

## プローブによるアジテータ車に積載された高流動コンクリートのスランプフローの推定

GNN Machinery Japan(株) 廣藤義和 毛利彰仁  
 鹿島建設(株) 正会員 ○曾我部直樹  
 東亜建設工業(株) 山田雅裕

### 1. はじめに

コンクリートのフレッシュ性状は輸送時間や気象条件により大きく変化することが知られているが、輸送中におけるスランプロスのような経時的な性状の変化を把握することは、煩雑な作業を伴い困難である。これに対して、アジテータ車のドラム内部に取り付けたプローブでスランプ、コンクリート温度および積載量を時系列で計測できる技術<sup>1)</sup>に関する検討が進められており、積載されたコンクリートのスランプを一定の精度で連続的に把握できることが確認されている<sup>2)</sup>。ここでは、プローブシステムの概要と、高流動コンクリートのスランプフローの推定に関する検証実験について報告する。

### 2. プローブによるコンクリートの連続計測技術

本報告で着目したコンクリートの連続計測技術は、**図-1**に示すように、アジテータ車のドラムに設置されるプローブ、データの記録保存兼表示装置(レシーバ)、プローブへの給電ソーラーパネルからなる。

プローブにはひずみ計および温度センサが内蔵されている。本プローブをアジテータ車のドラムの点検口から中心に向かって垂直に設置することで、ドラムの回転に伴ってプローブがドラム内のコンクリートと接触し、その際の圧力(ひずみとして検知)、温度が計測できる。

この時、計測した圧力を、事前に設定する圧力とスランプ値の相関関係に基づきスランプ値に換算することで、コンクリートの推定スランプを時系列で計測、表示、保存することが可能となる。また、回転中にコンクリートとプローブが接触している角度に基づいて、積載量を簡易的に計測することもできる。

計測は、10～30秒間隔でプローブからレシーバへ無線で送信され、リアルタイムで表示、記録される。レシーバで記録された計測データは、GPSで計測されたアジテータ車の位置情報と共に、4G回線を使用してクラウド上のサーバにアップロードされ、インターネットを介してサーバ上のデータの閲覧やダウンロードを行うことができる(**図-2**)。そのため、ネット環境が整備されていれば、施工現場やレディーミクストコンクリート工場においても、運搬中のコンクリートの状態やアジテータ車の位置等をリアルタイムで把握できる。

### 3. 検証実験の概要

高流動コンクリートのスランプフローの計測に対するプローブシステムの適用性を確認するために、検証実験を実施した。実験では、**表-1**に示す4種類の配合の高流動コンクリートを、プローブを設置したアジテータ



図-1 プローブによる計測技術の構成



図-2 プローブシステムの概要

キーワード：高流動コンクリート、スランプフロー、アジテータ車、プローブ、連続計測

連絡先 〒245-0053 神奈川県横浜市戸塚区上矢部町 2066 GNN Machinery Japan(株) TEL 045-719-1881

表-1 試験ケース

ケース	呼び強度	練上り時のスランプフロー (mm)	目標空気量 (%)	W/C (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m <sup>3</sup> )					※高性能AE減水剤の種類
						水	普通セメント	細骨材	粗骨材	混和剤*	
No.1 30-55T	30	550	4.5	51.0	50.0	175	343	885	907	4.80	増粘剤一液型
No.2 36-55T	36	550	4.5	44.0	48.6	175	398	840	907	5.57	増粘剤一液型
No.3 36-55	36	550	4.5	44.0	48.6	175	398	840	907	3.98	増粘剤無し
No.4 45-60	45	600	4.5	38.1	47.1	175	459	788	907	4.59	増粘剤無し

