

# コンクリートの練混ぜ性能と瞬発力を両立した コンクリートプラントの開発

山本 秀彦・西川 貴久・吉田 元昭

生コンクリート製造プラントは、朝一番、昼一番の出荷ピークや、高強度・高流動コンクリートの練混ぜ能力に合わせ、能力が決定されていた。また業界では、近年の厳しい経済環境下において建設投資、プラント稼働率の低下、ランニングコストのアップを抑え、かつ機能的には、大型機種を望むことは当然である。そこで、この要求を実現したのが、高強度・高流動コンクリートにも対応する、瞬発力コンクリートプラント(DASH)である。

キーワード：コンクリートプラント、高強度・高流動コンクリート用プラント

## 1. はじめに

生コンクリート業界では、朝一番、昼一番に集中する生コンクリートの出荷形態(図-1参照)に対応しなければならない。さらに近年、高強度・高流動コンクリートのような、高品質コンクリートが注目を集めている。これらのコンクリートは品質を確保するために、一般生コンクリートより練混ぜ時間を長くする必要があり、プラントのコンクリート製造能力を阻害している。このため、スピーディに安定的に供給できるプラントが求められている。

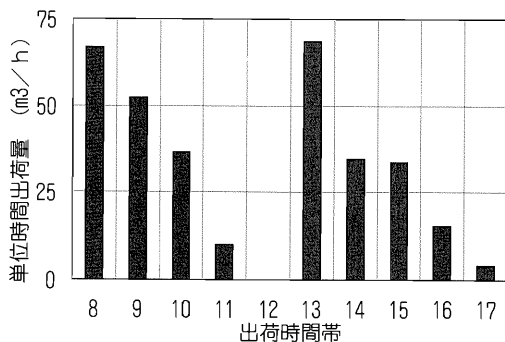


図-1 生コンクリートプラントの出荷実績

従来、生コンクリート工場は、コンクリートの需要予測に基づいて、最大のコンクリート製造能力に対応できるプラントを計画、設置してきた。

しかし、これでは建設投資コスト、ランニングコストの増大、プラント稼働率の低下などにより、生コンクリート製造コストの増大を招き、経営の安定化にはつながらない。そこで、日工株式会社では「最小投資で最大効果を発揮し、生コンクリート工場の事業経営のコストミニマム化を達成するプラント」を開発コンセプトとして取組んだ結果、高強度・高流動コンクリートにも対応する、瞬発力コンクリートプラント(DASH(商品名);写真-1参照)の開発に成功した。その概要を以下に紹介する。

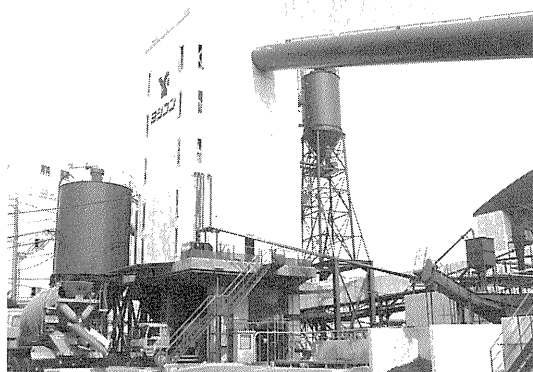


写真-1 瞬発力コンクリートプラント(DASH)

