

新規製作機材および新型架設機の紹介

土木本部 PC土木統括部 阿部好則

概要：前回の「特殊施工機材」に引き続き、今回は平成15年度に新規製作したTRJガーダー、基礎工事のPCウェル施工用マルチアーム型拡翼岩盤掘削ビット、最近使用される機会の増えている新型架設機(PSKシリーズ)の紹介をする。

Key Words：TRJガーダー、マルチアーム型拡翼岩盤掘削ビット、新型架設機

1. TRJ(テンションロッド式ジョイント)ガーダー

(1) 開発の経緯

コンホ橋・少主桁等大自重主桁の橋梁の普及により、架設時桁引き出し用ガーダーの能力も大きくなり、従来H1.9mの2主鈹桁のガーダーで施工を行っていたものが、H1.9mのボックスガーダー以上の能力のガーダーを使用することが増えてきた。しかし、H1.9mのボックスガーダーの保有数量は少なく、結果として、能力の過大なH2.1mのボックスガーダーで施工をおこなっている。

PSK社所有のガーダーの各ブロックのジョイントはせん断ボルトによる添接であり、1ジョイントの使用添接ボルトはH1.9mの2主鈹桁で104本、H1.9mのボックスガーダーで206本の締結を行われなければならない。しかし、これは現場での組立・解体作業だけではなく、機材センターでのボルトおよび添接板の整備等の管理にも手間がかかっている。

そこで今回、上記のH1.9mのボックスガーダーと同程度の2主鈹桁と、添接方法もボルトおよび添接板を使用しないガーダーの開発および製作を行った。

(2) TRJガーダーの仕様

a) 構造

ガーダー本体 (図-1 参照)

- ・ 本体ブロックジョイント部の曲げモーメントによる応力を、テンションロッドの軸力で抵抗する形式を新規に採用した。
- ・ 本体ブロックジョイント部のせん断力による応力をウェブに設けたせん断キーで受ける形式を新規に採用した。
- ・ ガーダー本体の構造は2主鈹桁とし、従来のラメンプレート方式により組み立てて1ブロックとした。

手延機 (図-2 参照)

- ・ 手延ベブロックのジョイントは、従来のせん断型テーパピン方式とした。
- ・ 手延機の構造は、従来のトラス形式とした。

b) TRJガーダーの製作仕様

設計条件

表-1 設計条件

荷 重	650kN
支 間	50.0m
桁 高	2.1m
レールゲージ	1.127m



阿部好則

現在の保有数量

1) ガーダー本体

表-2 ガーダー本体保有数量

G ₁ ~ G ₅ (L= 8 m)	5 ブロック
G ₆ (L= 4 m)	1 ブロック
G ₇ (L= 3 m)	1 ブロック
G ₈ (L= 2 m)	1 ブロック

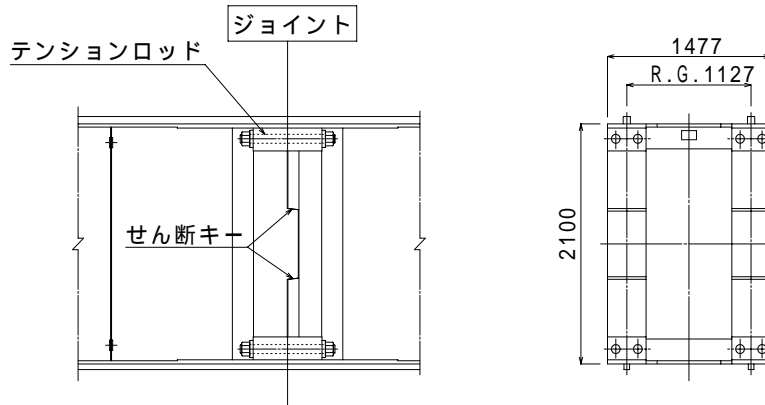
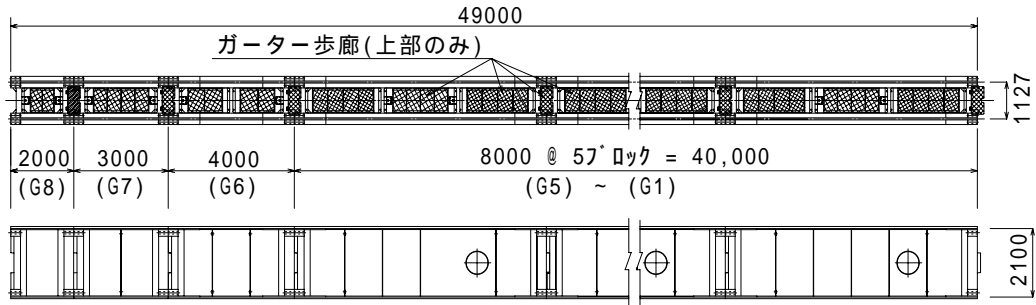


