

大型・特殊移動作業車を用いた橋梁の施工

春日 昭夫*1・越智 俊文*2

1. はじめに

1958年に、わが国で初めて移動作業車を用いた張出し架設による橋梁、嵐山橋が完成した。それから半世紀、その実績は1600橋を超えている。この工法は、プレストレストコンクリート橋の張出し架設工法としては、最も幅広く使用されるものとなった。一方、近年PC橋の構造や架設方法が多様化し、移動作業車の機能も多岐にわたるようになってきた。とくに、その大型化はアーチの張出し施工の普及とともに著しい。また、特殊な移動作業車も、河川を跨ぐ橋梁の側径間部や幅員変化、張出し施工の省力化に対応したものなどにおいて、さまざまな工夫がなされている。

本稿は、大型・特殊移動作業車について今までの実績をまとめたものである。なお、最後に新しい形式の移動作業車にも言及する。

2. 大型移動作業車

現在使用されている移動作業車で一番大きなものは、打設コンクリートによる転倒モーメントに対して1フレームあたり5000kN・mの能力をもつ超大型と呼ばれているも

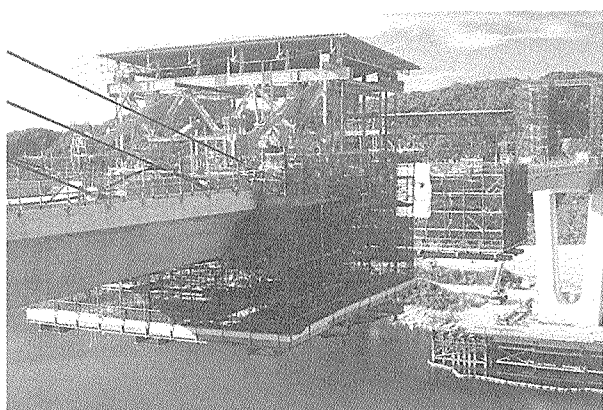
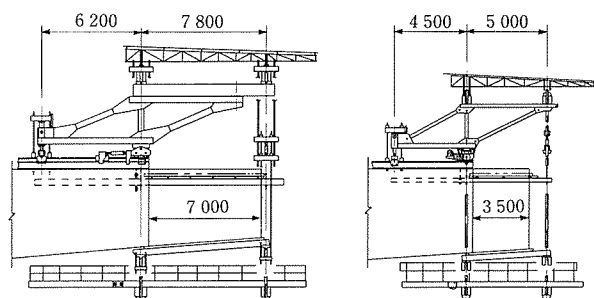


写真-1 超大型移動作業車



(a) 超大型移動作業車 (b) 一般型移動作業車

図-1 超大型と一般型移動作業車

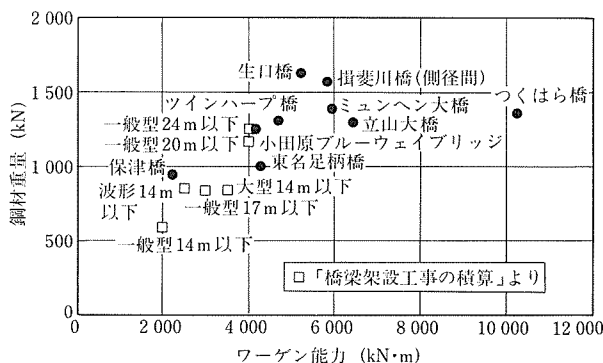
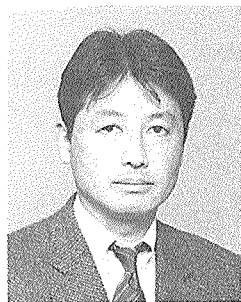


