

# コンクリート生産設備に求められる 「生コン品質向上」における現状

生 形 正 幸・田 村 真・柳 下 太 志

信頼されるコンクリート構造物に供給する、品質の良い生コンクリートを製造するためにコンクリート生産設備の果たす役割は、幾多の他工程に比較して少ないと言える。しかしながら、環境面・経済の見地を含め技術的課題も多くあり、奥も深い。コンクリートプラントの技術的変遷を含め、最近の技術的ニュースや将来の展望などを紹介してみたい。

キーワード：変遷，新 JIS 対応，環境負荷，維持管理

## 1. 技術的変遷

### (1) コンクリートミキサ

近代におけるミキサの歴史は、傾胴型から始まり、強制パン型へ進化し、1970年代後半より強制二軸ミキサが主流になっている。

二軸ミキサの特徴として、

- ①高強度・高流動コンクリートの高負荷への対応が容易であること。
- ②攪拌力に優れ、短時間混練が可能であること。
- ③部品交換の周期が長く、計画的な保守管理がしやすいこと。
- ④コンクリート排出時間が短く、バッチサイクルが短いこと、などが挙げられる。

ここで現在主流となる、らせん式連続パドル構造の混練メカニズムについて紹介する。

強制二軸ミキサは、軸の回転により、2本の軸廻りにらせん状の流れである「らせん流動」が形成される。この「らせん流動」がミキサ中央で交互に衝突し合うことにより、「局部交錯流動」が形成させる。また、「らせん流動」がミキサ内で逆方向に進行し、ある位相差で交互に繰り返すことにより、ミキサ内を大きな流れで循環する「全体循環流動」を形成させる。この二種類の流動形態により、コンクリートの混練が行われる。また、単独パドルの配置追加により、コンクリート材料へのせん断作用を増加させている。この構造により、普通コンクリートはもとより、高粘性の高強度コンクリートに対し、圧縮・せん断作用を与えることにより、均一に早く混練ができる。

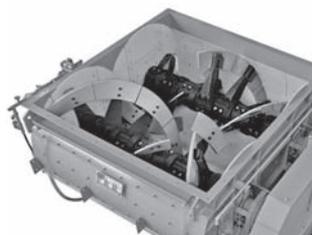


写真-1 コンクリートミキサ-1



写真-2 コンクリートミキサ-2



写真-3 コンクリートミキサ-3

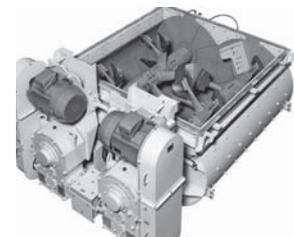


写真-4 コンクリートミキサ-4

### (2) 全自動制御

プラントそのものも、手動式→半自動式→全自動式の経緯を経て、現状では電子制御方式の操作機構となっている。計量器は、荷重の伝達方式により分類され、機械秤と電子制御との組み合わせ方式、ロードセ



写真-5 コンクリート制御盤-1



写真-6 コンクリート制御盤-2

ル直接計量方式があり、現在ではロードセル直接計量方式が主体で操作盤には様々なソフトが組み込まれ、計量精度の向上が図られている。

### (3) 敷地の有効利用

コンクリートプラントを中心設備とする生コン製造システムは、原材料の貯蔵、供給・貯蔵システム、計量・混練システム、操作・品質管理システム、環境・リサイクルシステムを機能的に組み合わせた結合システムである。

限られた用地に設備計画する際は、地形、面積、生コンの用途、生産規模、アジテータ車数、設置場所、原材料の入荷条件、設置工事期間などに適した型式を選択し、周囲環境の条件と入荷及び出荷の車の流れを考慮した配置を計画する必要がある。

特に、骨材搬送用ベルトコンベヤは、平ベルトの緩傾斜から、栈付ベルトの急傾斜コンベヤ、垂直コンベヤを有効配置し、狭地設置を可能にしている。

その他コンクリート製ビル形階層に、原材料ストックヤードと計量・混練設備を納めたビル形プラントも、都市部に出現している。



写真-7 コンクリートプラント-1



写真-8 コンクリートプラント-2

## 2. 最近の技術的ニュース

### (1) 表面水率測定計（マイクロ波式）

現在はマイクロ波式水分計が主流で、計量器の直前

に取付け、連続測定が可能である。

センサ部より発信されるマイクロ波の吸収差は骨材に含まれる水分に応じて異なる。この変化量を的確に検出し、ユニット内部で演算（水分値に換算）する。



写真-9 マイクロ波水分形-1



写真-10 マイクロ波水分形-2

### (2) 水浸式細骨材計量方式による表面水率測定装置

計量される細骨材の一部を引き出し、水浸細骨材計量器で質量と容積を計測し、密度差により水分量を算出する方式である。

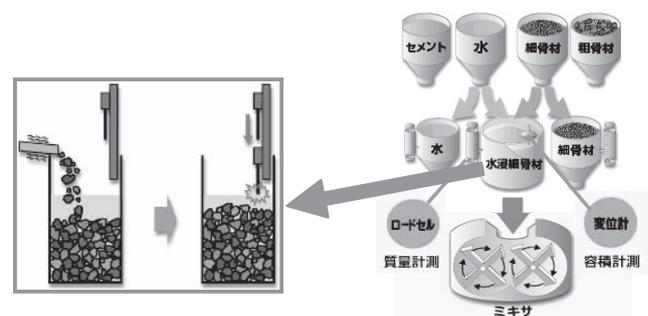


図-1 水浸計量モデル図

#### 計算方法

表面水率は JIS A1111 より次式によって算出される。

$$H = \frac{m - ms}{ml - m} \times 100 \quad \text{ただし、} ms = \frac{ml}{ds}$$

H : 表面水率 (%)