図-1 本体ブロック



写真-1 TRJ ジョイント締結状況

2) 手延機

表-3 手延機保有数量

T ₁ (L= 8 m)	1 ブロック
T ₂ (L= 8 m)	1 ブロック
T ₃ (L= 8 m)	1 ブロック
T ₄ (L= 4 m)	1 ブロック
T ₅ (L= 8 m)	1 ブロック

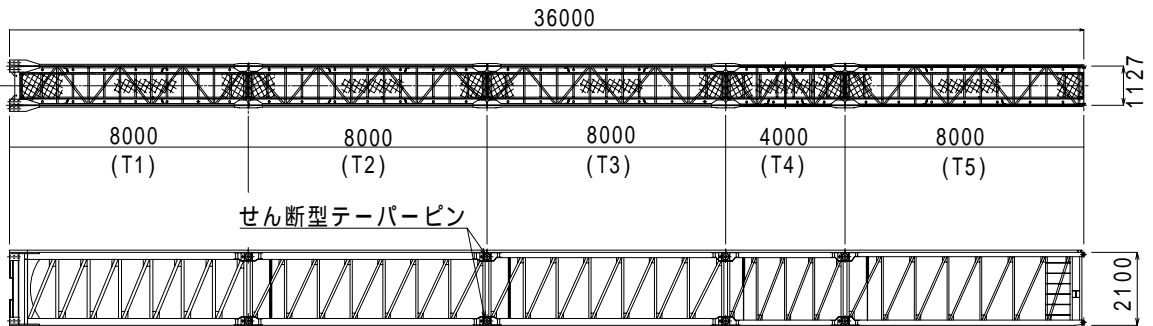


図-2 手延機

(3) TRJ ガーターの組立

ガーターの組立は、通常の送り出しローラー、角材等を使用し 1 ブロック毎に組み立てる。TRJ ガーターの本体ブロックのジョイントは、一カ所当たり 8 本のテンションロッドを使用し締結する。締結には、図-3 の様な専用ジャッキとスパナを使用し、テンションロッドに所定の軸力を与える。

手延機は、ジョイント部にせん断型テーパピンを差し込み、スパナ等で締結する(図-2 参照)。

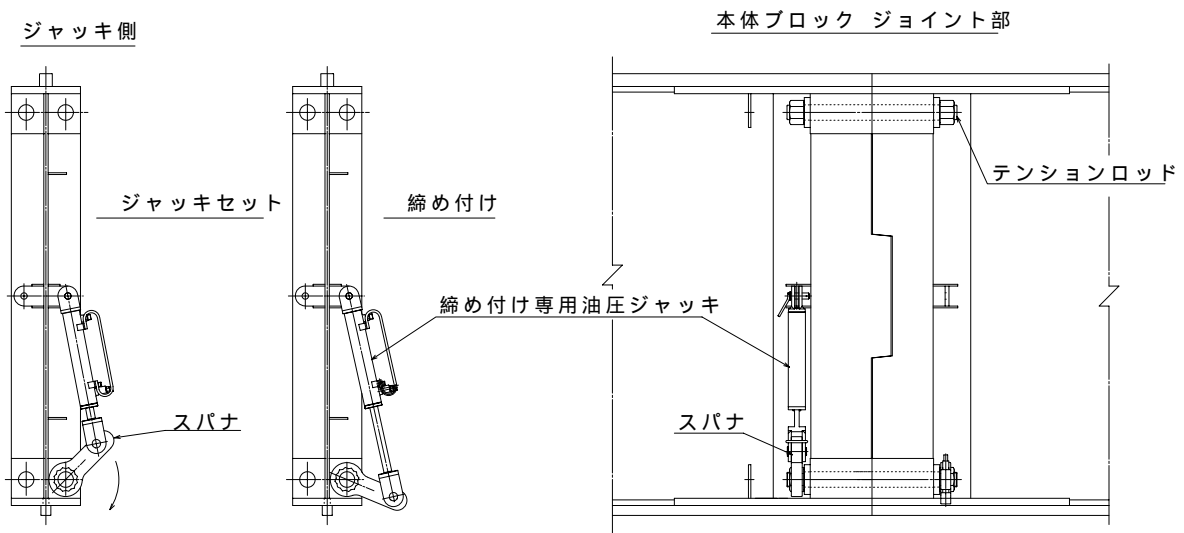


図-3 テンションロッド締結装置

(4) まとめ

TRJ ガーターの载荷試験を平成 15 年 6 月 19 日(木)に、各支店機電グループ(GL およびグループ員各 1 名)立会いで行い、たわみおよび各点の応力度等理論値と一致し良い結果が得られた。現在は、専用ジャッキおよびスパナによる締結時に騒音を発生しない利点を生かし、騒音が問題となる地域等での使用を VE に提案している。

