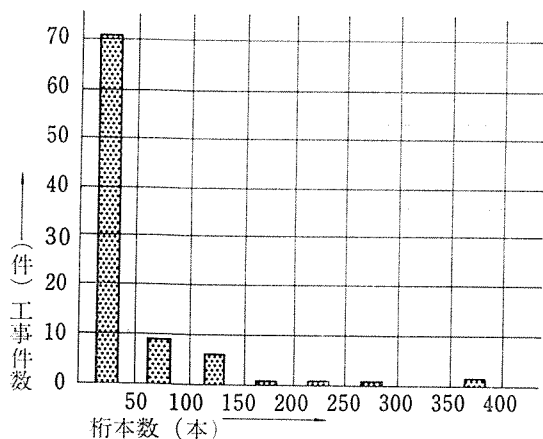
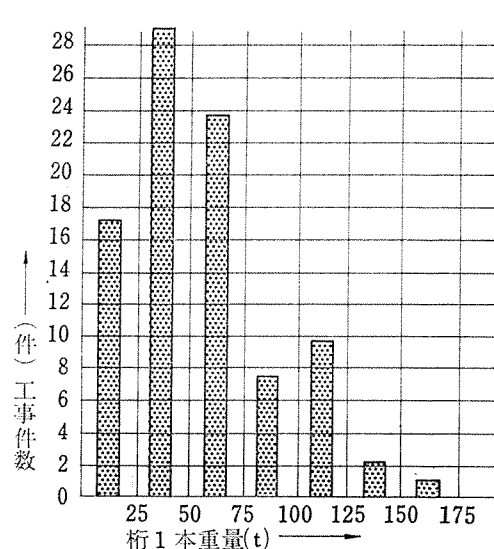


表-4 桁1本重量表



講 座

示したものである。比較的費用のかさむトラック クレーンが 12.5% とかなり多くなっているのは、架設時に使用するトラッククレーンを併用しているためであろう。

表-5 桁の長さ表

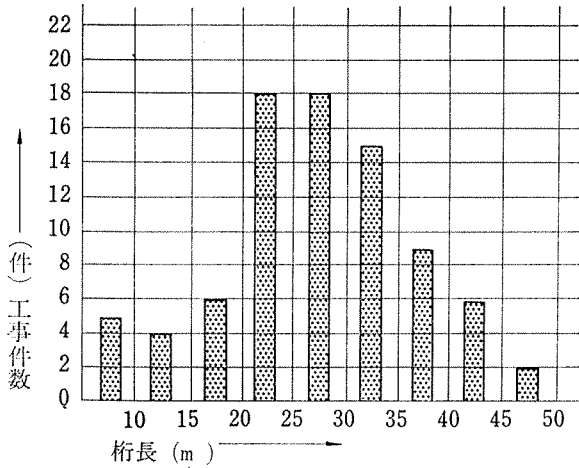


表-6 桁の製作場所

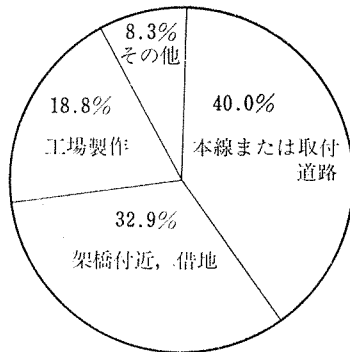


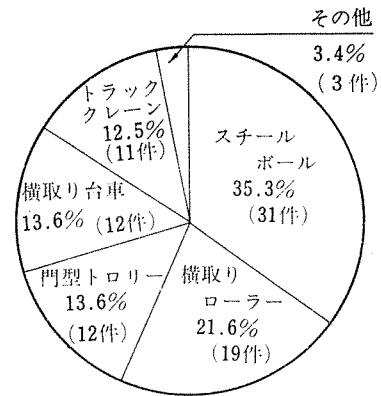
表-7 運搬方法 (件数)

桁の製作場所	運搬方法				計
	軌道運搬	トレラー トラック	トラック	船	
工場製作	—	15	1	—	16
500 m 未満の現場製作	40	11	1	1	53
500 m 以上の現場製作	—	11	—	—	11
計	40	37	2	1	80