m : 細骨材でおきかえられた水の質量 (g)

ml : 細骨材の質量 (g)

ds : 細骨材の表乾密度 (g/cm<sup>3</sup>)

### (3) スラッジ水濃度計（マイクロ波式）

現在超音波式濃度計が主に利用されているが、生コンの中に含まれる気泡、付着などによる汚れ、可動部分を持たないなど保守性に優れているマイクロ波式濃度計も注目されつつある。

表一 各方式濃度計との比較表

項目	マイクロ波式	超音波式	光学式	回転式
測定原理	マイクロ波の伝播速度の変化	超音波の減衰	透過光の減衰	回転羽根が受けるせん断応力測定
温度測定範囲	0～50%	0～10%	0～1.2%	1～10%
付着の影響	影響なし	ほとんど影響なし	影響を受ける	ほとんど影響なし
気泡の影響	影響を受けにくい	影響を受ける	影響を受ける	ほとんど影響なし
流速の影響	影響なし	影響なし	影響なし	影響を受けやすい
可動部	なし	なし	なし	あり
管内突起物	なし	なし	なし	あり

### 3. 新 JIS 対応 (JIS A 5308)

2009年3月20日付で改正公布となり、本年4月1日より施工となる。今回の改正に伴い、多くの生コン工場で製造・出荷に関するシステム・装置の変更が必要となっている。

“環境への配慮”として再生骨材Hの採用、スラッジ水の利用促進及び付着モルタル利用方法の拡大“配合などの透明化”として配合計画書や納入書の位置づけの明確化と、納入書への配合の表示などが規定された。

レディーミクストコンクリート納入書											
										No. _____	
										平成 年 月 日	
製 造 場										製造会社名・工場名	
納 入 場 所											
運 搬 車 番 号											
納 入 時 刻										時 分	
納 入 容 積										時 分	
呼 び 方											
コンクリートの種類による記号		呼び強度		スランブ又はスランブフロー cm		粗骨材の最大寸法 mm		セメントの種類による記号			
配 合 表 <sup>①</sup> kg/m <sup>3</sup>											
セメント	造粒材	水	細骨材①	細骨材②	細骨材③	粗骨材①	粗骨材②	粗骨材③	混和剤①	混和剤②	
水セメント比	%	水結合材比 <sup>②</sup>	%	細骨材率	%	スラッジ固形分率	%				
備考 配合の種類： <input type="checkbox"/> 標準配合 <input type="checkbox"/> 修正標準配合 <input type="checkbox"/> 計量記録記録から算出した単位量											
<input type="checkbox"/> 計量印字記録から算出した単位量 <input type="checkbox"/> 計量印字記録から自動算出した単位量											
書受機員印						出荷係印					

図一 2 (参考) 平成 22 年 4 月 1 日から適用される納入書 (追加項目 [ ]部)

プラント側の対応として

①計量印字記録より単位換算とプリンタ出力。

計量操作盤、出荷管理装置の型式により改造パターンが違う。改造不可の場合、パソコンとプリンタの追加もしくは新規に操作盤、出荷管理装置の入替となる。

②各補正值通信のためのインターフェース改造・追加。

③印字記録の5年間保管義務。

④各工場で違う出荷システムを調整確認しながら、最良の対応を図る。

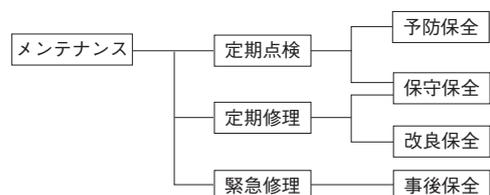
⑤スラッジ水を使用する場合、スラッジ水濃度の管理が必要となる。

⑥今回の改正の最大の内容が、環境とトレーサビリティ配慮であると受止めた場合、コンクリートプラントでの対応範囲は上述で代表される。ただ今後、付着モルタル利用や戻りコン・残コン処理などで発生する回収水の再利用の増加に適応するハードは、課題と考えるべきであろう。

### 4. プラント設備の維持管理

生コン工場が的確に保安管理されているか否かで、設備の品質が左右され、そのことが「品質の良いコンクリート」の製造につながる。さらに、故障しない工場であることが、需要側や協同組合からの信頼につながる。しかしながら、生コン需要減少から、生コン会社の経営は逼迫しており、これに対応するために各生コン工場はコスト削減に取り組んでいる。従業員が高齢化する中で、更に少数精鋭で運転されるため、設備の保安管理を担当する作業者に大きな負担がかかっているのが現状である。

