

V-17 可動支保工によるPC橋の施工

勤務先：大成建設株式会社
会員資格：正会員
講演者名：小原 忠幸

1. 可動支保工が開発された経緯

コンクリート橋は、鋼橋に比較して「経済性」、「美観」などの有利な点を持ちながら、「自重が重い」ことのほか、「品質管理がむずかしい」とも、「現場作業が多く、労務者不足の現状に合わない」、などの理由から、計画の時点で採用されないこともある。

これらの欠点を克服しようとする努力は、我国においてと止められ、プレハブ工法などが発展してきているが、ヨーロッパにおける労働力の不足の問題は、我国より早く深刻化したため、従来の建設工事の労働力の使用状態を変え、一定数の労働者を一定期間雇傭でき、かつ未熟練労働者が容易に慣れる作業、すなわち反覆作業のできる工法の発展を促したといわれている。

こうした省力化工法としてPC橋の施工に用いられているものに次の工法が挙げられる。

- ① プレキャスト桁を並べる工法
- ② プレキャストセグメントを継ぐ工法
- ③ 場所打ちカンティレバー工法
- ④ 移動式支保工による1径間ごとの施工法
- ⑤ 桁を区分(10m~20m)して橋台付近で押し出す工法

これらの工法のうち②④⑤は我国においても一般に行なわれている工法であるが、④⑤は西ドイツにおいて開発され、我国では最近実施されつつあるものである。

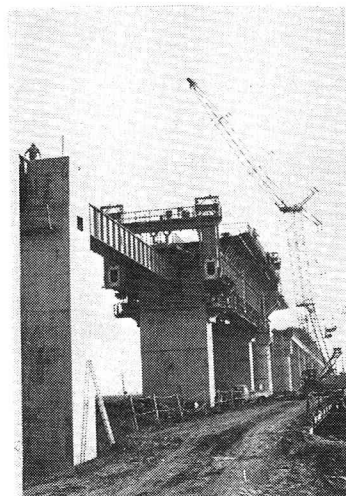
西ドイツにおいて開発された代表的な移動式支保工の一つは、ストラバーク社の可動支保工(VORBAURÜSTUNG)であり、他の一つは、移動式吊支保工(GERÜSTWAGEN)で、いずれも支保工に型枠を取り付け(前者は、支保工桁の上に型枠をとりつけ、後者は、支保工桁の下に型枠を吊っている。)多径間のコンクリート桁を1径間ずつ施工することによって、前記目的の他に、支保工型枠の転用による経済性をばかろうとするものである。

このような移動式支保工を使用した場合、支間25m~45mの1径間について約2週間ご施工できるのど、従来の地上から支保工を建てる場合に較べて、工期が短縮できる利点もある。

ストラバーク可動支保工は、1959年に西ドイツのケッティンガーハング橋に使用され、以来、ヨーロッパでは、30橋近い施工例がある。我国には1968年大成建設によって技術導入され、その後、この工法の原理的なものを応用して、東名高速道路後殿場工区ニの岡高架橋、中国高速道路伊統工区内川高架橋などの鉄筋コンクリート橋を施工しているが、本格的なPC橋に採用されたのは、東北新幹線第一北上川橋梁が最初である。

2. 東北新幹線第一北上川橋梁の概要

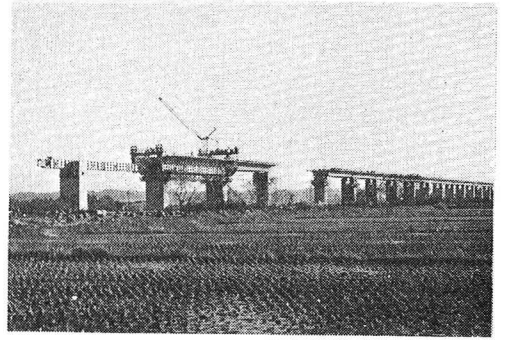
東北新幹線第一北上川橋梁は、岩手県一関市の北方で、東北新幹線が、北上川と遊水池(予定)をまたぐ延長372mの橋梁で、橋の長さでは我国最大のものである。



