

新幹線・在来線直上でのPC桁施工実績 ー東京～上野間東北縦貫線新設工事ー

鹿島建設(株) 東北支店

鹿島建設(株) 東京土木支店

東日本旅客鉄道(株) 東京工事事務所 工事管理室

東日本旅客鉄道(株) 東京工事事務所 東京工事区

正会員 ○工 藤 宏 生

永 田 敏 秋

大 郷 貴 之

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、東北新幹線と在来線に挟まれた東京方・秋葉原方アプローチ部の一部と、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、新幹線・在来線直上でプレキャストセグメントPC桁を組み立てた施工実績を中心に報告する。

2. 工事概要

2.1 PC桁の構造形式

東北縦貫線工事で架設するPC桁は、全て単純梁形式で、桁断面は、ウェブが斜め形状の1室箱桁である。最も長いPC桁は、靖国通りに架設するCbp-17(L=39.279m)であり、最も短いPC桁は、国道17号線沿いに架設するCbp-9(L=19.530m)である。表-1に桁諸元一覧を、図-1、2に代表的なPC桁の側面図と標準断面を示す。

2.2 PCケーブルの諸元

主方向は内外ケーブル併用方式である。横方向の床版ケーブルのうち、端部セグメント以外は、工場施工である。図-3にPC鋼材配置を、表-2に、PC鋼材諸元一覧を示す。

2.3 桁の配置

東北縦貫線に架設される桁の配置を図-4に示す。桁は、先行して施工した高架上に大型移動式桁架設機を設置して、東京方から秋葉原方に向けて順次縦取しながら架設した。架設については、別の報文で詳述する。

表-1 東北縦貫線の組立・架設桁諸元一覧

桁 長 タイプ	桁 名 称	桁 長 (m)	桁 高 (m)	最大 桁幅員 (mm)	桁重量 (kN)	端 部 セグメント (個)	偏 向 セグメント (個)	中 間 セグメント (個)		
20M	Cbp－ 3	22.368	支点 1.100	9.792	3,020	東京方 2	2	5		
	Cbp－ 5	19.995		9.830	2,806					
	Cbp－ 9	19.530	横桁 2.100	9.830	2,698					
	Cbp－11	20.695		9.810	2,820					
	Cbp－12	20.717		9.800	2,822					
25M	Cbp－13	20.707	中央 1.700	9.800	2,822	上野方 2	2	7		
	Cbp－ 6	25.963		9.820	3,404					
30M	Cbp－ 7	30.108		9.800	3,946	搬入後 それぞれ 接着引寄 1セグメント に一体化	2	9		
	Cbp－ 8	30.165		9.830	3,982					
35M	Cbp－ 1	35.685	支点 1.100	9.700	4,536					11
	Cbp－ 2	35.359		9.703	4,502					
	Cbp－ 4	36.891	横桁 2.100	9.800	4,771					
	Cbp－10	34.800		9.810	4,430					
	Cbp－15	34.837		9.800	4,522					
40M	Cbp－16	33.559	中央 2.100	9.850	4,330			13		
	Cbp－14	37.771		9.800	4,958					
	Cbp－17	39.279		9.800	5,014					
45M	鋼桁Gd－2	42.660	1.055 ～2.000	9.803	2,911	－				
60M	鋼桁Gd－1	56.833	1.085 ～2.060	9.807	4,245	－				

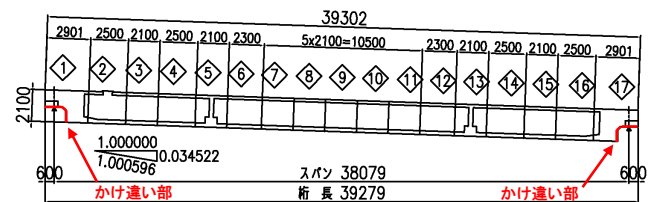


図-1 縦貫線最長のPC桁(Cbp-17)

