

新幹線直上のPC・鋼桁架設の施工実績 — 東京～上野間 東北縦貫線 新設工事 —

鹿島建設(株) 東京土木支店 正会員 ○幸野寛伸
 鹿島建設(株) 東京土木支店 永田敏秋
 東日本旅客鉄道(株) 東京工事事務所 東北縦貫線PJ 田附伸一
 東日本旅客鉄道(株) 東京工事事務所 東京工事区 山田啓介

1. はじめに

現在建設中の東北縦貫線は、上野駅止まりとなっている東北線・高崎線、常磐線を東京駅に乗り入れ、東海道線との直通運転をするものである。東京駅～上野駅間のうち神田駅付近においては、新たな線路を建設する用地がないことから、東北新幹線の高架橋を重層構造化し、新幹線の直上を東北縦貫線の線路とする。本工事では、東北新幹線上の重層部に、17連のPC桁と2連の鋼桁を架設する。本報告ではこのうち、無事完了した大型移動式桁架設機による新幹線直上でのPC・鋼桁架設の施工実績を中心に報告する。

2. 工事概要

2.1 工法選定

東北縦貫線は、在来線に隣接する新幹線高架の直上で、十分な幅員を有する側道がないため、橋脚を利用して移動架設が可能な架設桁方式とトラベラークレーン方式の比較を行い、各段階で高い耐震性能を確保できる方式として、「常磐新線北千住駅付近建設工事」で実績のある大型移動式桁架設機（以下：桁架設機）を採用した。図-1に位置断面図を示す。

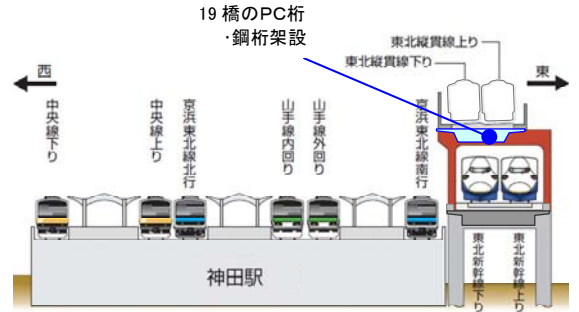


図-1 位置断面図

2.2 桁構造諸元

桁は全て単純桁構造で、桁端支那部がかけ違い構造になっている。PC桁は、プレキャストセグメントを高架上の組立ヤードにて接着し、PC緊張を行う。組立が完了した桁は、2つの台車に載せ替え、施工用の仮軌条を搭載する。表-1、図-2に桁の構造諸元と代表的な構造図を示す。図-3に重層部縦断面図を示す。

表-1 桁の構造

桁種	名称	桁長	架設重量	断面
PC桁	Cbp1～17	20～39m	320～590t	1室箱桁(斜めウェブ)
	鋼桁	Gd1	57m	550t
Gd2		43m	380t	1室箱桁を2連結(2Box)

