

P & Z工法

1. 一般

P & Z工法とは、西ドイツのPolensky & Zöllner社が開発したプレストレストコンクリート橋の架設工法であり、図-1のように橋梁上部工上に設けた移動架設桁（以下、送り桁という）から型枠装置を懸垂し、橋脚の両側に上部工を順次張出し分割施工する工法である。なお、送り桁を上部工の橋面下に配置して型枠装置を支持し、同様の架設方法をとることも可能であり、また、プレキャストブロック工法に応用することもできる。

この工法の大きな特長は、地上からの作業を必要としないで、支間40～150mの長大橋に適用できることである。したがって、多径間の橋梁、高い橋脚をもつ橋梁、海上・河川・渓谷にかかる橋、側径間部に支保工を設けることができない橋梁などに威力を発揮する。

1977年、清水建設㈱がPolensky & Zöllner社よりこの工法を導入し、1980年にはこの工法の普及と技術の向上をめざして、P & Z協会が設立されている。さらに、1988年にはこの工法に関するすべての権利が清水建設㈱に譲渡され、現在、P & Z協会員である8社がP & Z工法の実施権を有している。

なお、P & Z工法の架設方法に関する基本特許はないが、P & Z装置については清水建設㈱がいくつかの特許を保有または出願中である。

2. 架設機材の構造

(1) 構造の概要

P & Z工法に用いる架設機材を総称して「P & Z装置」と呼ぶ。P & Z装置は、適用支間別に小型装置（標準適用支間50～70m）、中型装置（同70～90m）、大型装置（同90～110m）に分けられる。P & Z装置の基本的構成は、図-2に示すように1本の送り桁、2基の架台と1基の後方台車、2基の吊り枠と型枠装置、2基の中間支柱および1基の補助支柱である。

(2) P & Z装置の機能

① 送り桁

2基の架台と1基の後方台車に支えられて型枠装置を懸垂し、打設中のコンクリート重量を既設の上

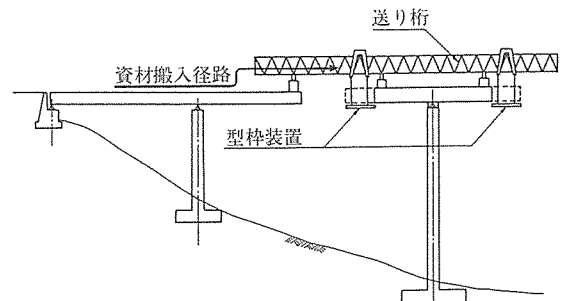


図-1 P & Z工法の概要

部工に伝えるものである。また、全長にわたって資材運搬用のトロリーホイストと作業員通路が設置されている。送り桁には、図-2に示すようなトラス形式のほかボックスガダー形式のものもある。

② 架台および後方台車

送り桁を支持する台であり、張出し架設中には2基の架台は施工中のブロックの一つ手前のブロック上に置かれ、後方台車はすでに張出しの終了した上部工の先端に設置される。架台には、油圧ジャッキが装備され送り桁を鉛直および橋軸直角方向に移動させる機能を有する。また、架台には駆動輪が装備されており、送り桁を橋軸方向に移動させることができる。

③ 吊り枠

送り桁に支持されて型枠装置を懸垂する枠組である。吊り枠は送り桁上を橋軸方向に移動でき、曲線橋の施工に対応するため平面的に旋回できる構造となっている。

④ 型枠装置

外型枠と内型枠から成り、外型枠には作業足場が設けられている。下部の底型枠は橋脚をかわして移動するために開閉できるとともに、変断面の橋梁の施工のために上下に移動できる構造となっている。

