

大桂大橋の施工

——押出し工法（TNC 工法）——

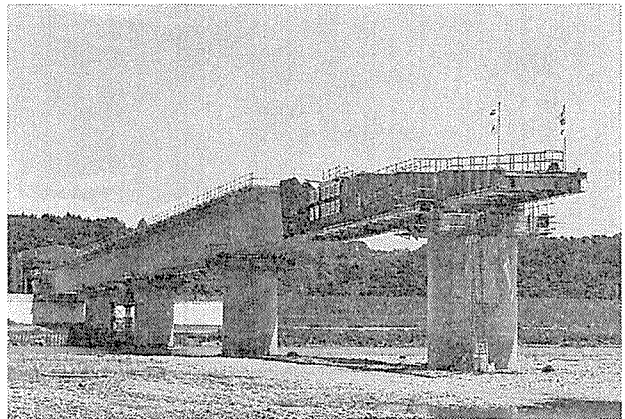
大	津	勇	重*
飯	村	士	津雄**
成	田	正	則†
武	者	浩	透††

1. はじめに

広域営農団地農道整備事業（笠間地区）は、農生産物流通活動の基幹となる農道を整備する事業であり、起点を 県道宇都宮・笠間線（笠間市箱田地先）、終点を 国道 118 号線（大宮町上大賀地先）においている（図—1）。本事業は、昭和 54 年度に着工され受益面積約 1 万ヘクタール、受益戸数約 1 万戸、総事業量（路線延長）21 301 m の規模を有している。

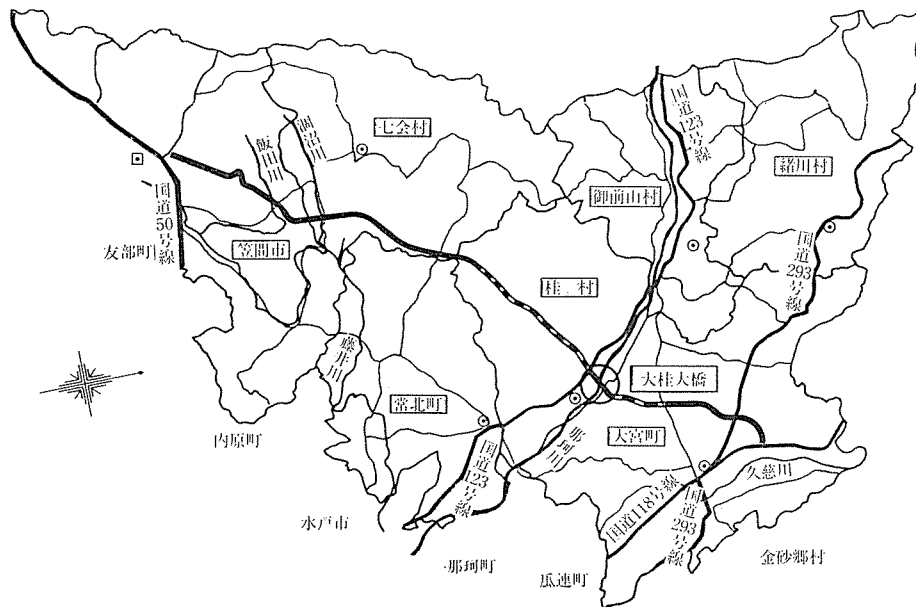
大桂大橋は、この農道ルート上に位置し、大宮町と桂村を結んで那珂川を横断する総幅員 10.5 m、桁高 4.2 m、橋長 406.0 m のプレストレストコンクリート道路橋である（写真—1）。

本橋梁の架設工法としては、地形条件（河川上）、橋



写真—1 押出し施工中の大桂大橋

長・径間（中規模）等の諸条件と経済性の観点から、押出し工法を採用した。また本橋梁は、4 径間連続桁と 3



図—1 位置図

* Yuhjuh OHTSU : 茨城県水戸土地改良事務所工務第 2 課長
 ** Shizuo IIMURA : 茨城県水戸土地改良事務所工務第 2 係長
 † Masanori NARITA : 大成建設（株）大桂作業所所長
 †† Hiroyuki MUSHA : 大成建設（株）土木設計部