※架設重量には施工用の仮軌条 2t/m を含む。

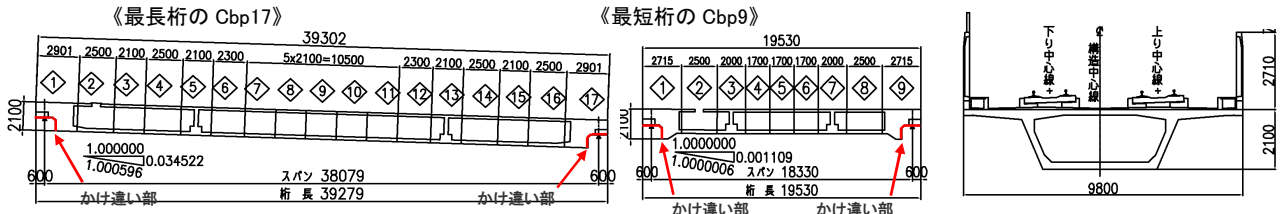


図-2 PC桁の構造図 (ブロック割り) と標準断面図

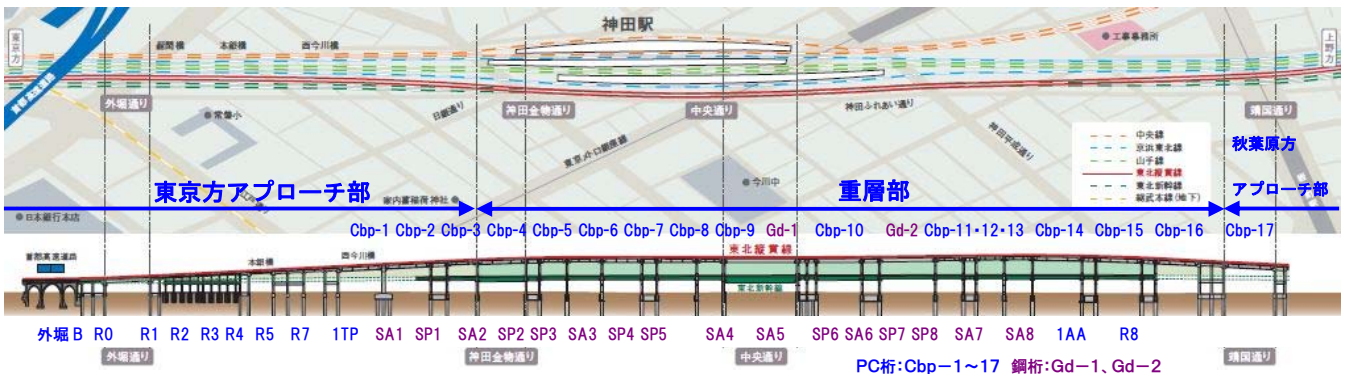


図-3 重層部縦断面図 (17連のPC桁と2連の鋼桁)

3. 1 桁架設機の諸元

桁架設機は、本工事のために設計・製作を行い、総鋼重は最大約 1,800t である。部材は、走行ガーダー、手延機、吊ガーダー、前部タワー、後部タワーで構成され、手延機と走行ガーダーを連結する推進ジャッキ（推力 80 t×4 本）で移動する。写真-1 に最大装備時を示す。桁長 $L \approx 20 \sim 57\text{m}$ と複数の種類が混在しているため、走行ガーダーと吊ガーダーは状況に合わせて、装備替え（部材を追加または撤去）を行いながら桁架設作業を行った。

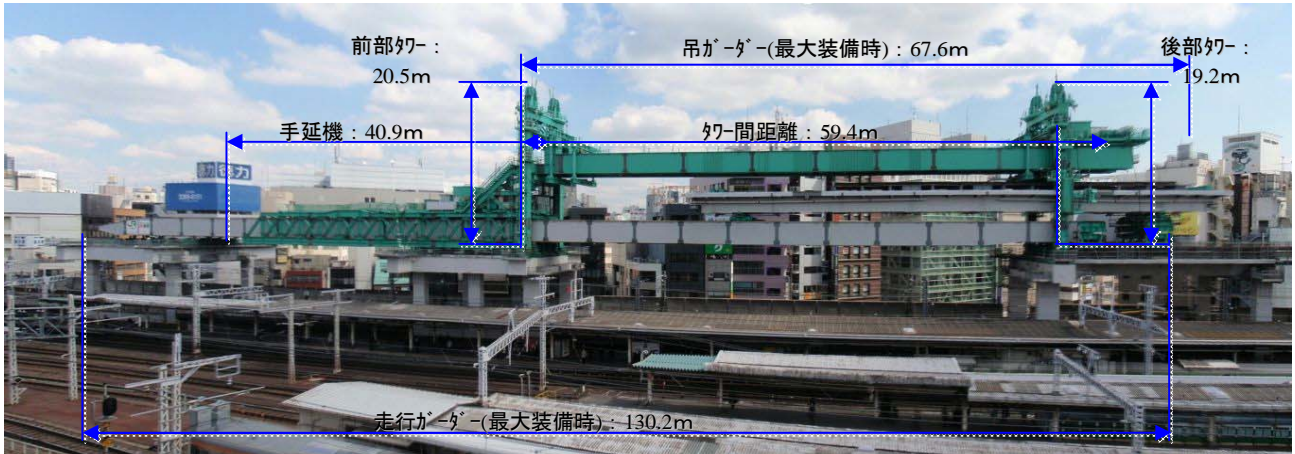


写真-1 桁架設機の構成部材 (Gd1 架設の最大装備時; 2012年3月)