車に積載して、最大 120 分までの連続記録データとその間 30 分ごとに採取した試料のスランプフロー試験による結果を比較した。

#### 4. 実験結果

No.1~No.4 におけるスランプフロー (実測値) とプローブ圧力の関係を図-3 に示す。両者を比較すると、スランプフローが 500mm よりも大きな範囲において、同一のスランプフローに対するプローブ圧力値の傾向が、増粘剤の有無で異なっていることが分かる。そこで、プローブ圧力値とスランプフローの関係を、4 ケース全体に加え、増粘剤一液型の高性能 AE 減水剤を用いた No.1, No.2, 増粘剤一液型を用いていない No.3, No.4 に分けて指数関数<sup>2)</sup>で近似して、その相関性について検討した。その結果、4 ケース全体における相関係数は 0.85 であるのに対し、増粘剤一液型の有無で区別した場合は増粘剤一液型有で 0.91, 増粘剤一液型無で 0.96

であり、増粘剤一液型の使用の有無を区別することで相関性が高まることが確認された。また、表-2 に示すように各近似式でプローブ圧力値を換算したスランプフローの推定値についても、増粘剤一液型の有無を区別した方が誤差の範囲や標準偏差が小さくなり、推定精度が向上することが分かる。このことから、本技術で高流動コンクリートのスランプフローを推定する場合は、増粘剤一液型の有無を区別して相関関係を設定した上で、プローブ圧力値をスランプフロー値に換算することが推定精度の向上において有効であると考えられる。

#### 5. まとめ

アジテータ車に設置したプローブで計測される圧力値を、配合に応じて設定した相関関係を用いて換算することで、高流動コンクリートのスランプフローを一定の精度で推定できることが確認された。本技術は、コンクリートの出荷から荷卸しまでのリアルタイムな品質管理に有効であると考えられる。

なお、本検証は、プローブシステムに関する共同実験研究会に参画した生産者 6 社 (GNN Machinery Japan, 伊藤商店, 炭平コーポレーション, 東伸コーポレーション, 長岡生コンクリート, 依田儀一商店) と施工会社 11 社 (青木あすなろ建設, 浅沼組, 安藤ハザマ, 大木建設, 鹿島建設, 鴻池組, 清水建設, 銭高組, 東亜建設工業, 戸田建設, 東洋建設), およびプローブシステムを発案した Denis Beaupre 氏, Xavier Berger 氏, Marc Jolin 氏によって実施されたものである。

#### 参考文献

- Denis Beaupre : RHEOLOGICAL PROBE TO MEASURE CONCRETE WORKABILITY, 37th Conference on Our World in Concrete & Structures, Singapore, pp.29-31, August 2012.
- 曾我部, 廣藤ら : アジテータ車に設置したプローブによるコンクリートの連続管理技術の適用性, 土木学会第 70 回年次学術講演会, VI-378, 2015.9.

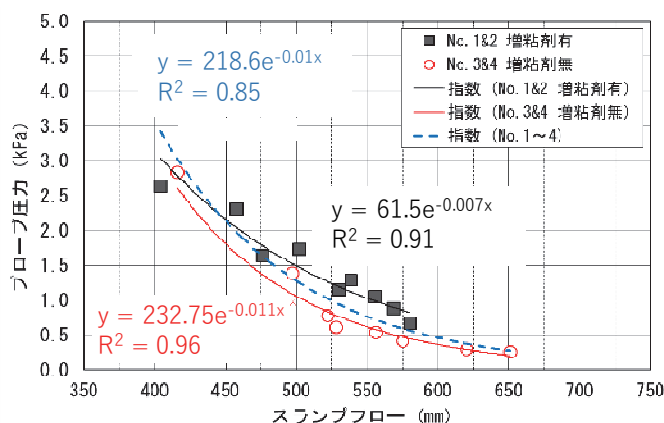


図-3 スランプフローの実測値とプローブ圧力

表-2 計測精度

ケース	データ数	誤差 (mm)	標準偏差 (mm)
4 ケース全体	17	-35~40	25.1
増粘剤一液型有	9	-20~27	17.2
増粘剤一液型無	8	-22~22	14.9