2. マルチアーム型拡翼岩盤掘削ビット

(1) 開発の経緯

PC ウェル圧入工法とは、PC ウェルのブロックを1ブロックずつ組立ながら、地中へ圧入装置により押し下げて施工する工法で、ハンマクラブによりPC ウェルの内側の土砂を排出し先端抵抗を小さくし、圧入装置により周面摩擦を切ってPC ウェルを埋設する。また、土質が軟らかくPC ウェルを支持できない時には、支持圧入装置を使用する。硬質岩盤層では、ハンマクラブによる掘削が出来ないため、前もって全回転型オールケーシング掘削機で掘削し、地盤を砂で置き換えその後圧入する方法があるが工事費が増えるため採用されにくい。最近 PC ウェル圧入工法の普及拡大のため硬質岩盤層対応の施工設備の要望が多く、今回硬質岩盤掘削用のマルチアーム型拡翼岩盤掘削ビットの開発および製作を行った。

(2) 施工設備の構造

硬質岩盤掘削装置は、既存の全回転型オールケーシング掘削機の先端に新規製作したマルチアーム型拡翼岩盤掘削ビットを取り付けて岩盤の先行掘削を行う。掘削に必要な回転力および圧入力は、全回転型オールケーシング掘削機の機構で行い、マルチアーム型拡翼岩盤掘削ビットには拡翼ビットの開閉用油圧ジャッキおよび油圧ポンプ関係の機器が装置されている。



写真-2 装置の試験状況

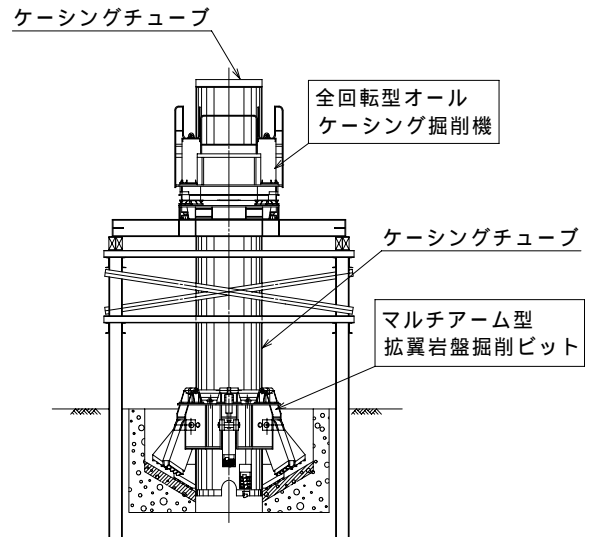


図-4 装置の構造概要

表-4 全回転型オールケーシング掘削機

形 式	S R2000 回転式ケーシング圧入機(定置式)
掘削トルク	0 ~ 2,049 KN-M
掘削回転数	0 ~ 2.5 rpm
ケーシング引抜きストローク	1,000 mm
本体重量	35.4 ton

表-5 マルチアーム型拡翼岩盤掘削ビット

掘削径	3,300 ~ 5,050 mm
対応岩盤強度	$q_u = 50 \text{ N/mm}^2$
カッター形式	脱着式
掘削能力	$L_v < 30 \text{ cm/h} (q_u = 20 \text{ N/mm}^2)$

a) マルチアーム型拡翼岩盤掘削ビット

拡翼ビット(図-5)には、固定の A ビット、中間拡翼用の B ビットと最大拡翼用の C ビットがガイドケーシング外周のブラケットにピンで取付られている。BC ビットは、拡翼ビット開閉用シリンダーを各々装備している。

