

## 片持張出し工法によるアーチ橋の施工

友 保 宏\*  
 荒 船 啓 作\*\*  
 則 久 芳 行\*\*\*

## 1. ま え が き

長大コンクリート橋の発展の歴史をひもといてみるとアーチ橋の歴史が最も古く、1911年にスパン100mのRome橋(イタリア)、1940年にはスパン210mのEsla橋(スペイン)が架設され、その後200m以上のスパンを有するコンクリートアーチ橋が世界各国で数多く施工されている。また1964年にはオーストラリアにおいてスパン305mのGladesville橋が架設されるに及び、300m以上の長大スパンに対してもコンクリート橋によって架設できることを内外に示したことは特筆されよう。一方プレストレストコンクリート技術の発展、とりわけDywidag工法の応用によって、コンクリート桁橋の分野でも1950年代からスパン100m以上の桁橋が架設可能となり、1976年に浜名大橋(スパン240m)と着実にスパンを伸ばしてきた。しかしながらコンクリート桁橋は構造的に桁自重が非常に大きく、経済的な面から今後は斜張形式、あるいはアーチ形式に移行していくように思われる。

特にコンクリートアーチ橋については、その歴史は非常に古いにもかかわらず、我が国では発展が遅れている。アーチ橋は軸線をうまく選ぶことにより曲げモーメントをあまり生じさせずに軸力が支配的な構造系とすることができるので、コンクリートの長所を十分に生かすことができる有利な構造であるが、その形状からもわかるように施工性において多少難点があると思われる。我が国において長大コンクリートアーチ橋の発展が遅れていたと考える。美観上優れたアーチ構造に維持補修面および圧縮部材として有利なコンクリートを使用することにより、またPC鋼材使用によりPC桁橋の片持張出し工法を応用し長大スパンの橋梁を架設することができるので、今後とも期待できる構造形式といえよう。

## 2. コンクリートアーチ橋の工事概要および問題点

コンクリートアーチ橋の施工は、主に次の工法で行う。

- ① 全面支保工上でアーチリブを場所打ちコンクリートで施工する。
- ② 鋼製アーチセントルを架設し、その上でコンクリートアーチリブを施工する。
- ③ 斜め吊材、架設作業車を用いて両側より片持張出し施工によりアーチリブを施工する。

現在までに架設された多くのコンクリートアーチ橋は①または②により施工されているが、海上橋、急峻な渓谷にかかる橋、長支間を有する橋になれば、上記①②の施工法の場合、全面支保工立上げが不可能な状態、または支保工立上げ高さが高くなりすぎるという状態になり、またセントルの場合はセントルの転用が行えればよいが、転用がきかない場合は工事費が増大し不経済となるということで③の片持張出し施工法がとりあげられる。その代表的な橋梁として、場所打ちコンクリートで施工されたものに外津(ほかわづ)橋(佐賀県)、帝釈橋(日本道路公団)、赤谷川橋梁(日本鉄道建設公団)があり、プレキャストブロックで施工されたものに湯中子橋(群馬県)がある。各々その施工法は異なるが、斜め吊材を用いて両側より片持張出し施工で行うところに共通点がある。

ここで、この4橋に対して工事概要および問題点を記す。

## 2.1 工事概要

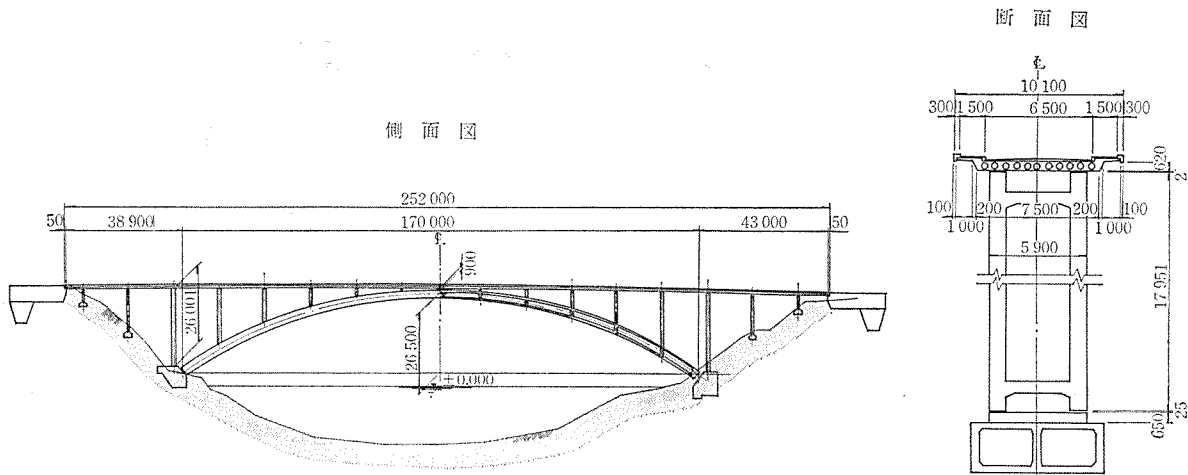
## (1) 外津橋(図-1~4, 写真-1, 2)

橋長252m, アーチ支間長170mの2ヒンジアーチ橋である。海上にかかる道路橋であり、左右両岸より昇

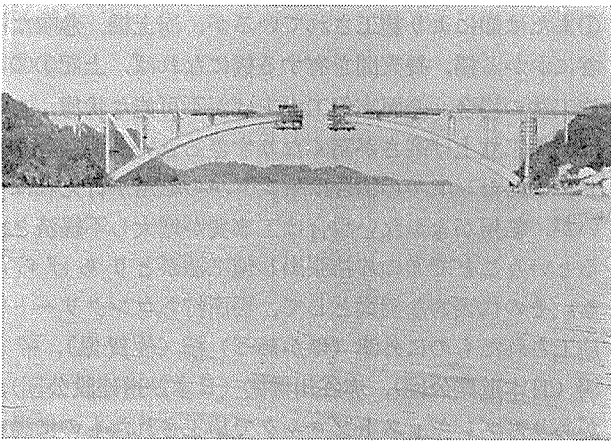


写真-1 外津橋全景

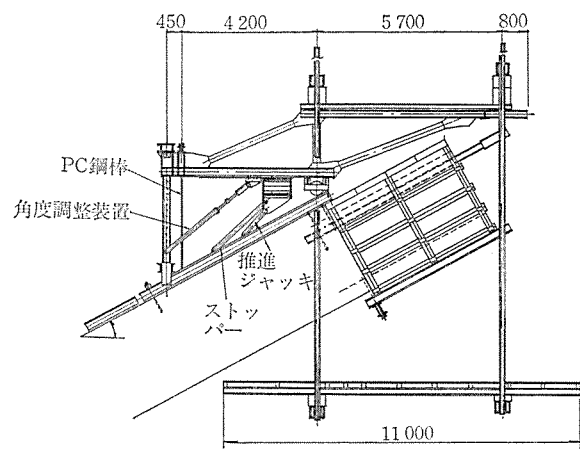
\* 住友建設(株)広島支店宇佐川作業所副所長  
 \*\* 住友建設(株)土木部橋梁設計課課長代理  
 \*\*\* 住友建設(株)土木部橋梁設計課主任



