

PCaPC 工法による大型物流倉庫の構造計画と施工

ー川崎水江町物流センターー

東京支店	建築工事部	和智美徳
東京支店	建築工事部	宿谷直基
建築本部	設計部	佐藤高

概要：これまでにプレキャスト・プレストレストコンクリート（以下 PCaPC）工法のメリットを活かして建設された物流倉庫について、プレキャスト部材の分割位置、圧着接合方式の違いなどを検討し施工をおこなってきた¹⁾。本物件ではこれまでの圧着接合方式を大規模な物流倉庫のプランに合わせて改良し、短工期での施工を実現している。この大型物流倉庫の構造計画から施工までを紹介する。

Key Words：PCaPC 工法，PC レンコン方式，大型物流倉庫，短工期

1. はじめに

本工事は、川崎市川崎区水江町に位置し横浜、川崎エリアにくわえ東京都内への良好なアクセスを有するとともに、横浜港、東京港及び羽田空港へも至近にあり、国内物流はもとより、国際物流の拠点としても最適な立地条件を兼ね備えた国内有数の大規模物流施設として建設された。

敷地面積 52,371 m²、延べ床面積 121,472m²、地上 5 階建て、倉庫部分の長辺方向長さが 323.4m、短辺方向長さが 75.8m と単独棟では全国的にも類を見ない規模の物流倉庫である。これをわずか 6 ヶ月で PCaPC 工事の建て方を完了させた工事の施工計画、構造概要、実施概要について報告をおこなう。



写真－1 建物外観



和智美徳



宿谷直基



佐藤高

2. 工事概要

2.1 建築概要

工事概要を以下に示す.

工事名称 : (仮称) 川崎水江町物流倉庫新築工事

建物用途 : 倉庫

所在地 : 神奈川県川崎市川崎区水江町

発注者 : 株式会社 大林組 東京本社

設計一般 : 株式会社 大林組 東京本社
一級建築士事務所

構造 : 株式会社 大林組 東京本社
一級建築士事務所

株式会社 ピーシー建築技術研究所
一級建築士事務所

施工 : 株式会社 大林組 東京本社

階数 : 地上 5 階

最高高さ : 35.265m

最高軒高 : 34.895m

敷地面積 : 52,370.97m²

建築面積 : 27,174.50 m²

延床面積 : 126,486.27 m²

全体工期 : 平成 19 年 12 月 1 日～平成 20 年 11 月 14 日

PCaPC 工期 : 平成 19 年 12 月 1 日～平成 20 年 9 月 30 日



写真－2 建物上階より

2.2 構造概要

本建築物は大型トラックの相互通行が可能なランプウェイを有する,大型の物流倉庫である.倉庫棟は,短辺 75.8m×長辺 323.4m の大きさが有り,短辺 12.2m 長辺 9.8m のグリッドで基準化されている.本建築物の構造的な特徴の一つは,長辺 323.4m に対してエキスパンションジョイント(以下 Exp.j.)を設けない架構としている点である.従来の場所打ちコンクリート造では,コンクリートのクリープおよび乾燥収縮の影響を考慮して,一般的に長さ約 100m 以内に Exp.j.を設けることが多い.しかし,本建築物は物流倉庫であり,常時建築物内をフォークリフトおよびトラックが走行するために維持保全が必要な Exp.j.は設けない方が良く考えられる.そこで地震動入力有位相差,梁の曲げ変形による軸伸びの影響および温度応力などの長い建物特有の検討をおこない,考えられる施工的配慮を検討した上で Exp.j.の無い建物を実現している.

