

第8回 PC工場の設備

講師：浅田 創*

1. はじめに

コンクリートにプレストレスを与える方法はPC鋼材をあらかじめ緊張しておきここにコンクリートを打ち込むプレテンション方式とコンクリート硬化後にPC鋼材を緊張するポストテンション方式に大別されます。プレストレストコンクリート（以下PCと呼ぶ）工場は主にプレテンション方式の緊張設備をもち、PC工場の多くがJIS A 5373の認定を受けています。製品を工場で作る利点として品質の安定、工期短縮、環境負荷の削減があげられます。ポストテンション方式は主に現場製作で行うプレストレス導入方法ですが工場製作の利点をいかして製品を工場で分割製作し、それを現地に搬入してプレストレスの導入を行い一体化する施工も増えています。本講座ではPC製品を製造する工場の設備についてその概要を紹介します。

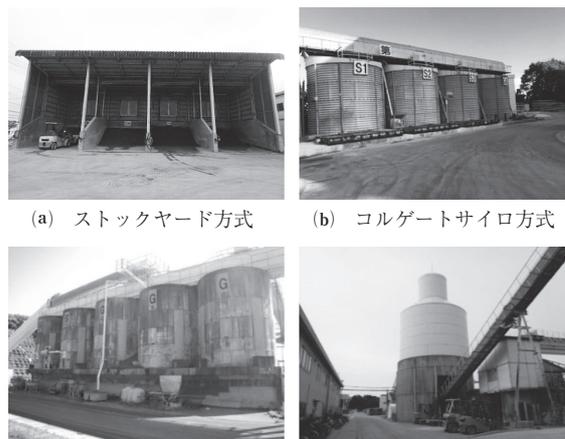
2. コンクリート製造設備

コンクリートを製造する設備は高品質なコンクリートを安定して供給することを要求されます。設備は図-1に示すように使用する材料を貯蔵する設備（骨材サイロ、セメントサイロなど）とそれらを計量し練混ぜ設備（バッチャープラント）、コンクリートを運搬する車輛などからなります。

2.1 骨材貯蔵設備

骨材は粗骨材、細骨材に大別され、種類やサイズごとに貯蔵されます。また、必要に応じて降雨など気象の影響で表面水が変動しないよう貯蔵されます。骨材の貯蔵方式としてストックヤード方式、コルゲートサイロ方式、コンクリートサイロ方式、集合サイロ方式などがあります（写真

- 1)。貯蔵された骨材は種類ごとにベルトコンベヤでバッチャープラントに搬入されます。



(a) スtockヤード方式 (b) コルゲートサイロ方式



(c) コンクリートサイロ方式 (d) 集合サイロ方式

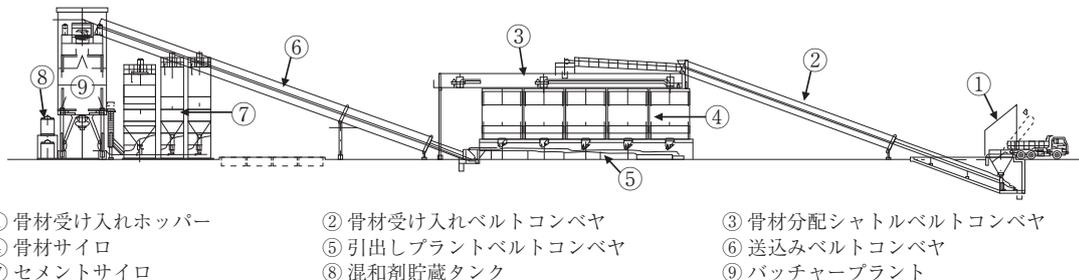
写真-1 骨材サイロ

2.2 セメント、混和剤貯蔵設備

セメントは種類ごとに専用のセメントサイロに風化しないように貯蔵されます。混和剤も種類ごとに専用のタンクに品質が変化しないように保管されます。

2.3 練混ぜ設備

コンクリートの練混ぜは図-2に示すようなバッチャープラントと呼ばれる設備で行われます。バッチャープラントは一般的に最上階にセメント、細骨材および粗骨材の貯蔵ビンを設け、ベルトコンベヤで搬入した骨材はターンヘッドにより各骨材の貯蔵ビンに振り分けて貯蔵されます。次の階に水タンク、粗骨材、細骨材およびセメントの計量装置を設置し、ここで1バッチごとの練混ぜに必要な