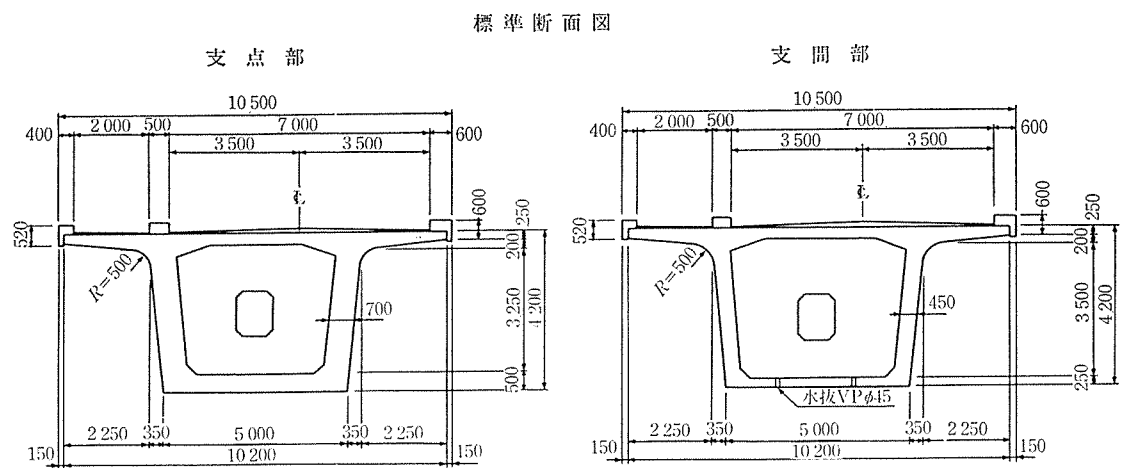
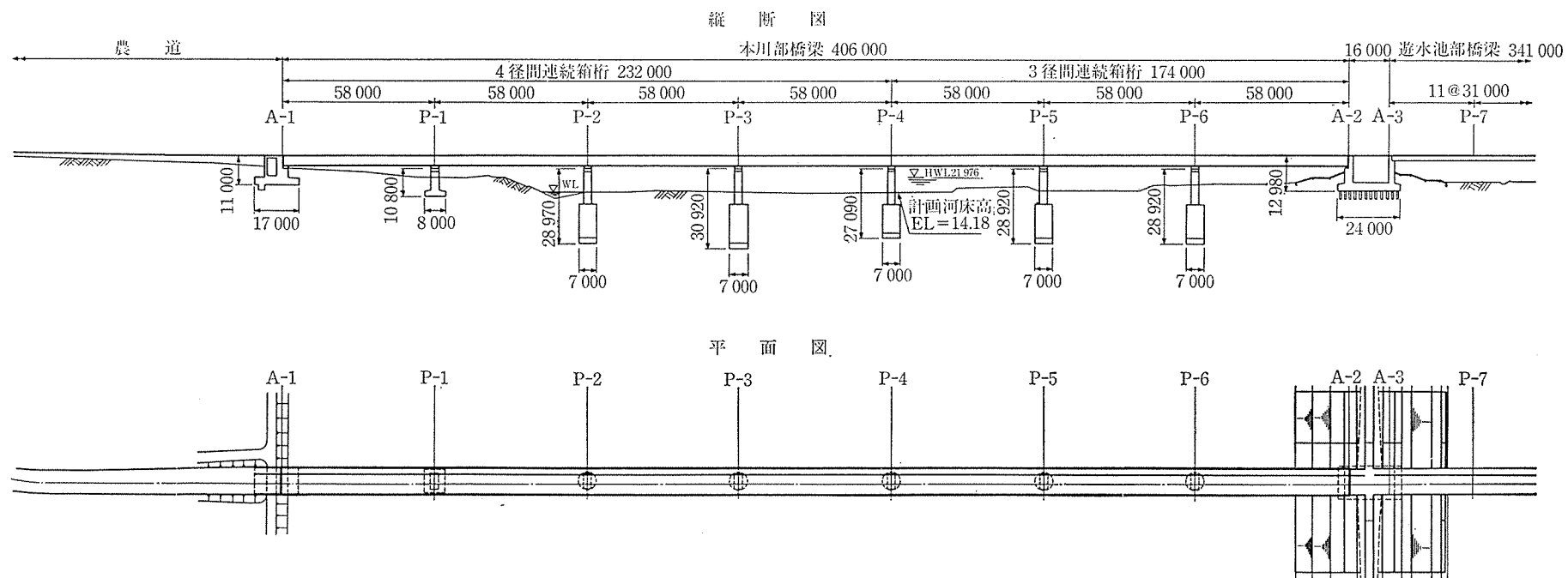