拡翼ビットは、掘削ビットとスイングアームから構成され、その開度は油圧シリンダーのストロークと、ブラケットに取付られているストッパーにより調整する。

拡翼ビット開閉油圧ユニット(写真-7)は、外部からの電源の供給が難しいためエンジン式油圧ポンプとし、無線により拡翼ビット開閉用シリンダーの制御を行う。

表-6 マルチアーム型拡翼岩盤掘削ビットの仕様

名 称	マルチアーム型拡翼岩盤掘削ビット
形 式	2,000mmケーシング先端取付型
掘 削 径	3,300 ~ 5,050mm
	・ A ビット(3組) = 3,300mm (固定式)
	・ B ビット(3組) = 3,300 ~ 4,340mm (拡翼式)
	・ C ビット(3組) = 4,350 ~ 5,050mm (拡翼式)
対応岩盤強度	$q_u = 50 \text{ N/mm}^2$
最大掘削トルク	2,000 KN-M
掘 削 能 力	$L_v < 30 \text{ cm/h} (q_u = 20 \text{ N/mm}^2)$
カッター形式	着脱式カッター
自 重	32 ton

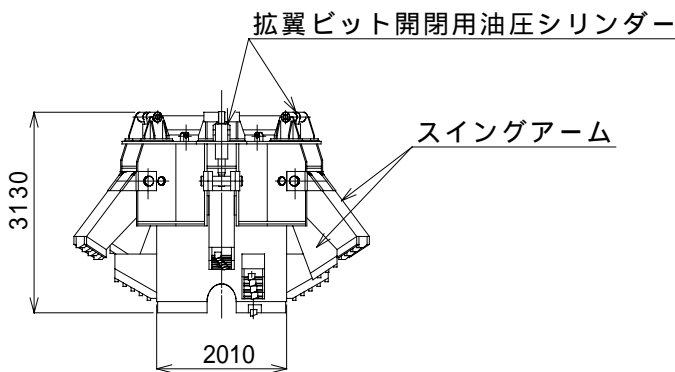


写真-3 掘削ビット閉状態

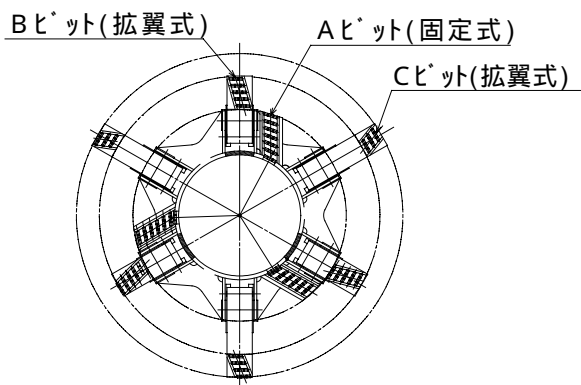


写真-4 掘削ビット全開状態

図-5 マルチアーム型拡翼岩盤掘削ビット



写真-5 掘削状況



写真-6 掘削終了



写真-7 拡翼ビット開閉用油圧

b) マルチアーム型拡翼岩盤掘削ビットを使用した施工概要

マルチアーム型拡翼岩盤掘削ビットを用いて、支持地盤の硬質岩盤に岩着するPCウェルの施工について下説明する。

図中(1)掘削について

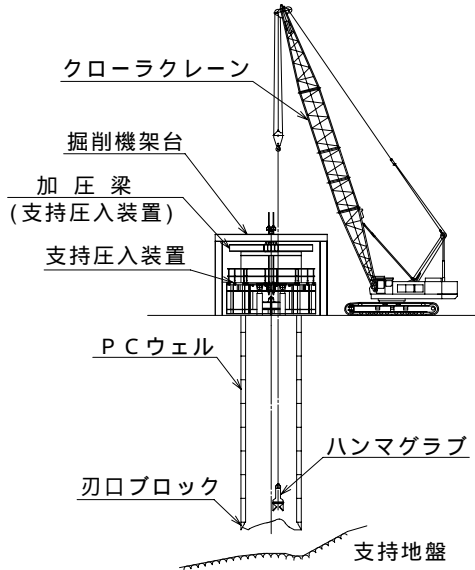
- ・ 現場の所定の位置に支持圧入装置を据え付け、アースアンカーと連結し固定する。
- ・ 岩着時に、マルチアーム型拡翼岩盤掘削ビットを使用するため、前もって全回転型オールケーシング掘削機用の掘削架台を組立てる。
- ・ PCウェルの最下段のブロックに刃口ブロックを取付け、支持圧入装置の所定の位置へ架設し、加圧梁を取付け固定する。
- ・ 加圧梁を介して、PCウェルの圧入を開始する。圧入終了後、次のブロックを組立て圧入作業を継続する。
- ・ 上記作業を繰り返し、施工を行う。初期の圧入作業PCウェルの方向性が決まるので、特に注意して圧入作業を行う。
- ・ PCウェル内の土砂は、随時ハンマグラブで排出する。