## 2. 開発のねらい

1章の開発コンセプトより、瞬発力コンクリートプラント(DASH)は、「最小の建設投資で、朝一

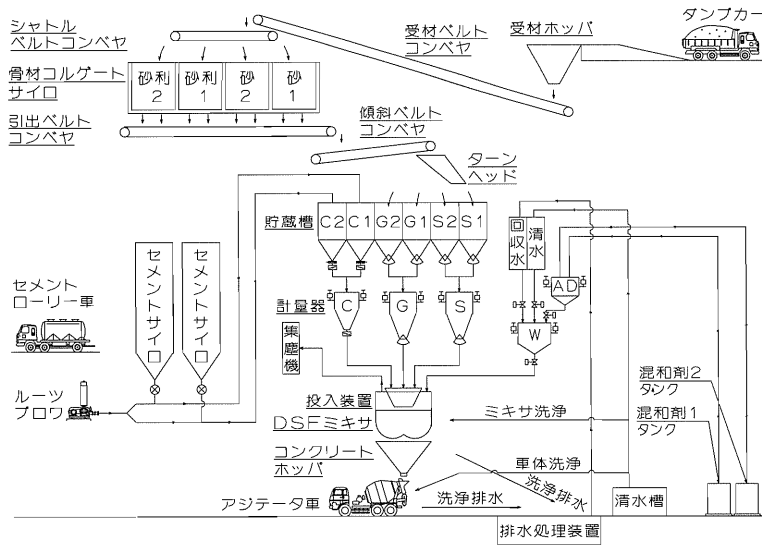


図-2 瞬発力コンクリートプラント (DASH) の装置フロー

番, 昼一番に集中する生コンクリートの出荷に瞬発的に対応でき, なおかつスピーディに高品質コンクリートをも製造できるプラント」と定義して, 以下のように開発に取り組んだ。

- ① 瞬発的なコンクリートの出荷要求に対してプラントの貯蔵容量は保有するアジテータ車の連続出荷分 (最小容量) とし, その時間内の出荷能力を最大限に引出す。したがって, 連続出荷が完了すれば貯蔵層の材料切れが発生し, コンクリートの生産が数分間中断しても良いという設計コンセプトとする。
- ② 従来プラントが時間当たり 60 バッチの出荷能力であったのに対し, 本プラントの瞬発的な出荷能力は, 時間当たり 100 バッチのペースでの出荷を可能にする事。  
すなわち, 瞬発的には 1.67 倍の出荷能力を達成する事。
- ③ 前出の高出荷能力を確保し, かつプラント設備, 装置, 機器構成を高機能, 最小のものとし, 設備コスト, ランニングコストを最小限に抑える事。
- ④ 高品質コンクリートについてもプラントの生産性を損なうことの無いよう, 品質の確保と出荷能力の倍増を図る事。

### 3. 達成手段と特徴

#### (1) コンクリート材料貯蔵・供給設備の見直し

図-2 に瞬発力コンクリートプラント DASH の装置フローを示す。

コンクリート材料のプラント貯蔵槽への貯蔵は, 設備コストを抑えるため最小容量とした。特に骨材貯蔵槽への供給は, 貯蔵容量の増減に見合うベルトコンベヤの最適供給能力を設定する必要がある。

そのため, 数十種類のパターンにて, アジテータ車台数, 骨材コルゲートサイロ容量, 主要配合, 材料供給条件等の設定を行い, 骨材供給, 貯蔵シミュレーション (図-3 参照) を完成させた。それ

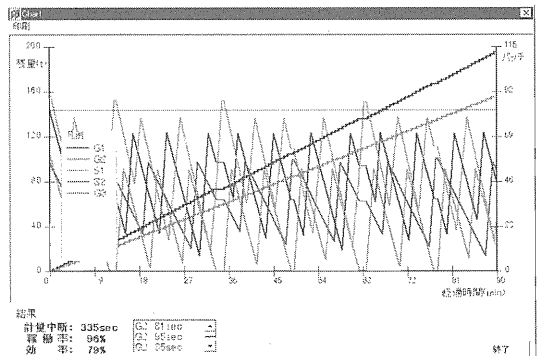


図-3 骨材供給, 貯蔵シミュレーション結果

により、各々の骨材の最適な貯蔵槽容量と、ベルトコンベヤ供給能力を割出した。

さらに、有効貯蔵容量はターンヘッドの位置、貯蔵槽形状を見直すことにより、従来の機種が65～70%の有効貯蔵率であったものを85～90%にアップした。

また、ベルトコンベヤの供給能力は、同じベルト幅で、1.3倍の供給能力を確保する事に成功した。これにより、設備コスト、ランニングコストを最小限に抑える事ができた。

(2) コンクリート材料計量システムの見直し

瞬発力コンクリートプラントでは、1.67倍の出荷能力を確保するために、コンクリート材料の計量は、従来プラントと比較して、短時間にしかも精度良く計量することが求められた。それを可能にするため、骨材計量ゲートでは、ゲートの開口面積を変える事のできる機構を追加すると共に、

ゲートの開閉スピードを従来の1.5倍にした。また、セメント計量ゲートでは、ロータリフィーダ、プラグゲート方式より、エアレーションシステムとバタフライバルブ単体による、二段カット方式とした。さらに、計量制御システム(図-4参照)は、従来では、微計量開始点を一定に保つ制御を行っていたのに対し、今回は微計量開始点をその時の計量速度により変化させ、粗計量完了点が一定値になるファジィ制御計量システムを開発した。これにより、短時間にかつ高精度にコンクリート材料の計量が可能となった。