図-2 ワーゲン能力と鋼材重量の関係

のである。写真-1の左側が超大型移動作業車であるが、隣の一般型と呼ばれるものに対してすべての部材が2倍のサイズになっている(図-1)。また、図-2は、移動作業車の鋼材重量とその能力の関係を示したものである。ここで鋼材重量とは、足場や型枠などの機装を除いた重量のことである。図中□は「橋梁架設工事の積算」(社)日本建設機械化協会)に則った鋼材重量で、●は本稿で紹介する移動作業車のほかにいくつか特殊なものを示している。幅員や構造形式による違いはあるものの、架設作業車の鋼材重量は最大打設できるコンクリート重量のほぼ70%である。つくはら橋は、前方の作業台をほとんど設置しないという特殊な条件があったため実績から外れているが、本来なら2000kNくらいの鋼重である。

3. 特殊移動作業車

移動作業車は、通常の桁橋のみならず、アーチ橋や斜張橋など箱桁形状のものであれば、基本的にはどのような構造形式にでも適用できる。また、通常の桁橋において、幅員が変化したり主桁が分離する場合にでも対応可能である。ここでは、アーチ、斜張橋、あるいはプレキャスト工法の事例や、特殊な側径間施工に対応した事例、幅員変化



*1 Akio KASUGA
住友建設(株) PC設計部



*2 Toshifumi OCHI
住友建設(株) 機械部

に対応した事例，そして省力化に対応した事例などを紹介する。

3.1 構造に対応した移動作業車

(1) アーチリブの移動作業車

アーチリブの施工において他の構造と最も違う点は，部材が斜めになっているということである。そして，その度合いは各ブロックで毎回変化していく。しかしながら，移動作業車は水平に設置しなくてはならないので，通常に比べて余分な部材が必要になる。図-3にアーチリブの移動作業車の事例を示す。移動作業車のフレーム後部には，毎回変化する角度に対応した鉛直の部材があり，また，移動作