3. PC工事概要

3.1 数量

表－1 部材数量

	ピース数	重量	容積, 面積
柱部材 :	1,110 P	16,613 t	6,645 m ³
スパン梁部材 :	840 P	14,540 t	5,816 m ³
桁梁部材 :	971 P	17,680 t	7,072 m ³
小梁部材 :	920 P	10,052 t	4,021 m ³
床版 :	13,380 P	14,815 t	80,264 m ²

$$58,894 \text{ t (柱・梁)} + 14,815 \text{ t (床)} = 73,709 \text{ t}$$

表－2 鉄筋集計表

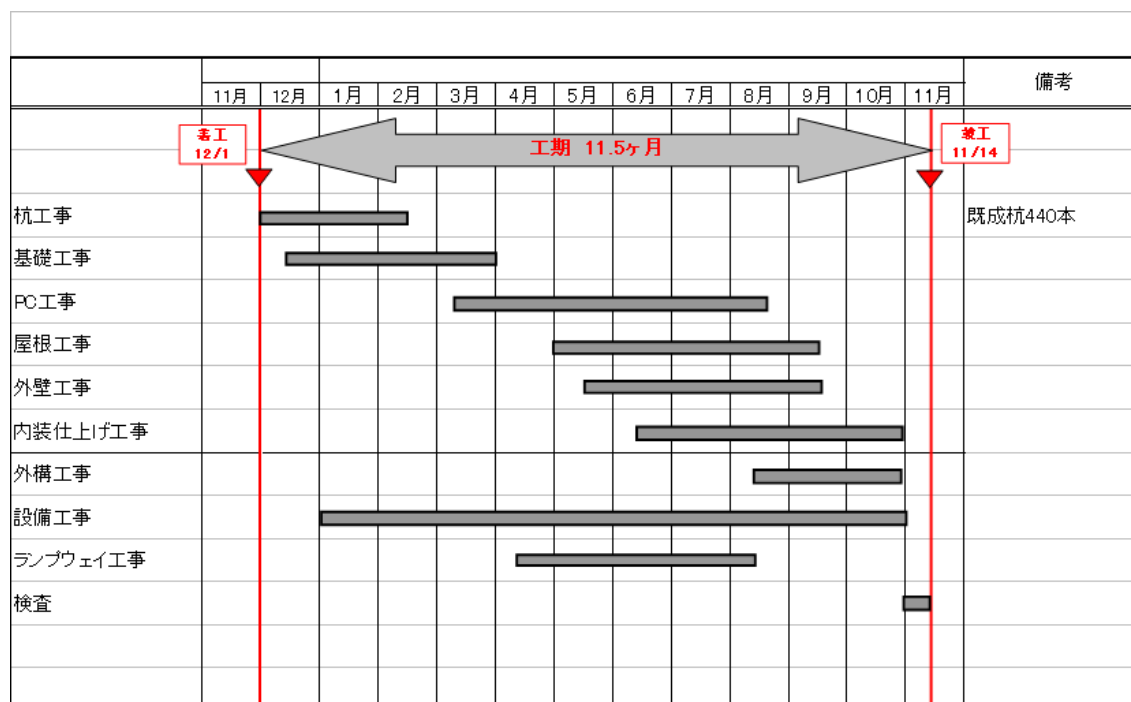
鉄筋径	柱	桁梁	スパン梁	小梁	合 計	備 考
D10	—	29 t	29 t	26 t	84 t	
S13	—	280 t	324 t	—	604 t	高強度
D13	87 t	—	—	—	87 t	溶接閉鎖型
D13	107 t	244 t	42 t	390 t	783 t	
D16	261 t	—	—	—	261 t	溶接閉鎖型
D16	7 t	51 t	60 t	61 t	179 t	
D19	188 t	79 t	87 t	49 t	403 t	SD345
D25	—	2 t	—	—	2 t	SD345
D29	—	—	—	246 t	246 t	SD390
D38	—	794 t	—	—	794 t	SD490
合 計	651 t	1,478 t	541 t	773 t	3,442 t	
	98 kg/ m ³	209 kg/ m ³	93 kg/ m ³	192 kg/ m ³	146 kg/ m ³	