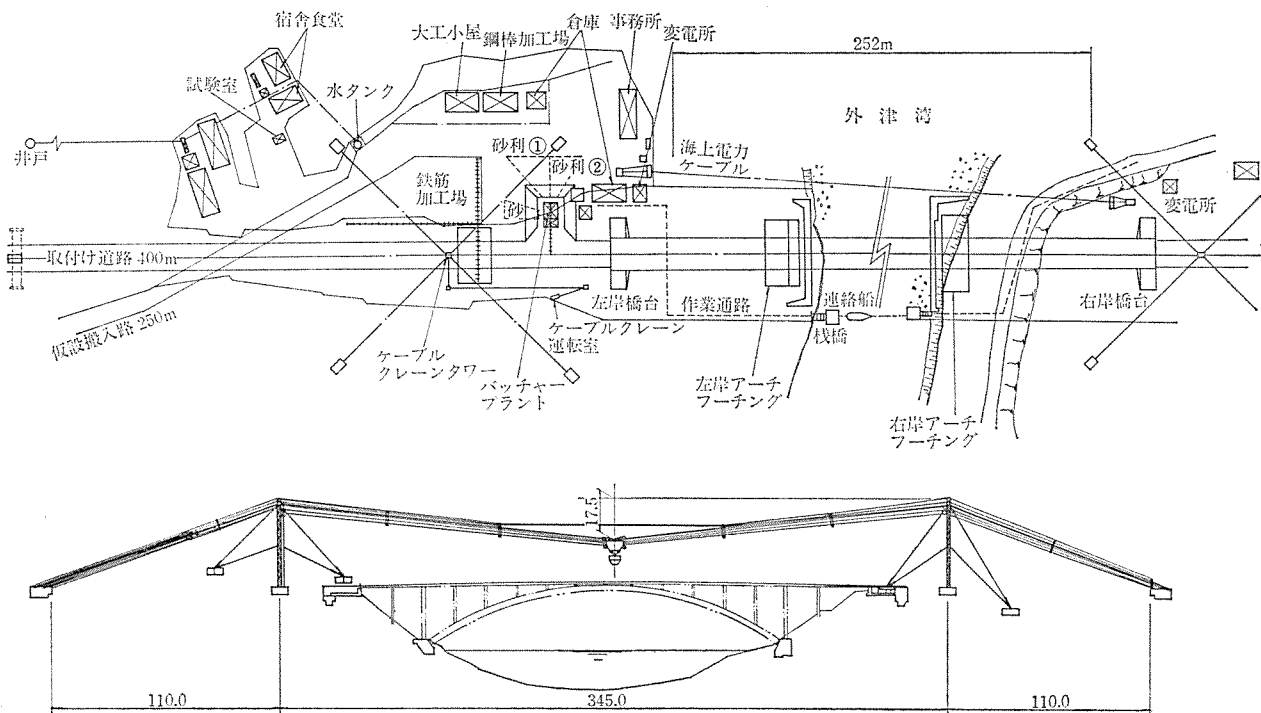
図—1 外津橋一般図



写真—2 外津橋施工中



図—3 外津橋特殊架設作業車図



図—4 外津橋仮設備図

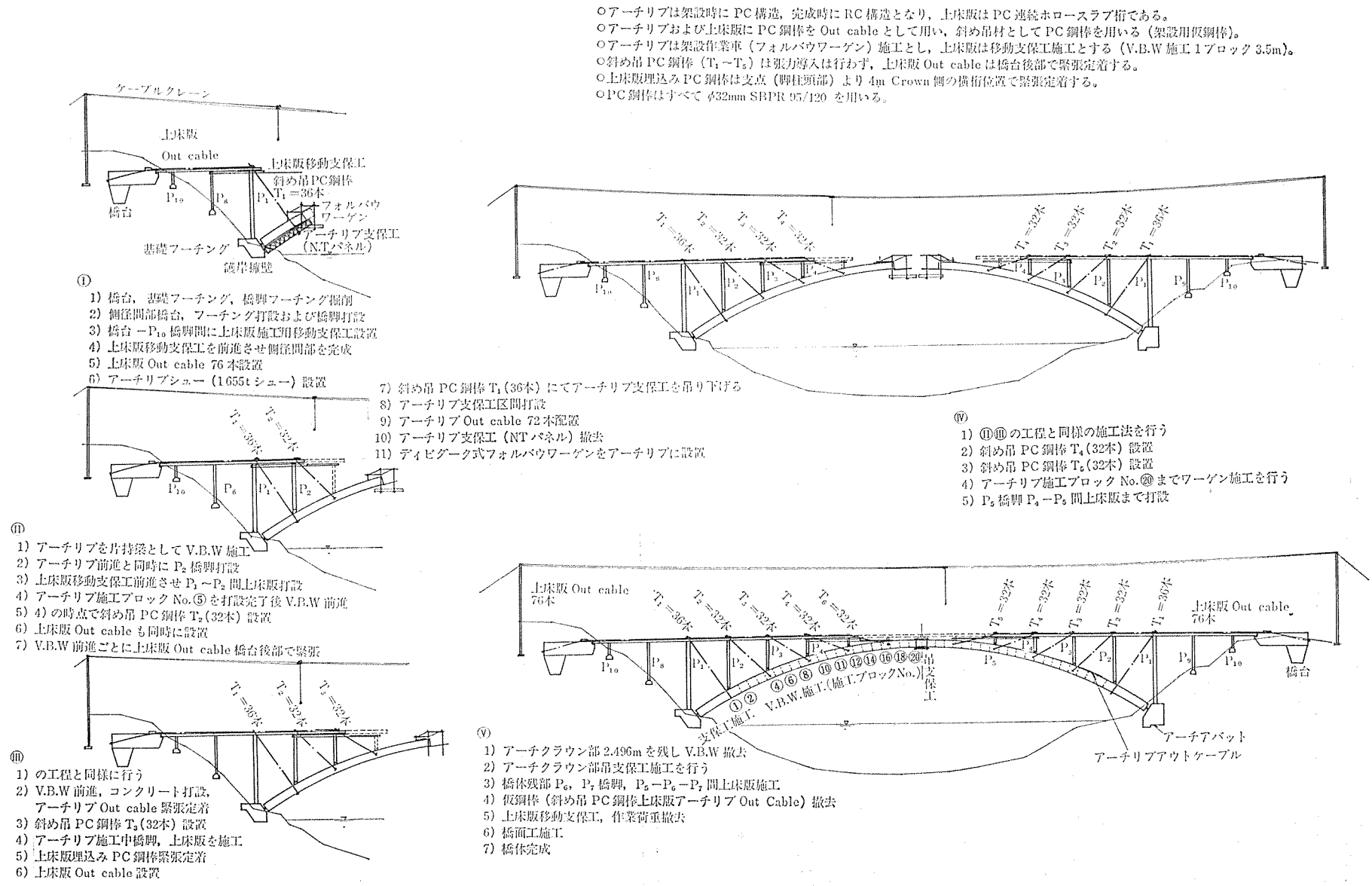


図-2 外津橋施工要領図

降機付き特殊架設作業車によりアーチリブを施工する。そのとき脚柱、上床版を併行して架設し、斜め吊材を上床版、アーチリブ間に設置しトラスを構成しながら中央クラウン部まで片持張出し施工を行う。

(2) 帝釈橋 (図-5~8, 写真-3, 4)

橋長 284 m, アーチ支間長 145 m の固定アーチ橋である。急峻な渓谷にかかる高速自動車道路橋であり, 左右両岸に立てたピロン柱よりアーチリブを斜め吊材により吊り上げ, 約 1/2 のコンクリートアーチリブを片持張出しで施工する。残り中央部に鉄骨で製作したメラン材を架設し, アーチ形状を形成する。特殊架設作業車によりメラン部をコンクリート構造とし, アーチリブを完成させる。脚柱上床版はアーチリブ上に支保工を組み施工する。

(3) 赤谷川橋梁 (図-9~12, 写真-5, 6)