このうち約3300mが、PC橋で移動式支保工が用いられ、約2200mがストラバーク可動支保工(2基)で、約1100mがゲリュストワースで施工中である。

この区間では小河川を渡る数箇所を径間49mをとった他は、径間31mおよび33mの単純桁で構成されている。

工期は、1区33区間を施工するのに、支保工組立開始から支保工解体まで20ヶ月を見込んでいる。



3. 可動支保工の型式と構造

可動支保工の型式は、主として型枠を取りつけた支保工桁などのように前進させるかという移動方式によっており、次のような種類がある。

- ① 型枠を取りつけた支保工桁の前後に手延桁を取りつけた型式
- ② 支保工桁の下に脚を取りつけるか、移動台車の上のせて、地上に敷いた軌条の上を走行させる型式
- ③ 支保工桁と独立した送り桁を用い、送り桁の上の走行台車で支保工桁を吊って移動させる型式
- ④ 支保工桁を3本使用し、真中の桁を2径間以上延ばして、両側の支保工桁を移動させる送り桁兼用とする型式

このうち最も一般的で、第一北上川橋梁でも使用している④の主桁型式の可動支保工の構造を以下に説明する。

可動支保工の主要部材は、(i)支保工桁3本その内真中の1本は送り桁兼用 (ii)支保工桁の前方で左右の支保工桁を連結する門型ラーメン (iii)支保工桁移動の際に門型ラーメンを支持して送り桁上を走行する前方台車

(iv)支保工桁移動の際に、支保工桁を後ろで吊る吊材と横桁、横桁の下に置き、出来上がったコンクリート桁の上を走行する2台の後方台車、(v)支保工桁を支持するジャッキが据えられ、橋脚部両側面に取付けられる橋脚ブラケット、(vi)送り桁支持のためのジャッキ、送り桁移動装置とローラー、(vii)支保工桁に取り付けられた外型枠と、底型枠撤去装置、などよりなっている。

一般に可動支保工は、連続桁に使用されるが、この場合、コンクリート連続桁の1径間ずつの区分は、径間の半だけ張り出した箇所とする。コンクリート打設時の可動支保工の後方支保は、すでに施工されたコンクリート桁の張り出し部に、横桁と吊材を利用して設け、前方は、橋脚に取り付けたブラケットで支持する。

それぞれ支保は、連動する油圧ジャッキが取り付けられていて、ジャッキを降下させることによって、支保工が下り、同時に型枠が離脱される。

なお第一北上川橋梁は単純桁であるので、支保工桁は前後とも橋脚ブラケットで支えられている。

下床版の型枠のうち、橋脚の支保部の中に相対する部分は、支保工桁移動の際には、下側に開くようになっている。この開閉作業は、送り桁先端に設置されているウインチにより行ない、ピンで固定する。

橋脚ブラケットは、橋脚側面にあらかじめ設けられた凹部内にはよりこむ支保金物で、鉛直力を支持し、左右ブラケットと、橋脚前後面の引張材で連続するようになっている。支保工桁移動時には、ブラケットを両側の支保工桁に吊り下げて運搬する。

移動中の支保工桁は、前方では、送り桁上を動く走行台車に載った門型ラーメンによって、後方では、施工されたコンクリート桁の上面を走行する台車上の横桁、その両側の吊材によって吊られる。

台車の駆動装置は、第一北上川橋梁の場合は電動モーターであるが、西ドイツでは油圧ジャッキを用いている。

中央の支保工桁兼送り桁は、桁の下面に張ったワイヤーを橋脚上のローラー台に固定したセンターホールジャッキで、たぐりよせ移動させる。

4. 作業と工程

(1) 可動支保工の組立：一般の橋梁の場合、橋谷の後方の取付け部で可動支保工の組立てを行って、通常の移動方法で、1ヶ所に送り出す方法があるが、1ヶ所上り橋梁のように、中間の橋脚部から施工が始まる場合は、次のような方法で組立てる。