⑤ 中間支柱

2つの架台の中間に設置され、架台移動時に一時的に送り桁を支持する。また、コンクリート打設時には、必要に応じて架台を補助し打設中の架台反力を低減する。

⑥ 補助支柱

送り桁の先端に取り付けられており、送り桁の径間移動時に送り桁の先端が次の橋脚上に来たとき、一時的に送り桁を支持する。

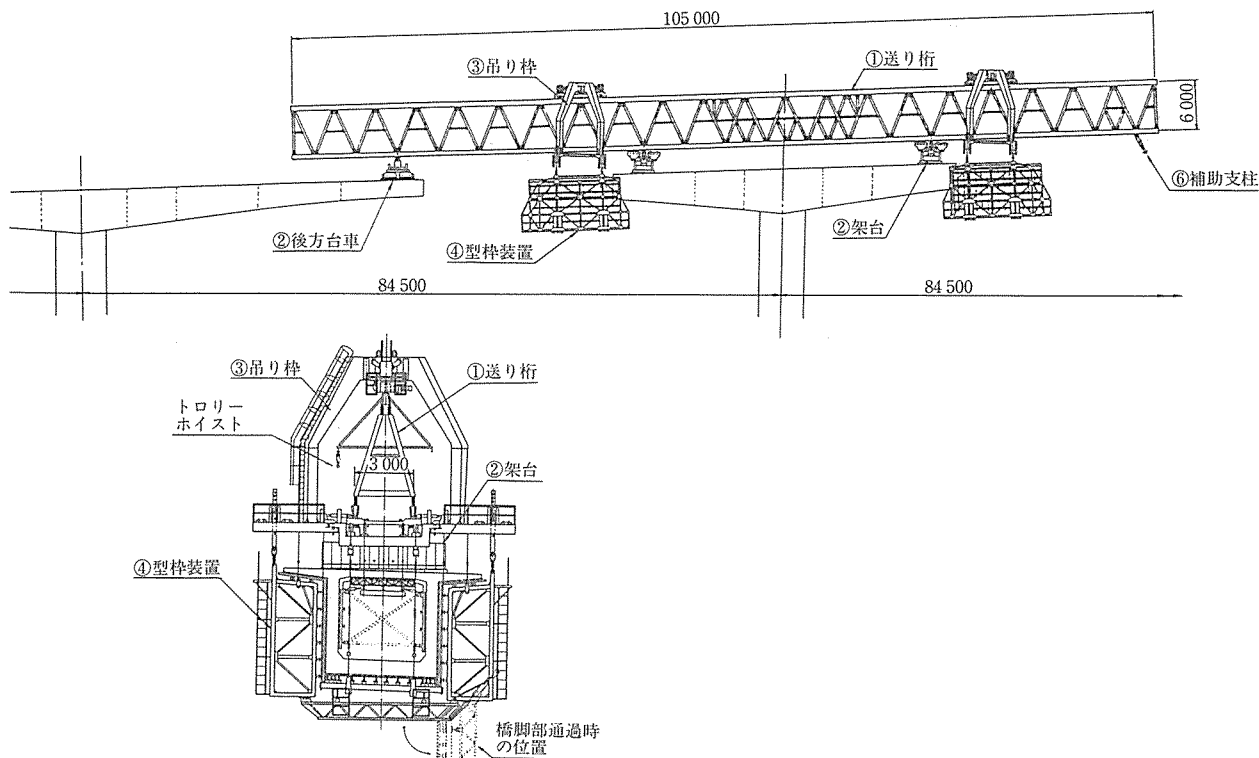


図-2 P & Z装置の概要

3. 計画上の留意点

P & Z工法は使用する架設機材の規模が大きいの
で、これを適用するには以下に示す点に留意して
計画する必要がある。

① 支間が40～150m であること。

図-3 に架設工法別の適用支間を示す。P & Z工
法の最大適用支間は、従来の移動支保工や押し
工法より長く150m 程度である。これは、使用する送り
桁の能力・重量等を考慮して定めたものである。な
お、一つの橋梁のなかで支間が変化する場合にも、
P & Z工法は容易に対応できる。

② 複数径間の連続橋梁であること。

P & Z工法は、比較的重量の大きい架設機材を用
いる工法であるため、架設費の占める割合をある程
度以下に抑える意味から数径間以上の連続形式の橋

表-1 支間ごとの最小曲線半径

支 間(m)	60	80	100
最小曲線半径(m)	390	690	1060

梁に適用される。この工法を適用するために必要な
橋長の目安としては、400～500m程度と考えてよい。

③ 曲線半径が表-1 に示す値以上であること。

P & Z工法で施工可能な最小曲線半径は、支間や
ウェブ間隔あるいは送り桁の橋軸直角方向支持間隔
によって異なる。表-1 は、ウェブ中心間隔が5.5m,
送り桁の支持間隔が3.0m として計算した最小曲線
半径の目安である。曲線半径が表-1 に示す値以下
のときには、送り桁を屈曲できる構造としたり、あ
るいは平面線形と同一の曲線で製作することにより
対応は可能である。

