

ミキサの電力負荷とコンクリートのフレッシュ性状の関係に関する一考察
ーG I 基金事業『CUCO』開発成果ー

(株)セイア 正会員 ○岡 裕太 野中陽介
日工(株) 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 COncrete）」の一員として、研究開発を進めている」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、コンクリート製造設備において主に CO₂ を排出するのは、練混ぜ時のミキサ運転に伴う電力消費によるものと考えられている。最近では、コンクリートミキサに係る電力負荷を操作盤に表示しているプラントが増え、この電流負荷値からコンクリートのフレッシュ性状を予測する技術なども開発されつつある²⁾。このようなコンクリートのフレッシュ性状予測技術が、品質管理技術にまで高められ、フレッシュ性状が不合格として廃棄されるコンクリートがなくなれば、経済的かつエネルギー低減にも効果的である。

以上の背景を踏まえて本検討では、生コン工場から定期的に出荷される同一配合のコンクリートのミキサ運転に伴う電力負荷を継続して計測するとともに、出荷されたコンクリートのフレッシュ性状との関係を評価した。

2. 検討概要

本検討を行った生コン工場におけるバ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。同工場にて出荷される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 15 日）において、40-15-25N のコンクリートの大量出荷があり、1 バッチあたり 2m³ 練りのコンクリートを 2 バッチ、アジテータ車に積載していた。そこで、電力計測に加えて、アジテータ車に積載された練混ぜ直後のコンクリートを対象に、表-2 に示す No.1～No.6 の 6 回の時刻において、アジテータ車からコンクリートを約 300採取し、生コン工場の試験室にて、外気温、コンクリート温度、スランプ、空気量を測定した。コンクリートのフレッシュ性状を表-2 に示す。データ計測当日は外気温が低く、また、早朝からの出荷であった。

表-1 バ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・プレートあり
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 コンクリートのフレッシュ性状計測結果

	時刻	外気温 ℃	コンクリート 温度 ℃	スランプ cm	空気量 %
No.1	6:57	3	11	17.5	6.2
No.2	7:23	3	12	20.5	4.4
No.3	8:10	4	12	21	3.9
No.4	9:05	4	11	19	3.0
No.5	10:10	6	12	21.5	4.2
No.6	11:22	7	13	13.5	3.0

キーワード：CUCO，CO₂，練混ぜ時間，電力，スランプ，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

表-2に示したNo.1～No.6のアジテータ車6台分における、練混ぜ時間とミキサの電力の関係を図-1 および図-2 に示す。図-1に注目すると、電力負荷が最も大きいのはNo.1であり、次いでNo.2, No.3という順番であった。一方、表-2に示すとおり、No.2とNo.3のスランプはほぼ同等であった。生コン工場のプラントオペレータへのヒアリングの結果、冬季において、早朝はミキサを動かすための減速機内の潤滑油が低温で硬く（高粘度）なっているため、ミキサの電力負荷が高めに出るとのことであった。本計測においても、図-2に示す通り、No.3以降は基本的に電力負荷が安定しており、減速機内の潤滑油温度が上昇し、粘度が低下、安定したと考える。

図-2に注目すると、No.6の1バッチ目のみ、ミキサの電力が大きい結果となった。これは、No.6の1バッチ目においてコンクリートが硬くなったことを示唆している。なお、プラントオペレータの目視による判断にて、練混ぜ時間を延長させた結果、練混ぜ150秒で最終的な電力値がそれまでのバッチと同等となった。この状態でアジテータ車に排出し、2バッチ目と合わせてスランプ試験に供したところ、表-2に示すとおり、他に比べてスランプが小さい結果となった。

そこで、潤滑油の粘度による影響がなくなったと考えられるNo.3～No.6にて、アジテータ車に積載した2バッチにおける練混ぜ完了時のミキサ電力負荷の平均値とスランプの関係を図-3に示す。本検討において、両者に明確な相関は見られなかった。一方、練混ぜ60秒時点にてミキサ運転にかかった電力の平均値とスランプの関係を図-4に示す。両者には明確な相関が確認された。このことから、油圧の変化などの環境条件がない限り、所定の練混ぜ時間を経過した時点でミキサにかかる電力負荷によって、コンクリートのスランプを予測できる可能性が示された。