① 骨材受け入れホッパー ② 骨材受け入れベルトコンベヤ ③ 骨材分配シャトルベルトコンベヤ
④ 骨材サイロ ⑤ 引出しプラントベルトコンベヤ ⑥ 送込みベルトコンベヤ
⑦ セメントサイロ ⑧ 混和剤貯蔵タンク ⑨ バッチャープラント

図-1 コンクリート製造設備全体図

* Tsukuru ASADA：プレストレスト・コンクリート建設業協会 団体規格作成部会（極東興和）

材料を計量します。さらに下の階にミキサーを設置しコンクリートの練混ぜを行います。

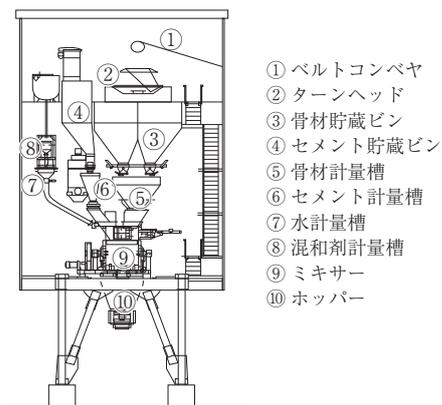


図 - 2 バッチャープラント概要図

ミキサーで練り上がったコンクリートはホッパーを通じてコンクリート運搬設備に排出されます。計量から排出までの一連の操作は別室の操作装置（写真 - 2）でモニターを確認しながら行います。



写真 - 2 プラント操作装置

2.4 コンクリート運搬設備

練り上がったコンクリートは、バッチャープラントから打設場所まで運搬されます。この運搬には、ミキサー車による方法、バケットと運搬台車による方法や投入機とフォートリフトによる方法、またトロリーホッパーによる方法など（写真 - 3）があります。

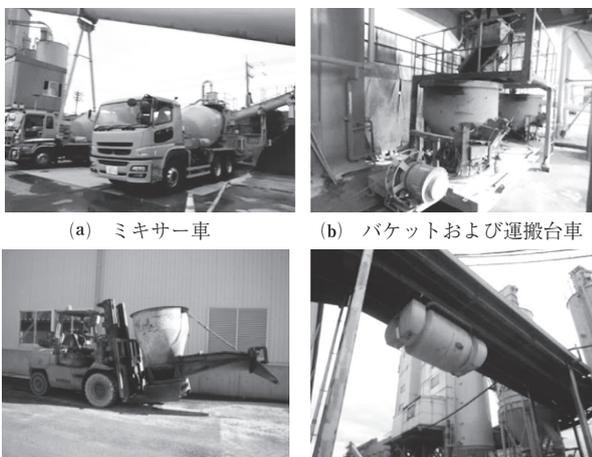


写真 - 3 コンクリート運搬設備

3. 緊張設備

PC 鋼材の緊張設備は図 - 3 に示すとおりで、50 ~ 100 m の間隔で設置された固定ポストと緊張ジャッキ、緊張フレームおよび電動油圧ポンプからなります。固定ポストは緊張力に耐えるよう必要な長さを地中に入れその周りに鉄筋コンクリートの基礎を構築して設置されます（図 - 4）。

