

コンクリートの種類がコンクリート製造時の消費電力に及ぼす影響
ーG I 基金事業『CUCO』開発成果ー

(株)セイア 正会員 ○野中陽介 岡 裕太
日工(株) 正会員 岡本 猛 羽野嘉高 石田健二
(有)長岡生コンクリート 正会員 二見武馬 池上 信 宮本充也
鹿島建設(株) 正会員 取違 剛 宮内良和 太田裕士 小澤貴志

1. はじめに

2050 年カーボンニュートラル社会の実現を目指す日本において、CO₂ 排出削減のための動きが急激に加速している。2020 年 12 月に経済産業省を中心に策定された「2050 年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略」では、今後、カーボンニュートラル社会の実現に向けた成長が期待される 14 分野を対象に、積極的な研究開発を推進するための道筋が示されている。このような中、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）に 2 兆円規模の「グリーンイノベーション基金」が造成され、筆者らもコンソーシアム「CUCO（Carbon Utilized COcrete）」の一員として、研究開発を進めている¹⁾。同事業の中で筆者らは、コンクリートの製造設備を対象とした CO₂ 排出削減方策やエネルギー消費低減策について検討を行っている。

一般に、高流動コンクリートは普通コンクリートに比べてミキサにかかる負荷が高くなること、および練混ぜ時間が長くなることが知られている²⁾。しかしながら、高流動コンクリートと普通コンクリートの練混ぜ負荷を消費電力の観点から比較した例はない。以上のことを踏まえて本検討では、普通コンクリートと高流動コンクリートを生コン工場のパッチャープラントで練り混ぜ、その際の消費電力を計測した。

2. 検討概要

本検討を行った生コン工場におけるパッチャープラント本体の主要諸元表を表-1 に示す。2.25m³ 練りの強制二軸ミキサを 1 台保有し、清水だけでなく、上澄水やスラッジ水を利用できるように整備されている。同工場にて通常出荷されている、21-18-25N の配合のコンクリートを対象に、練混ぜ時にミキサ運転にかかる電力を専用ロガーにて、1 秒に 1 回の頻度で計測した。なお、測定日（2023 年 2 月 14 日）において同配合のコンクリートが 1 バッチあたり 0.6m³、1.2m³ で出荷されていた。コンクリートの使用材料および配合を表-2 および表-3 に示す。また、同工場で練混ぜ実績のある、表-3 に示す単位セメント量 550kg/m³ の高流動コンクリートを 1m³ 練り混ぜ、ミキサ運転にかかる電力を計測した。

表-1 パッチャープラントの主要諸元表

名称	動力	仕様
供給ベルトコンベヤ	37kW	700W×350t/h
引出ベルトコンヤ	7.5kW	700W×350t/h
骨材供給ゲート	0.1kW×4	350t/h G 用 6 基, S 用 4 基
特殊骨材ホッパ	0.25kW	6m ³ , パイプ・レークあり
ミキサ	37kW×2	容量 2.25m ³
セメントサイロ	—	150t 1 基, 100t 2 基, 50t 1 基
セメント供給装置	エア圧送	60t/h

表-2 使用材料

材料名	記号	摘 要
水	W	上水道水・回収水, 密度=1.0g/cm ³
セメント	C	普通ポルトランドセメント, 密度=3.16g/cm ³
細骨材	S	混合砂, 表乾密度=2.62g/cm ³ , F.M.=2.65
粗骨材	G	碎石・砂利, 表乾密度=2.64g/cm ³ , Gmax=20mm
混和剤	AD	AE 減水剤 高機能タイプ (標準形I種)
	SP	高性能 AE 減水剤 (標準形I種)

表-3 コンクリートの配合とフレッシュ性状

配合	W/C (%)	s/a (%)	Air (%)	単位量 (kg/m ³)						外気温 ℃	コンクリート 温度 ℃	スランプ (フロー) cm	空気量 %
				W	C	S	G	AD	SP				
21-18-25N	59.6	49.9	4.5	177	297	896	907	3.56	—	7	12	18.0	6.0
C550 (高流動)	30.9	52.0	3.0	170	550	849	789	—	5.94	8	15	52×49	5.0

キーワード：CUCO, CO₂, 練混ぜ量, 高流動コンクリート, 電力, 環境配慮型コンクリート

連絡先：〒107-0052 東京都港区赤坂 3-1-2BIZCORE 赤坂見附 10F (株)セイア 営業開発部 TEL 03-6821-4451

3. 検討結果

普通コンクリートおよび高流動コンクリートにおける、練混ぜ開始からの時間とミキサ運転に要した電力の関係を図-1に示す。普通コンクリートは約60秒で練混ぜ完了としたのに対し、高流動コンクリートは、ミキサ内のコンクリートの練混ぜ状況を目視で観察しつつ、操作室にて表示される電力の変化を見て、250秒練り混ぜた。なお、普通コンクリートは全材料を一括投入するのの際し、高流動コンクリートはモルタル分を先行して練り混ぜ、60秒後に粗骨材を投入した。同図より、高流動コンクリートは、モルタルの練混ぜにも時間がかかり、粗骨材投入後の電力の低下傾向も、普通コンクリートに比べて非常に緩やかであった。図-1に示したグラフの面積の積算が、練混ぜ開始から練混ぜ完了までのコンクリート練混ぜ時の消費電力量に該当するため、高流動コンクリートの練混ぜに伴う消費電力量は非常に大きいと考えられた。