表－3 PC 鋼材集計表

		鋼材種別	単位重量	本数	鋼材重量	
PC 鋼棒	アンカー	36φ (SBPR1080/1230)	7.99kg/m	3060 本	44.0 t	863.1 t
	柱 部		7.99kg/m	13824 本	741.4 t	
	桁梁部		7.99kg/m	3728 本	77.7 t	
PC 鋼より線		9・12-15.2φ (SWPR7B)	1.101kg/m	—	785.0 t	

3.2 工程

以下に全体工程とサイクル工程を示す。



図－1 全体工程

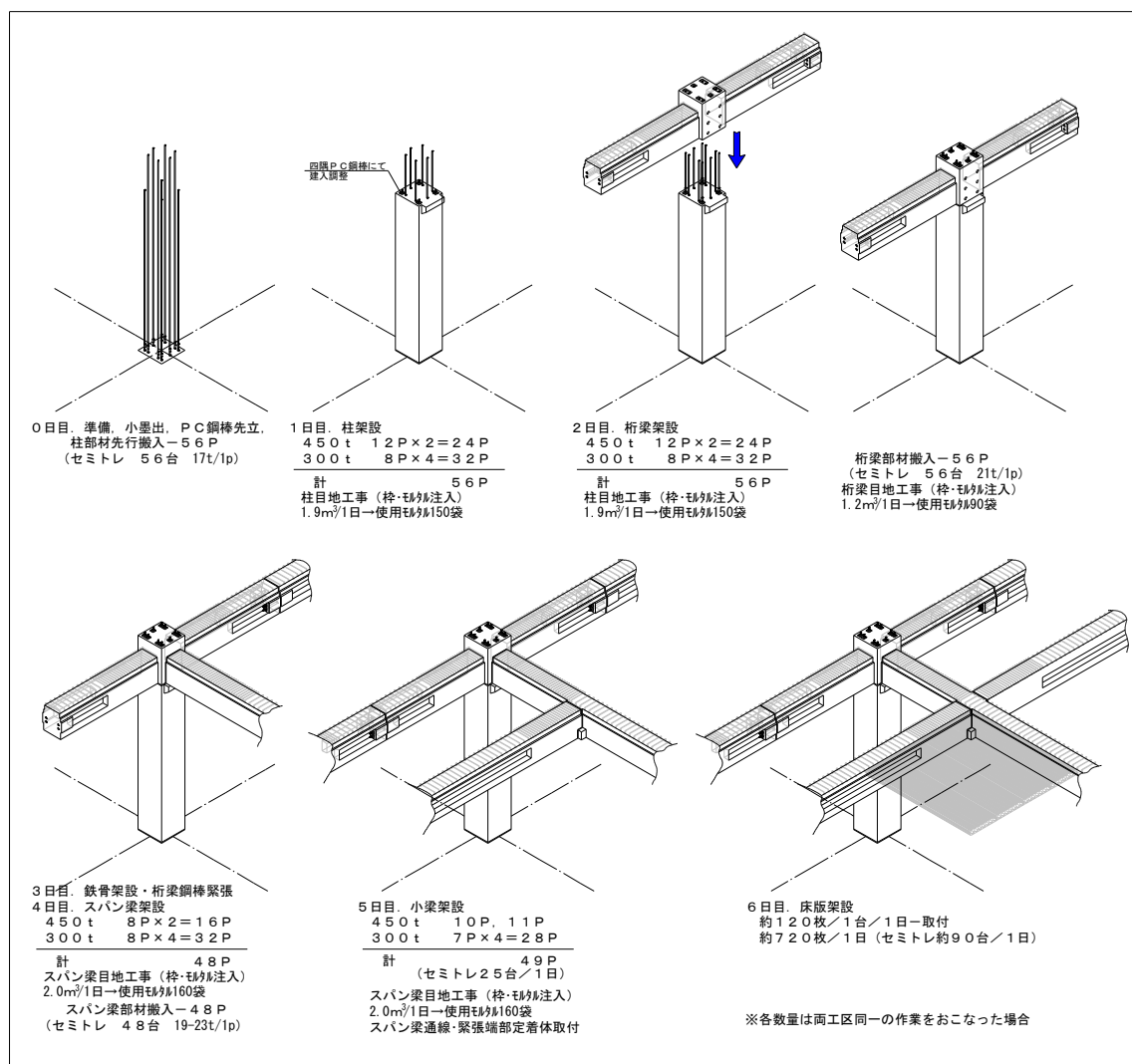


図-2 サイクル工程

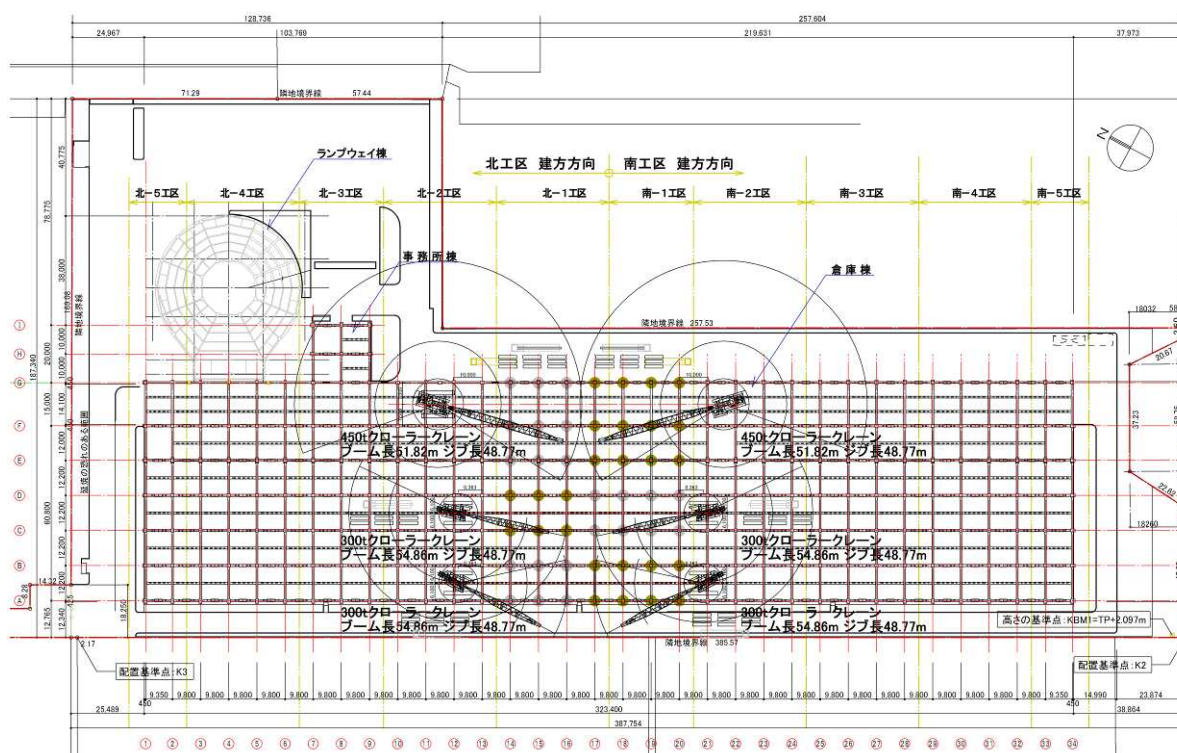


図-3 架設計画図

本工事では、大規模物流倉庫を短期間で施工するため、建物全体を10工区に分割し、南北に分けた工区に大型クレーンをそれぞれ配置し1工区ごとに最上階まで架設し次工区にうつる建逃げ工法で施工をおこなった。使用したクレーンはスパンが広く、部材重量がもっとも重い部材のある車路部分に450tクローラクレーンを2台、その他の部分に350tクローラクレーンを1台、300tクローラクレーンを3台配置し、南1工区を単工区で施工し、その後の南2工区、北1工区から2工区同時施工で順次架設をおこなった。