表-10 架設位置と架設方法の関係 (件数)

架設位置	架設方法							
	トラック クレーン	ガーダーと スチール ボール	ガーダーと ローラー	ガーダーと 門型 クレーン	ガーダーと トラック クレーン	タワ ー	門型 クレーン	そ の 他
河 川 上	5	10	4	6	2	1	3	2
道 路 上	23	1	3	1		1	1	
鉄 道 上	3		1					
湖 海 上	1			1				1
田 畑 上	3							
道路および河川上	1	1	1		1			
道路および田畑上	2							1
そ の 他	4			1				

表-8 桁の横取り方法



(5) 架設方法

表-9 によれば、トラック クレーンによる架設が、49.5% を占め、トラック クレーンによる架設がかなり普及したことを示している。

これは橋梁とび工の不足により、エレクションガーダー架設、エレクションタワー架設等、とび工を多く必要とする架設工法がやりにくい現況となっており、トラック クレーン架設に移行しているものと考えられる。また、架設工事量の増大に伴い、架設期間を短縮して、工事の消化をはかる必要が生じ、架設準備期間がほとんどいらぬトラック クレーン架設がこれに適していることもある。したがって、今後トラック クレーン架設の比率はさらに高まるであろう。

表-9 架設方法の分類

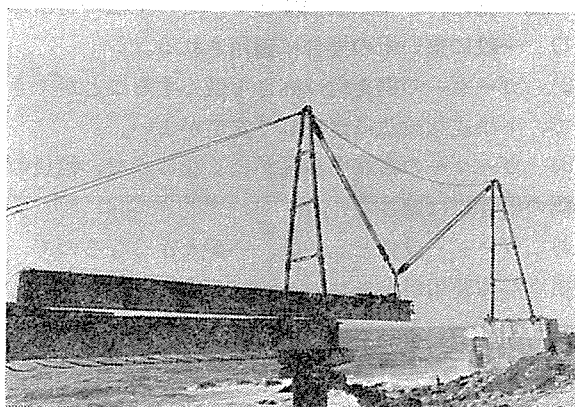
架 設 方 法	件数	%
1. トラック クレーン	42	49.5
2. エレクションガーダーとスチールボール	12	14.2
3. エレクションガーダーと横取りローラ	9	10.6
4. エレクションガーダーと門型クレーン	9	10.6
5. エレクションガーダーとトラック クレーン	3	3.4
6. エレクションタワー	2	2.3
7. 門型クレーン (定置式)	4	4.7
8. その他	4	4.7
計	85	100.0

表一10 は架設位置と 架設方法との 関係を示したもので、道路上は断然トラッククレーンの使用が多く、河川上はエレクションガーダーの使用が多くなっている。

#### 4. タワーエレクション工法

##### (1) 一 般

タワーエレクション工法とは、架設径間橋脚（台）上に2基のエレクションタワーを据え付け、相吊方式による桁架設方法（写真一1 参照）であり、広く一般的に採用されている。しかしながら、作業が複雑で、かつ高度の技術を必要とするうえ、ミスが重大事故につながりやすいので、特に綿密な計画をたてる必要がある。



写真一1 タワーエレクション工法

##### (2) タワーエレクション工法の特徴

- 1) 河床を利用する必要がない。
- 2) 架設機の運搬、組立て、移動が簡単である：タワーエレクション用の機材は、他の工法に比し、軽量かつ簡単であるので、その運搬費、組立費、移動費が経済的である。
- 3) いろいろの応用がきく：タワーエレクション工法は、相吊式架設方法以外にも、直角に回転しながら架け渡す方法、河床上よりの吊上げ、または障害物（堤防等）越えの横移動、等に利用できる。
- 4) 橋全体が曲線の場合、ガーダーエレクションに比べて有利である。
- 5) 橋の幅員によっては、横取り工を要しない。
- 6) アンカーを設けられないところ、電力の供給のないところ、橋上に障害物（電線等）のあるところでは不適當である。
- 7) 高度の技術をもったとび工が必要である：タワーエレクション工法においては、大小数多いワイヤーロープを使用するが、そのうちどんな細いワイヤーロープ1本でも切断すれば、タワーの倒壊、桁の落下という事故を伴うので、細心の注意と高度の熟練、および技術が必要である。