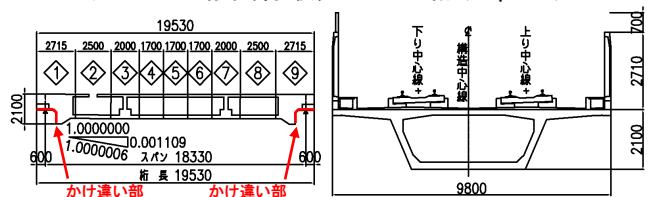


図-2 縦貫線最短のPC桁(Cbp-9)と標準断面

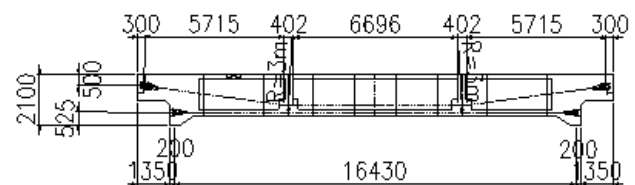
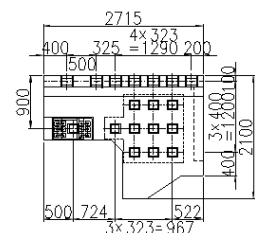
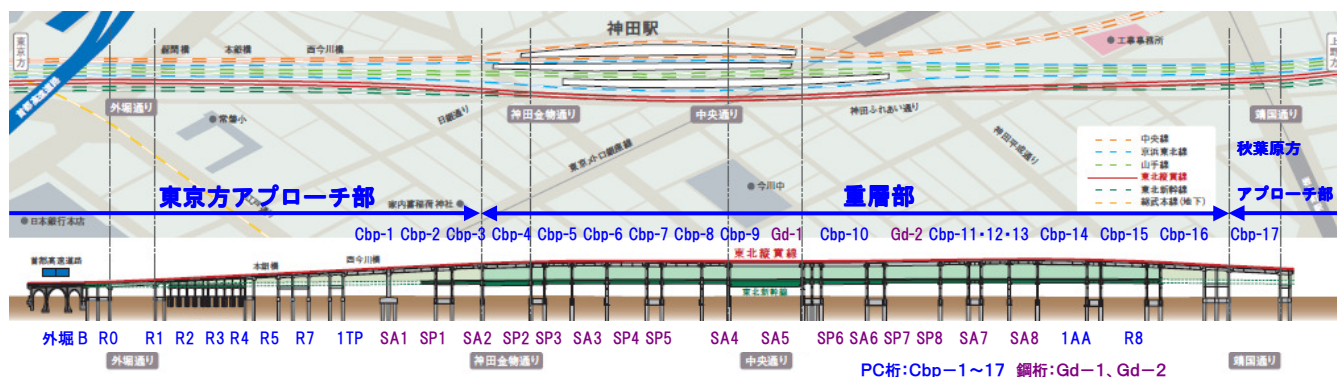


図-3 PC鋼材配置

表-2 PC鋼材諸元一覧

鋼材種類	主方向				横方向		
	外ケーブル	内ケーブル			横桁ケーブル (現場施工)	床版ケーブル (現場施工)	床版ケーブル (工場施工)
PC鋼より線	20・25φタイプ 19S15.2	20・25φタイプ 12S12.7	30・35φタイプ 12S15.2	40φタイプ 19S15.2	PC鋼より線 1S28.6	PC鋼より線 1S21.8	PC鋼より線 1S21.8
防食仕様	裸仕様	エポキシ樹脂被覆	エポキシ樹脂被覆	エポキシ樹脂被覆	ポリエチレン樹脂被覆	ポリエチレン樹脂被覆	プレグラウト
鋼材材質	SWPR7BL	SWPR7B	SWPR7B	SWPR7B	SWPR19	SWPR19	SWPR19L
引張荷重(N/mm ²)	1880	1855	1880	1880	1780	1830	1830
降伏荷重(N/mm ²)	1600	1580	1600	1600	1515	1580	1580
ワットション(%)	1.5	5	5	5	5	5	1.5
備考	外套管 PE管	鋼材：フロボンド(SSW) シーラ：ポリエチレンシーラ			鋼材：スープロ(SSW) シーラ：ポリエチレンシーラ		