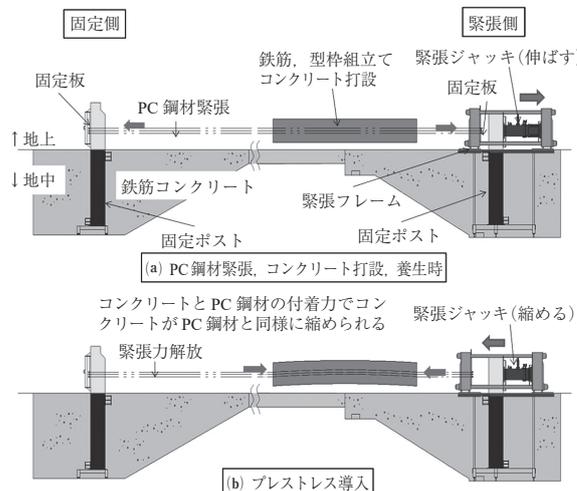


図 - 3 緊張設備概略（側面図）

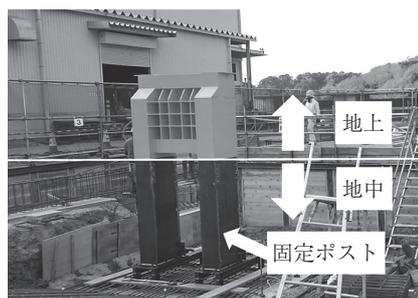


図 - 4 固定ポスト設置状況（固定側）

固定ポストの片側には PC 鋼材固定板（図 - 5）、もう一方は固定ポストを反力台とし緊張ジャッキの伸縮で移動する緊張フレームが設置されます（図 - 6）。緊張フレームにも PC 鋼材固定板が設置され固定側、緊張側の双方に PC 鋼材を固定することができます。

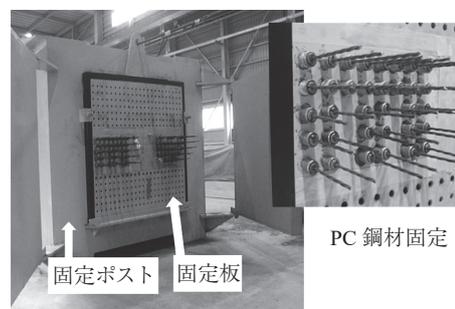


図 - 5 緊張設備（固定側）

PC 鋼材の緊張は固定ポストと緊張フレームに PC 鋼材を固定し、電動油圧ポンプでジャッキを伸ばして緊張フレームを移動させることにより行います。

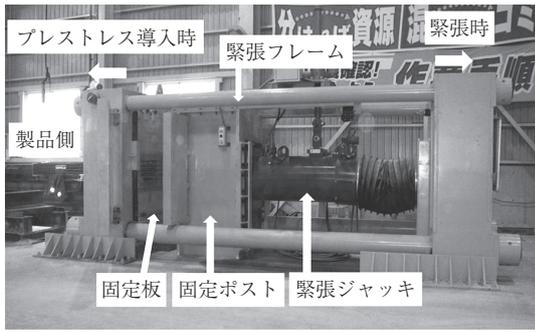


図 - 6 緊張設備 (緊張側)

そして、コンクリートへのプレストレス導入は、コンクリートに所定の強度が発生したあとにジャッキを縮めることで緊張力が解放されPC鋼材が縮もうとする力が付着力によりコンクリートに伝わることで行われます¹⁾。緊張ジャッキの作動は電動油圧ポンプ(写真 - 4)により行います。緊張力はジャッキの圧力とPC鋼材の伸びにより管理します²⁾。最近では電動油圧ポンプの操作から緊張力の管理までを自動で行う装置(写真 - 5)を備える工場が増えています。



写真 - 4 電動油圧ポンプ



写真 - 5 自動緊張管理装置

4. 養生設備

PCに使用するコンクリートは通常の製品では、翌日の強度がプレテンション方式ではプレストレス導入に必要な35 N/mm²以上、セグメントでは切り離しに必要な25 N/mm²以上が必要な場合があります。製品によってはさらに高い強度が要求される場合もあります。また、気温の低い時期は暖かい時期に比べ強度の発現が遅くなります。したがって、早期に強度を発生させるために蒸気による促進養生を行います(写真 - 6)。



写真 - 6 蒸気養生状況

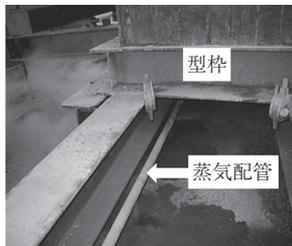


図 - 7 蒸気配管

4.1 ボイラー

養生を行う蒸気はボイラーを炊いて供給し温度制御装置で管理します(写真 - 7)。ボイラーの容量は必要な温度、蒸気を供給する範囲および時間、そして一度に必要とされ

る蒸気量などで計算されます。蒸気養生はコンクリート打設完了後3時間以上経過してから始めます。養生温度の上昇、下降速度は一般的に1時間あたり15℃以内、最高温度は65℃以下で管理しています²⁾。



