



### 3. 目的

現在、PCグラウトの流動性の指標として、土木学会基準 JSCE-F531 に基づいた JP 漏斗を用いた流下時間が用いられている。流下時間は、JP 漏斗にグラウトを充填し、流出口を塞いでいた手を離れた瞬間から、グラウトの流出が終わるまでの時間をストップウォッチにて計測することで測定する（以下、「JSCE 方法」という）。JSCE 方法では、流出終了までの時間を人の手によって測定するため、流出終了の判断に人為的誤差が生じてしまうことが懸念され、とくに、粘性が高いグラウトの場合は流出終了の判断が難しい。また、JSCE-F531 にはほぼ全量の流出を確認するとあるが、ほぼ全量の流出とは JP 漏斗全容量のどの程度を占めているのか、さらに、その量は試験ごとに一定なのか把握されていないのが現状である。

JP 漏斗から流出するグラウト量を機械的に測定するシステム（以下、自動質量計測方法）を用いることで、人為的誤差を含まない流下時間の測定方法が開発されている<sup>1)</sup>。この自動質量計測方法は、試験室内での品質管理方法として提案されているが、屋外での試験結果は報告されていない。実務で自動質量計測方法を使用するにあたっては、屋外で使用可能かの判断が必要であり、本報告では、実施工（屋外）において自動質量計測方法と JSCE 法の両方で流下速度試験を行い、自動質量計測方法の現場試験適用についての成果を報告する。

### 4. 自動質量計測方法の概要

自動質量計測方法は、**写真-1**に示すように、荷重計、荷重指示器、パソコンと専用ソフトウェアから構成されており、JP 漏斗からPCグラウトが 25cc から 500cc までの 475cc の体積が流下する時間（以下、「流下体積時間」という。）を自動的に測定する。流下体積時間から**式-1**に示す換算式を利用して JSCE 方法で得られる流下時間を算出する。

$$\text{換算 JSCE 方法流下時間 (秒)} = 1.5 \times \text{流下体積時間 (秒)} + 0.12 \quad \text{式-1}$$

ただし、 $3.5 \leq \text{換算 JSCE 方法流下時間} \leq 23$  の範囲で、かつ混和剤の規格内

この換算式は、PC グラウトの設計施工指針改定委員会の検査 WG で 2011 年～2012 年の 2 年間にわたり実施した室内試験と現場試験での合計 251 個のデータから得られた流下体積時間と JSCE 方法による計測結果の関係から求められた実験式である。試験結果を**図-3**に示す。



写真-1 自動質量計測方法の機材設置例

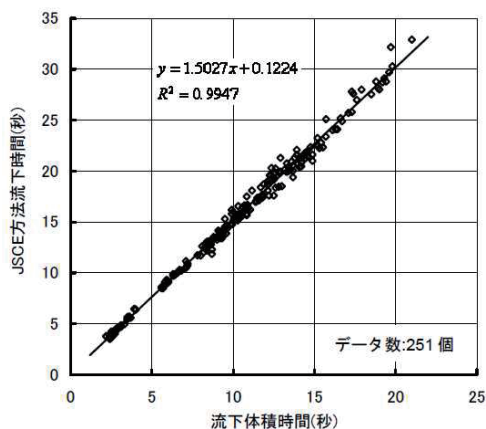


図-3 流下体積時間と流下時間の関係

### 5. 自動質量計測方法の現場への適用

実施工での PC グラウト流動性試験を自動計測方法と JSCE 方法の両方でを行い、試験結果の比較を行

った。試験条件を表-2 に、試験結果を表-3 に示す。また、自動質量計測方法によって得られた流下質量と流下時間の関係を図-4 に示す。本報告では、No. 1～No. 4 までの4種類について考察を行う。

試験条件の分類としては、No. 1 と No. 2 は水セメント比による比較、No. 3 と No. 4 に関しては、水セメント比は同値であるが、気象条件（平均風速）の違いを比較したものである。

表-2 試験条件

No.	天気	平均風速	施工時期	水セメント比	外気温	練上り温度
1	曇り	4m/s	6月	43%	24℃	25℃
2	晴れ	1m/s	9月	41%	30℃	29℃
3	曇り	2m/s	10月	42%	8℃	21℃
4	曇り	6m/s	2月	42%	5℃	19℃

表-3 試験結果

No.	①自動質量計測方法 換算流下時間 (秒)		②JSCE 方法 流下時間 (秒)		②-① 流下時間 (秒)	
	計測値	平均値	計測値	平均値	計測値	平均値
1	22.1	21.7	19.3	19.8	-2.8	-1.9
	21.5		20.4		-1.3	
	21.5		19.8		-1.5	
2	15.1	15.2	15.3	15.2	0.2	-0.1
	15.2		15.0		-0.2	
	15.4		15.2		-0.2	
3	19.2	18.9	18.2	18.7	-1.0	-0.2
	18.7		18.7		0.0	
	18.8		19.3		0.5	
4	20.4	20.1	19.3	19.2	-1.1	-0.8
	20.0		19.1		-0.9	
	19.8		19.3		-0.5	