サイクル工程は、1フロア6日で1工区は最上階5階の柱架設と屋根鉄骨の架設をあわせて約1ヶ月でおこなった。サイクル工程は、図-2サイクル工程を規準として作業を進めたが、実際には南工区と北工区が同じ作業にならない様に調整をおこない、部材搬入のトレーラーが1日平均して約60台前後となっている。

3.3 圧着方式の特徴

本建物において短辺方向は、トラックバースによるレベル段差によって分けられた2つのPCケーブルで一括緊張による圧着接合をおこなっている。しかし構造概要にある通り長辺方向は長さ322.4mの架構であるため、一括緊張をおこなうとプレストレスの導入によって生じる梁の軸縮みによる不静定応力に対する断面算定が問題となる。また一括緊張をおこなえない架設施工期間の殆どで不安定な架構状態となってしまう事も併せて問題となる。これらの問題を解決するために採用した圧着方式について紹介する。まず、これと同じ問題に対して技報6号¹⁾に紹介される2つの事例がある。

【事例1】柱梁がそれぞれ独立したプレキャスト部材となっており、梁の接合目地は、梁両端部に設けられている。接合方式は、桁梁端部に設けた拡幅部を利用して梁をPC鋼棒で柱部材に圧着接合する「ホッチキス方式」である。図-4に概要を示す。