#### 5. ガーダーエレクション工法

##### (1) 一 般

ガーダーエレクション工法は、PC桁架設位置にエレクションガーダーを架設し、これを支持体にして、PC桁を移動、架設する工法である。この工法は最も一般的であり、また、安全度が高いので、広く利用されている。

##### (2) ガーダーエレクション工法の特徴

- 1) 河床を利用する必要がない：タワーエレクション工法と同じであるが、橋脚の幅によっては、転倒防止のため河床から補助サポートする場合がある。
- 2) 跨道橋、高架橋等で架設径間下の交通量が多い場合、鉄道営業線を跨ぐ場合、またはごく近接する場合に適している。
- 3) 架設機の運搬組立解体に比較的多くの費用を必要とする。したがって、遠隔地の小規模工事に適さない。
- 4) 高度の技術を必要としない。
- 5) タワーエレクション工法に比較して、所要電気設備が少ない。
- 6) 橋全体が曲線の場合とか、幅員がせまい場所には、ケーブルエレクション工法に比べて使用しにくい。

##### (3) ガーダーエレクション工法の種類

ガーダーと架設PC桁との相対位置により次の3種類がある。

- ① 上路式架設法
- ② 抱込み式架設法
- ③ 下吊式架設法

これらの選択は、ガーダーの能力、PC桁の形状、重量、桁の横取据付法など、工事現場の状況によって適切に選定しなければならない。

**a) 上路式架設法** 上路式架設法はガーダーをPC桁据付け面に設置し、PC桁をガーダーの上をとおして引き出し、なんらかの方法で吊り降し、横取りして所定の位置に桁を据え付ける架設法である。この工法の特徴は、

- 1) 架設桁下の交通安全がとくに強調される場合、ガーダー自体が防護工の役目をする。
- 2) ガーダーの位置が低く、ガーダーの設置が簡単でその移動も容易である。
- 3) ガーダー上を引出されたPC桁を、所定の位置に据え付けるのに、いろいろな組合せができる。
- 4) ガーダー支点間隔を他の方法に比べ少なくできるので（3～5m 少ない）、同重量の桁を架設するのに、ガーダー能力は小さいものですむ。
- 5) ガーダーをPC桁据付け面に設置するので、最終

径間のパラペットに対し、なんらかの対策を必要とする。

以上でもわかるように、この工法は 3)、4) の特徴を利用したものが多く使われる。その例を以下に記す。

○例-1 ガーダーとトラッククレーンの組合せ架設  
 跨道橋、鉄道を跨ぐ橋で架設時間の制限を受ける場合で、さらに安全性を要求される場合に、ガーダー上に PC 桁を引き出し、両端の 2 台のトラッククレーンにて、桁の吊下し、横取り据付けを行う。

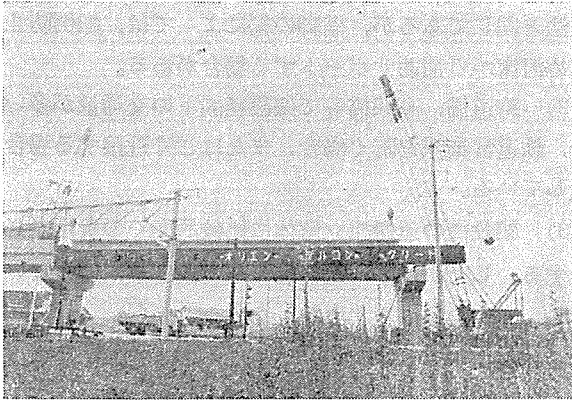


写真-2 ガーダーとトラッククレーンの組合せ架設

○例-2 ガーダーと門型クレーンの組合せ架設  
 鉄道橋の I 型桁等で、桁中心間隔が非常に狭く、横取りジャッキダウンの操作が困難な場合がある。この場合には、横取り据付け作業を門型クレーンにて行うので、上路式架設が有利となる。