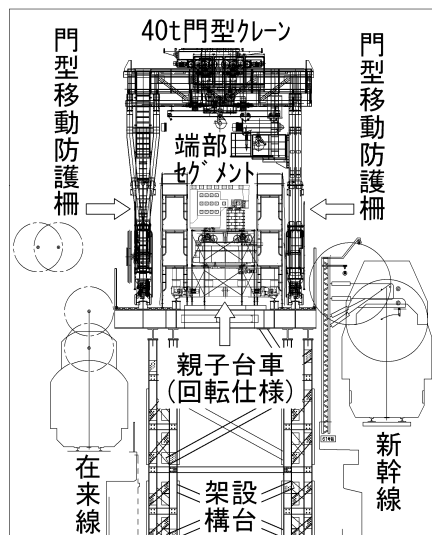
図－４ 東北縦貫線に架設される１７連のＰＣ桁と２連の鋼桁

３．施工条件

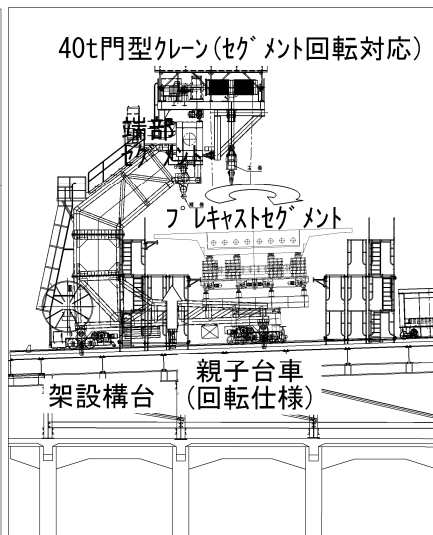
図－４に示すように、東北縦貫線は、神田駅前後で、電車が登坂可能な限界勾配 35‰のアプローチ部となっており、営業線（東北新幹線下り線・京浜東北南行線）に挟まれた、桁幅よりも狭い用地となっている。このため、施工ヤードは、両側の電架柱や架線の影響範囲を避けた、非常に狭隘な空間に設けざるを得ない。また、アプローチ部を越えた標高の高い施工ヤードでは、いかなる資機材飛散・落下も、列車遅延等の重大事故に繋がるため、営業線に対する飛散・落下養生が、最大の課題となる。このため、東北縦貫線に架設されるＰＣ桁は、現場での作業が少なく、工程的に有利な、プレキャストセグメント工法を選定した。

営業線間においては、桁幅よりも施工ヤード幅のほうが狭いため、プレキャストセグメントは、基本的に橋軸方向から 90 度横向きにして取扱った。また、搬入路の関係で、セグメントの荷上構台は、この狭い営業線間に設置せざるを得ず、図－５に示すような、最も重いセグメントを吊上げ可能で、幅の狭い 40 t 門型クレーンを設置した。また、40 t 門型クレーンの形状は、図－６に示すような、横向きのプレキャストセグメントを橋軸方向に回転可能なスペースを有する、特殊なＬ型とした。

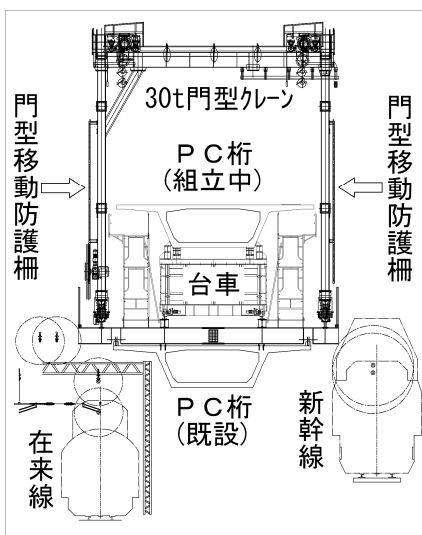
プレキャストセグメントは、別工事¹⁾で製作し、組立・架設工事に供給する形態とした。プレキャストセグメントは、群馬工場において、運搬可能な重量(約 30t)で製作し、現場まで道路運搬した。桁の端部は、横桁で充実断面となっているため、道路運搬可能な重量とするため、セグメントを左右に二分割した。このため、現場では、端部セグメントを 90 度横向きのまま一体化した後、橋軸方向に回転する必要があったが、門型クレーンの仕様を上げて、一体化したセグメントを吊上げるのは不経済であるため、回転機能を有する重量運搬台車を製作し、端部セグメントを組み立てた。また、標高の高い営業線上の組立ヤードには、図－７に示すように、橋軸方向に仮置いたセグメント幅よりも広い引寄足場を設置し、さらに引寄足場よりも内空の大きい門型クレーンを製作・設置した。飛散・落下養生として、門型クレーン側面に大型の防護柵を設け、営業線運行時間に影響されない作業空間を確保する事で、現場稼働率を上げた。



図－５ 桁組立ヤード(営業線間)



図－６ ４０ｔ門型クレーン



図－７ 桁組立ヤード(営業線上)

4. PC桁組立方法

PC桁の標準的な組立方法を図-8に、組立フローを図-9示す。①図中左側、幅の狭い組立ヤードに構築した架設構台から、左右二分割した端部セグメントを90度横向きに搬入し、運搬台車上に横向きのままセット、接着・引寄を行う。引続き横方向PCケーブル緊張～グラウト～後埋まで行う。②一体化した端部セグメントを運搬台車の旋回機能で、橋軸方向へ90度回転し、転倒防止用の牽引台車を接続、引寄位置まで縦取固定する。③続いて、中間セグメントを90度横向きに搬入～仮置、④40t門型クレーンで橋軸方向