【事例2】桁梁と柱梁接合部を一体としたプレキャスト部材となっており、梁の接合目地は短辺方向では梁端部に、長辺方向では梁中央に設けられている。桁梁の接合方式は長辺方向に通したPCケーブルを用いて、梁中央の目地部で梁を相互に圧着接合する「PCレンコン方式」である。（この事例では不静定応力の影響を考慮して一括緊張ケーブル量に配慮している）図-5に概要を示す。

本建物の接続方法はこの2つの事例の両方の利点を生かした接合方式と言える。事例2のPCレンコン方式では部材端部に圧着目地がなく鉄筋を連続する事が出来るため、端部に必要な曲げ耐力を鉄筋とPC鋼材を併用して確保する事が容易となる。大きな部材耐力が必要な本建物ではこの点でPCレンコンの採用が不可欠であった。ただし、事例2の様に梁中央目地のプレストレス導入を建物全長にわたっておこなう方式では、建物長辺方向が非常に長い本物件では採用する事が出来なかった。そこで事例1のホッチキス方式を中央梁接合部に採用することでこの問題を解決する「PCレンコン梁中央ホッチキス方式」接合方式とした。図-6に概要を示す。

さらに軸変形による影響を最小限に抑える計画として、収縮帯というトップコンを打設せず施工期間中の軸変形を許容するエリアを設けている。^{2),3),4)}(写真-3)。