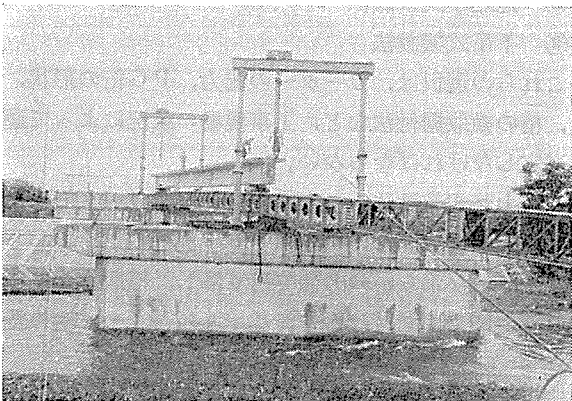


写真-3 ガーダーと門型クレーンの組合せ架設

○例-3 ガーダー上にて、ブロック桁を継ぐ場合  
 最近小規模の橋桁を工場で作製し、現場で接着剤を目地部に塗布し、桁を一体とする工法があるが、現場に組立ヤードがとれない場合は、ガーダーの上にそれぞれのブロックを引出し、ガーダー上にて組立を行い、そのまま横取据付けを行うことができる。

○例-4 手持ちガーダーの能力が不足の場合  
 小規模工事の場合、架設機の運搬組立費が他の工法に

比べて費用を必要とするが、河床からの高さが比較的低い場合、補助支柱を建込み、ガーダー能力を増加することができる。

○例-5 桁引出し線の曲率が大きい場合の架設

下吊式および抱込み式では、支柱があたり不可能であるが、上路式の場合、回転台車を使用することによって、平面上の桁引出しと同じ作業が可能となる。

b) 抱込み式架設法(写真-4) 抱込み式架設法は、ガーダー 2 本を架設径間の橋面位置に設置し、2 本のガーダー上を走るトロリー、および吊りわくで架設 PC 桁を吊り、ガーダー内を縦移動させ、トロリーに付属した吊り降し装置により、支承面に降し、横取りして所定位置に据え付ける架設法である。この工法の特徴は、

- 1) 一般に重い桁の場合に適用される。
- 2) ガーダーの据え付け高さを低くすることができるので、下吊式架設法に比較して安定がよい。
- 3) ガーダーの占有する幅が広がるので、幅員の狭い橋の場合には適さない。
- 4) ガーダー設備としては、一番大きくなるので、運搬組立解体費用がかさむ。

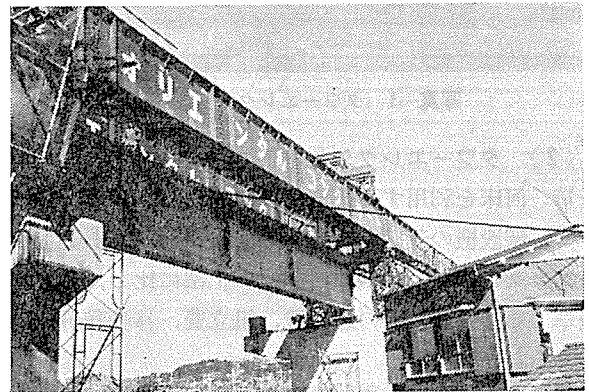
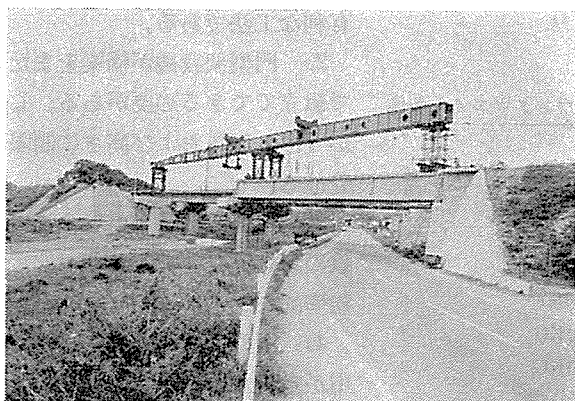


