

スランブの異なるコンクリートの流動勾配の計測による施工性評価に関する一考察

飛島建設（株） 正会員 ○榎島 修

飛島建設（株） 正会員 小林 剛

1. はじめに

実施工におけるコンクリートの打設計画の策定では、製造プラントの出荷能力と打込み対象の容積およびポンプ車の配置等を考慮して打込み数量を決定し、それに応じた締固め作業員の配置が決定される。ただし、コンクリートは、スランブによって流動性が異なるため、使用するコンクリートのスランブに応じたポンプ筒先の打回し計画や、人員配置が行われることが望ましい。一方で、コンクリートの施工における生産性の向上を図るために、スランブの大きいコンクリートを活用することや、打込み作業の自動化などを検討する場合には、コンクリートの流動性状を定量的に把握することが重要である。

コンクリートの流動性状を定量的に把握する方法としては、透明型枠や模擬試験体などを使った一定の条件での計測¹⁾が一般的であり、高流動コンクリート以外のコンクリートの流動性状を実施工で計測された例は少ない。なお、近年では、レーザ距離計を活用した測域センサによって、変化するコンクリートの打設面の位置を計測した例が報告されている²⁾。

そこで、本研究では、2次元の測域センサ（以降、センサと称する）を使うことで、スランブの異なるコンクリートの実施工における流動勾配を把握し、合理的な打設計画への活用方法について考察した。

2. 実施概要

2-1 検討対象コンクリート

計測の対象としたコンクリートは、スランブ12cmと18cmの2種とした。表-1に流動勾配の計測中に打込まれたコンクリートの品質管理試験結果を示す。打込まれたコンクリートは、所定の目標スランブの範囲にあることを確認した。

2-2 流動勾配計測概要

コンクリートの流動勾配は、実施工における底版への打込みを対象として、センサによる計測を複数回行った。用いたセンサは、半導体レーザにより、検出距

離30mまでを270°の範囲かつ0.25°のピッチで計測するものである。図-1にコンクリートの計測状況を示す。レーザ距離計によるコンクリート上面の計測では、配筋が障害物となりコンクリート上面が計測できない箇所が発生する。そのため、配筋の隙間をレーザが通過できる範囲が計測範囲となる。なお、コンクリート上面の計測は、ポンプ筒先から投入され、振動機を動作せずに自重で流動する状況を計測した。また、コンクリート上面の最大高さと、流動したコンクリートの先端の2点を結んだ線の角度を流動勾配として表した。図-2に流動勾配の計測結果の例を示す。

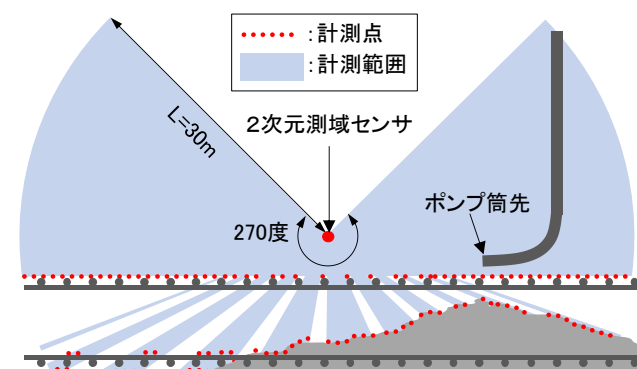


図-1 コンクリートの計測状況

表-1 コンクリートの品質管理試験結果

配合種別	目標 スランブ (cm)	スランブ(cm)			流動勾配計測中の 試験実施回数
		平均	最大	最小	
27-12-20M	12±2.5	11.9	12.5	11.0	8回
30-18-20N	18±2.5	18.4	19.5	17.5	8回

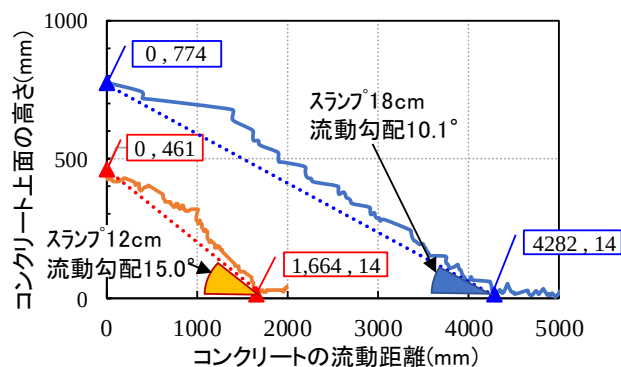


図-2 流動勾配の計測結果の例

キーワード スランブ、測域センサ、施工性、流動勾配

連絡先 〒270-0222 千葉県野田市木間ヶ瀬 5472 TEL 04-7198-7577

3. 結果および考察

3-1 流動勾配の計測結果

流動勾配の計測結果一覧を表-2に示す。流動勾配の平均値は、スランプ 12cm で 17.0° 、スランプ 18cm で 10.3° であり、スランプに応じた流動勾配を把握した。なお、流動勾配の最大値と最小値は、スランプの違いにかかわらず 2 倍以上の差が生じており、ばらつきが大きい状況であった。ただし、今回の計測方法であれば、多数のデータを基にした評価となるため、実施工の実態把握には有効と考える。