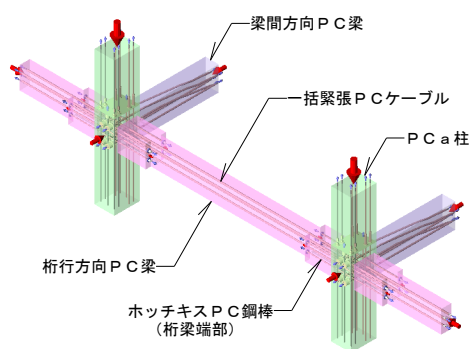


図-4 ホッチキス方式

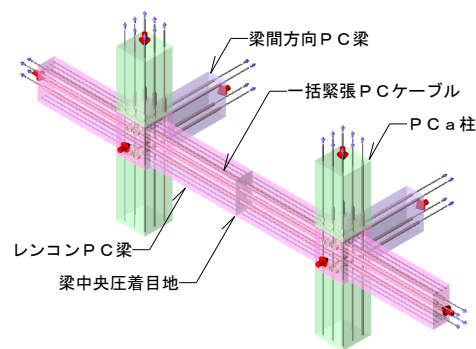
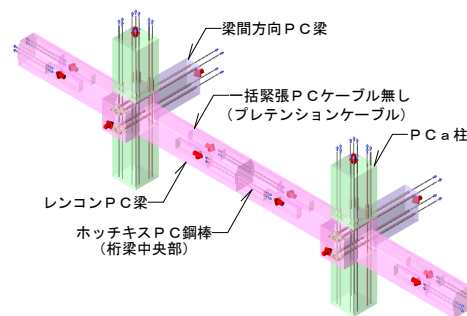


図-5 PCレンコン方式



写真-3 収縮帯

図-6 PC レンコン梁中央ホッチキス方式
(本物件)

3.4 PC レンコン梁中央ホッチキス方式のプレストレス

(1) 部材に導入するプレストレス

長辺方向部材のプレストレスはプレテンション方式とし、ポストテンション方式の場合に掛かる定着体及びグラウト作業のコストを抑えている。ただし、図-7に示すとおりプレテンション方式は部材端部で付着切れを起こすため、その範囲は有効なプレストレス及び耐力を確保する事が出来ない。そこで部材端部で耐力が必要な妻側部材についてはポストテンション方式とし、一般部では梁中央圧着とプレテンションの付着切れを起こす範囲がラップするよう、その範囲を考慮してPC鋼棒長を決定している。

(2) 梁中央圧着部のプレストレス

梁中央圧着部はPC鋼棒 36φ を4本使用するが、部材の耐力を確保しながら緊張スペースを確保出来る断面を検討した。納まりが非常に厳しくなっており(図-8)、このPC鋼棒を緊張するための小型サイズのPC鋼棒ジャッキ(写真-4)を製作した。



写真-4 900kN PC 鋼棒ジャッキ

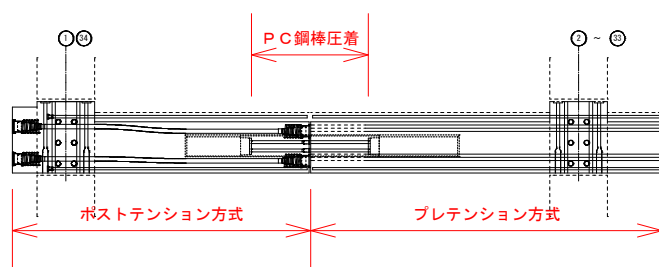


図-7 長辺梁のプレストレス

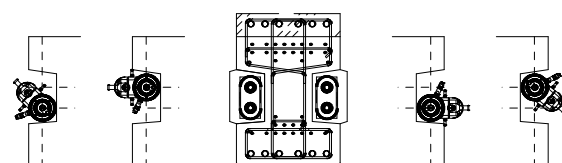
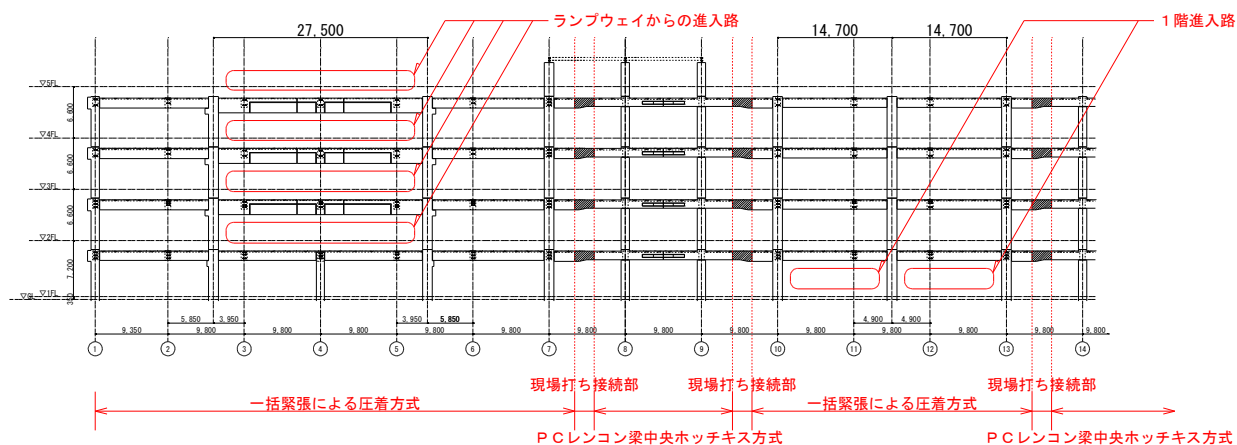