橋長 298 m, アーチ支間長 116 m のコンクリート逆ランガーアーチ橋である。赤谷川および国道を横断してかかる鉄道橋であり, 左右両岸より特殊架設作業車により主桁, 脚柱, アーチリブでトラスを構成しながら中央クラウン部まで片持張出し施工を行う。この場合, 外津橋, 帝釈橋と異なる点は, 主桁 (上床版) を先行させることである。

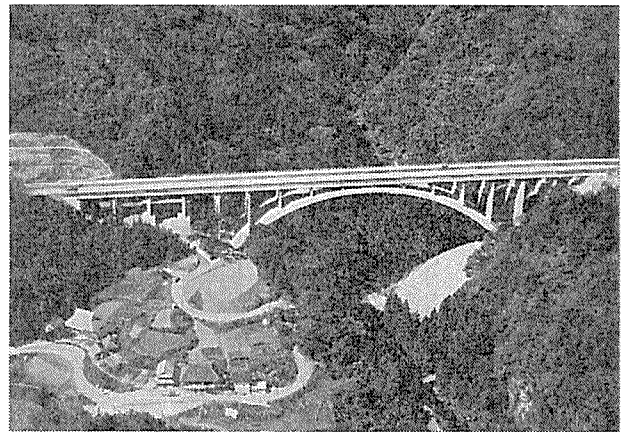


写真-3 帝釈橋全景

(4) 湯中子橋 (図-13, 14)

橋長 57 m, アーチ支間長 29 m の 2 ヒンジアーチ橋である。急峻な渓谷にかかる道路橋であり, アーチリブを 1 個当たり 4~5 t のプレキャストブロックに分割し, 斜め吊材を用いて左右両岸よりトラッククレーンで片持張出し架設を行い, アーチクラウンのコンクリートを打設してアーチを閉合する PC アーチ橋である。脚柱, 上床版はアーチリブ上に支保工を組み施工する。