図-2 全体一般図

◇工事報告◇

径間連続桁の2連よりなるが、押出しは2連の連続桁を仮結合して大宮町側より一括して行い、桁押出し完了後、桁切離しを行って2連の連続桁を完成させた。

本橋の施工の特徴として下記の項目が挙げられる。

- ① 押出し架設時のPC工法として、通常の鋼棒方式と異なるTNC工法を採用した。
- ② TNCシースの新しい製作工法を開発した。

2. 工事概要

本橋は図—1に示すように那珂川を横断し、大宮町と桂村を結ぶ地点に架設されている。図—2に全体一般図を示し、本橋の概要を以下に示す。

工事名称：広域営農団地農道整備事業（笠間地区）大

桂大橋（本川部）上部工工事

工事場所：茨城県東茨城郡桂村大字阿波山～那珂郡大宮町小野

発注者：茨城県農地部農地建設課
茨城県水戸土地改良事務所

工期：自 昭和63年10月
至 平成2年3月

構造形式および主要材料は以下のとおりである。

構造形式：4径間連続PC箱桁＋3径間連続PC箱桁

橋種：プレストレストコンクリート道路橋

橋格：一等橋

橋長：406.0m

支間：4径間部 57.4m＋2@58.0m＋57.4m
3径間部 57.4m＋ 58.0m＋57.4m

総幅員：10.5m

有効幅員：9.5m（歩道2.0m＋車道7.0m＋分離帯0.5m）

PC工法：架設ケーブル（1次鋼材）TNC工法

主ケーブル（2次鋼材）VSL工法

鉛直鋼棒 FAB工法

架設工法：TL押出し工法

主要材料：

コンクリート（400kg/cm²） 3771m³

鉄筋（SD30） 338t

PC鋼材

主ケーブル SWPR7B φ15.2mm 36t

架設ケーブル SWPR19 φ21.8mm 113.7t

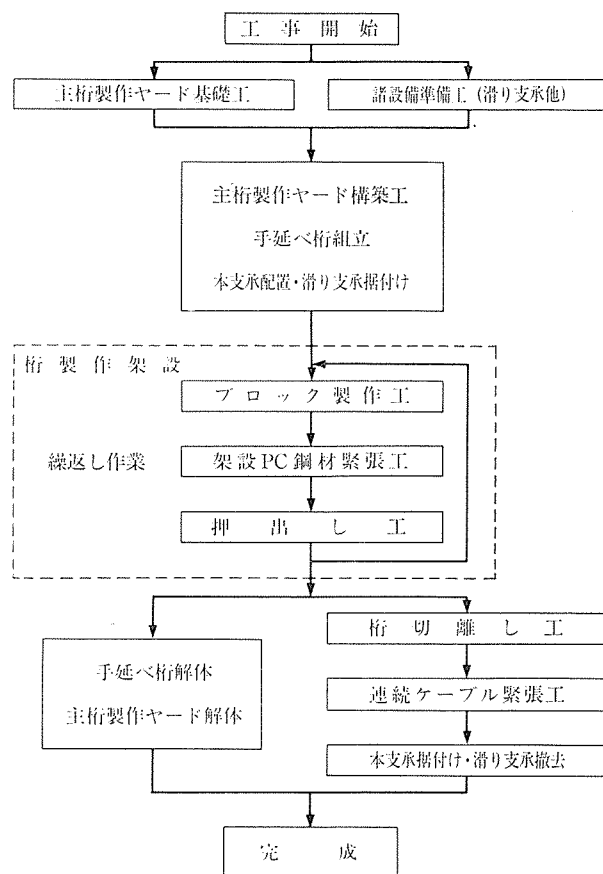
横締めPC鋼棒 SBPR95/110 φ32mm 52t

鉛直締めPC鋼棒 SBPR95/110 φ32mm 27t

3. 施工

3.1 施工概要

本橋の施工は、A₂橋台後方に上屋設備を有する桁製



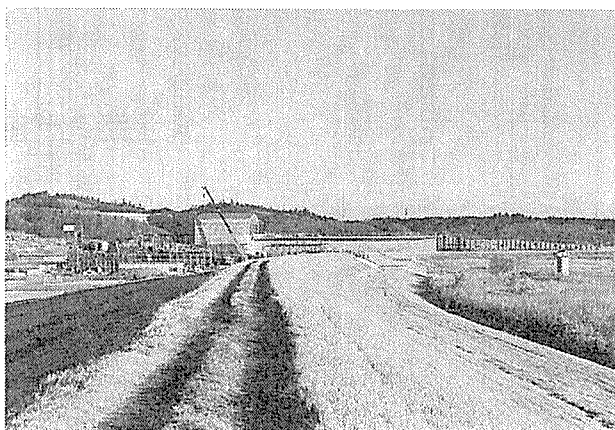
図—3 施工順序図

作ヤードを設け、そこで桁の分割製作および押出しを行った。押出し架設工法は、TL押出し工法（集中式押出し工法）を採用した。橋桁を製作する際の1ブロックの長さは、標準ブロックで14.5mであり、全長で30ブロック、押出し総延長約450mの押出し架設を行った。

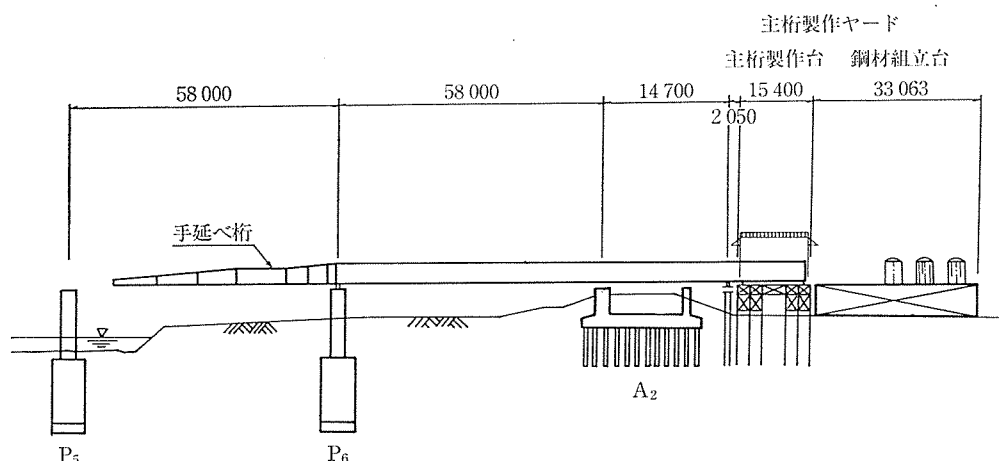
本橋の施工順序を図—3に示す。

3.2 主桁製作ヤード

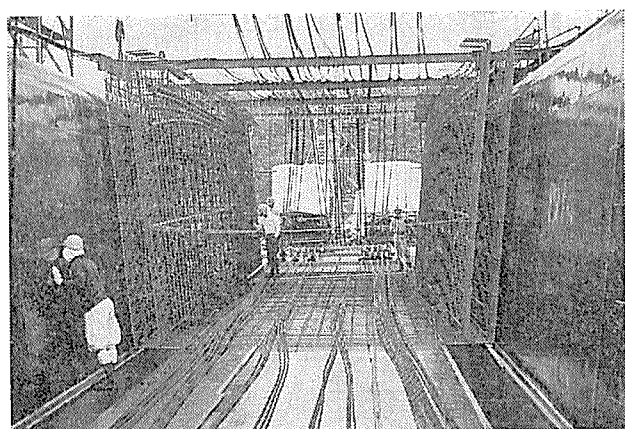
主桁製作台、鋼材組立台は、大宮町側に設置した（図—4、写真—2）。鋼材組立台では、次のブロックのスターラップ、下床版下側鉄筋、主ケーブルシーシス等を先行して組み立て、これを主桁製作台に引き込む（写真—