まず10m程度の長さに分割して製作し、現場に搬入した送り桁を、地上にサンドルを組んで、4ブロックずつ前後2本の桁を組み上げる。これをクレーンを用いて、橋脚上にのせ、中央で接合して1本の送り桁にする。

同様に分割された支保工桁を、橋脚の左右で地上に組み上げ、外型枠も取付ける。

次に送り桁の上に前方台車、門型ラーメンを載せ、後方の橋脚に、後方横桁を載せ、それぞれに4本の吊材を取り付け、支保工桁前後左右4端を吊って、ジャッキを利用して引き上げる。4mほど吊上げたところで、橋脚ブラケットを支保工桁下に取り付け、さらに吊上げ、所定の高さでブラケットを橋脚に固定して、ブラケットで支保工桁を支持する。その後、高さ等の調整を行って組立てを完了する。

(2) 配筋・PCケーブルの組み立て：配筋は、加工した鉄筋をクレーンで外型枠内に吊込んで、その場所で組み立てる。当初鉄筋のブロック化も考えたが、前後左右の鉄筋の取合い、PCケーブルの端部や、当、スリッパ付近の鉄筋が、ブロック化するとかえって組みにくくなることから、その場所で配筋することにした。

PCケーブルは、1連前の桁上で加工したものを、トラスを用いてクレーンで吊込むようにしている。

(3) 内型枠：内型枠は木製であるが、クサビなどを用いて組み立て、解体が容易なように加工してある。

これをあらかじめ長さ7mの8ブロックに組みあげておき、下床版と腹部の配筋とPCケーブル配置終了後、クレーンによって吊りこむ。

(4) コンクリートの打ち込み：コンクリートの打ち込みは、

コンクリートポンプを用いて行っている。

地上からH鋼を用いてパイプを立ち上げ、スラブ中央に支持台を用いて配管し、先端から片押しで打設する。

コンクリートパイプの先端のホースは、移動台車に乗せ、配筋を乱さないように考慮している。

コンクリート表面の仕上げは、特殊フィニッシャーを用いて行っている。一般の養生にはトヨマフトを用いているが、冬期には、特別のおおいを設け、加熱養生をする。

(5) 緊張：プレストレスの導入は、1ヶ所上り橋梁の場合には、コンクリート打設後、4日目に行っている。（本橋の場合は余裕をとっているが、1日短縮可能と思われる。）PC工法としては、VSL工法を用いている。

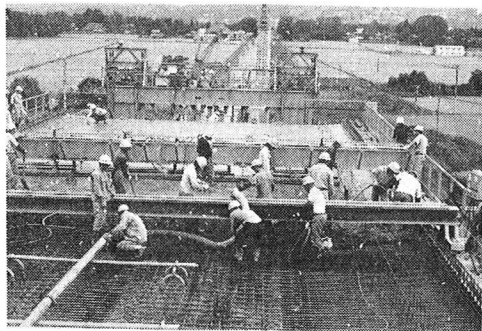
(6) 可動支保工の移動：2ヶ所のプレストレスを導入後、支保工桁、送り桁下のジャッキを約10cm降下して、外型枠の脱型を行なう。残りのプレストレスの導入と同時に作業で、支保工桁間の底型枠を開く。この作業は送り桁先端のウインチから送り桁内部を通したワイヤーを用いて行なう。

橋脚ブラケット上のジャッキのラムを下げることによって支保工桁の重量は、前方台車の垂直ジャッキと、後方の吊材の位置にあるジャッキで支持される。このような状態になったら、橋脚ブラケットを外側に移動させ、逆に支保工桁の下に吊り下げる。