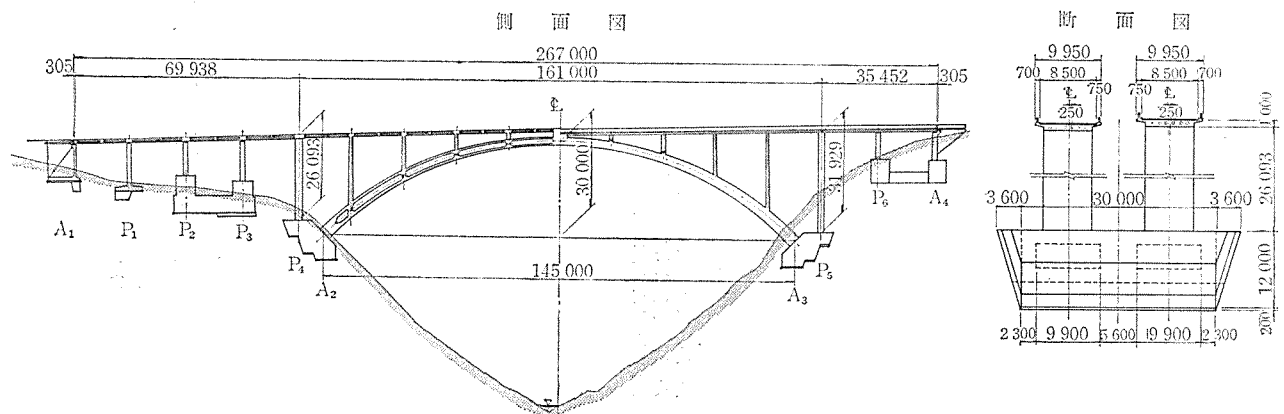


図-5 帝釈橋一般図

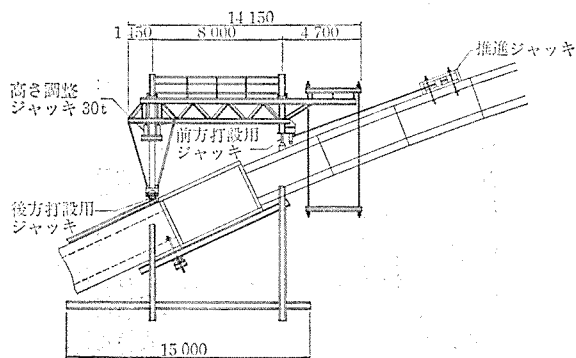


図-7 帝釈橋特殊架設作業車図

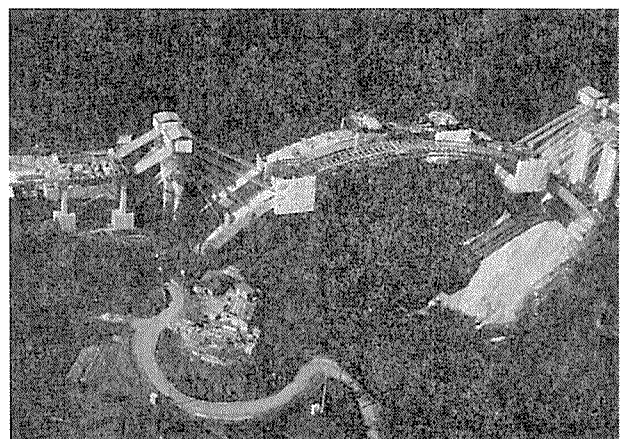


写真-4 帝釈橋施工中

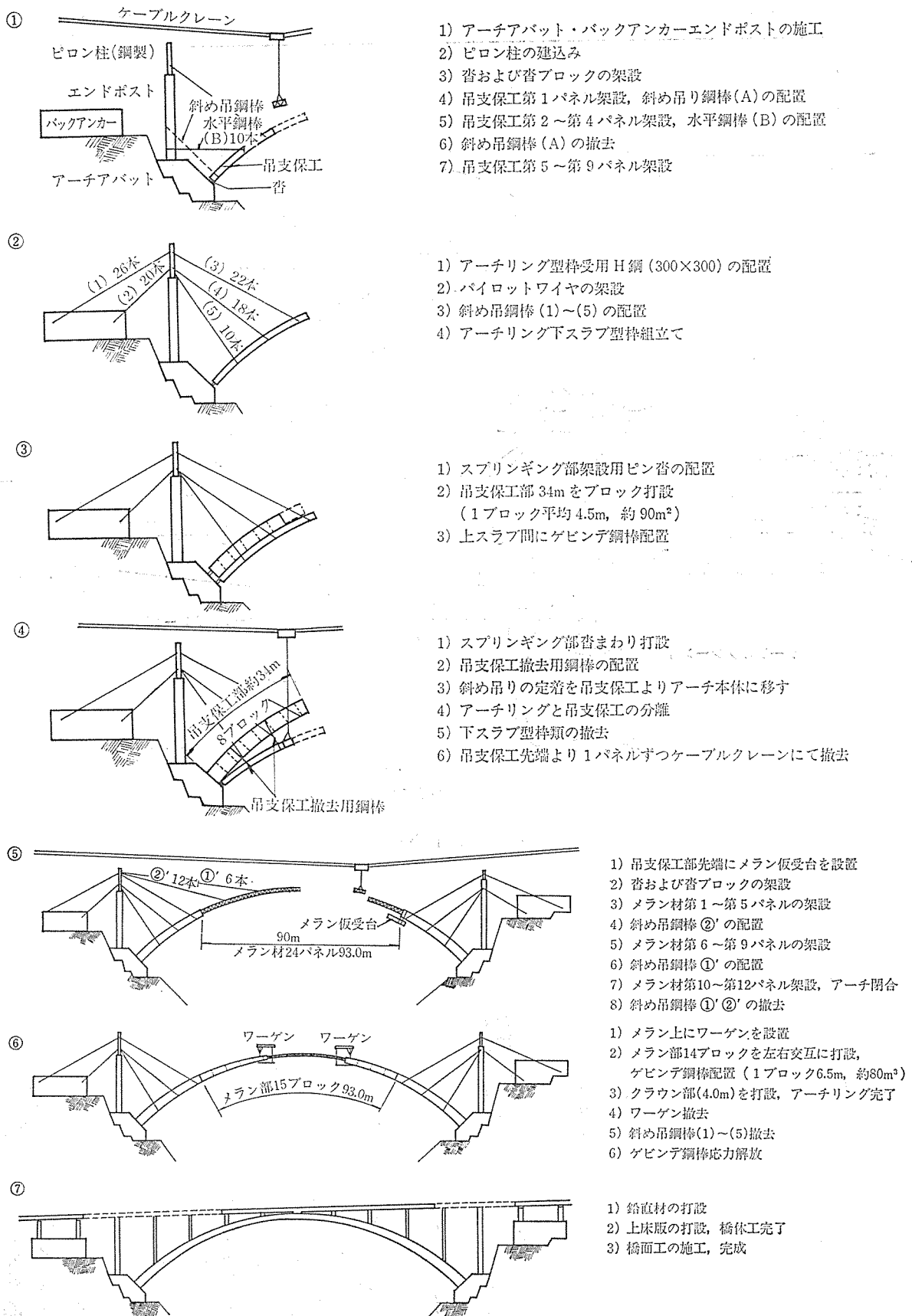
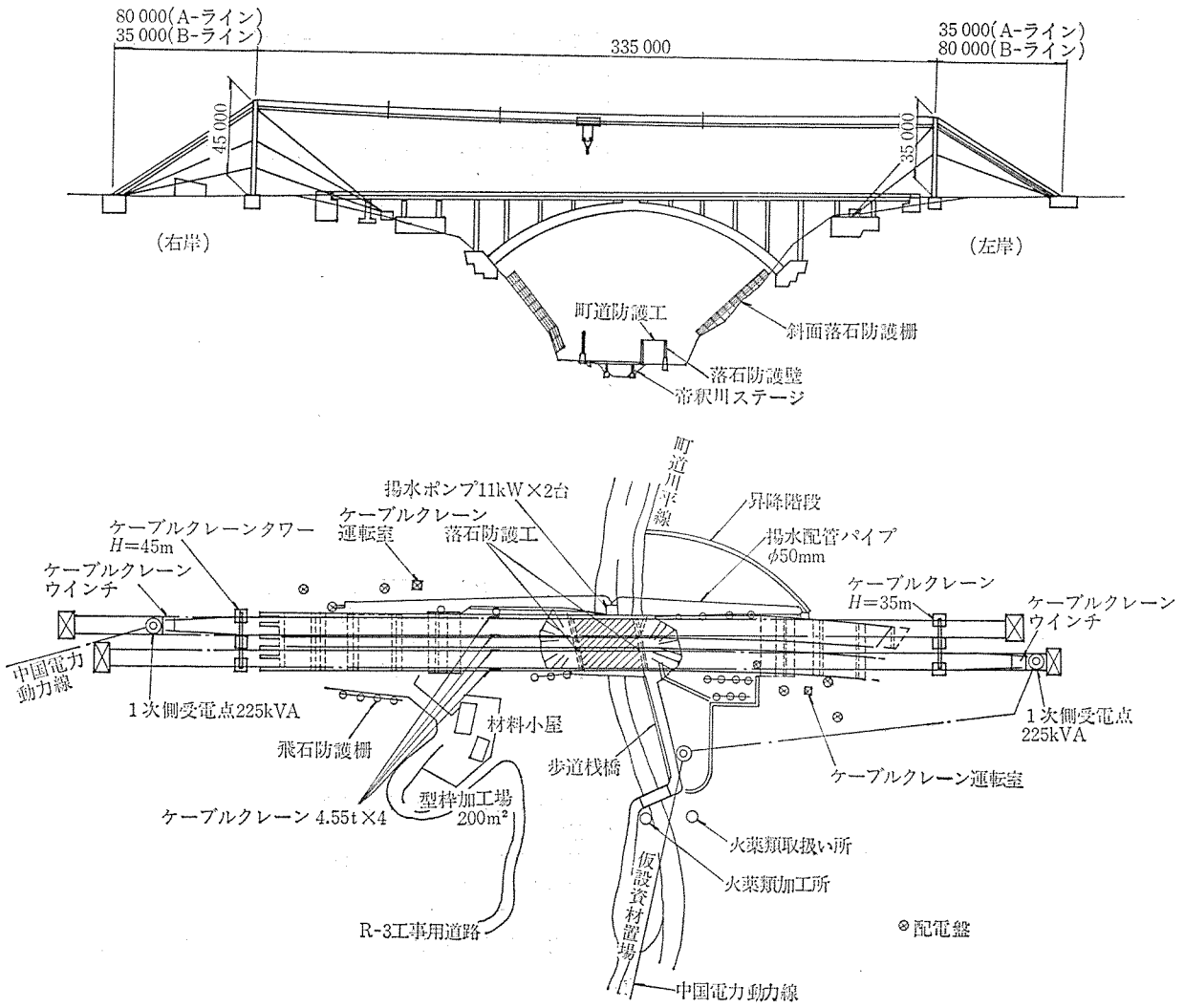
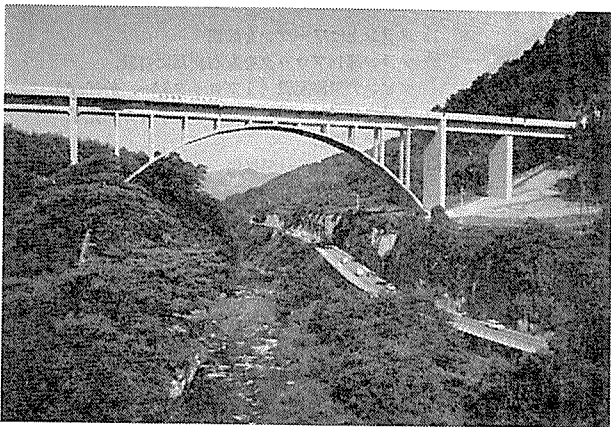