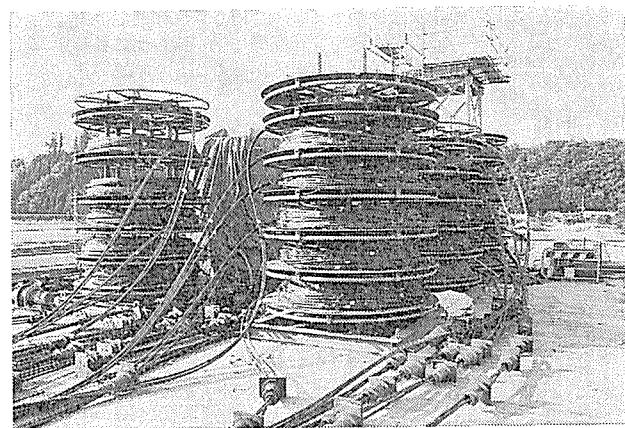
写真—2 ヤード全景



図—4 ヤード配置図

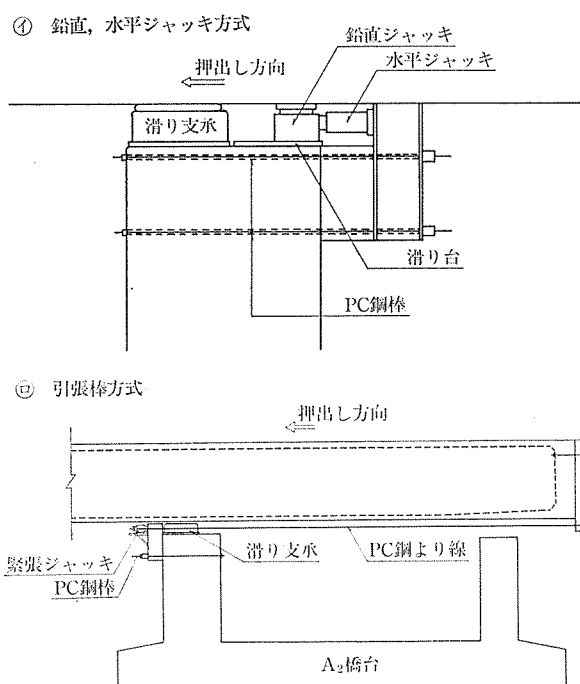


写真—3 プレキャスト鉄筋



写真—4 ケーブルスタンド

3)。また、TNC 工法を採用しているため、鋼材組立台上にはケーブルストックヤードを設置している。ケーブルストックヤードは、桁内に配置するケーブル（延長16 m～233 m、 $\phi 21.8$ mm）をケーブルスタンドに巻いて保管する場所で、そこに全部で7基のスタンドを設置した（写真—4）。架設ケーブルは、ここから主桁製作台に導かれ、上下床版内に配置される。



図—5 押し出し方式概念図

3.3 押し出し架設工

TL 押し出し工法の押し出し方式には、『鉛直・水平ジャッキ方式』と『引張棒方式』の2種類があり、架設状況に応じて使い分ける。本橋の場合、通常の押し出し時には鉛直・水平ジャッキ方式を、最終押し出し時には引張棒方式を用いた。ただし本橋では、押し出し所要推力が大きいため、PC 鋼材には PC 鋼棒ではなく、PC 鋼より線を用いた。図—5 は、鉛直・水平ジャッキ方式および引張棒方式の概念図を示したものである。

なお、A₂ 橋台前面に集中方式の押し出し装置（鉛直・水平ジャッキ）を左右2組設置したが、これは橋長 406 m、総重量約 9 200 t を押し出す能力を有するものである。

◇工事報告◇

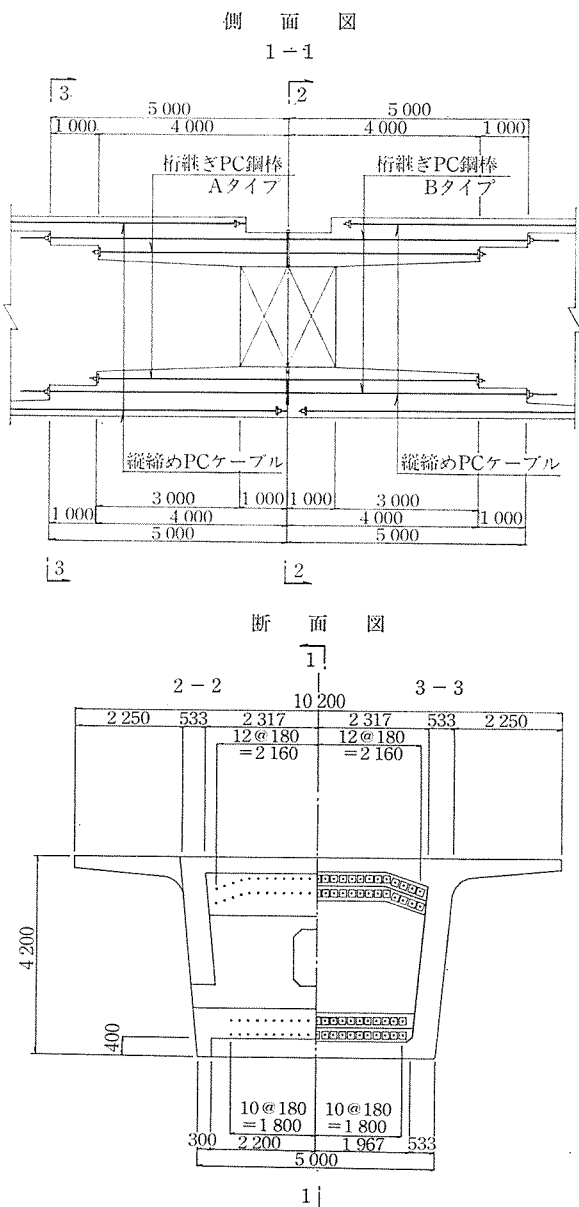


図-6 桁継ぎ鋼棒配置図

3.4 桁切離し工

前述したように本橋では、施工の合理化を図るため2連の桁を一時的に仮結合して押出しを行い、押出し完了後に桁の切離しを行った。2連の桁はPC鋼棒により仮結合している。図-6に桁継ぎ鋼棒配置図を、図-7に桁切離しの要領を示す。