(3) コンクリート材料投入システムの見直し

コンクリート材料の投入においても、投入所要時間の短縮と合わせ、ミキサ内での練混ぜ時間の短縮を可能とする装置の開発が求められた。骨材、セメントの投入は、最も材料が分散しやすく練混ぜ時間の短縮が可能であるミキサ中央にセメントを投入し、そのセメントを巻込むように砂、砂利を投入する事とした。この装置をプレミックスシュート(写真-2参照)として開発した。さらに、コンクリート材料中で最も分散時間のかかる水の投入は、投入配管途中に加圧ポンプを設置し、投入水に圧力をかける事と、ミキサカバー全周に水投入口を設けた。これにより、ミキサ内に早く均一に練混ぜ水が投入され、これを投入水加圧装置(図-5参照)として開発した。この装置は毎バッチ、ミキサカバー全域にわたって投入水が加圧噴射されるため、ミキサ内の洗浄装置としても大きな効果を発揮した。これらのプレミックスシュート、投入水加圧装置により、ミキ

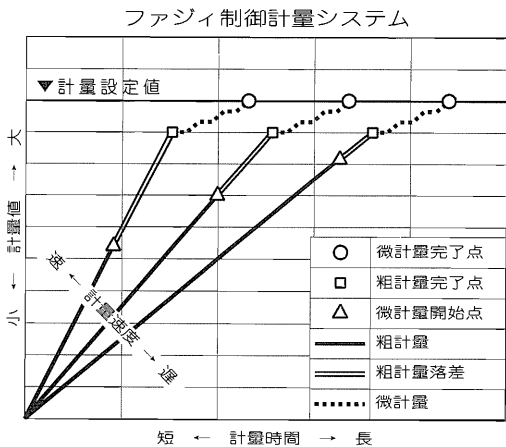
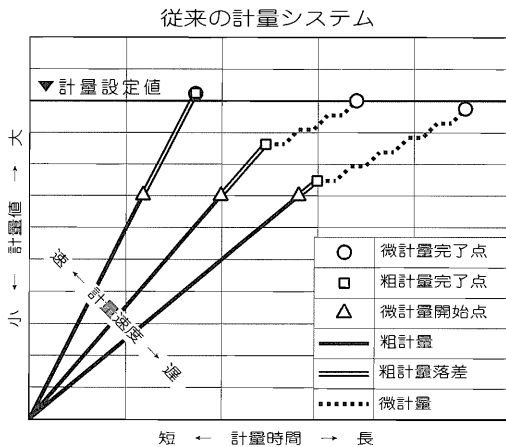


図-4 計量制御システムの比較



写真-2 プレミックスシュート

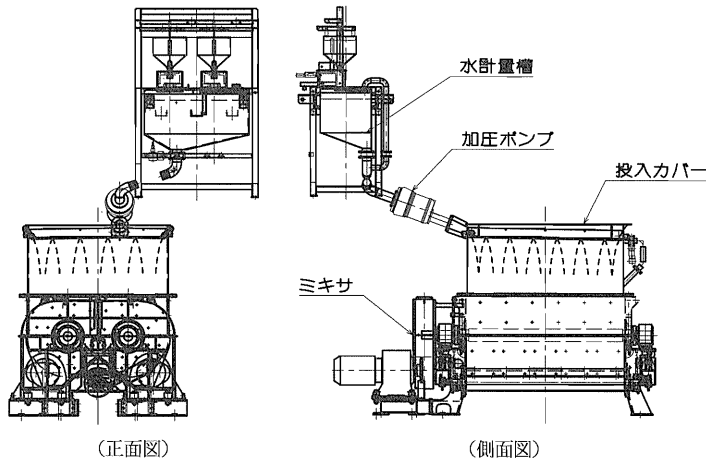


図-5 投入水加圧装置

サ内での練混ぜ時間を10%短縮する事ができた。

(4) コンクリート練混ぜ機構の見直し

コンクリートの練混ぜでは、普通コンクリート、高強度・高流動コンクリートの練混ぜ時間の短縮が求められた。従来のミキサでも、練混ぜ性能は好評であったが、それ以上の練混ぜ性能の向上による練混ぜ時間の短縮を目指した。

練混ぜ機構を見直すために、透明アクリル製の可視化ミキサ(写真-3参照)を製作し、高強度・高流動コンクリートの擬似材料を用いて実験を行った。

擬似材料は、高強度・高流動コンクリートのモルタルモデルとして高分子吸水体を、骨材モデルとして樹脂球を使用した。実験では、数十種類の羽根構成パターンにより、ミキサ内四隅における