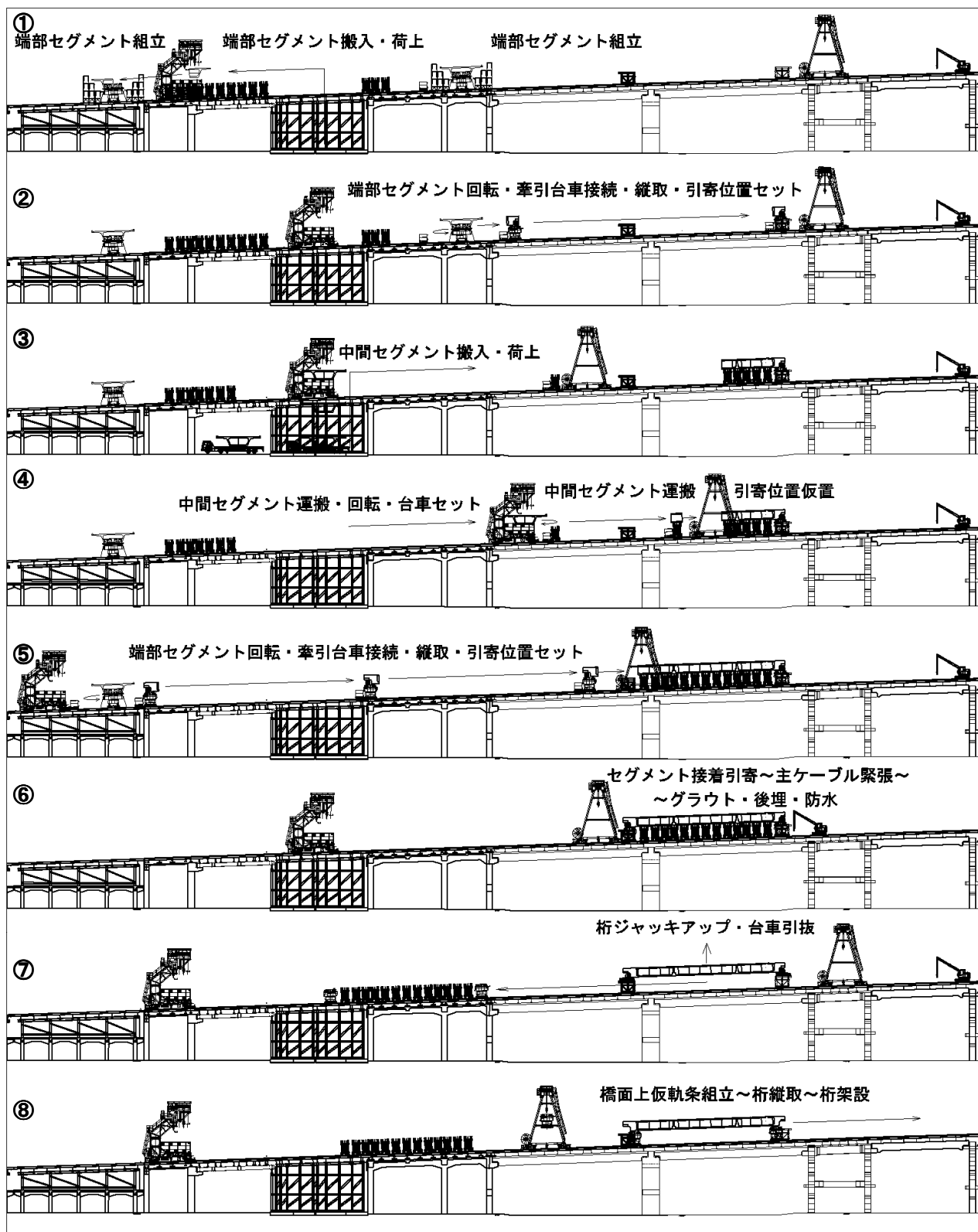


図-8 PC桁組立から桁架設までの動き

へ 90 度回転，端部セグメント同様，転倒防止用の牽引台車を接続，引寄位置まで縦取固定する。⑤中間セグメントの配置が全て完了次第，残りの端部セグメントを同様の手順で縦取固定する。⑥セグメントの引寄せは，組立ヤードの縦断勾配を利用し，標高が低いほうの端部セグメントを基準とする。セグメント接合面の接着剤塗布完了後，中間セグメント運搬台車のラッシングを慎重に緩めながら，セグメント間隔が 100 mm 程度の位置で高さ調整し，さらに自重でせん断キーがかかる位置まで移動させる。引寄は上床版とウェブに，P C 鋼棒で固定した引寄ブラケットを介し，P C 鋼棒緊張力によって，引寄せを導入する。全てのセグメント引寄せ完了後，主ケーブルを外ケーブル，内ケーブルの順で挿入，緊張する。続いてグラウト，後埋，防水を行い，⑦構造的に P C 桁として成立した後，端部セグメント下に桁上用の大梁を設置，桁全体を扛上，組立に使用した運搬台車を，一旦，全て引き出す。⑧桁架設機まで縦取する運搬台車を再度，端部に設置し，橋面上に仮軌条を組立完了後，組立ヤードから桁架設機に向けて縦取する。