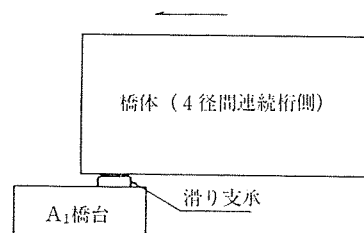
4. TNC 工法

4.1 概 要

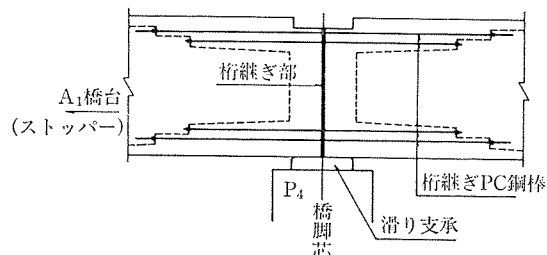
押出し工法では、架設用鋼材（一次鋼材）としてPC鋼棒を使用した鋼棒方式が通常用いられている。これは、架設用PC鋼棒を、カップラーを用いて接続、緊張しながら押し出す方式である。

これに対し、本橋で採用したTNC工法は、架設鋼材

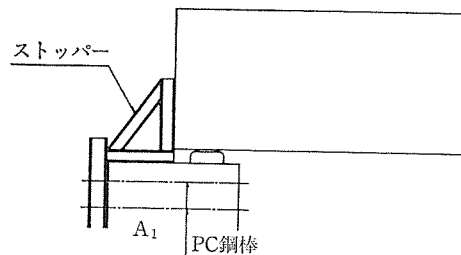
- ① 仮結合した桁をA₁橋台上の支承据付け位置まで押し出す。



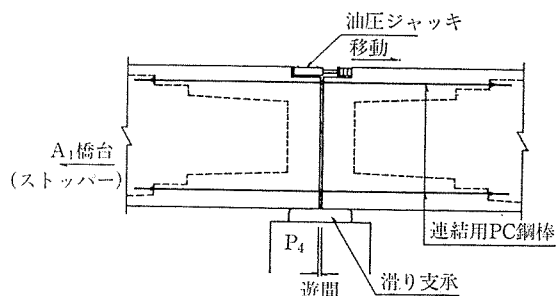
- ② 桁連結PC鋼棒の緊張力を解放し、この内の防錆被覆を施した耐震連結鋼棒（アンボンドPC鋼棒）6本を残してすべて撤去する。



- ③ 4径間連続桁の先端（A₁橋台側）に移動を防止するためのストッパーを設置する。



- ④ 桁仮結合部の上床版の切欠き部に油圧ジャッキを据え付け、これを作動させる。このとき4径間側は固定されていることから、3径間側がA₂橋台側に移動する。所定のクリアランスを確保したことを確認の後、切離しを完了する。



- ⑤ 油圧ジャッキを撤去し、耐震連結鋼棒をセットする。

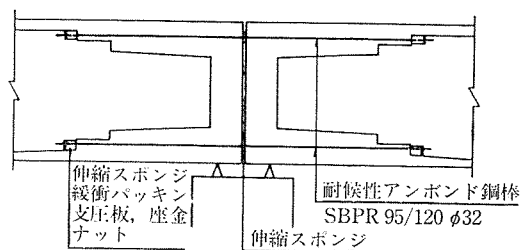


図-7 桁切離し要領図

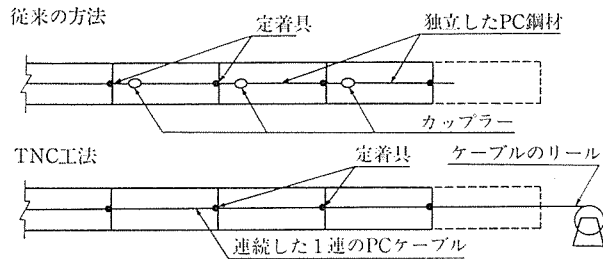


図-8 従来工法と TNC 工法の比較

としてケーブル（PC 鋼より線）を用いるもので、カップラーを使用せずに分割施工を行う工法である。図-8に鋼棒方式と TNC 工法の比較を示す。図に示すように、TNC 工法では、必要な長さのケーブルを事前にドラムに巻いておき、これを伸展させながら施工を行う。また、図-9に TNC 工法概要図、図-10に打継部詳細図を示す。

この TNC 工法という名称は、Three strands Non Coupler の略で、カップラーをまったく使用せず、ブロックごとに逐次プレストレスを導入しながら一連の PC 部材を製作するシステムを総称している。本橋では、こ

の TNC 工法を押出し工法に適用したものであるが、押出し工法のみならず、可動支保工、張出し架設工法にも応用できる工法である。

TNC 工法の概要を以下に示す。

- ・ TNC ケーブルは、3 本のストランドから構成されており、 $\phi 21.8 \text{ mm}$ の太径使用を基本にしている。
- ・ ケーブルには、分割プレストレス導入のための専用定着具を、あらかじめケーブル内に所要個数、挿入しておく（図-11）。
- ・ ケーブルを巻き付けて格納しておくために、特製のケーブルスタンド（写真-4）を用いている。
- ・ 緊張に際しては、連続状の PC ケーブルの任意の位置でプレストレスを導入するため、この工法専用の TNC ジャッキを用いる。
- ・ シースは、後装着の可能な被せ方式の TNC シース（オメガシース）を用いる。