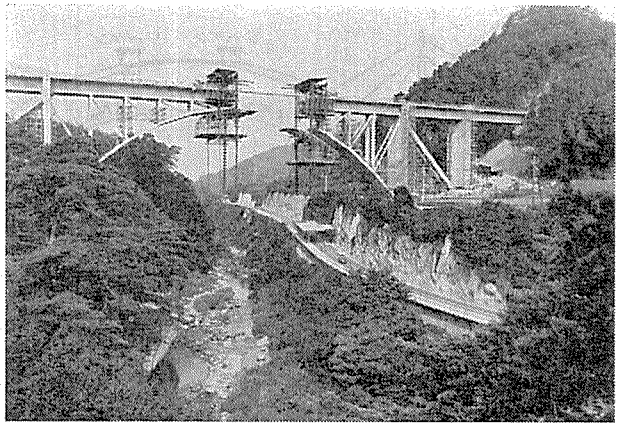
図-6 帝積橋施工要領図



図—8 帝釈橋仮設備図



写真—5 赤谷川橋梁全景



写真—6 赤谷川橋梁施工中

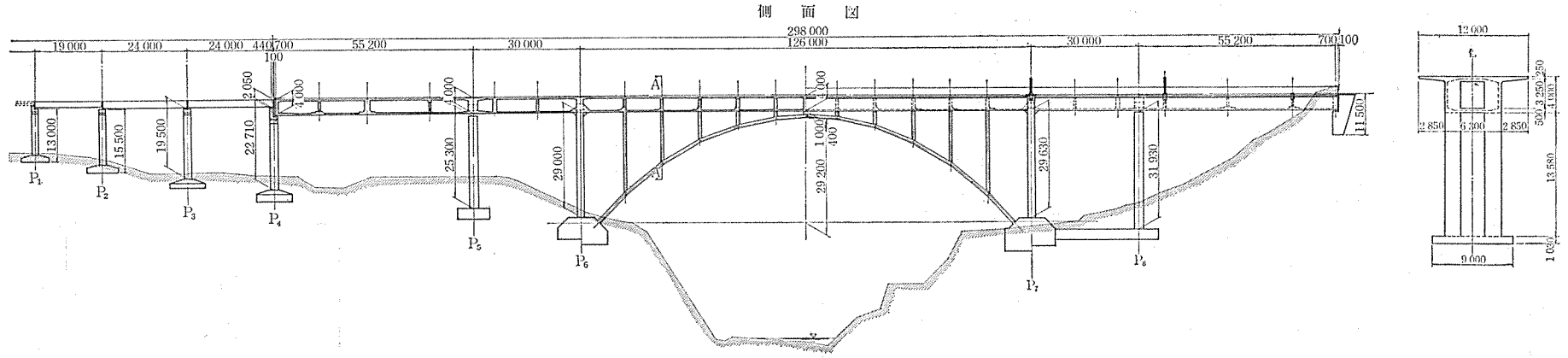


図-9 赤谷川橋梁一般図

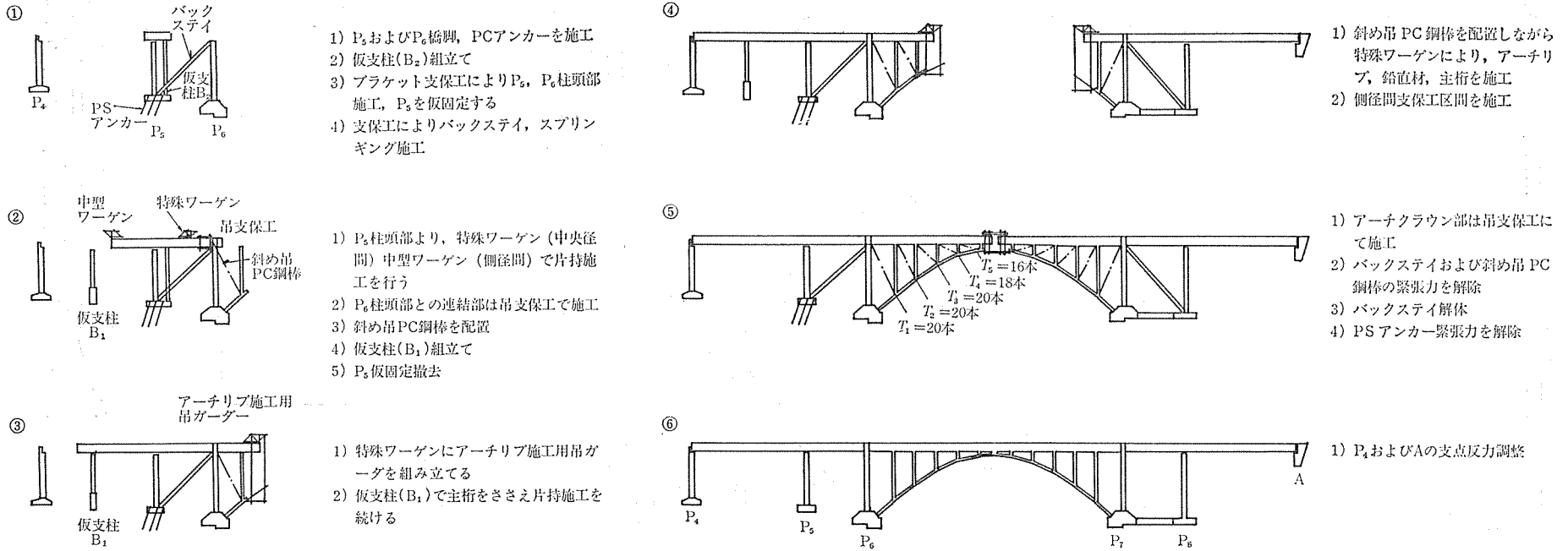
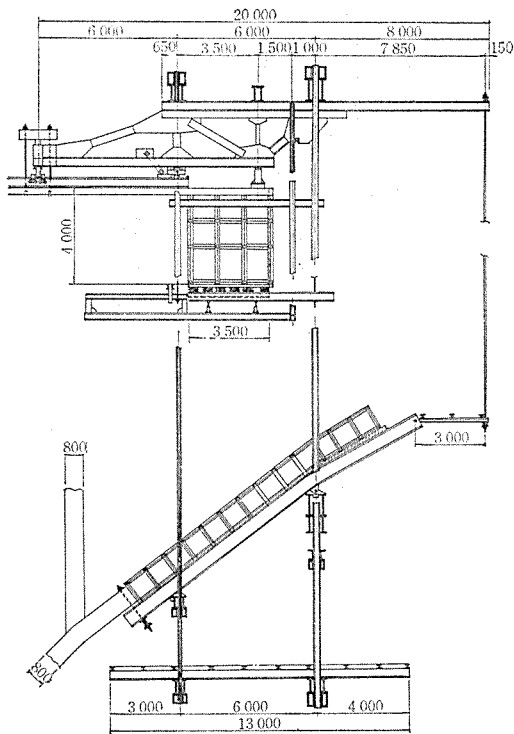