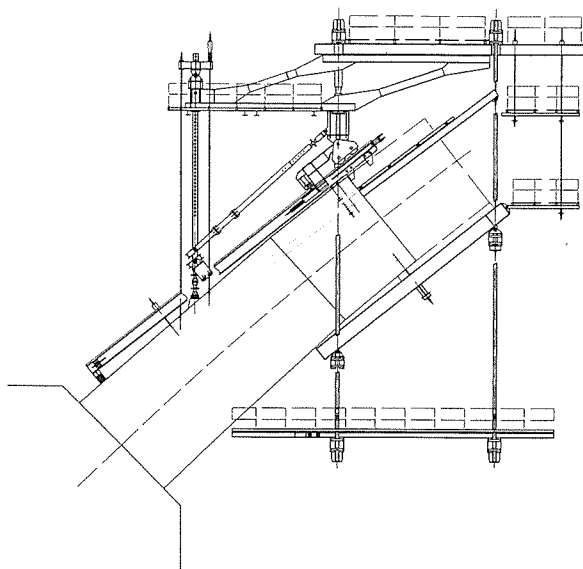


図-3 アーチリブの移動作業車

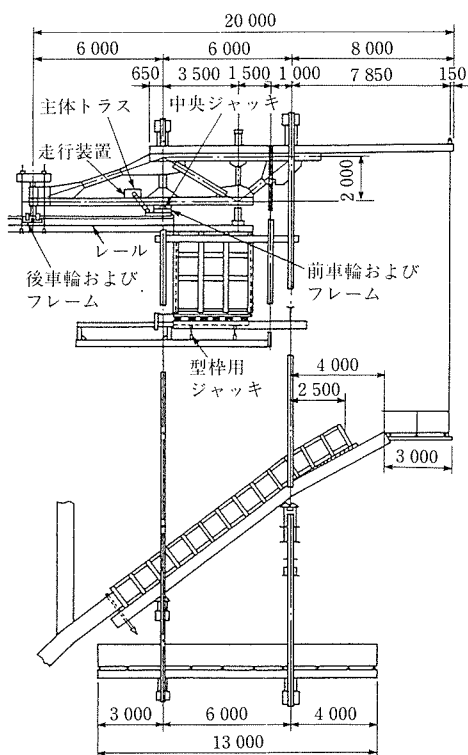


図-4 逆ランガーアーチの移動作業車

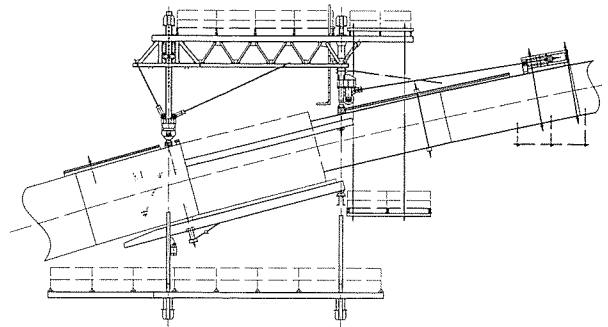


図-5 鋼メラン巻立て工法に対応した簡易移動作業車

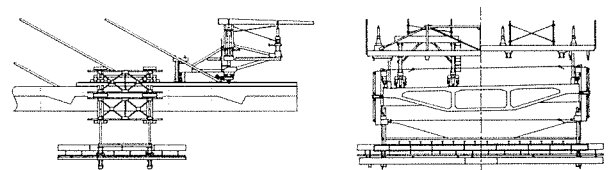


図-6 作業台後退機能を有した事例

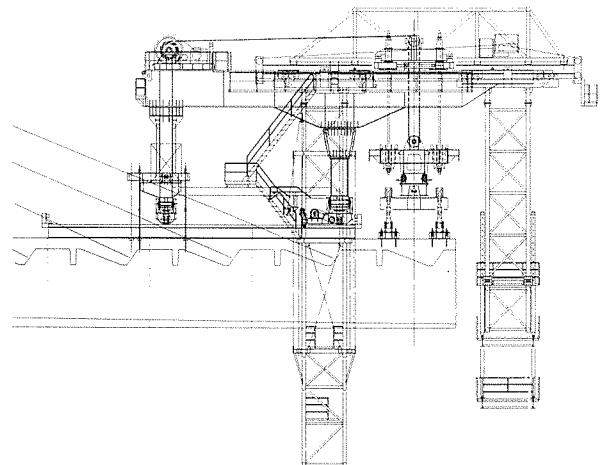


図-7 プレキャストセグメント工法の移動作業車

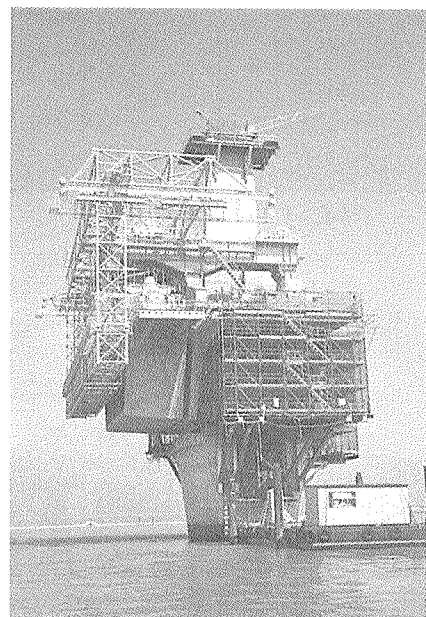


写真-2 プレキャストセグメント工法の移動作業車

業車が前進するための推進ジャッキがレールに組み込まれている。

図-4は、逆ランガータイプのアーチ橋に対応した移動作業車の事例である。このほかに、補剛桁とアーチリブを別々の移動作業車で架設するタイプもある。逆ランガールの場合、斜材で吊ってトラスを形成しながら架設する必要があるため、ローゼに比べて移動作業車が大がかりになる。