4.2 特 徴

TNC 工法を押出し工法に適用した場合の特徴を列記すれば以下のとおりである。

- ① PC 鋼より線は、材料強度が高く、所要鋼材量が

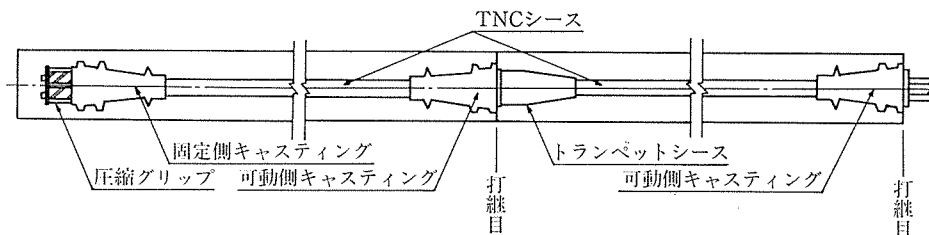


図-9 TNC 工法概要図

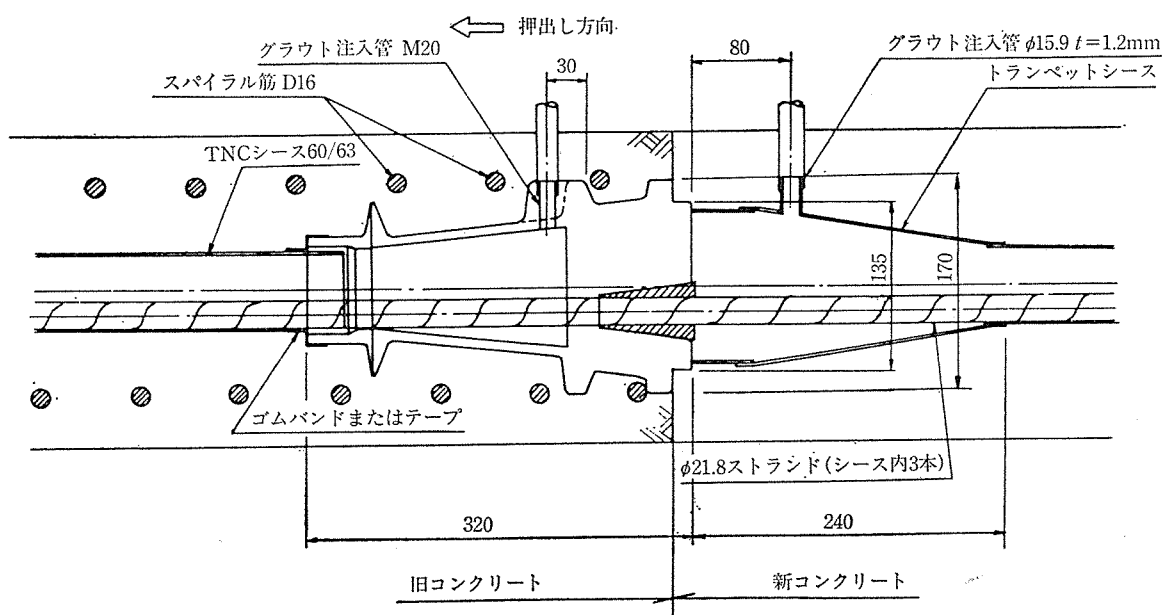


図-10 打継部詳細図

◇工事報告◇

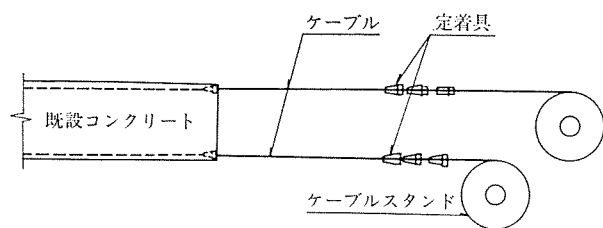


図-11 ケーブルスタンド配置図

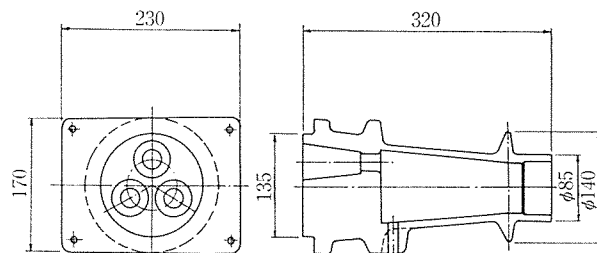


図-13 キャスティング

表-1 鋼棒方式と TNC 工法の比較

仕様	PC 鋼棒	TNC 工法
規格	SBPR 95/110	SWPR 19
1-unit	φ32 mm	3×21.8 mm
破断荷重	88.4 t	175.2 t
降伏荷重	76.4 t	151.5 t
シース径	φ45 mm	φ60 mm

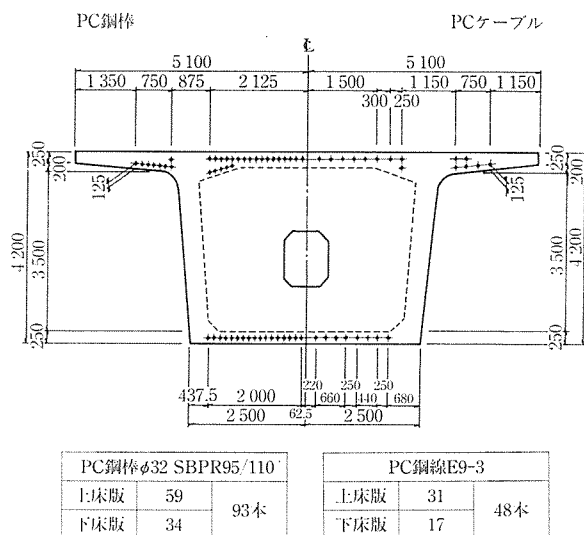


図-12 架設 PC 鋼材断面配置比較図

節減できる。

- TNC ケーブルは、φ21.8 mm の太径を使用しており、1 ケーブルあたりの導入力が φ32 の鋼棒に比べて大きいので、主桁断面内のケーブル本数を少なくでき、緊張作業の軽減が可能となる（表-1、図-12）。
- 前述したように鋼材本数が少なくてすむため、比較的配置に余裕ができ、施工性、品質等の向上が図れる。
- TNC 工法では、緊張の際の PC 鋼材の伸びを考えてネジ切り長を計算・管理することが不要であるため、施工管理の省力化を図ることができる。特に曲線桁の場合には、桁の内側と外側の長さが異なるため、PC 鋼材の長さの管理は非常に煩雑となるが、TNC 工法では、それが不要であり、施工管理の省力化への効果が大きい。