図-8 PC 鋼棒ジャッキ

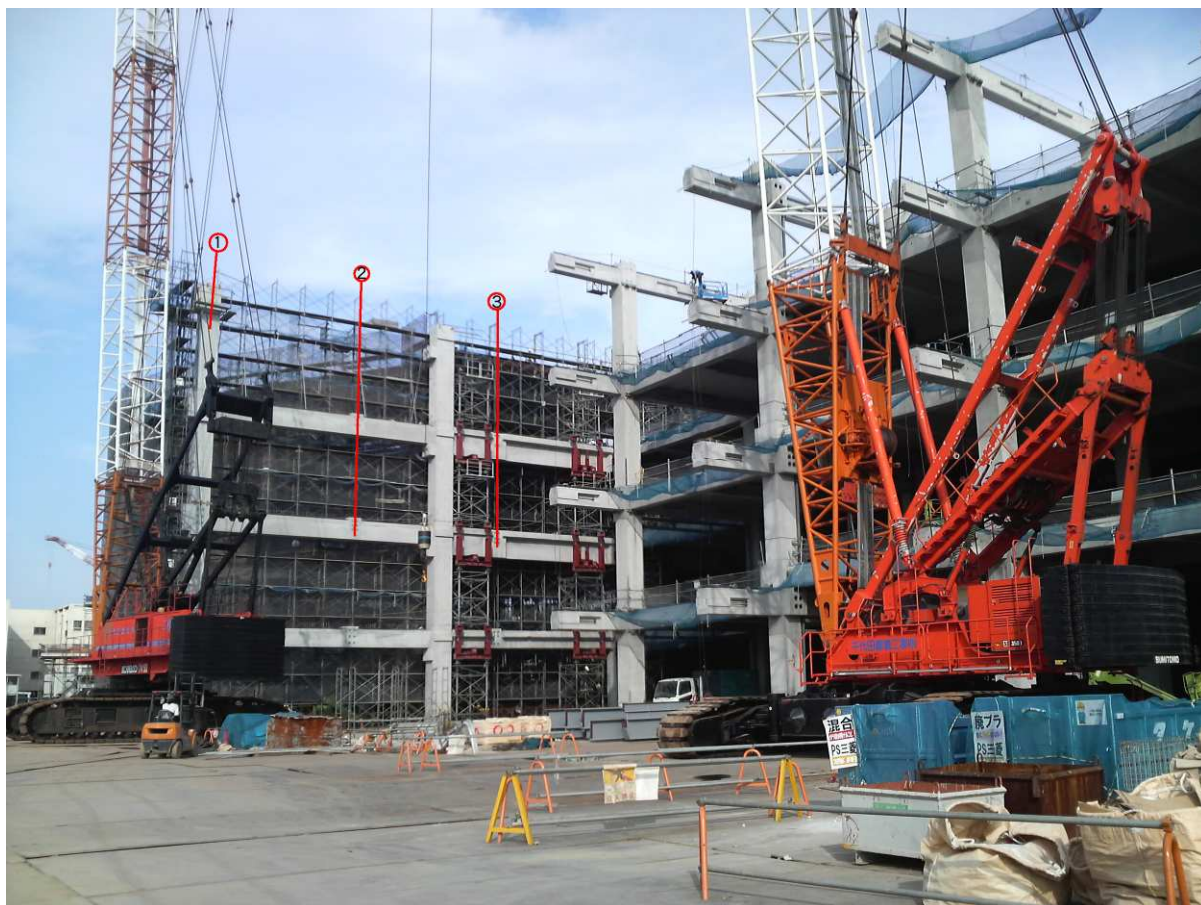
3.5 圧着接合方式の併用

本建物は上層階まで大型トラックが乗り入れする事が出来るランプウェイを有している。そのためランプウェイより倉庫建物へ進入する通路部分は27.5mのロングスパン梁となっている。この梁については一括緊張による圧着接合を行っているが一般倉庫部は、「PC レンコン梁中央ホッチキス方式」を採用しているため、この2つの圧着接合方式を同一架構に計画する事が出来る様、現場打ち範囲を設けている。図-9に各方式の施工範囲を示す。

また、圧着接合方式の併用に伴い図-9のG通り②通りから⑥通りにかけては、スパン方向の梁を受ける部分、及びブロック架設となった桁梁を全て支保工で受ける計画とした。支保工については、G通りのみ北4、5工区を同時に施工し、随時2次緊張をおこなう事で2層分の荷重で検討をおこなった。



図－9 圧着接合方式の併用



写真－5 G 通り架設状況

写真－5は、北4工区の架設状況で、2階から4階までの梁架設が完了しており、G 通り2階の桁梁の2次緊張が完了した状態である。

4. まとめ

以前から物流倉庫の PCa 部材の分割位置と圧着方式の違いについて検討をおこなってきた。今回のような大規模物流倉庫を短工期で施工する場合には、レンコン方式の桁梁を梁中央で圧着する方式は施工時の地震等に対しては有効であり、どの場所からでも工事を開始する事が出来るメリットは大きい。しかし、PC 工事の作業は煩雑になり、スパン方向の緊張時の変形に対する工区境での配慮など検討すべき点は多くなる。