筆者らの既往の研究¹⁾では、小型の模型供試体を用いたコンクリートの流動障害となる配筋の有無によるスランプと流動勾配を計測しており、今回の計測データと対比した結果を図-3に示す。今回の計測データは、既往データの「配筋あり」と「配筋無し」の中間に位置している。底版の下側に鉄筋が配置されている今回の施工条件では、「配筋無し」に比べて流動勾配が大きい値を示すことは妥当であり、過去の評価結果と整合しているものと考えられる。

3-2 スランプの流動勾配と施工性への影響

図-4に計測された流動勾配を考慮した施工状況の例を示す。ここでは、ポンプ筒先から吐出したコンクリートが想定される流動勾配の円錐になるものと仮定して、打上り高さを 0.7m とする場合の流動距離とポンプ筒先の移動距離および 1 回の打込み量を示したものである。流動勾配 17.0° では、流動距離が 2.29m であるのに対して、流動勾配 10.3° では、流動距離が 3.84m となることから、ポンプ筒先の移動距離に約 1.7 倍の差異が生じる。また、この際のコンクリートの打込み量は、流動勾配 17.0° で 3.8m^3 、流動勾配 10.3° で 10.8m^3 となることから、打込み量に約 2.8 倍の差異が生じる。このように、流動勾配の大きいコンクリートであるほど頻繁かつ短い距離でポンプ筒先を移動させる必要があることがわかる。

以上より、コンクリートの流動勾配を把握することにより、筒先の移動距離や 1 回の打込み量を表すことができるため、スランプの違いによるコンクリートの施工性を定量的に評価できる。

4. まとめ

本研究では、センサを用いることで、コンクリートの実施工の流動勾配を定量的に把握することが可能であり、コンクリートの流動勾配を考慮した効率的な打設計画が策定できる可能性があると考えられた。

表-2 流動勾配の計測結果一覧

スランプ12cm				スランプ18cm			
計測回数	流動勾配		備考	計測回数	流動勾配		備考
	(%)	(°)			(%)	(°)	
1	27.8	15.5		1	14.3	8.2	
2	40.8	22.2		2	15.2	8.6	
3	24.2	13.6		3	18.1	10.3	
4	29.9	16.6		4	16.6	9.4	
5	36.9	20.3		5	17.8	10.1	
6	44.2	23.9	最大値	6	17.3	9.8	
7	26.5	14.8		7	17.1	9.7	
8	37.3	20.5		8	28.1	15.7	
9	32.0	17.7		9	21.9	12.3	
10	21.2	12.0		10	32.1	17.8	最大値
11	26.9	15.0		11	23.2	13.1	
12	20.8	11.7	最小値	12	15.3	8.7	
13	29.7	16.5		13	20.7	11.7	
				14	19.0	10.8	
				15	17.7	10.1	
				16	16.9	9.6	
				17	13.9	7.9	
				18	15.7	8.9	
				19	10.3	5.9	最小値
				20	13.2	7.5	
				平均値			10.3
				平均値			17.0
				平均値			10.3

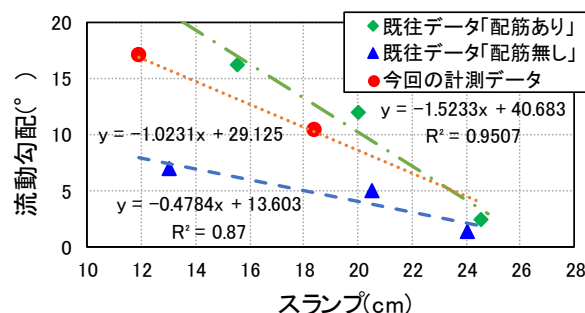
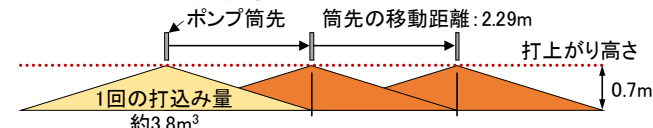


図-3 スランプと流動勾配の関係

■スランプ12cm: 流動勾配 17.0°



■スランプ18cm: 流動勾配 10.3°

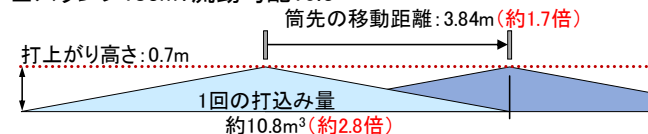


図-4 流動勾配を考慮した施工状況の例

また、各種のコンクリートの流動勾配を定量的に把握することにより、ポンプ筒先の移動や締固め作業の省力化のための方策の検討に活用できると考えられ、生産性向上効果の定量的な評価につなげたい。

参考文献

- 1) 川里麻莉子, 槇島修, 寺澤正人, 高田良章: 流動化剤（増粘剤—液タイプ）を用いたコンクリートの施工性能に関する検討, 土木学会第 70 回年次学術講演会, 5-244, pp.487-488, 2015.9
- 2) 的場栄次, 前田幸男, 鹿ノ内溪介: 2D回転スキャンレーザによるコンクリート打設面測定, 土木学会第 73 回年次学術講演会, 6-353, pp.705-706, 2018.8