骨材モデルの混合比を測定し、従来ミキサの羽根構成と比較する手法を用いた。この実験により、最も少ない回転数で混合が完了した羽根構成を、ダブルスパイラルフローミキサ(以降DSFミキサと称す)と命名した(写真-4参照)。

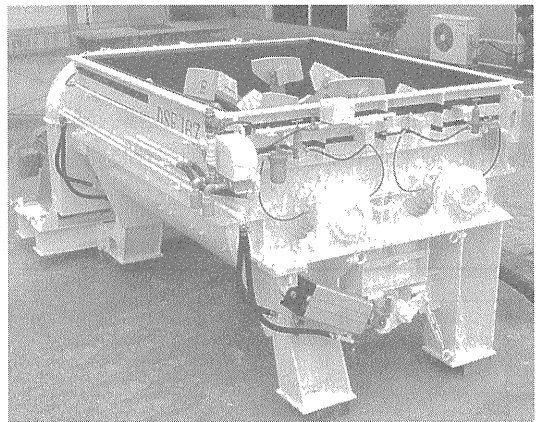


写真-4 ダブルスパイラルフローミキサ



写真-3 可視化ミキサ

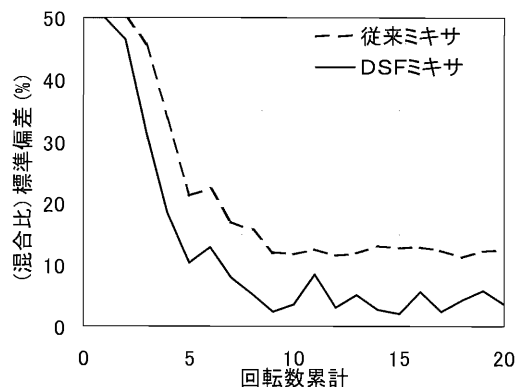
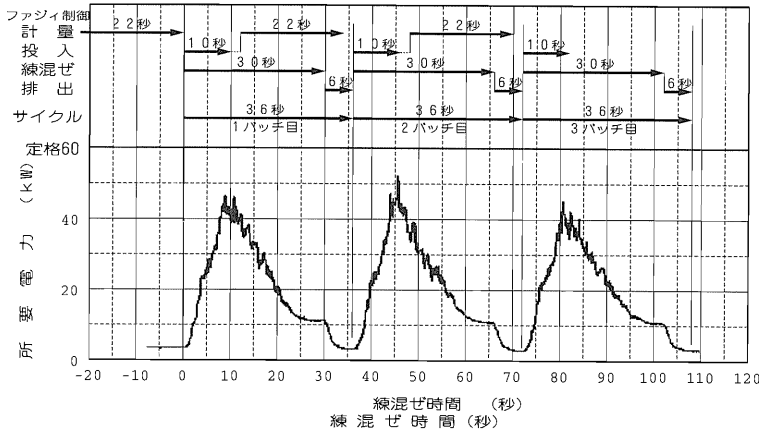


図-6 可視化ミキサによる実験結果



図一 普通コンクリート練混ぜ電力記録

この実験により、DSF ミキサは、従来ミキサと比較して、高強度・高流動コンクリートに対して大幅な練混ぜ時間の短縮の可能性がある事が確認できた(図一6参照)。

さらに、普通コンクリート、高強度コンクリートの実機での性能確認は、練混ぜ性能試験を実施した。この試験は、コンクリート標準示方書基準編コンクリートミキサ(JIS A 8603)に準拠し、まず建築配合(24-18-20)と、土木配合(24-8-20)により行った。練混ぜ性能試験結果(表一参照)は、従来ミキサと比較して練混ぜ時間を40%短縮できた。

表一 普通コンクリート練混ぜ性能試験結果

	建築配合	土木配合	JIS規格
練混ぜ時間	30秒	35秒	—
モルタルの単位容積質量の差	0.16%	0.16%	0.80%
単位粗骨材量の差	1.5%	0.7%	5.0以下
空気量差	2.1%	2.4%	10.0以下
スランブ差	0.0%	0.0%	15.0以下