プラントメーカーとしては、設備・機械の長寿命化、メンテナンス負荷軽減及び緊急時のサポート体制強化は、時代の要請と考えなければならない。プラントの長寿命化では、磨耗材の材質変更や肉厚アップなど初期費用がかかる。メンテナンスが熟練者でなくても容易に可能な構造・形状にする工夫は重要なことと考える。サポートについては、計量操作盤の電話回線によるリモートメンテナンスで対応している。又、ユーザー教育は、特に必要不可欠であり、保安管理の重要性を説明し、理解を求めている。特に定期点検（予防保全および保安保全）・定期修理（保安保全・改良保全）、トラブルが発生した際の緊急修理（事後保全）があり、「出荷停止を起こさない日常の保安管理」という意味では、生コン工場が自ら行なう定期点検が最も重要である。



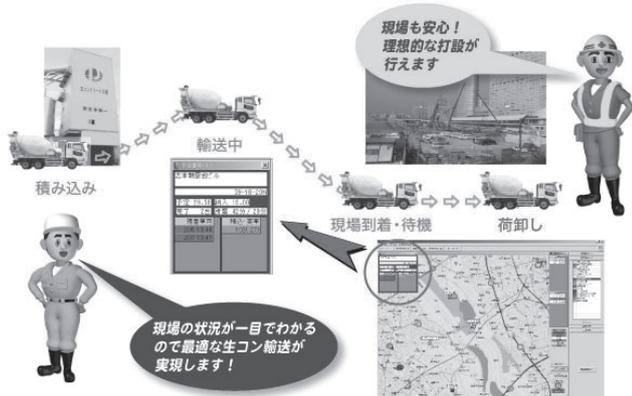
図一 3 メンテナンスシートの一例

## 5. コンクリートプラント関連での取組み紹介

### (1) GPS を活用した生コン車の配車管理

すぐれた品質を維持した生コンを納入するためには、効率的な配車が不可欠であり、結果として現場待機時間の短縮により品質の経時変化の最少化および輸送コストの改善ができるものと考えられる。生コン輸送環境は、ジャストインタイム輸送、製品の品質確保、現場へのサービス向上といった要請を背景にGPSを活用した配車システム化への期待が高まっている。

#### (a) GPS を活用した生コン配車システム構成図



#### (b) 生コン配車システムの機能

- ①生コンの納入予定に基づき、出荷日の前日までに車両の必要台数や配車計画をコンピュータシミュレーションにより立案できる。
- ②出荷当日は納入現場の進行状況の変化をリアルタイムにデータ収集して、再シミュレーションを実行することで、その後の配車計画の修正が図れ、このことによりジャストインタイム輸送ができる。
- ③車輛動態を地図上で確認できる。
- ④車輛の稼働実績管理にて運搬業務の効率改善が図れる。

### (2) アジテータ車ドラムに遮熱・断熱塗装した、コンクリート温度抑制方法

品質管理上、重要な項目である荷卸し時のコンクリート温度上昇が問題化されつつある。その対策のひとつとして、アジテータ車のドラム外装部に、遮断・断熱塗料を塗布しコンクリート温度の上昇を抑制する方法がある。

### (3) 生コン車の燃費改善とCO<sub>2</sub>削減対策

省燃費運転法の実施で、地球温暖化防止に貢献するだけでなく、燃料費の削減、また結果として安全な運転につながるため、交通事故の減少、保険費用の減少、

各種メンテナンス費用の減少など副次的なメリットも多い。

表一 一般道路での省燃費運転のポイント

1	急発進、急加速を避ける
2	早めのシフトアップ、遅めのシフトダウン
3	一定速度運転の励行（波状運転の防止）
4	惰力走行の多用（エンジンブレーキの多用）
5	経済速度での走行

## 6. コンクリートプラントの将来展望

日本におけるコンクリート生産設備は、計量精度の向上、瞬発力の増強、混練性能の向上、コンクリート温度の管理、環境対策など、ニーズに応じながら進化してきた。今後の技術革新のポイントは、さらにIT技術を駆使した省力化、高性能化、環境対策となると考えている。例えば、コンクリート温度自動管理システム・表面水自動管理システムなどの技術が、今後さらに進むと考えている。

## 7. 謝辞

本投稿にあたり、経済産業省産業技術環境局発行の“レディーミクストコンクリートのJISを改正”、セメント新聞社発行のコンクリートテクノ、(株)大林組、(株)北川鉄工所 日工(株) パシフィックテクノス(株)ホームページデータを引用させていただきましたこと、この場を借りて御礼申し上げます。

JCMMA

#### [筆者紹介]

生形 正幸 (うぶかた まさゆき)  
光洋機械産業(株)  
生産本部 第二技術部  
統括部長

田村 真 (たむら まこと)  
光洋機械産業(株)  
生産本部 第二技術部 設計グループ  
部長

柳下 太志 (やぎした ふとし)  
光洋機械産業(株)  
生産本部 第二技術部 設計グループ  
プラント設計課  
担当課長