図-10 赤谷川橋梁施工要領図



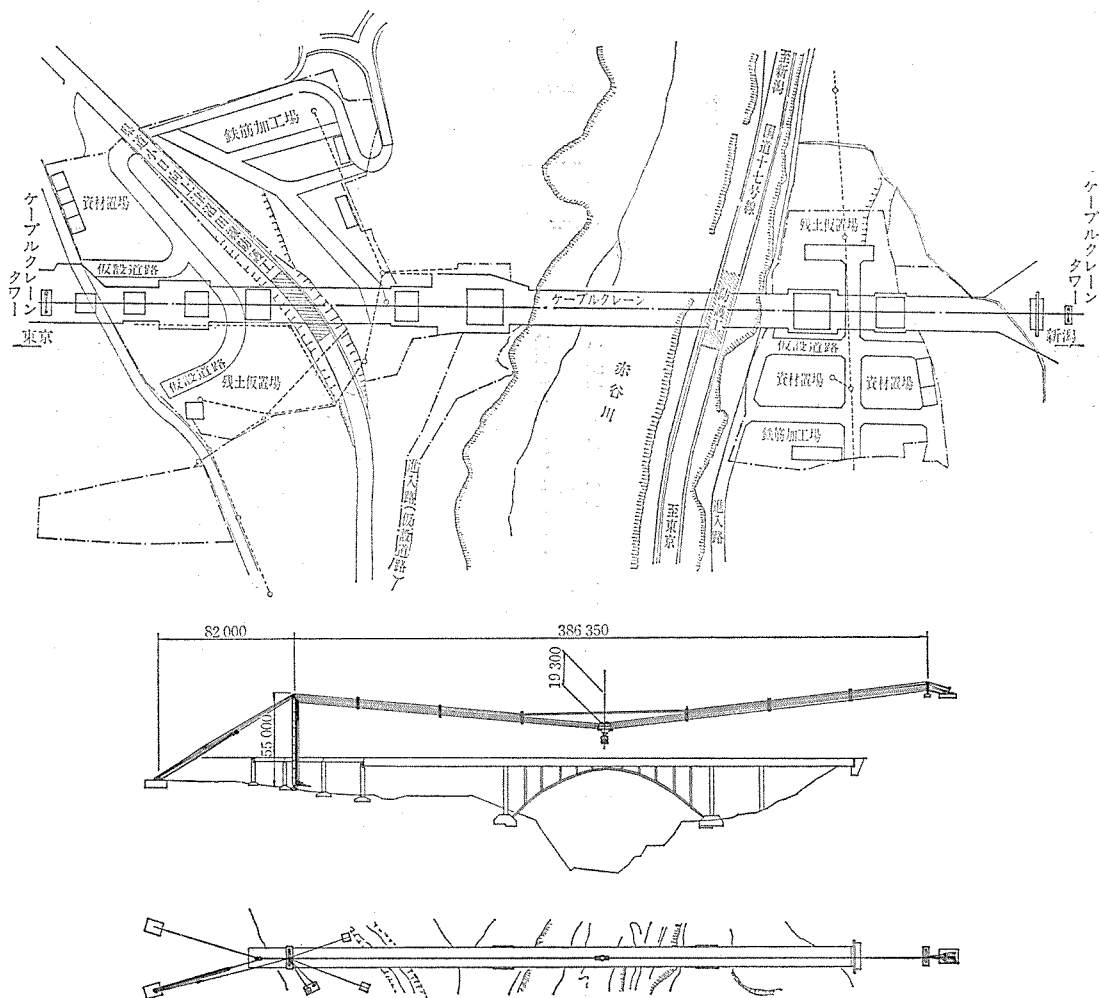
図一11 赤谷川橋梁特殊架設作業車図

## 2.2 注意事項および問題点

### (1) アーチリブの勾配に対して

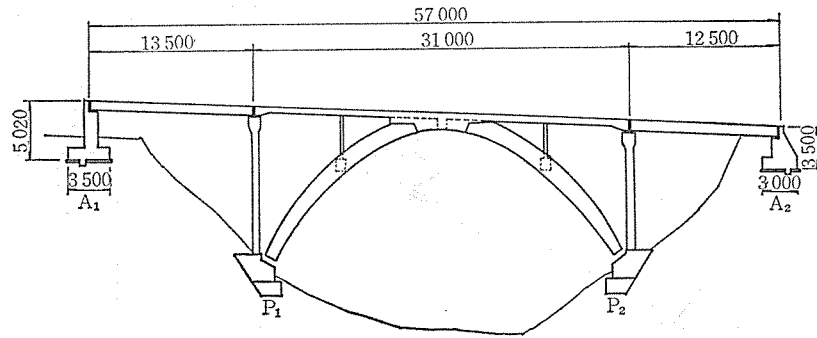
場所打ちコンクリートアーチ橋の施工に共通している問題点であるが、アーチリブには必ず勾配がついており、この点が桁橋と最も大きな相違点である。コンクリート打設、鉄筋組立て、型枠組立て作業を行う場合、平坦な作業足場および資材などのすべり止めが必要となる。またコンクリート打設の場合、断面上側にも型枠が必要となり、コンクリートのまわり状態、締固め状態に十分留意しなければならない。コンクリート打継ぎ目部はアーチリブ軸線に直角にしなければならないため小口型枠の工夫が必要である。ここでアーチリブ施工に際してのコンクリート打設、打継ぎ目部の処理、型枠設置、足場について一例を示す。

コンクリート打設要領は図一15 に示すように吊支保工部ではコンクリートホッパー受台を設置しシュートを配置して行い、架設作業車施工部では架設作業車上にコンクリートを受けシュートにより打設する。このときアーチリブ上側型枠はコンクリート打設と併行して順次設



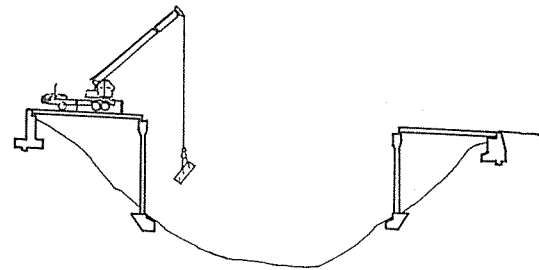
図一12 赤谷川橋梁仮設備図



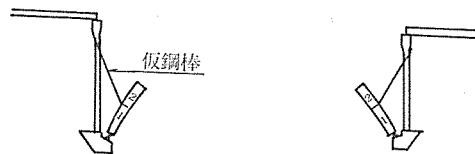


図—13 湯中子一般図

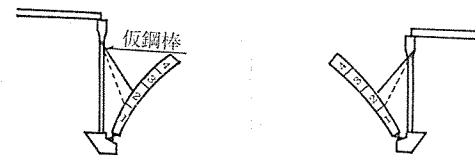
- ① 片持施工により橋脚が転倒しないようにホロースラブを橋脚と橋台に仮連結し、ブロックを据え付ける。



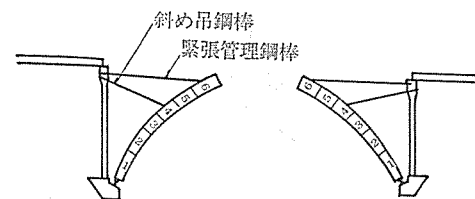
- ② 1ブロックを仮鋼棒で吊り、支承上にセットし2ブロックを連結する。



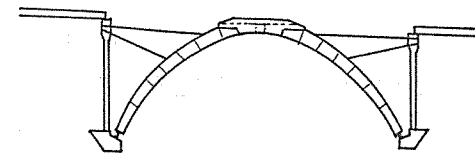
- ③ 仮鋼棒を2ブロックに盛り替え、3, 4ブロックを架設鋼棒にて連結する。



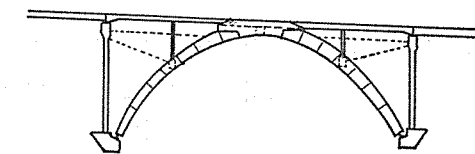
- ④ 次に4ブロックに斜め吊鋼棒を吊り、仮鋼棒を撤去し、5, 6ブロックを連結し、緊張管理鋼棒をセットして、35tの緊張力を与え、アーチリブに加わる負の応力を消去する。