通常作業は，30 t 門型クレーン防護柵を利用し，列車運行時間に制限されず，昼夜行ったが，端部セグメントの回転と桁扛上，桁縦取は，耐震上不安定になるため，夜間列車運転時間外に行った。セグメント引寄せは，事前に組立ヤードのたわみを計算し，台車上のジャッキで，高さ管理を行った。今回，橋脚不動点(図-10 1TP)を跨ぐ位置でしか，引寄せに必要な直線線形が確保出来なかったため，支点上のセグメント引張応力を事前に解析し，桁の健全性を確認しながら，慎重に施工を進めた。

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。

参考文献 1) 加藤裕志，松岡恭弘，山口敏，武石智広：

ロングライン・マッチキャスト工法による PC 桁の製作-東北縦貫線-プレストレストコンクリート JAN-FEB. 2013 vol. 55 No. 1



図-9 PC 桁組立フロー

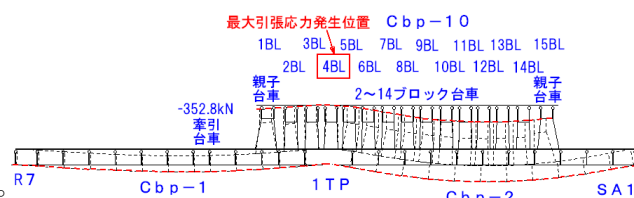


図-10 たわむ組立ヤード上での施工

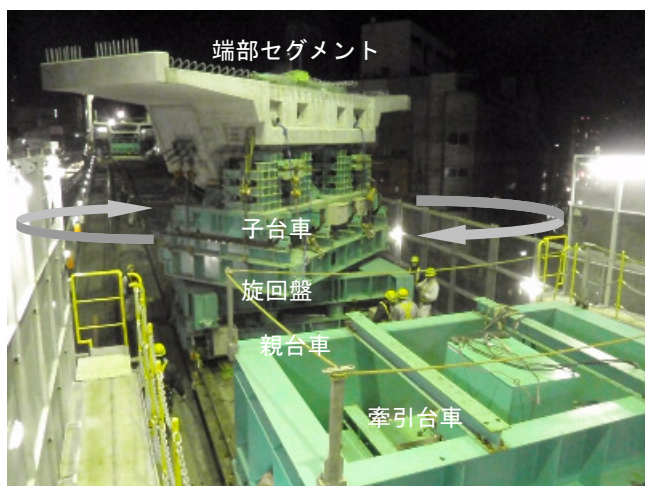


写真-1 端部セグメント回転状況

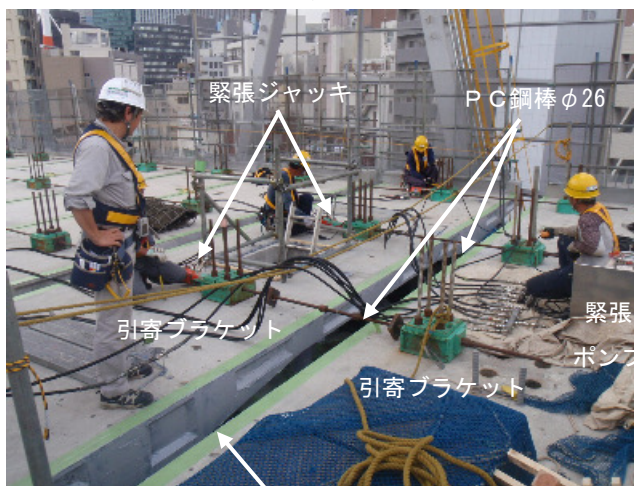


写真-2 中間セグメントの接着・引寄せ