写真-4 ガーダーエレクション抱込み式架設

c) 下吊式架設法(写真-5) 下吊り式架設法は、前方橋脚と、手前の既架設桁(または取付道路)上にガーダー受けペントをすえ、その上に 1 本のガーダーをのせ、ガーダー上にトロリーを走らせ、このトロリーに組み込まれた吊りわくで桁を保持し、ガーダー下を縦移動する。桁が所定位置にきたとき、吊りわくに付属している吊りおろし装置で、支承面におろし、横取りをして所定の位置に据え付ける工法である。この工法の特徴は、

- 1) 一般にガーダーを 1 本使用するため、設備として簡便であり、運搬組立解体費用も安い。
- 2) ガーダー位置が高くなるため、抱込み式架設法に比較して多少不安定となる。
- 3) 特に先行の橋脚上に建込むペントについては、一番高くなるので、充分その安定性には気をつける。



写真—5 ガーダーエレクション下吊式架設法のガーダー移動

4) カーブ橋の場合、途中で横取りを要し時間がかかる。

### 6. トラッククレーンによる架設工法

#### (1) 一 般

3.架設方法の選定の項でも述べた如く、トラック クレーンによるPC桁の架設は、PC桁の工場製作、トレーラー輸送と相まって広く利用されるようになった。また今後もその比率は、増加の傾向にあるといえる。

#### (2) トラック クレーン架設の特徴

1) 架設桁本数が多く、架設期間を短縮したい場合に有効である。

2) 架設準備工をほとんど要しない。

3) トレーラーとの組合せが可能な場合は、特に有効である。

4) 橋梁とび工の不足をおぎなうことができる。

5) 橋梁下に自由に搬入できるのであれば、どの箇所からの架設も可能である。

6) 大型クレーンは、どの地方にもあるものではないので、桁が重い場合は、使用の地域が制限される。

7) クレーンはチャーターすることとなるので、ある程度集中して架設をする必要があり、それが不可能なところでは、架設費が高くなる。

いずれにしろ、まずトラック クレーの搬入が可能なおとこであり、クレーンの能力には限界があるので、でき得るかぎり、架設地点の直下に設置できなければならないことが条件となる。

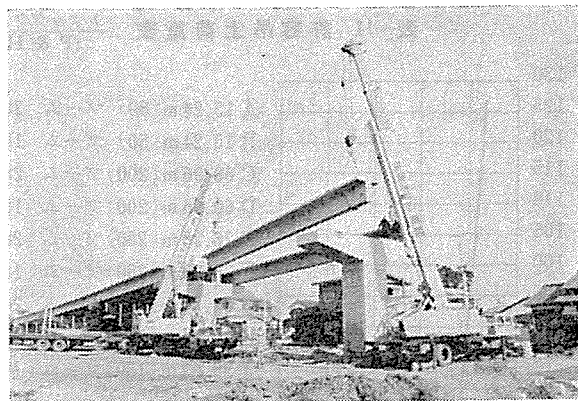
#### (3) 架 設 方 法

架設方法としては、次の2つの方法がある。

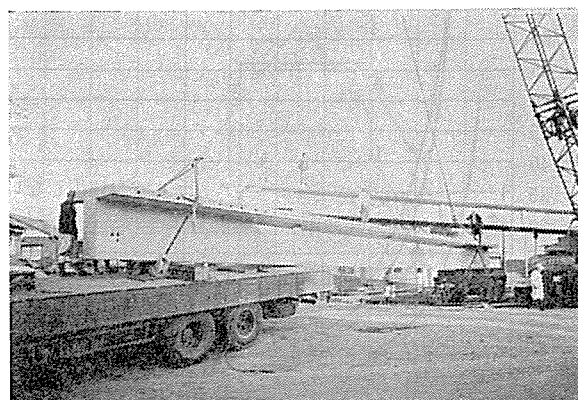
1) トラック クレーン2台で、両端を相吊りして架設する方法(写真—6)。

2) トラック クレーン1台で、桁を吊上げブームを回転して架設する方法(写真—7)。

この方法の選択は、桁の大きさ、架設現場の状況によ



写真—6 トラック クレーン2台による架設



写真—7 トラック クレーン架設(1台による)