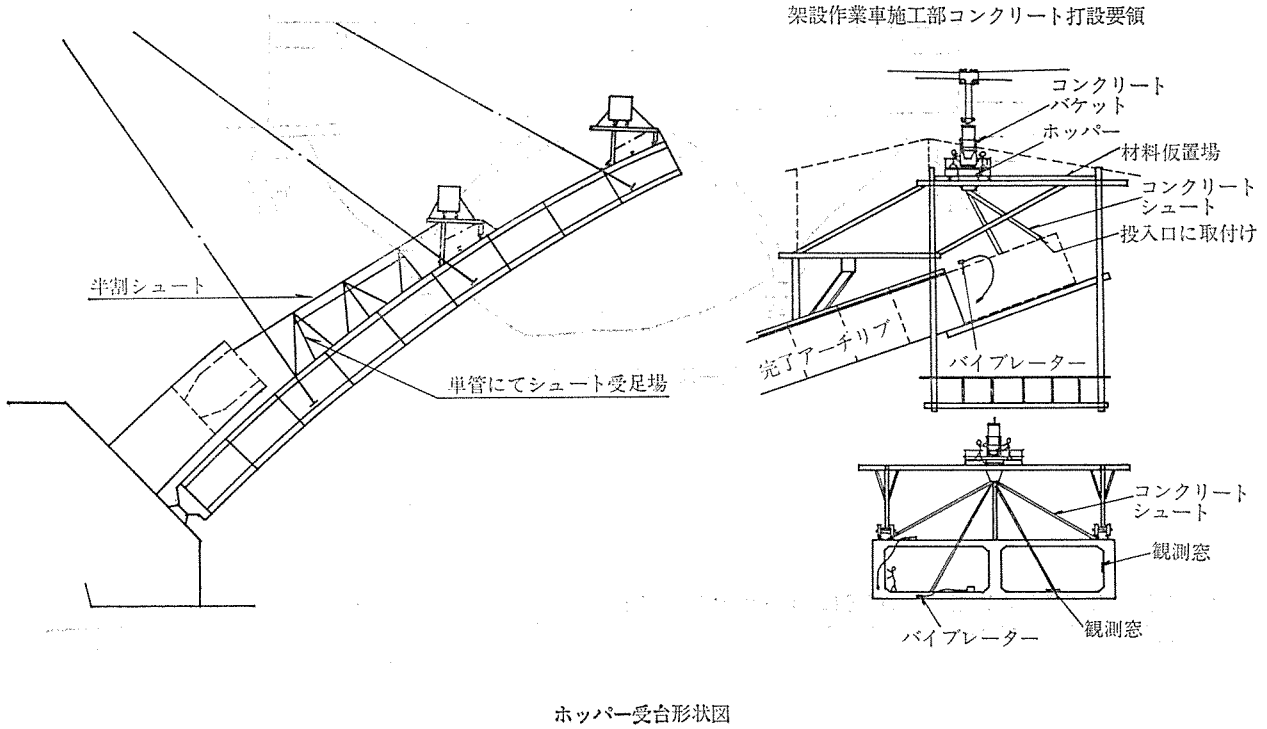
- ⑤ 7ブロックを連結しアーチクラウンのコンクリートを打設してアーチを閉合する。



- ⑥ 横桁、上床板を打設し、緊張管理鋼棒、斜め吊鋼棒を撤去する。



図—14 湯中子架設要領図



ホッパー受台形状図

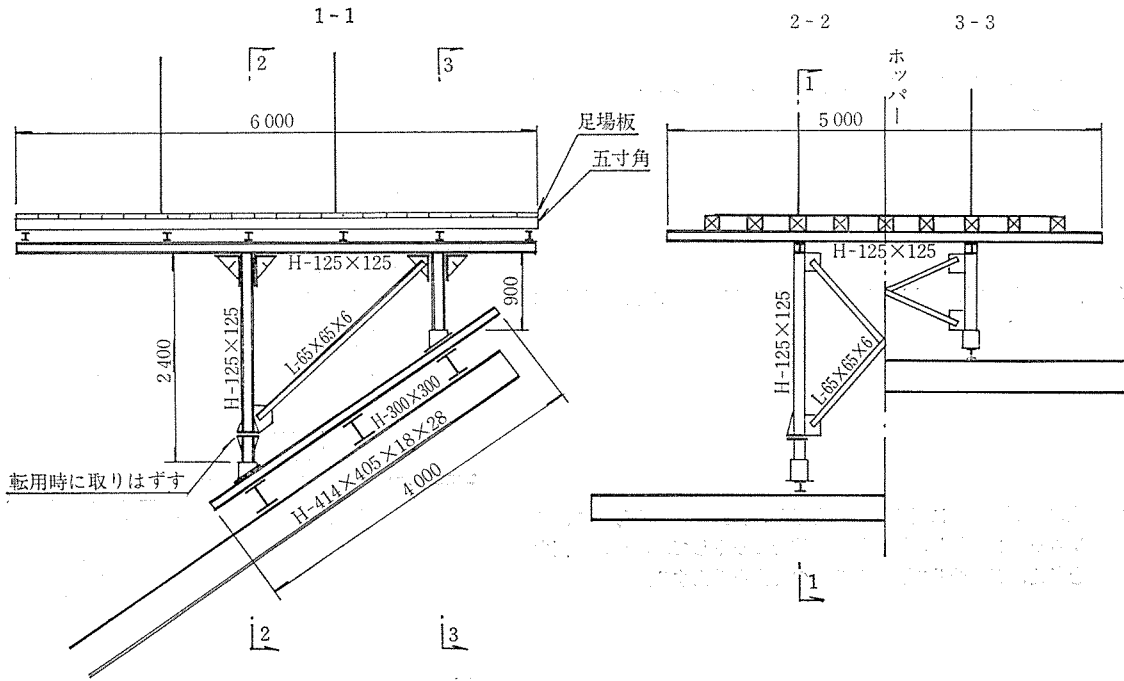


図-15 アーチリブコンクリート打設要領図

置していかねばならず、かつ観測窓を設けてコンクリートのまわりおよび締固めをチェックしなければならない。コンクリート打継ぎ目部の処理は、図-16 に示すように打継ぎ目はアーチリブ軸線に直角に設けなければならない。かつ上型枠を必要とするため打継ぎ目部から40 cm~50 cm の部分は、上型枠を設置せずコンクリートを盛り上げ施工する。コンクリート硬化後、盛上げ部をはつり取り、モルタル仕上げを行う。

型枠設置要領は図-17 に示す。特に上スラブおよび

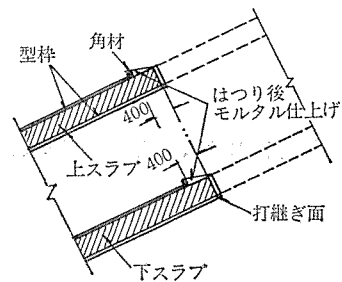
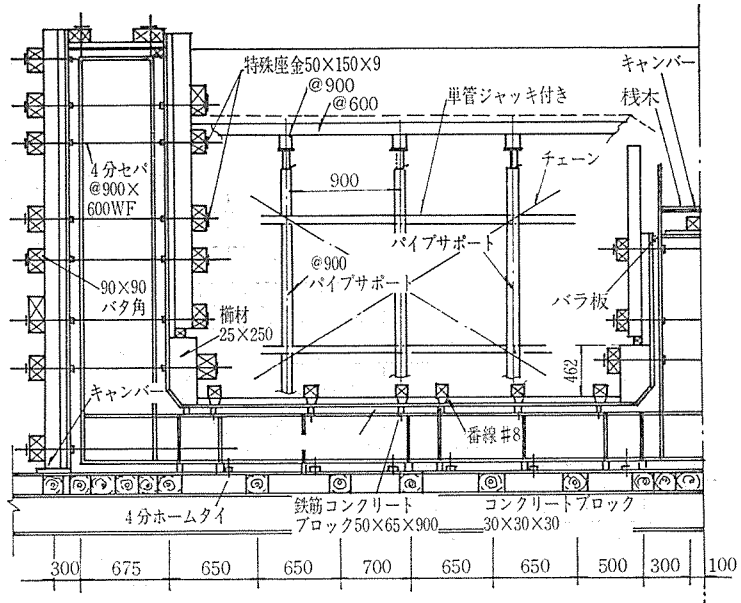
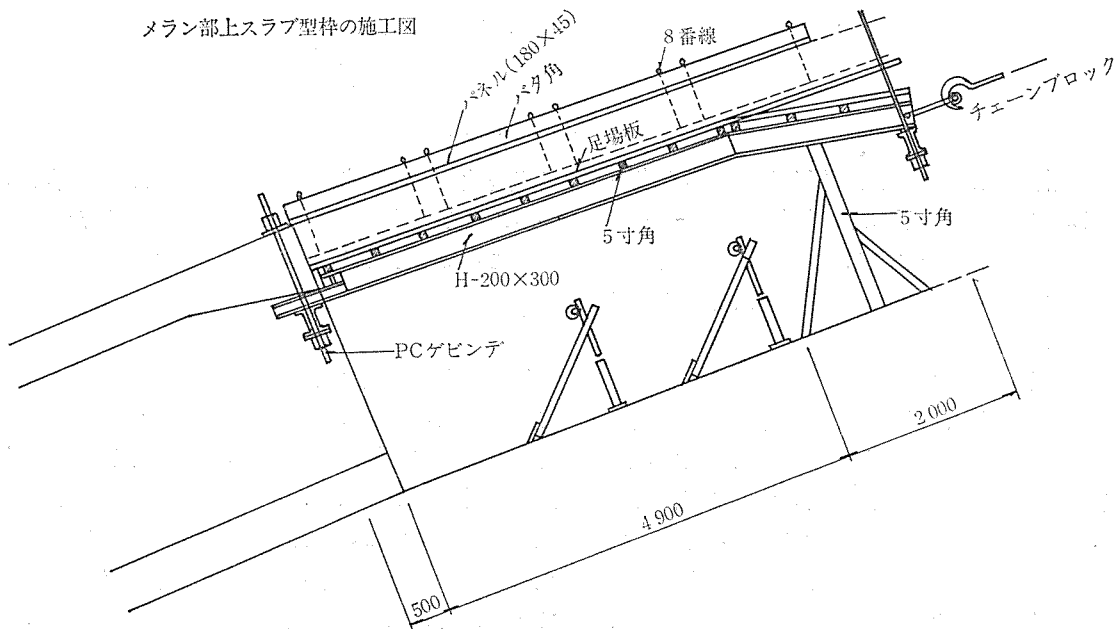