鋼製メランを先に架設して、その後コンクリートを巻き立てていく工法では、図-5のような4点支持の簡易移動作業車を使用される。先に紹介した移動作業車のように片持ち式ではないので、鋼材重量をかなり低減できる。

(2) 斜張橋の移動作業車後退機能

斜張橋の張出し施工は、架設地点の条件により移動作業車を張出し先端で解体できない場合がある。このときは移動作業車を後退させて解体するが、斜張橋は斜材があるのでそのままでは後退することができない。図-6に示す事例では、移動作業車の作業台をフレームと切り離して単独で後退させ、フレームの解体は橋面で行う。

(3) プレキャスト工法の移動作業車

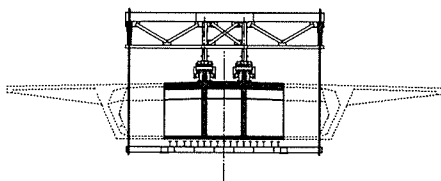
場所打ち工法に対して、プレキャスト部材を架設する移動作業車は、その前後の移動だけでなくセグメントを吊る、吊上げ装置が設置されている。図-7、写真-2に4000kNのプレキャストセグメントを架設する移動作業車の事例を示す。

3.2 特殊な側径間施工に対応した移動作業車

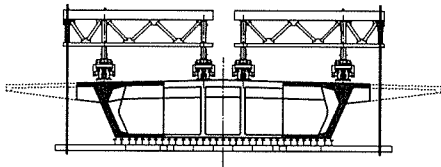
(1) 断面分割施工に対応した移動作業車

河川を跨ぐ橋梁の場合、側径間の施工において堤防などの条件から、架設構造物の設置に関して制約を受ける場合が多い。ここに示す事例は、仮支柱や支保工の設置ができないために、主桁の施工はアバット側から斜材を併用した

① 超大型架設作業車による場所打ちコアセグメント逆張出し架設



② 超大型架設作業車による場所打ちサイドセグメント張出し架設



③ プレキャストリブの架設および張出し床版場所打ち施工

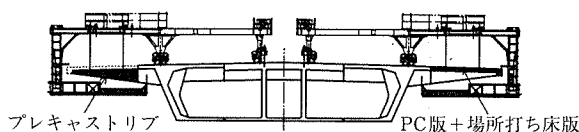


図-8 断面分割施工に対応した移動作業車

逆張出しによって行ったものである。しかし、33mの広幅員に対して一括施工すると、移動作業車が下の堤防道路の建築限界を侵してしまうため、断面を分割して施工を行っている(図-8)。また、この事例は等桁高であるために、型枠用と足場用の下方横梁を兼用することによって、建築限界を確保している。写真-3はアバット側からのコア断面逆張出しの状態である。桁連結後、逆張出しに用いた大型移動作業車を据え付け、両サイド断面の施工をアバット側に向かって行う(写真-4)。