写真 - 7 小型ボイラー

4.2 養生配管

ボイラーから各製作場所への蒸気供給は工場内に設置された管を通して行います。各製作台(型枠)の下または側部に穴あきの管を配置し蒸気を排出します(図 - 7)。養生温度の管理は温度センサーを養生シート内に設置し温度制御装置(写真 - 8)により電磁バルブ(図 - 8)を操作し、蒸気量を調節して行います。



写真 - 8 温度制御装置

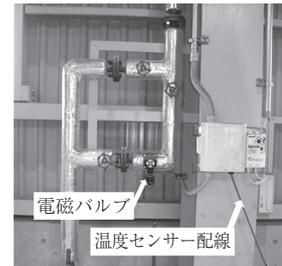


図 - 8 電磁バルブ

4.3 養生プールなど

コンクリートの耐久性向上のため、水中養生を行う場合は養生用プール(写真 - 9)やシャワーなどを備えます。

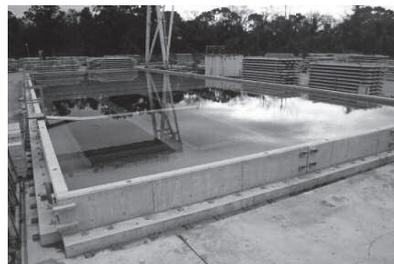


写真 - 9 養生用プール

5. 試験設備

工場で製造するコンクリートおよび製品は品質管理を行う上で各種の試験を行います。

5.1 試験室

試験室ではJISに基づき骨材の試験、スランプおよび空気量などまだ固まらないコンクリートの試験および所定の材齢におけるコンクリートの圧縮強度試験などを行います(写真 - 10)。



(a) スランプ、空気量試験 (b) 圧縮強度試験
写真 - 10 品質管理試験

5.2 載荷試験装置

製造された製品は JIS に基づき供試体の圧縮強度が所定以上であることを確認したのちに載荷試験装置を用いて曲げ試験を行います (写真 - 11)。



写真 - 11 載荷試験装置

6. その他

6.1 荷役設備

セグメントの製造や製品の移動、積込みは主にクレーンを用いて行います。また製造時には型枠組立て、コンクリート打設および材料の移動に使用する荷役設備が必要となります。製品の重量は公道を運搬できる重さに制限されますので 30t 程度の吊り能力があるクレーンが必要です。型枠組立て、コンクリート打設などの作業は 2.8 ~ 5.0t 程度のクレーンで行うのが一般的です (写真 - 12)。



(a) 製品移動、積込み用クレーン (b) 製作用クレーン
写真 - 12 クレーン

6.2 移動式上屋

屋外で製作するヤードでは降雨の影響で作業ができない場合が生じます。工程および品質を確保するために移動式の上屋 (写真 - 13) を設けている工場もあります。その中で製作を行い、製品を取り出す際は上屋を移動させクレーンで取出しを行います。



写真 - 13 移動式上屋

6.3 製品ストックヤード

工場で生産される製品は出荷まで工場内にストックされます (写真 - 14)。ストックヤードには製品の移動および積込みを行うクレーンなどの荷役設備があります。



写真 - 14 製品ストック状況

6.4 排水処理設備

コンクリートの練混ぜや打設に使用した機械を洗った水は強アルカリ性でコンクリートの固形分を多く含んでいます。工場外へ排出する際は沈殿槽で固形物を沈殿させたのち濁水処理装置 (写真 - 15) で中和処理を行ってから排出します。



写真 - 15 濁水処理装置

7. おわりに

本講座では一般的な PC 工場の設備について説明させていただきました。コンクリート構造物のプレキャスト化はその利点から今後さらに多様な構造物に応用される機会が増えると考えられます。本稿が皆様のお役にたてば幸いです。

参考文献

- 1) プレストレストコンクリート工学会：フレッシュマンのための PC 講座・増補改訂版，2016。
- 2) プレストレスト・コンクリート建設業協会：JIS けたによる PC 道路橋設計・製造便覧 (JIS A5373-2004)，2004。

【2019年3月1日受付】