ここで、高流動コンクリートの練混ぜ完了のタイミングを評価するために、図-1より、ミキサ運転1秒あたりの電力変化量（電力勾配）を求めた。練混ぜ時間と電力勾配の関係を図-2に示す。図によると、練混ぜ開始から150秒程度で電力勾配がほぼ一定になった。既往の検討^{2,3)}においても、高流動コンクリートの練混ぜ時間は120～150秒程度とされており、実際にはこの程度の練混ぜ時間でコンクリートのフレッシュ性は一定になっている可能性がある。これについては今後詳細な検討を進める予定である。

図-1に示したグラフの面積を積算することによって、練混ぜ開始から練混ぜ完了までにミキサ運転にかかった総電力量を求め、さらに、コンクリートの練混ぜ量で除すことで、1m³あたりのコンクリート製造におけるミキサの消費電力量を算出した結果を図-3に示す。なお、同図には、高流動コンクリートを150秒で練混ぜ完了としたときの消費電力量を併記した。本検討において、高流動コンクリートは、ほぼ同じ量の普通コンクリートに比べて約5倍の消費電力を要すること、ならびに、練混ぜ時間を短くすることで消費電力を低減できることを明らかにした。

謝辞：本成果は、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）の委託業務（JPNP21014）を受け、革新的カーボンネガティブコンクリートの材料・施工技術及び評価技術の開発で得られた成果である。

参考文献

- 1) 取達剛，森泰一郎，小島正朗：コンクリートの材料・施工技術および品質評価技術の開発－CUCO（Carbon Utilized COConcrete）によるカーボンニュートラル社会の実現へー，コンクリートテクノ，Vol.42，No.1，pp.58-64，2023
- 2) 濱園喜代一，生野千力，大矢一夫，西山直洋：ハイパフォーマンスコンクリートの実構造物における製造と品質管理，コンクリート工学年次論文集，Vol.14，No.1，pp.39-44，1992
- 3) 船本憲治，宝口繁紀，笹原厚：石炭火力発電所から生産されるフライアッシュおよびそれを使用したコンクリートの品質変動，コンクリート工学，Vol.41，No.6，pp.55-60，2003

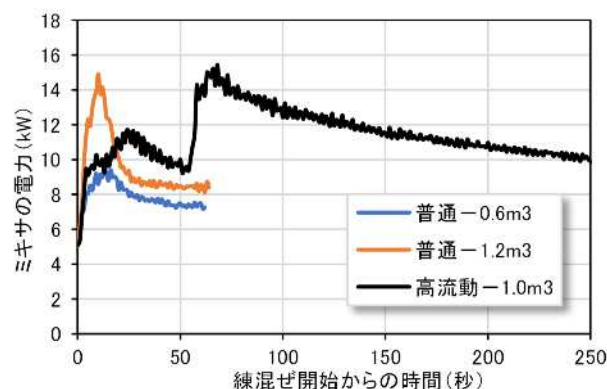


図-1 練混ぜ時間とミキサにかかる電力の関係

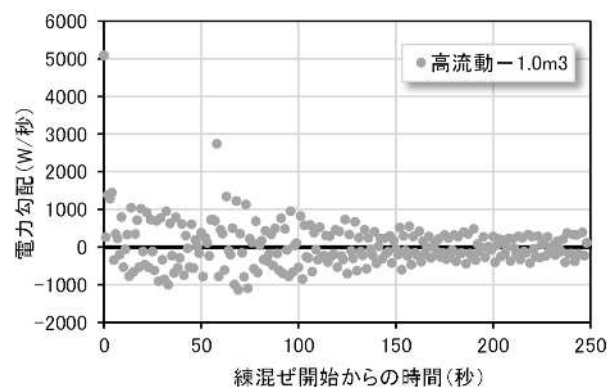


図-2 練混ぜ時の電力勾配（高流動コンクリート）

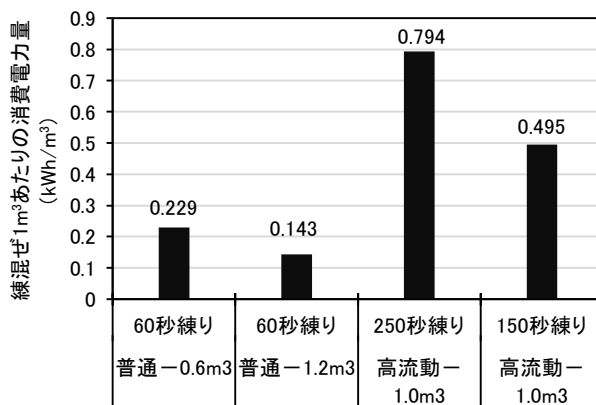


図-3 1m³あたりの消費電力量