海外では図-9に示すChandoline橋のように、張出し床版の施工において、フレームを橋軸直角方向に設置した移動作業車で行った事例もある。

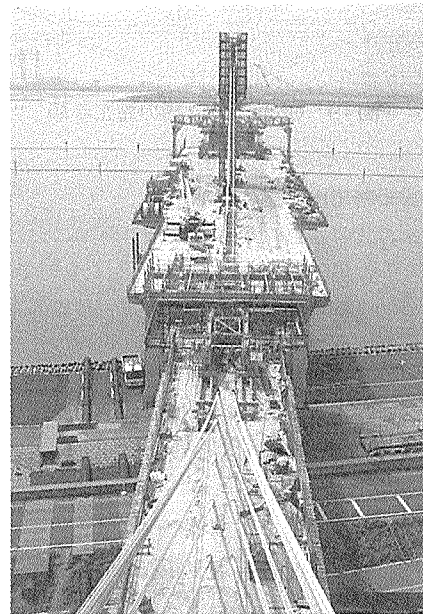


写真-3 コア断面張出し状況



写真-4 サイド断面張出し状況

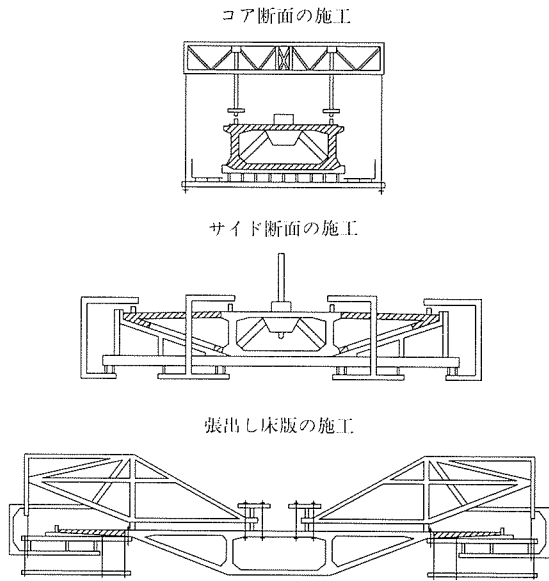


図-9 Chandoline 橋の施工手順

(2) 架設桁対応の移動作業車

この事例も先に示した事例と同様、河川における側径間の施工で堤防周りを使用しないで架設したものである。図-10に示すように、架設桁から吊り下げた移動作業車によって主桁を施工するが、施工された桁重量の半分は架設桁に作用する。

3.3 幅員変化に対応した移動作業車

移動作業車を用いる橋梁の架設において、幅員が変化することはよくあることである。その変化量が小さい場合

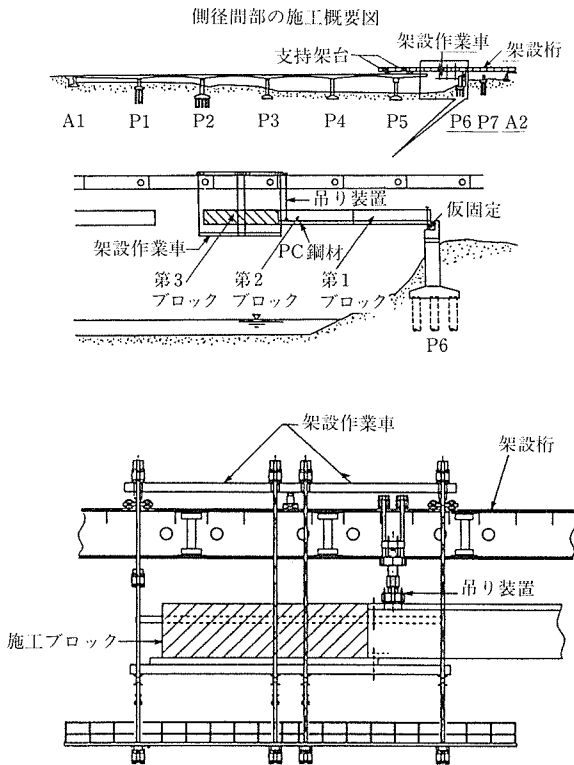


図-10 架設桁対応の移動作業車

は、張出し床版の長さを調節することで対応できるが、大きい場合は、ウェブ間隔が変化することになる。その結果ウェブ上に設置する移動作業車のフレームも、施工に伴い橋軸直角方向に移動する必要がある。図-11、写真-5に内ウェブの間隔が変化する事例を示す。この場合は外ウェブと内ウェブの間隔を一定にしているが、フレームの横移動を伴う場合は設計時にこのような配慮が必要である。

移動作業車が前進し、同時にフレームが横方向にシフトしていく作業は、移動作業車に組み込まれたインバーター制御盤によって自動的かつスムーズに行える。そして、移動量が変わる場合はそのつど調整することも可能である。