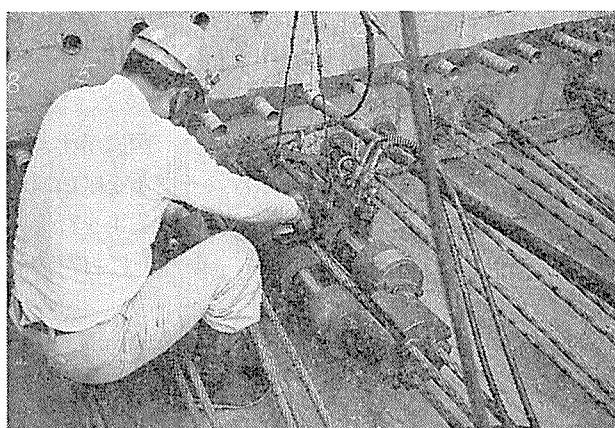
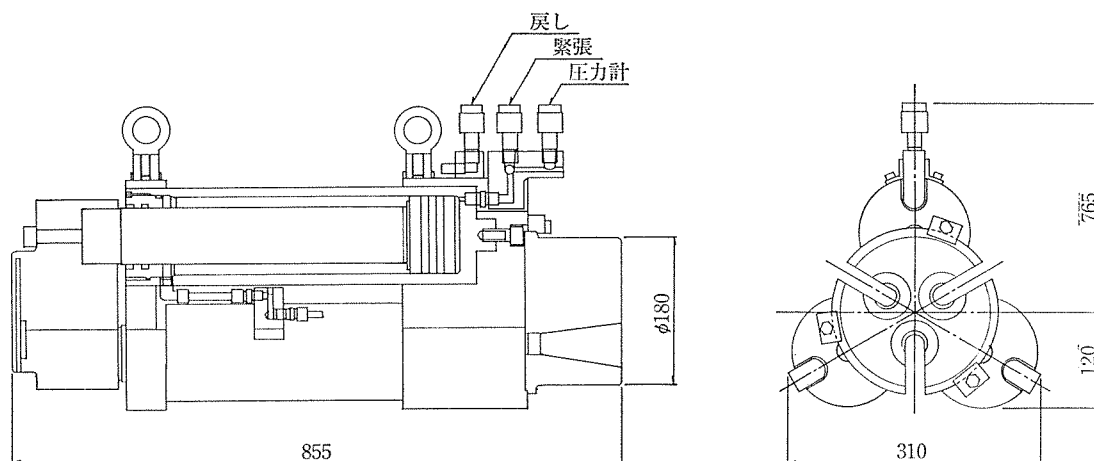


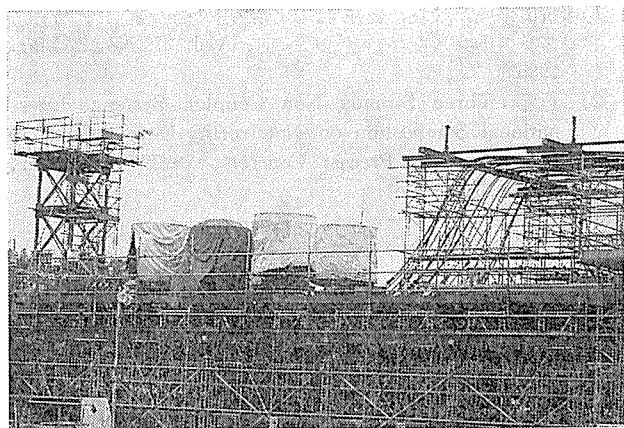
写真-5 TNC ケーブルプレストレスリング状況

4.3 構成部材および関連機器

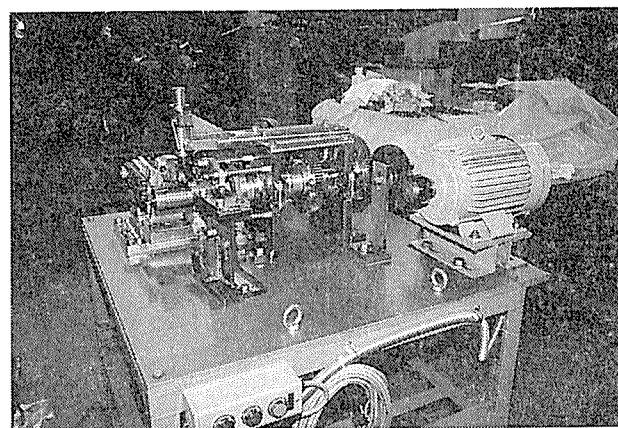
- 緊張定着具：本工法では、概要に前述したように、専用の定着具（キャスト）を用いる。キャスト（鋳物）は、VSL 工法等で用いられているトランペットシース・支圧版・アンカーヘッドといった定着具の3部分が一体化されたものである（図-13）。
- TNC ジャッキ：TNC ジャッキは、通常のジャッキでは不可能な、連続ケーブルへの装着、緊張、取外しを容易に行うために開発されたジャッキである。TNC ジャッキのジャッキチェアーおよびプリングヘッドには、3つの切欠き溝がついている。ジャッキの装着は、ストランドをこの切欠き溝にそれぞれ挿入し、緊張用グリッパーをプリングヘッドに装着することにより行う（写真-5、図-14）。
- ケーブルスタンド：TNC ケーブルは、コイル状に巻かれて現地に搬入され、専用のケーブルスタンドに格納される。押し出し時にはスタンドが回転して桁の移動とともに PC ケーブルが引き出される（写真-6）。一つのケーブルスタンドには、6巻のケーブルドラムが配置され、スタンド全体が回転できるとともに、ドラム単位でも回転できる。
- シース：ケーブルが連続ケーブルとなっているため、シースはあとから被覆する必要がある。TNC 工法では、開断面のオメガシースを用い、その締結にはステッチマシンを用いる。ステッチマシンは、