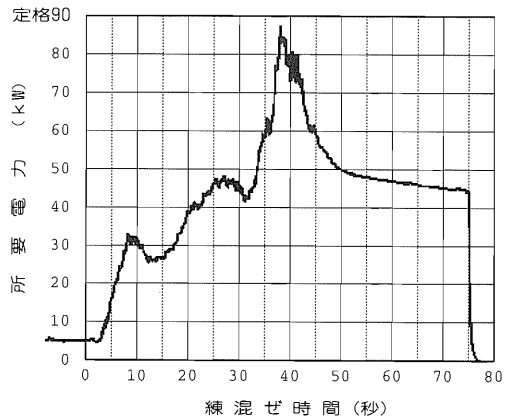
すなわち、建築配合において30秒(図一7参照)、土木配合において35秒にて練混ぜが完了する事が確認できた。

さらに、圧縮強度80 N/mm<sup>2</sup>の高強度コンクリート(80-60-20)を用いて、練混ぜ性能試験

表二 高強度コンクリート練混ぜ性能試験結果

	高強度コンクリート 80-60-25	JIS規格
練混ぜ時間	75秒	—
モルタルの単位容積質量の差	0.11%	0.80以下
単位粗骨材量の差	2.0%	5.0以下
空気量差	0.0%	10.0以下
スランブ差	0.1%	15.0以下

を実施した。高強度コンクリート練混ぜ性能試験の結果(表二参照)は、可視化ミキサ実験結果と同様に、従来ミキサで120~180秒かかっていた練混ぜ時間を75秒(図一8参照)~90秒に短縮する事ができ、約40~50%の短縮率となった。



図八 高強度コンクリート練混ぜ電力記録

(5) プラントメンテナンス装置の見直し

プラントのメンテナンスでは、メンテナンスのしやすさ、及びメンテナンスコストの削減が求められた。特に、ミキサ軸シール部へのグリス給脂の省略、ミキサ内およびコンクリートホッパ内の洗浄作業の省力化に取り組んだ。ミキサ軸シール部のグリス給脂に関しては、従来ミキサでは、グリスを挿入するシール機構を見直し、新たにエア圧を封入する機構を開発し、メンテナンスコストを大幅に削減した。また、ミキサ内、コンクリートホッパ内の洗浄に関しては、360°回転する高圧ノ

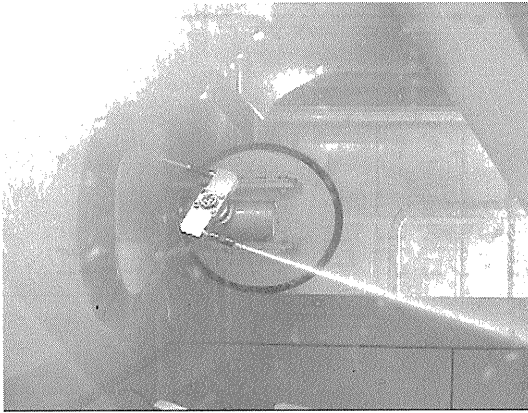


写真-5 ミキサ、コンクリートホッパ自動洗浄装置

ズルを用いた自動高圧洗浄装置（写真-5 参照）を開発し、洗浄、はつり作業の軽減を実現し、作業者の安全の確保、残業時間の軽減による、大幅な省力化を実現した。

#### 4. おわりに

瞬発力コンクリートプラント(DASH)は、従来のコンクリートプラントと比べて、普通コンクリートに関しては、1.67倍の出荷能力を、高強度・高流動コンクリートのような高品質コンクリートに関しても、約1.67倍～2倍の出荷能力を発揮するプラントとなった。これにより、当プラント開発コンセプトである「最小の建設投資で、朝一番、昼一番に集中する生コンクリートの出荷

に瞬発的に対応でき、なおかつスピーディに高品質コンクリートをも製造できるプラント」を達成する事ができた。

現在、DASH シリーズとして、5機種、搭載ミキササイズで6機種をラインアップしており、最大機種のDASH-600は、最大出荷能力500 m<sup>3</sup>/hを達成する事が可能である。今後も、ユーザーニーズを重視し、スピーディかつ確実に世間情勢を判断し、製品開発に取組んでいく所存である。

#### 【筆者紹介】

山本 秀彦（やまもと ひでひこ）  
日工株式会社  
バッチャープラント事業部  
プロダクトマネージャー



西川 貴久（にしかわ たかひさ）  
日工株式会社  
本社工場 BP 設計グループ  
グループリーダー



吉田 元昭（よしだ もとあき）  
日工株式会社  
開発技術センター  
主任技術員