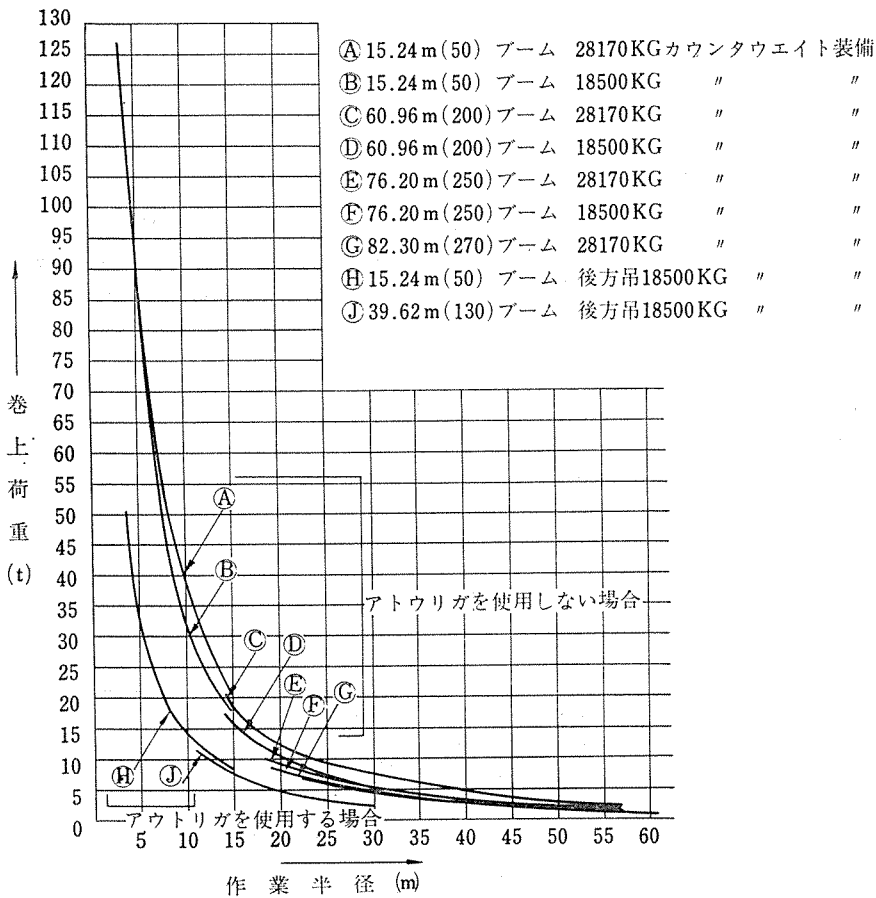
写真—8 トレーラーによる桁運搬



写真—9 トラック クレーンによるトレーラー積込作業



表-11 許容吊上荷重表 トラッククレーン (127 t)  
(P & H 9125-TC)



り決定される。トラック クレーンも最近大型車が普及し、地域によっては、127 tトラック クレーン2台による相吊式架設で、桁重 150 t の桁を架設した例もある。トラック クレーンの大きさを決定するには、回転半径と高さを仮定し、表-11 によって荷重をチェックする(各クレーンの機種によって異なる)。

なお、トラック クレーンを使用する場合には、特に地盤に注意する必要があり、軟弱と思われる場合には、枕木あるいは鉄板等を敷き並べた上にクレーン車を据えつけることもある。

### 7. 門型エレクション工法

#### (1) 一般

門型エレクション工法は、架設径間橋脚(台)部に橋梁をまたいで2基の門型架設機を設置し、架設PC桁をその門型架設機の内側に敷設された桁引出しレール上を引き出すか、またはトレーラーにより、直接その位置に運搬し、門型架設機の巻上げ機によって吊り上げ、横行し、所定位置に据え付ける架設法であり、比較的能率がよい。