図中(2)岩盤掘削について

- ・ PCウェルの圧入が支持地盤付近まで進んだ段階で、段取り替えを行う。
- ・ 前もって組立られた掘削機架台に全回転オールケーシング掘削機を取付け、ケーシングチューブを継ぎ足しながら、支持地盤の硬質岩盤まで先行掘削を行う。この先行掘削孔は、マルチアーム型拡翼岩盤ビットの掘削土の一時集積場となる。先行掘削終了後、ケーシングチューブを一度引き上げる。
- ・ ケーシングチューブの先端にマルチアーム型拡翼岩盤掘削ビットを連結し、ケーシングチューブを随時継ぎ足して、全回転オールケーシング掘削機によりマルチアーム型拡翼岩盤掘削ビットを、掘削開始位置まで吊り降ろす。

- ・ マルチアーム型拡翼岩盤掘削ビットの油圧シリンダーにより、掘削ビットを拡翼させ、全回転オールケーシング掘削機を作動させ掘削を行う。
- ・ 掘削土は、ハンマグラブによりケーシングチューブ内を通り随時排出する。
- ・ 計画深さまでPCウェルのブロックの組立と岩盤掘削作業を継続する。
- ・ PCウェル施工終了後、機材の解体・撤去を行う。

(1) 掘削



(2) 岩盤掘削

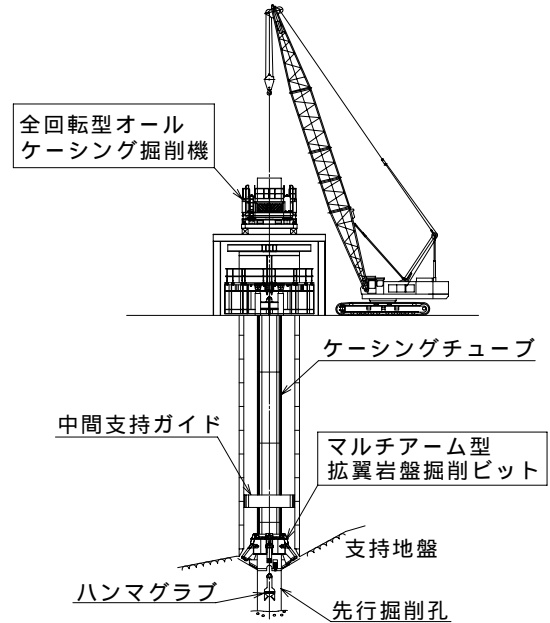


図-6 岩盤掘削ビットを使用した施工

3. 新型架設機(特許取得済)

新型架設機は、当社で開発、所有している PSK 型架設装置の総称で、今回は代表的な PSK08 と PSK12 の紹介を行う。

新型架設機は、架設工法の分類でプレキャスト桁架設工法の中の架設桁架設工法とクレーン架設工法の中の定置式門型クレーン工法の利点を合わせ持っている。従来の架設桁架設工法の一組桁・二組桁架設工法では、桁引き出し時架設桁(架設ガーター)の下面を通し(下路式架設)所定の位置へ移動させる。桁引き出し後、桁横取り装置で受け替え横移動により架設地点へ据え付ける工法である。

新型架設機は、桁引き出しまでは従来の架設桁架設工法と同じであるが、桁引き出し後架設機全体が架設地点へ横移動し桁を据え付けることができる。これは、桁の引き出しと桁の横移動による据え付け作業が、別装置を必要とする従来の架設桁架設工法と比べると、施工性および安全性が著しく向上した工法である。

当社では、上記のような架設時の動きを特徴とする架設機を新型架設機と総称し、PSK08 は 80ton 桁用で PSK12 は 120ton 用の架設機である。



写真-8 PSK12 組立完了状況

(1) PSK12(120ton 桁架設用)

図-7 より架設装置の構成は、従来の二組桁架設と同様に左右に手延べ機と架設ガーターを装備しているが、手延べ機はガーターアタッチメント前方に固定され、架設ガーターはガーターアタッチメントの後方に取り付けられアタッチメントに対して上下する構造となっている。組立時、手延べ機と架設ガーターは同一面上で組立られ、移動する前にガーターアタッチメントを下げ図-7 の様な状態で移動する。このため、手延べ機は低い位置で送り出しローラーを使用し移動させることができ、ベント等は必要としない。装置全体の移動は、後方横行装置上に装置されている送り出しローラーと桁引き出し用の自走台車により図-7 の状態で行う。移動後、前方の送り出しローラーと前方横行台車を置