④ 上部工の1ブロック長は最大10m 程度とす
る。

P & Z工法を適用する場合、一般に上部工のブ
ロック長は、柱頭ブロック9～10m, 第1ブロック5
～10m, 第2ブロック以降10m が標準であり、原則
として、左右対称に張出し施工できるようなブロッ
ク割りとする。

⑤ 使用PC鋼材はPC鋼より線が適している。

P & Z工法は、10m 程度の大ブロックにして施工
性を上げようとする工法であり、ブロック長3 m程

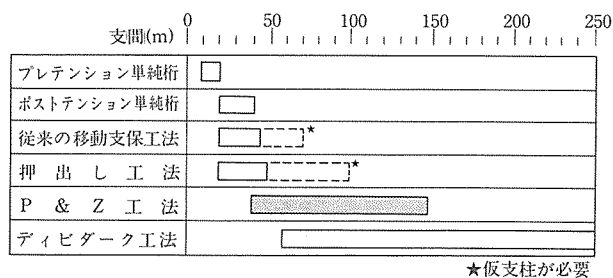


図-3 PC橋梁の工法別適用支間

●桁橋(I) 張出し工法

度のディビダーク工法と比べると、張出し用PC鋼材を定着できるブロック端の数は1/3程度に減る。したがって、1本あたりの緊張力の小さいPC鋼棒よりは、大きな緊張力の得られるPC鋼より線を用いて本数を減らした方がこの工法の特長を発揮できる。

⑥ P & Z 装置の組立用地が確保できること。

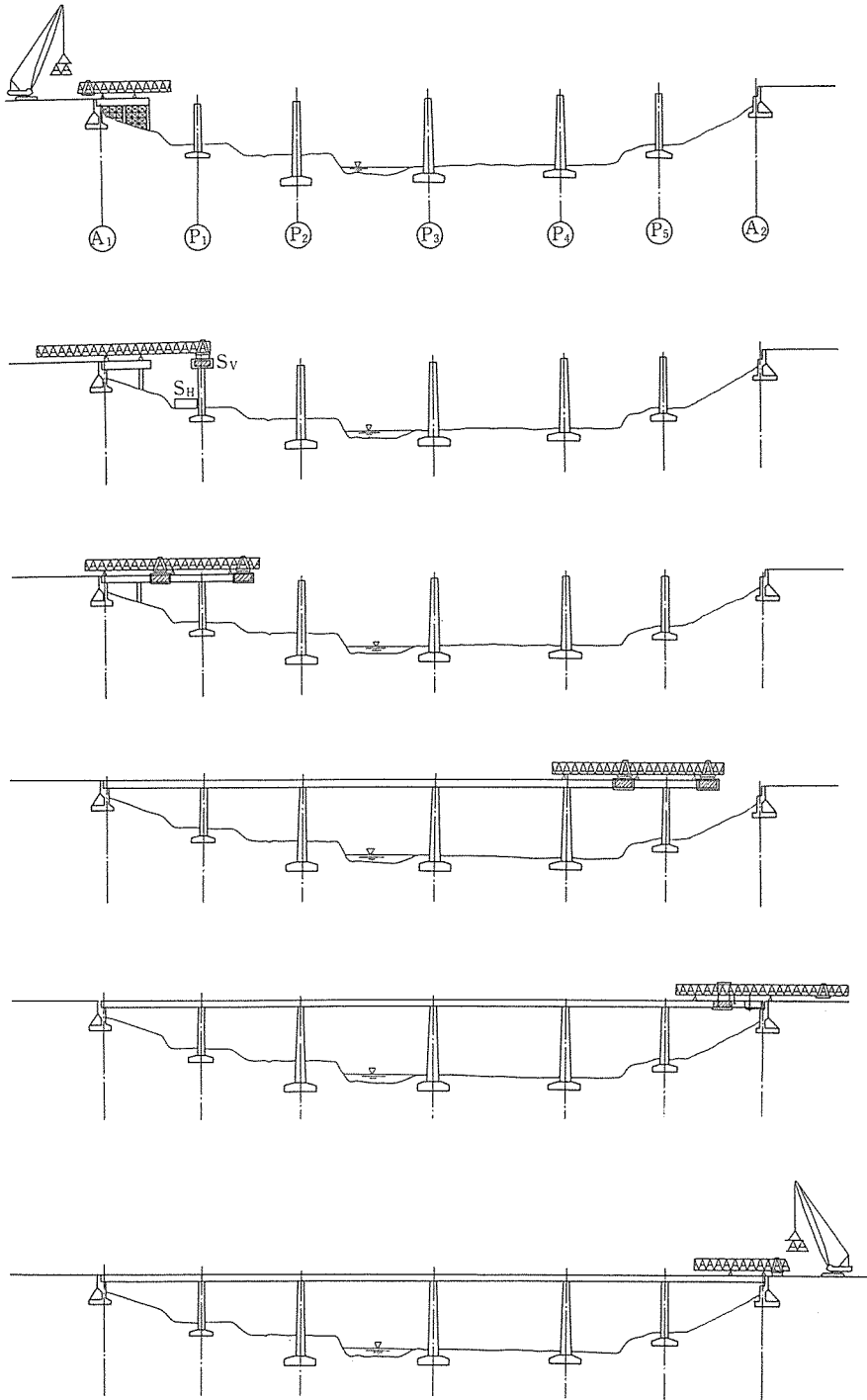
P & Z 工法に用いる送り桁の長さは、一般に（最大支間長+15~20m）であり、これを組み立てるため