前後のジャッキによって、支保工桁をさらに60cm降下した後、移動作業に入る。

前方は、送り桁上のレールの上を前方台車が走行し、後方は、出来上がったコンクリート桁の上にレールを敷いて、この上を、後方横桁をのせた2台の台車が走行する。

1径間分だけ前進し所定の位置に達したら、前方台車及び後方吊材のジャッキを60cm上げ、ブラケットを



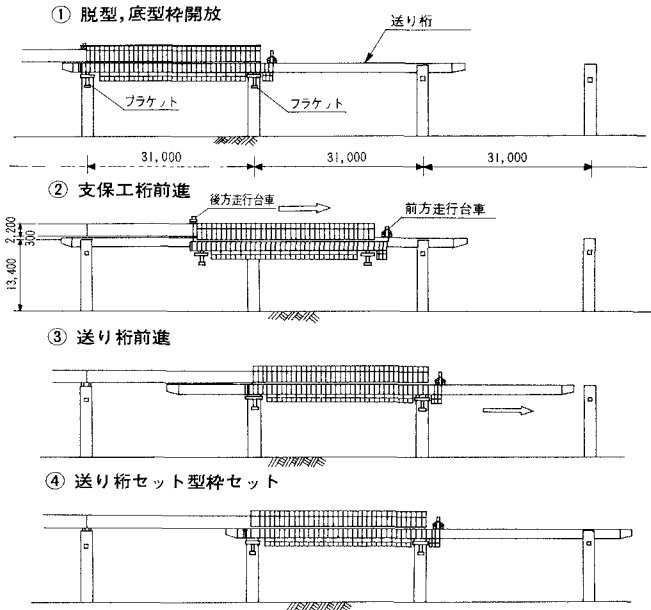
橋脚に固定し、この上のジャッキで支保工桁を支持する。

送り桁は、ジャッキダウンすると橋脚上のローラーの上に乗るようになっており、送り桁の下に配置してあるワイヤーをセンターホールでヤッキでたぐって移動させる。所定の位置に達したら、ジャッキで高さを調整する。

底型枠を閉じて 可動支保工の移動とセッットを終了する。

(7) 工程：

1径間の工程は、図のように2週間が標準である。ただし第1径間目の施工は約1ヶ月、2連目は25日 3連目は18日みり、4連目から標準サイクルに入った。1径間12日で施工した実績もあるが、1サイクル2週間にすれば日曜全休が可能である。



5. 可動支保工の利便と適用性

可動支保工は 前述のようにPC橋を施工するに当って一体化した支保工桁と型枠を用いて工期の短縮、仮設資材の転用による経済性を図るとともに 繰返し作業の連続によって省力化を図るなどを目的として開発されたものであり、構造上の変化が少なく、等径間で長い橋梁を施工する場合には特に効果的になる工法といえる。

一般にその適用支間は25～45m、また橋長は500m、20径間以上が望ましいと云える。

ただし 特=桁下高が大きい場所や、特殊な架設地災の場合では、もつと橋長の短かい場合でも、他の工法に比較して 経済的になることもある。

可動支保工を適用する場合の構造的な問題は、わが国のような地震国においては、西ドイツの例にみられるような20～30径間におよぶ多径間連続桁は適用できず、長い橋梁の場合まったく等径間にするには 何径間ごとみにゲルバーヒンジを設ける必要がある。このゲルバーヒンジの構造については、今後も十分研究しなければならない。

新幹線や高速道路では 高架橋が相当の延長あるが 今後労務費が増々高騰することを考えると、一般の高架橋についても、移動式支保工を適用することが有利であると考えられる。

この場合 標準設計としてすでにある型の高架橋は 移動式支保工を使用するのに適した構造と云えない。

今後 コンクリート桁そのものの構造と 施工方法を同時に考えて最も経済的な高架橋を設計することと、我々に与えられた課題がある。