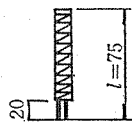
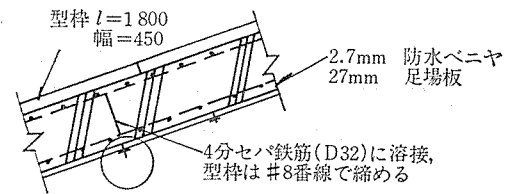
図-16 アーチリブコンクリート打継ぎ目部の処理要領図



メラン部上スラブ型枠の施工図



底盤枠浮き止め施工



φ12mm全ネジ  
先端2cmを両面,  
スリキリを行う。  
(ホーム・タイ回しを使用するため)

図-17 アーチリブ型枠設置要領図

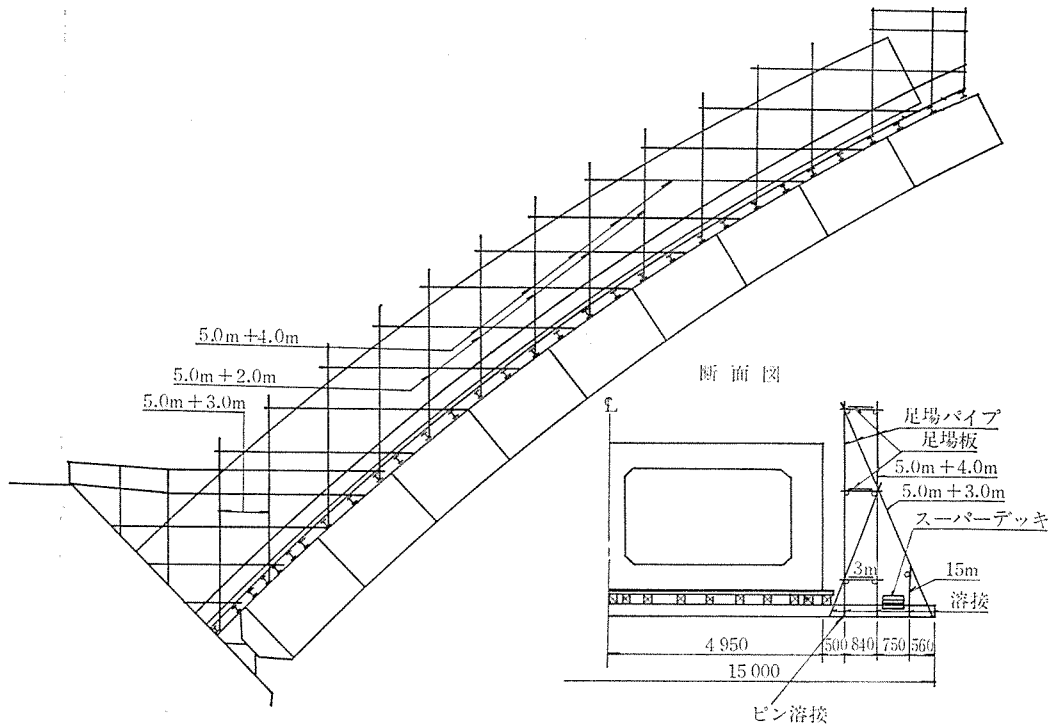


図-18 アーチリブ足場設置要領図

下スラブの上型枠設置は熟練性を必要とし、問題も多いところである。アーチリブ足場の設置要領は図-18に示す。支持部が斜め勾配がついているためすべり止めが必要となるが、できあがった斜面にも適当なところに足場が必要であり、特に転落防止に留意する必要がある。

(2) 片持張出し架設に対して

片持張出しを行う場合、通常アーチは片側にのみ張り出していくため後方にアンカーをとらねばならない。地形、地質状態によってその方法は異なってくるが、このアンカー工の工事費に占める割合は約10%~15%と少なくない。同時に架設時地震によって部材が決定される個所もあり、設計震度によっても施工法が決定されることがある。

(3) 斜め吊材に対して

列記した橋梁はすべて架設時に斜め吊材を使用し、完成時に撤去する。定着部の確実性、弾性変形の均一性、取扱いの利便さなどを考慮して、斜め吊材としてすべてPC鋼棒を用いている。設計計算と合致させるため常に緊張力の管理が必要であり、かなりの本数となるため複雑となる。また斜め吊材のサグの影響に対して留意しなければならない。

(4) プレキャストブロック化に対して

プレキャストブロックにすることにより、(1)で述べたアーチリブコンクリート打設に対しての問題は解消され、また架設工期短縮という利点はある。しかし、プレキャストブロック架設を行う架設機械の種類、能力によ

る経済性の問題、多径間のアーチ橋でない場合、製作ヤードおよび型枠の転用性(経済性)の問題などが生じる。これに対しては今後の研究、開発が必要となる。

3. むすび

片持張出し工法によるアーチ橋が、近年国内でも施工されてきた。その代表例として4橋をとりあげたが、各各その施工法が異なっている。架橋地点の地形、地質状態、設計震度が異なり、そのためその橋梁に最適の施工法がとられている。また国内最大アーチ支間長(アーチ支間204m)をもつ宇佐川橋(日本道路公団)が施工中であり、その架設法は主に帝釈橋と同様のメラン工法であるが、前記した4橋の長所を各個所にとりいれている。外国のアーチ橋に目を転ずれば、前記した1964年プレキャストブロック工法で支保工上で施工されたGladesville橋(オーストラリア、アーチ支間長305m)、1971年斜め吊材を用いた片持張出し工法により施工されたVan-Staden's橋(南アフリカ、アーチ支間長200m)があり、最近、外津橋とほぼ同様な工法でアーチリブをプレキャストブロックにして施工されたKrk橋(ユーゴスラヴィア、アーチ支間長390m)がある。今後、長大支間長を必要とする橋梁が増加すると思われるが、開発された工法を基礎に、より経済性、安定性の高いまた施工性のよいコンクリートアーチ橋の開発に取り組まねばならないと信ずる。