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)取違剛，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 COcrete）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)早野博幸ほか：AIによるミキサ電力負荷値を用いたフレッシュコンクリートのスランプ予測，土木学会第75回年次学術講演会，ミキサの電力負荷とコンクリートのフレッシュ性状の関係に関する一考察，V-425，2020

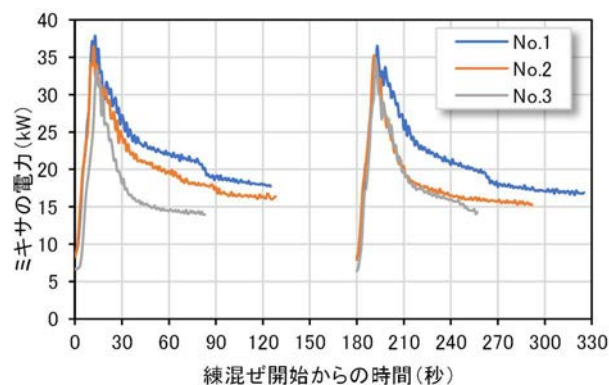


図-1 練混ぜ時間とミキサにかかる電力の関係

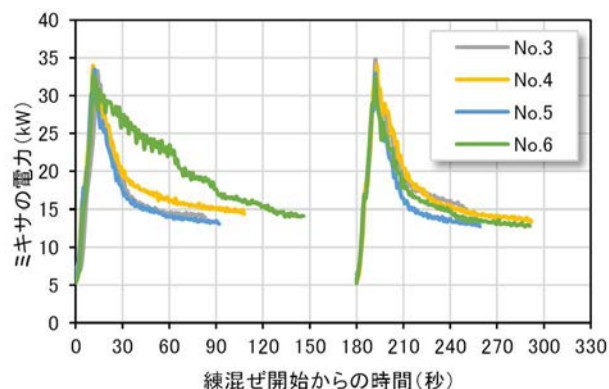


図-2 練混ぜ時間とミキサにかかる電力の関係

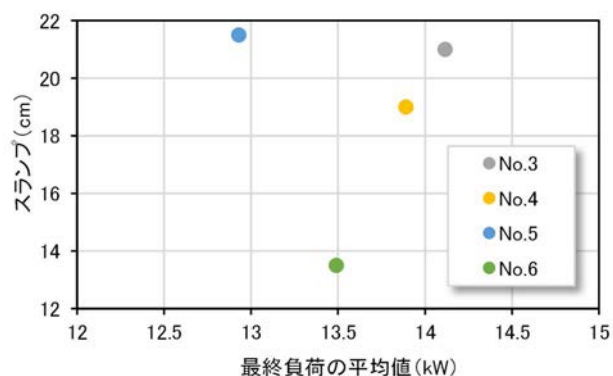


図-3 最終負荷の平均値とスランプの関係

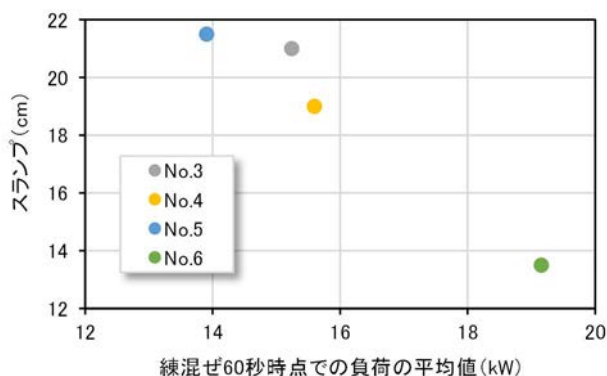


図-4 積算電力量とスランプの関係