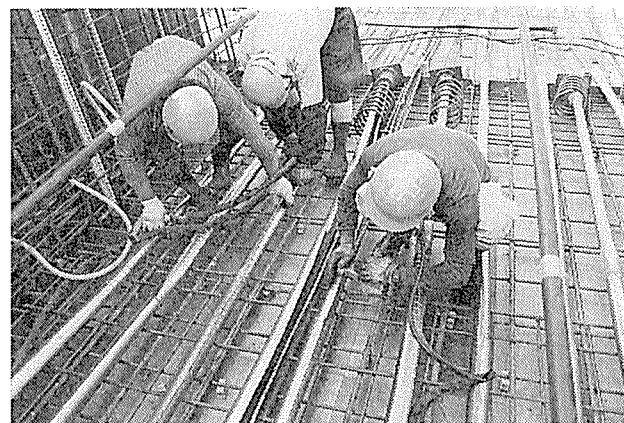
図—14 TNC ジャッキ



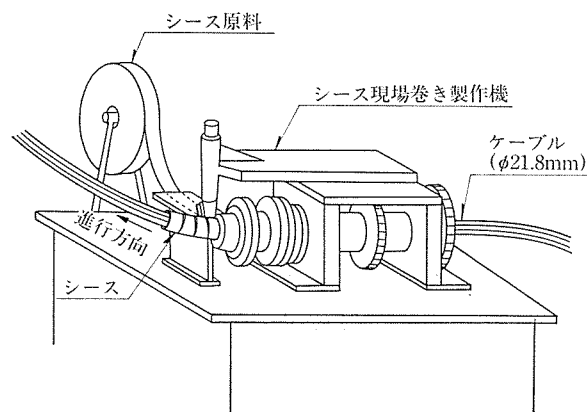
写真—6 ケーブル引出し状況



写真—8 シース現場巻き製作機



写真—7 シース締結状況



図—15 シース現場巻き要領図

ホチキスの原理を応用したもので、シースの合せ目部分を打ち抜き、折り曲げを行うことにより、オメガシースをひずみ等を起こさずに簡単迅速に締結密閉する器具である（写真—7）。

4.4 シース現場巻き製作機

最近の建設工事における労働力不足は、きわめて深刻であり、施工の省力化・機械化が、大きな課題となっている。

ここで紹介するシース現場巻き製作機は、TNC 工法の一層の省力化を意図して開発されたものであり、従来ステッチマシンを用いて人力作業に頼り行ってきた連続ケーブルのシース取付け作業を機械化したものである（写真—8）。

シース現場巻き製作機の特徴を以下に示す。

- ① 連続状ケーブルの任意の位置でのシースの巻付け製作が可能である。

◇工事報告◇

- ② 必要な長さを、カップラーシースを使うことなしに製作できる。

シースを鋼より線に被覆する作業状況を、図-15に示す。

シース現場巻き要領は、ケーブルを製作機の中に取り込み、成型ローラによって加工されたりボン状のシース原材をケーブルの回りに巻き付け、圧着してゆくことによりシースの製作とケーブルへの被覆を同時に行うものである。このとき、出来上がったシースは、回転しながらケーブルに沿って前進していく。

本橋の施工では、本機械が開発間もなく、機械本体が大きく重いことから実験的な一部分の使用に止めたが、今後、機械本体の小型化、軽量化をはかれば、汎用的機器として活用できると考えられる。また本機械は、押出し工法以外でも、施工の都合上緊張後にシース取付け作業を行う場合等に適用可能である。

5. あとがき

本報告では、大桂大橋で採用されたTNC工法およびシース現場巻き製作機を主として紹介した。TNC工法

は、押出し工法の施工性の向上を目指して開発された工法であるが、押出し工法のみならず、分割プレストレス施工を行う各種構造物（張出し工法や可動式支保工を用いた橋梁、PC舗装版、PCスラブ基礎等）にも幅広く応用できる工法である。また、シース現場巻き製作機も省力化、施工の合理化を目的として開発されたものである。

労働力不足、労務費高騰の続く現在、各分野で新工法の開発、各種の技術開発が積極的に進められているが、本橋でこのような試みが、今後のプレストレストコンクリート構造物の施工に携わる技術者にとって、何らかの参考になれば幸いである。

参 考 文 献

- 1) 村田，境，菅谷，金井：釧路港西港大橋の施工について、プレストレストコンクリート，Vol. 27, No. 2, Mar. 1985
- 2) 近藤：Three Strands Non Coupler System, International Symposium on Noteworthy Developments in Prestressed & Precast Concrete, 28-29 September, 1989, Singapore

【1990年5月22日受付】

◀刊行物案内▶

新しい分野でのPCの活用

(第17回PC技術講習会テキスト)

頒布価格：4500円(送料450円)

内 容：(1) プレストレスされた鋼・コンクリート組合せ橋梁—鋼・コンクリート合成構造の最近の話題—，(2) 永久構造物用の地盤アンカー，(3) 不静定構造物の設計法，(4) PC多径間連続ラーメン橋の設計について，(5) 地中構造物へのPCの応用，(6) 架設工法へのプレストレスの応用，(7) PC斜張橋の現況