き換えて作業を終了する。

架設は、自走台車と従走台車により軌条上を引き出された桁の先端が、前方桁吊り装置の位置へ移動した時点で前方吊り装置により桁先端を吊り上げる。その後、前方桁吊り装置と台車で桁引き出し作業を継続し、桁の後方が後方桁吊り装置の位置へ引き出され時点で、後方吊り装置で桁の後端を吊り上げる。桁は、前後方吊り装置により所定の架設径間へ架設ガーター上を引き出す。

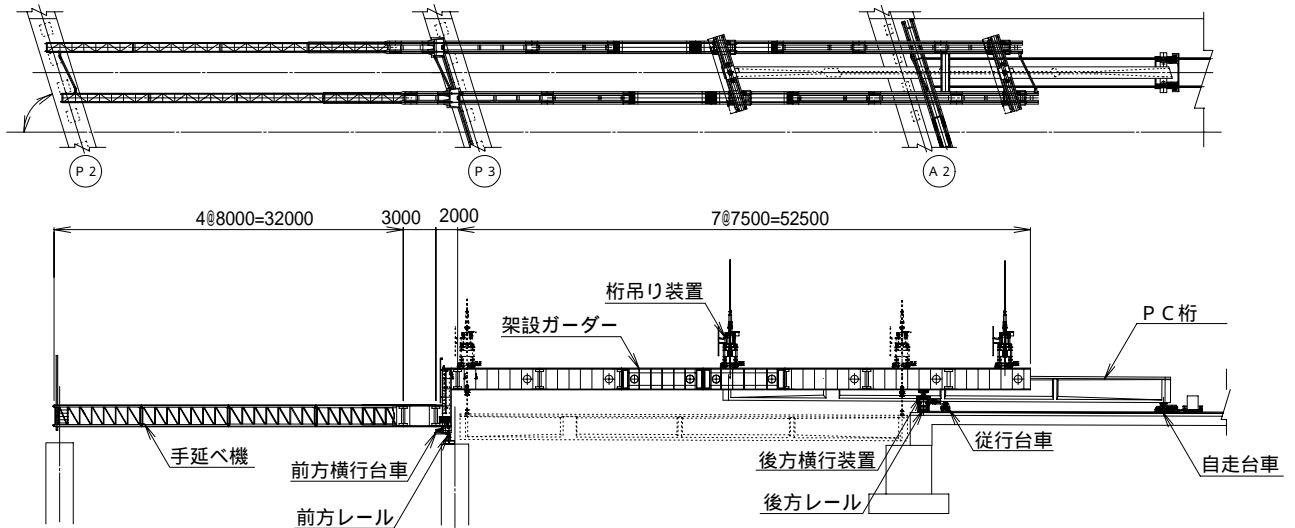


図-7 PSK12 全体図

桁引き出し終了後、前方・後方横行台車により新型架設機全体を桁架設位置まで横取りする。図-8より横行台車の車輪部は、ピン接合により前方は上部のガーターアタッチメント、後方は台車にとり付けられているため横行レールの据え付け方向に自動的に回転しレール上を横移動する。パチ桁(前後の斜角が異なり一本毎の桁長さが違う桁)の架設を行う場合、横行する新型架設機の前後の横行装置は横行レールに追従して移動しながら、後方横行装置上の送り出しローラーにより自動的にスパンを変化させて対応する(図-9 参照)。