本工事は 2009 年 2 月 26 日から南 1 工区の建て方を開始し、その後南北両工区を 6 班の建て方班と 6 台の重機、1 班の通線・緊張班、2 班の PC グラウト班により、2009 年 8 月 16 日には建て方工事を、9 月 30 日には、PC グラウトまでの工事を予定通り完了する事が出来た。建物全体としても 2009 年 11 月 7 日に無事竣工式をおこなう事が出来、現在では国内有数の大規模物流施設として使用が始まっている。

最後に、本工事を施工するにあたり（株）大林組の多大なるご指導、ご協力を賜りました。誌面をお借りしてここに感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 大塚夕，古林桂太：「部材接合方式が異なる PCaPC 工法による物流倉庫の設計事例」，株式会社ピーエス三菱 技報第 6 号(2008 年)，pp.40-41
- 2) 森高英夫，山浦晋弘，辻英一，大迫一徳，林三雄，大野義照：「プレキャストプレストレストコンクリート長大建物における乾燥収縮・クリープの計測」，日本建築学会大会学術講演梗概集（中国），1999 年 9 月，pp.1031-1032
- 3) 山浦晋弘，森高英夫，辻英一，塚田康夫，渡辺勲，石井治：「プレキャスト構法によるコンクリート系長大構造物の乾燥収縮および温度変化による挙動予測」，日本建築学会大会学術講演梗概集（関東），1997 年 9 月，pp.927-928
- 4) 能森雅己，石井治，服部高重：「収縮帯を有するコンクリート系超長大構造物の自己歪による変形性状（その 1，その 2）」，日本建築学会大会学術講演梗概集（東北），1991 年 9 月，pp.503-506