#### (2) 門型エレクション工法の特徴

1) 橋梁下で橋梁に沿ってPC桁が運搬できる場合に

有利な工法である。

2) 門型架設機が橋梁をまたいで組立てできる必要がある。したがって、幅員および高さ制限を受ける。

3) 架設本数が多い場合、径間数の多い場合有利であり、非常に能率的である。

4) 門型架設機の組立解体に費用が多くかかる。

5) 高度の技術をもったとび工を必要としない。

6) 高架橋の多径間橋梁の場合によく使用される。

### 8. その他の架設工法

#### (1) ステージングによる架設工法

橋脚の高さが低く、流水も少なく、洪水の心配もなく、かつ比較的良好的な地盤の場合に、よくステージング工法が採用される。特に1~2径間の小規模工事で、遠隔地のため架設機の運搬費用の多

大の場合には、PC桁架設用に製作された架設機を使用するよりも、一般に使用されている支柱材にHビーム等を使用してステージング架設を行うと有効である。一般にステージング高さは、橋脚高さとし2連の場合には、2連分のステージングを組み、先方の径間より架設することによって、桁の横取りのみによって架設据付作業ができるように計画する。したがって、取付位置の引出し線も、橋脚高さとするべく、橋台パラペット等の考慮を最初から、計画しておく。

1連で主桁数の少ない場合は、このステージング上にて、主桁を製作し、横取り架設作業のみとする場合もある。

#### (2) その他の架設工法

一般にはあまり使用されていないが、次の方法もある。

- 1) フローティングクレーンによる架設工法
- 2) 移動ペントによる架設工法
- 3) 船による架設工法
- 4) ケーブルクレーンによる架設工法

また日本ではまだPC桁の架設工法としては、一般的となっていないが、鋼橋の架設工法として採用されている工法として、

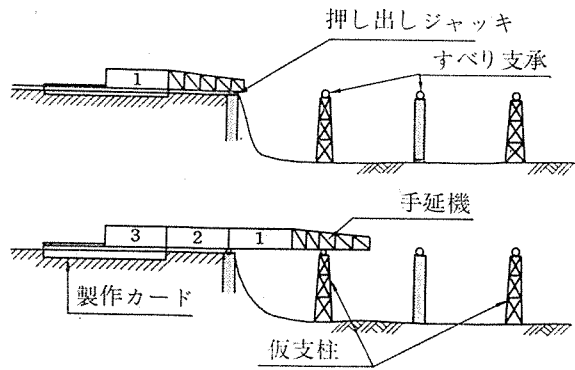


図-1 押し出し工法の説明

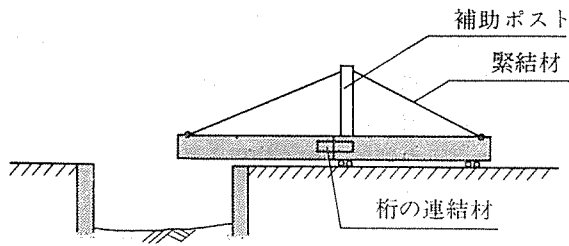


図-2 連結工法の説明

1) 押し出し工法(図-1): プレキャスト桁の架設と性質を異にするが、連続桁の架設工法として、今後増加してくると思われる。この工法の特徴は、

- ① 仮設備が少なくすむ。
- ② 反復作業である。
- ③ 製作ヤードの設備をととのえれば、天候に関係なく作業ができる。
- ④ 現場打片持方式に比べ、工費と工期の面で有利である。


2) 連結工法(図-2): 短径間の架設工法として、これからの工法である。

参考文献

- 1) 日本道路協会: プレストレスト コンクリート道路橋施工便覧
- 2) 光岡, 河井: プレストレス コンクリート道路橋の橋ゲタの架設, 橋梁と基礎, 第1巻, 9, 11, 12月号
- 3) 高速道路調査会: PC橋工事の施工管理に関する調査報告集

完結

PC同時緊張機  
 PAT No. 569584

PAT No. 467154  
 " 592378  

 LPPセンターホールジャッキ

PC・各工法用ジャッキ・ポンプ・油圧機器・試験機  

# OX山本扛重機株式会社

東京都中央区新富1-6-3  
TEL 東京(551)局2115~9