耳桁(両外側の桁)架設は、図-8 のように横取り時に一度桁を降ろし片側のガーターに吊り替えて横取りし据え付けを行う。

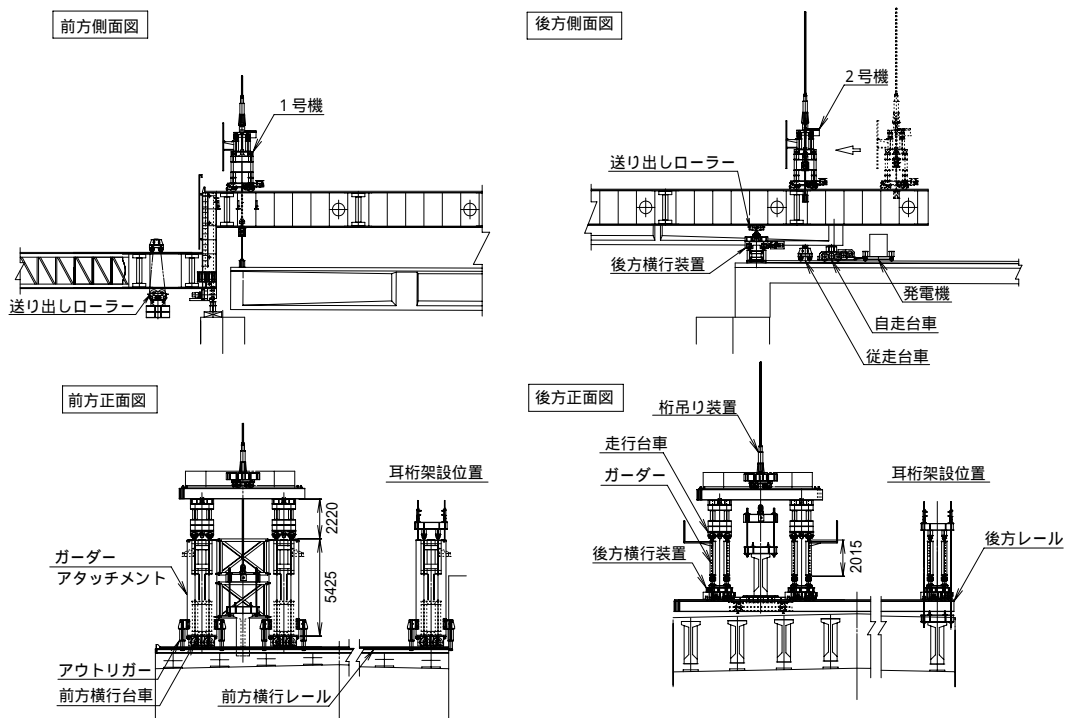


図-8 PSK12 前後方横行装置組立図

(2) PSK08 (80ton 桁架設用)

図-9, 10 より, PSK08 は, 一組の架設ガーダーにガーダーアタッチメント, 前後横行装置を装備させ, PSK12 と同様に桁引き出し作業と横取り架設作業を継続して行ことができるようにした架設機である. PSK08 は, PSK12 と異なり組桁であるため, 桁引き出し時に後方ベントで架設ガーダーを盛り換え, 後方横行台車を移動させて桁の引き込むための空間を作り, 桁の引き出しと架設ガーダーへの桁の盛り換えが終了した後, 後方横行台車を定位置へ戻し架設機により横取りを行う構造となっている.