3.4 省力化に対応した移動作業車

(1) プレハブ鉄筋に対応した移動作業車

張出し施工の省力化は、これまでさまざまな試みが行われてきた。その一つに主桁鉄筋のプレハブ化がある。ここに示す事例は、140 kNのプレハブ鉄筋を移動作業車に取り付けた吊上げ装置で吊り込み、その後に型枠や足場を設置するものである。そのためには図-12に示すように、外型

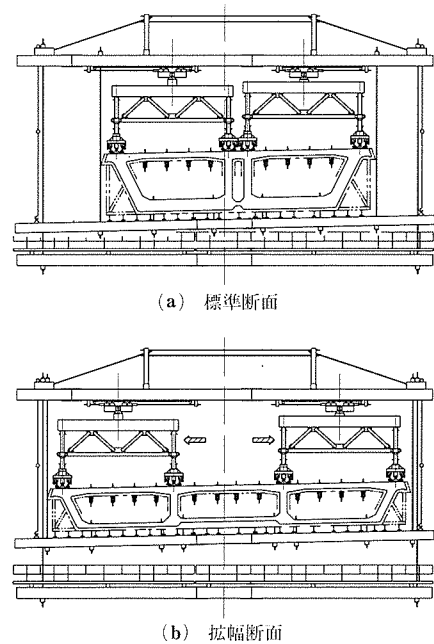


図-11 幅員変化に対応した移動作業車

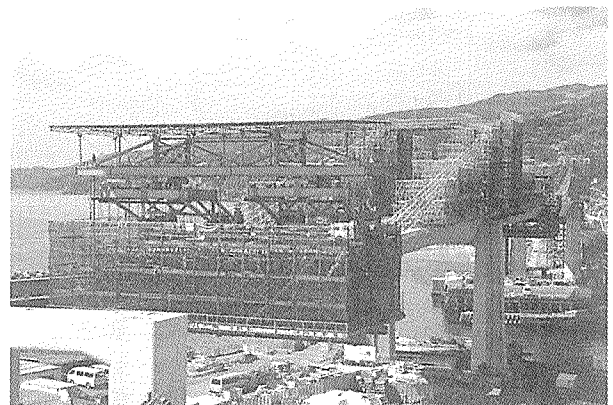


写真-5 幅員変化に対応した事例

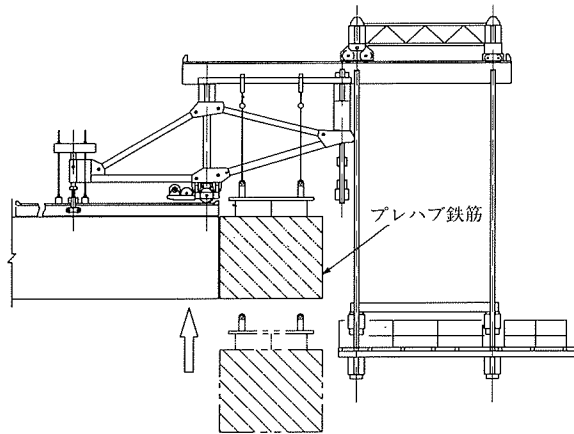


図-12 プレハブ鉄筋に対応した移動作業車

枠と足場を一度移動作業車の前方で吊る機能を追加する必要がある。したがって、フレームの上に大きな梁を設置して、吊材ごと前後に移動できるように対処している。

(2) 斜張橋の内枠省力化に対応した移動作業車

斜張橋は斜材位置に横桁が配置されている場合が多い。そして、斜材間隔が移動作業車の施工範囲を超えると、横桁のあるブロックと、ないブロックが交互にできることになる。この場合、移動作業車に吊られている内型枠をどう処理するかが、施工の省力化を目指すうえで重要になる。

図-13に示す事例は、横桁のないブロックに使う内型枠を横桁のあるブロック施工時に移動作業車の外で吊って、内型枠の組立の手間を省こうとするものである。この場合も先の事例と同様、内型枠を吊る梁を移動作業車の上部に取り付けている。