には、少なくとも幅12m×長さ（送り桁の長さの1/2）程度の組立用地を発進側の橋台背後あるいは側径間部付近に確保する必要がある。

4. 施工方法

(1) 施工順序

P & Z 工法による一般的な施工順序は図-4に示すようであり、片側の橋台でP & Z装置を組み立て、橋台側の橋脚から順次張出し施工し橋体を完成



STEP 1
A₁ 側径間部を固定支保工により施工し、A₁ 橋台背後で P & Z 装置を組み立てる。

STEP 2
送り桁を前進させ、前方型枠装置 (S_v) を用いて P₁ 橋脚の柱頭部を施工する。(柱頭部は、支保工による施工も可能であり、現場の状況により適宜施工法を選定する。)

STEP 3
送り桁を所定の位置まで前進させ、後方型枠装置 (S_H) を吊り上げて P₁ 橋脚の張出し施工をする。続いて、側径間の閉合を行う。

STEP 4
以下同様に、各橋脚の柱頭部の施工、張出し施工、中央径間の閉合を繰り返す。

STEP 5
A₂ 側径間部を P & Z 装置を用いて吊り施工し閉合する。

STEP 6
P & Z 装置を A₂ 橋台背後で解体する。

図-4 施工順序図

作業	日	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
緊張・装置移動		■									
型枠組立・調整			■	■							
鉄筋・シース組立			■	■	■	■	■	■			
内型枠組立				■	■	■	■	■			
コンクリート打設									■	■	
養生										■	■
PCケーブル挿入										■	■

図-5 1サイクルの工程表 (中型装置の場合)

させる。なお、P & Z装置を用いて柱頭部および側径間部を地上からの作業を必要とせずに施工することも可能である。

(2) 施工工程

P & Z工法による張出し部の1ブロックの長さは5~10mが標準であり、橋脚左右の一对のブロックの施工には、図-5に示すように通常10日間が必要である。

5. 現時点での改良点, 新しい試み

1977年の技術導入以来、P & Z工法は国内において3件の施工実績がある(6. 施工実績参照)。これらの工事を進める中で以下に示すような改良や新しい試みがなされてきた。

① 架設機材の橋体への影響の軽減

P & Z工法では、大型の架設機材を用いるため、橋梁の構造形式によっては、架設時、特に最終ブロック打設時で所要プレストレス量が決まることがある。利根川橋の工事ではこれに対処するため、油圧ジャッキ方式に改良した中間支柱を柱頭部に設置し、ジャッキに装置自重の一部を受け持たせて、先端の架台反力を軽減する方法を採用した。

② 側径間部の吊り施工

月夜野大橋の終点側側径間部は、極めて急峻な断崖であり、地上支保工による施工は安全上、環境保全上で問題があった。このため、図-6に示すように送り桁から型枠装置を懸垂し、約27mの区間を10m程度に分割して橋台側から順次吊り施工した。また、子不知高架橋では、型枠装置と吊り型枠を送り桁より同時に懸垂して約24mの側径間部を一体で吊り施工し、工程の短縮を図った。