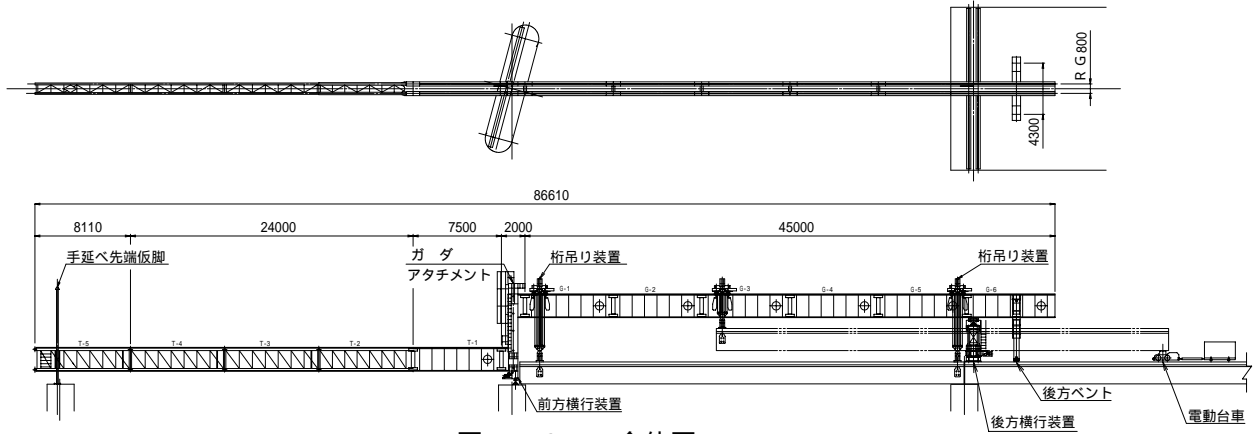


図-9 PSK08 全体図

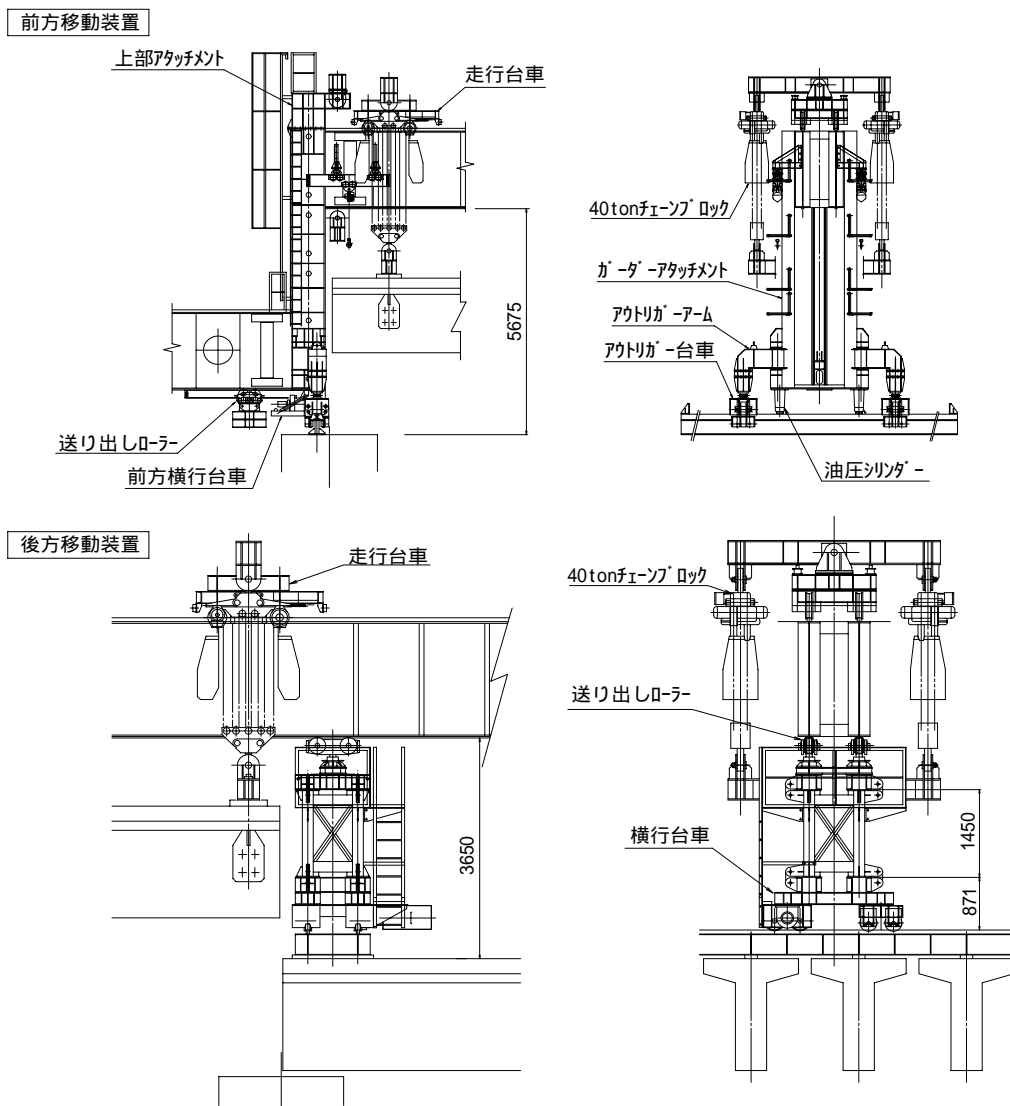


図-10 PSK08 前後方横行装置組立図

4. おわりに

今回紹介した新規製作機材, TRJ ガーターは, 締結ボルトおよび添接板を無くし, 現場の作業工数の低減および機材センターでの管理の省力化のために開発し, ランニングコストを下げると同時にイニシャルコストである製作費もおさえた設計とした。さらに, テンションロッドの締め付け装置は, 騒音を発生しないため音に敏感な場所での使用に最適である。

マルチアーム型拡翼岩盤掘削ビットの開発は, PC ウェル施工で不可能とされていた岩盤層での施工を可能にし, 市場の拡大を図ると思われる。

所有機材で紹介した新型架設機は, 組立完了時点で独立した架設機となり, 架設時の外部からの控えワイヤー等の取付を必要としない。また, 橋軸方向の移動は送り出しローラーと自走台車, 架設時の横行は前後方横行装置により自走するため, 熟練工を必要としない架設機であり今後頻繁に使用されると思われる。

現場施工や事務所で現場の計画をしている方は, 機材の条件, 現場の状況を各支店の機電グループへ説明し, 必要な機材の選定を行って下さい。