3.5 新しい形式の移動作業車

(1) 下支え式移動作業車

わが国の移動作業車は、そのフレームを橋面上に取り付ける。一方、海外ではフレームを桁の下方に取り付ける場合が多い。この下支え式移動作業車は、とくに斜張橋のように斜材を橋面上で架設するときに障害物がないので作業性が良い。しかし、一方でわが国のように雨が深い地域では、従来の屋根がある方式が便利であるとも言える。図-14に下支え式移動作業車の一例を示す。この例はフレームをウェブの外側に配置し、移動作業車の反力を張出し床版付け根でとるタイプであるが、下床版の下側に配置することも可能である。

(2) 柱頭部施工に対応可能な移動作業車

桁橋の張出し施工を行う場合は、まず移動作業車の発進を行う柱頭部を施工する。通常この柱頭部はブラケットなどの支保工により施工するが、張出し施工に移るまでに大がかりな段取替えとなるため、柱頭部に3ヵ月～4ヵ月を要する。図-15に示す例は、下支え式移動作業車のフレーム

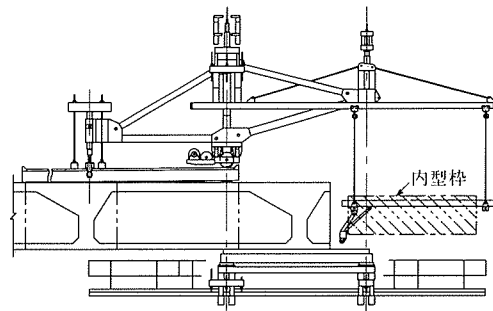


図-13 内型枠省力化に対応した移動作業車

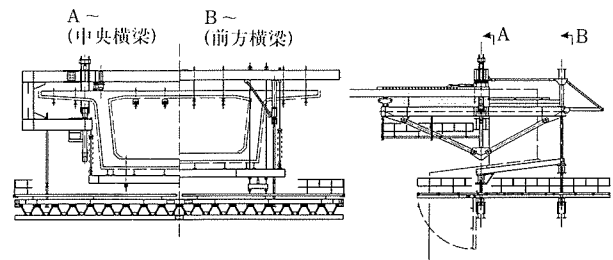


図-14 下支え式移動作業車

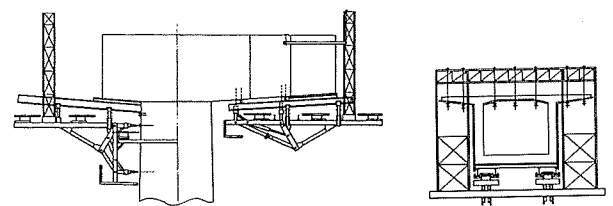


図-15 柱頭部施工に対応可能な移動作業車

を柱頭部の施工時にブラケットとして兼用できるもので、柱頭部施工の省力化を目指すために考え出されたものである。

4. おわりに

移動作業車は、張出し架設がわが国に導入されてから、基本的にその構造は変わっていない。そして、以前はブロック長5mの施工能力がある大型までしか積算基準に掲載されておらず、機器の保有も一般型が最も多かった。そのような状況は基本的には現在もそれほど変わらないが、ここに述べたように移動作業車に対する要求が多様化することで、大型化する傾向にある。

大型化する移動作業車に求められる最大の要求性能は、その軽量化である。斜張橋やアーチのように、移動作業車の重量が桁の架設時補強量に直接影響する場合など、今後この課題をいかに克服していくかが重要である。架設機器は部材の応力度だけでなく、たわみ制限から鋼材の断面積が必要になることもある。したがって、高張力鋼を使えばすむという問題ではないが、更なる工夫や根本的な発想の転換が期待される分野でもあると言える。

【2002年2月7日受付】