3. 2 桁架設機の動作

図-4, 5 に桁架設機の動作を示す。図-5 の一連の動作を繰り返し、1~1.5 箇月に1橋のペースで桁架設を行った。

桁の降下架設は、推進ジャッキを2本ずつ内外交互押しにより走行ガーダーを引抜き、吊ガーダーとともに昇降ジャッキ（430 t×4 本）にて、降下・架設を行う。

桁架設機の移動は、推進ジャッキ2本ずつ内外交互、または4本同時引きにより走行ガーダー上を移動する。

桁架設区間の平面線形は最少半径 800m の曲線を含んでおり、必要に応じて平面回転（方向修正）を実施した。このときの回転中心は、前部タワーは一方の脚柱、後部タワーは両脚柱の中心とした。

動作速度は、重量物移動時の一般的な速度 $V=0.5\text{m/min}$ を目安に、走行ガーダー引抜き時は、盛替えを含む平均速度で倍速の $V=1.0\text{m/min}$ を実現できるように最大 $V=25\text{mm/s}$ とした。桁降下速度は、重量物の吊降下速度を調査し、緊急停止時の影響を抑えることを考慮して、最大 $V=3.0\text{mm/s}$ に設定した。

① 桁の組立・運搬・走行ガーダー上への仮置



② 桁の降下架設 (1~2日)

- ②-1 吊ガーダーによる桁の地切扛上
- ②-2 走行ガーダーの引抜き (25mm/s)
- ②-3 吊ガーダー降下による桁降下 (6.7m、3mm/s)



③ 桁架設機の移動

- ③-1 走行ガーダー後端に反力鋼棒セット
- ③-2 吊ガーダー後部を後方受台車にて支持
- ③-3 桁架設機を走行ガーダーに載荷
- ③-4 移動 (15mm/s)、1日ごとに耐震固定 (2~5日)



④ 桁架設機の平面回転 (約1週間)

- ※平面曲線に合わせて必要に応じ実施、後部タワー中心回転と前部タワー中心回転を使い分け
- ④-1 桁架設機の支持点に滑動設備 (ローラー、テフロン) と横取りジャッキを配置
- ④-3 回転 (1~2日)、1日終了ごとに耐震固定



⑤ 桁架設機の支点高さ調整 (2~3日)