③ 上げ越し管理の省力化・迅速化

月夜野大橋および利根川橋の工事では、上部工の上げ越し管理のために、清水建設(株)の開発したVPS (Video Position Scale) システムと呼ばれる画像式変位計測システムを用いて、測量作業の省力化・迅速化を図った。VPSシステムの概要は、橋面上に点光源(白熱電球)を設置し、そこから出た光を地上に設けたカメラ(イメージセンサー内蔵)で感知し、上部工の高さをマイクロコンピュータにより即時に記録、作図するものである。また、利根川橋ではVPSシステムの応用として、市販のオートレベルにイメージセンサーを取り付け、打設ブロック先端の橋軸直角方向の数点の変位を瞬時に計測し計画高との差を認識できる「フルオートレベル(仮称)」と呼ばれるシステムも開発した。

6. 施工実績

P & Z工法の施工実績は、表-2に示すように海外6件、国内3件であり、このうち、月夜野大橋は土木学会田中賞を、子不知高架橋は日本コンクリート工学協会賞をそれぞれ受賞している。

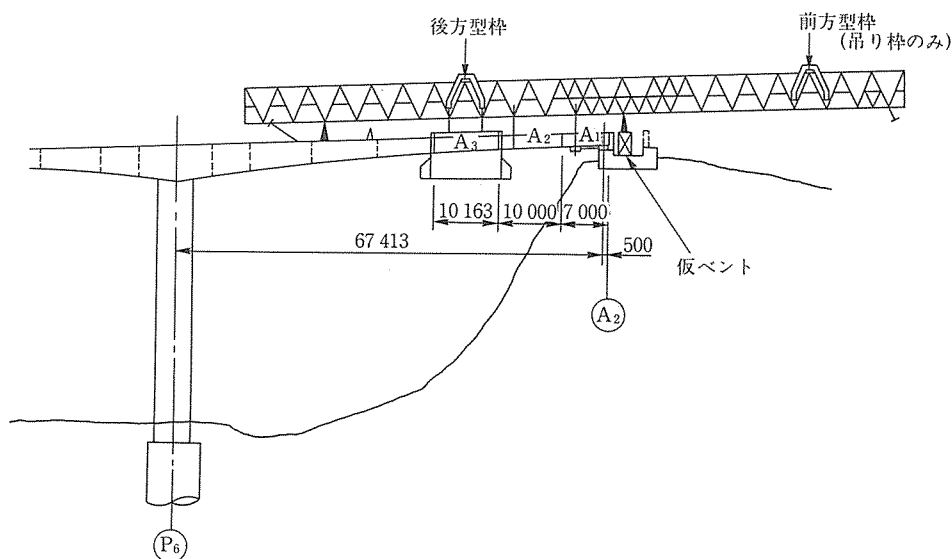


図-6 側径間部の吊り施工 (月夜野大橋の例)

●桁橋(1) 張出し工法

表-2 施工実績一覧表

橋名	施工場所	橋長	径間長	最高橋脚高	施工年
月夜野大橋	群馬県	306.3m×1路線	68.4+2@84.5+68.4	約33m	1981~82
利根川橋	群馬県	560m×1路線	5@80.0+2@80.0	約34m	1982~84
子不知高架橋	新潟県	392.5m×1路線	52+5@59.5+43	約29m	1986~87
ジークタル橋 (Siegtal)	西ドイツ	1,050m×2路線	63+75+90+4@105+96+90+81+71+64	約105m	1965~69
ケールブランド橋 (Köhlbrand)	西ドイツ	1,048m×1路線	34+7@42+2@50+60+8@70	約70m	1972~73
グミュント橋 (Gmünd)	オーストリア	562m×2路線	53.7+7@65.0+53.7	約50m	1974~76
ドナーグラベン橋 (Donnergraben)	オーストリア	461.4m×1路線 452.15m×1路線	58.8+3@69.0+68.95+68.65+58.0 57.45+5@67.45+57.45	約81m	1976~79
サヴィオ橋 (Savio)	イタリア	1,871.45m×1路線	56.45+4@90+2@110+95+110+85 +2@100+85+2@100+90+3@105+55	約70m	1976~79
サン・ペラグリノ橋 (San Pellegrino)	スイス	865m×1路線 952m×1路線	40+55+12@60+55 45+55+14@60+12	約40m	1981~83

問合せ先

P & Z 協会 事務局

〒104 東京都中央区京橋2-16-1

清水建設(株) 土木本部営業企画部内

TEL 03-535-4111