- ※縦断曲線に合わせて必要に応じ実施

図-4 桁架設作業の一連の流れ

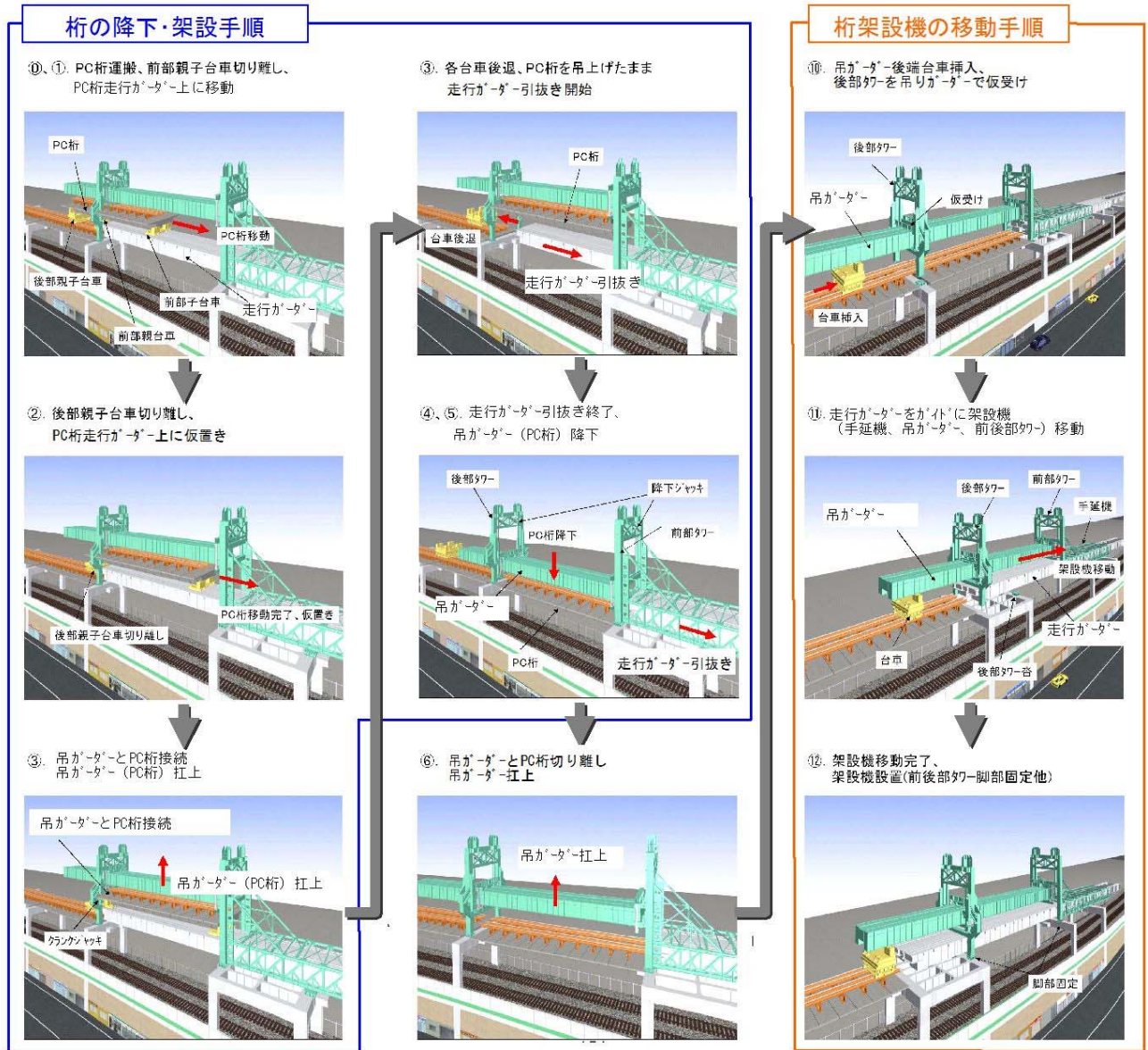


図-5 桁架設ステップ図

4. 技術的課題と対応

4. 1 ツイスト架設

当初計画では、架設後の桁中心に対して桁架設機中心を合わせる計画であったが、桁架設機の位置合わせに必要な回転の回数はそのまま工程に直結する(準備も含め回転1回あたり1週間程度)。そこで、桁吊り状態にて橋軸直角方向に吊鋼棒を動かせるスライド板と水平ジャッキ(ツイスト装置; 写真-2)を吊装置の下梁に追加した。ツイスト可動量は構造安定に影響しない±300mmとした。本機構により、桁架設機の回転回数を計画13回から10回に減らすとともに、桁架設当夜の杓位置調整作業を容易にすることができた。



±300mm 橋軸直角方向に移動

写真-2 吊装置の下梁とツイスト装置

4. 2 支点反力ばらつきの管理

桁架設機移動時の橋脚・橋台上では、手延機下面の6本のレールを支持するローラー下に油圧ジャッキを配置し(写真-3)、橋軸方向の近接支点間および同一支点内のレール反力のばらつき管理・調整を行った。反力管理値を設定するために、事前に反力解析を行い、ローラーとジャッキの設置台数を決定した。ジャッキの反力調整を即時に行うため、全天候型P C (パソコン) (写真-4)を中央操作室と各支点に配置し、無線連絡と共にモニター管理を行った。モニターの画面表示例を写真-5に示す。



写真-3 ローラーと油圧ジャッキ



写真-4 全天候P C



写真-5 画面表示例

4. 3 桁架設サイクル (Gd1, Gd2 鋼桁架設)

P C桁最長の桁長 39m までは、通常の間合い作業(概ね 1:00~4:20 の 3.3 時間)で桁架設が可能であったが、桁長の長い鋼桁 (Gd1, Gd2) は、走行ガーダー引抜き時間が長くなり、余裕が少なくなった。これに対して、作業間合いを拡大するため、関係個所の協力により、京浜東北線南行の初電から 3 本を隣接線である山手外回り線に振替を依頼して、作業間合いを約 40 分拡大し(概ね 1:00~5:00 の 4.0 時間)、桁架設を完了した。図-6 に Gd1, Gd2 鋼桁時のサイクルタイム実績を示し、写真-6, 7 に Gd1 架設状況写真を示す。



図-6 Gd1, Gd2 鋼桁架設時におけるサイクルタイムと実績

5. さいごに

本工事施工にあたり、関係各位に多大な御指導、御支援を頂きました。ここに記し謹んで謝意を表します。



写真-6 Gd1 架設中(走行ガーダー先送り中)



写真-7 Gd1 架設完了状況