表-3 の結果より、自動質量計測方法と JSCE 方法の流下時間には、ほとんど差が見られなかった。ただし、換算流下時間が上限値 (23 秒) に近い No. 1 に関しては、自動質量計測方法と JSCE 方法との間に 2 秒程度の誤差が生じた。これは、粘性が高く、JSCE 方法では流出終了時の判断において人為的な誤差が生じたためだと考えられる。

また、No. 4 については、当日風が強く吹いており、JP 漏斗まわりを防風養生していたが、風の影響により、他よりも流下時間の差が発生している事が分かる。さらに、図-4-d) に示す No. 4 の流下質量と流下時間の関係をみると、流下質量 400g の辺りでグラフが変化しており、風の影響を受けたことが確認できる。このように、屋外で自動質量計測方法を採用した場合、後に行うデータ整理の際に、流下時間に何かしらの影響を受けたことを確認することができる。また、室内試験で行った報告でも、流下体積時間は何らかの異常と密に連動しているとされている。JSCE 方法の試験結果では、流下時間のみの判断となり、これらの異常は確認できなかった。そのため、試験時の気象条件や試験方法が安定して行われたか確認できる判断材料となることが考えられる。

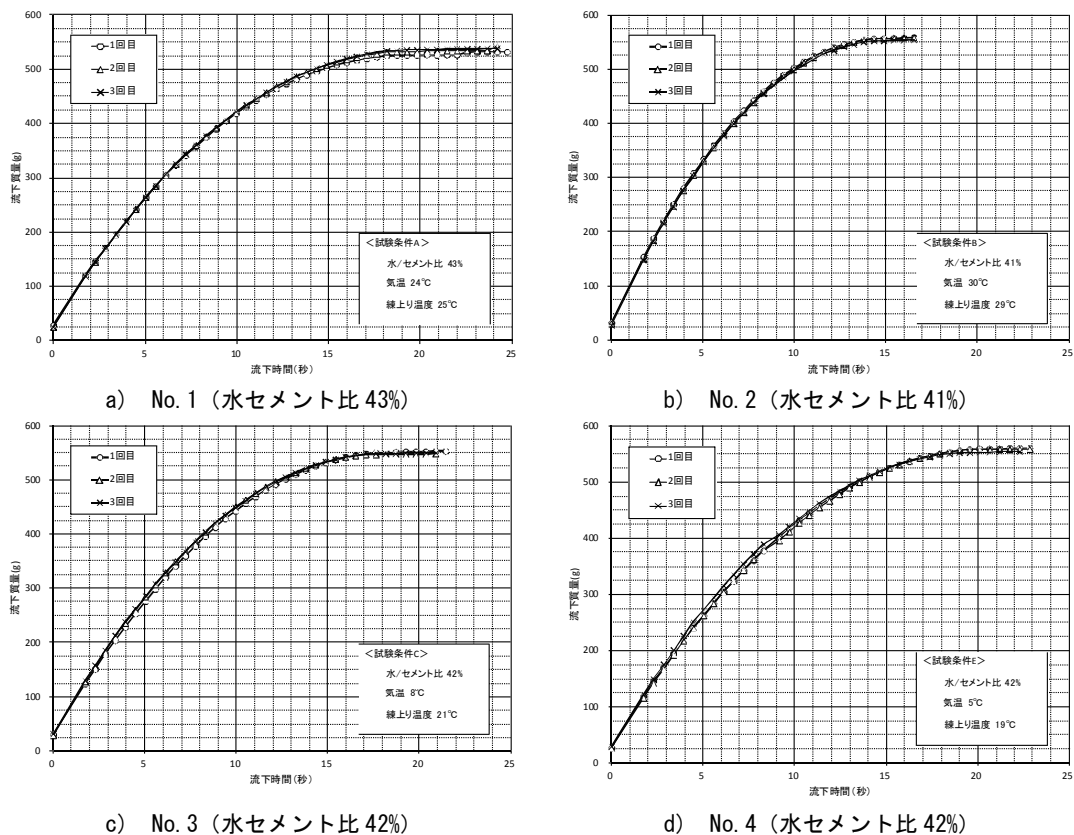


図-4 流下質量と流下時間の関係

## 6. まとめ

- (1) 自動計測方法では、流下時間の結果だけでなく流下時間の履歴も記録できるため、グラウト流動性試験の信頼性が向上し、グラウト品質管理の向上が期待できる。
- (2) 屋外で行った自動質量計測方法と JSCE 方法の流下時間には、ほとんど差が見られなかった。ただし、規格値 (23 秒) に近い粘性の高いものは、流出終了の判断が難しく JSCE 方法では人為的な誤差が生じたが、自動質量計測方法では安定したデータが得られた。
- (3) 風の強い時におこなった試験結果は、流下時間には差が見られなかったが、流下質量と流下時間のグラフには風の影響が確認できた。試験時の気象条件や試験方法が安定して行われたか確認できる判断材料となりえることが考えられる。
- (4) 実施工で普及するにあたっては、JSCE 方法ではストップウォッチのみであったが自動質量計測方法では計測機器などの初期コストが必要となる。
- (5) 本工事では、JSCE 方法との比較により、屋外でも自動質量計測方法が適用可能であると確認できたため、現在においても自動質量計測方法を実管理に採用しており、計測記録を整理保管することで、グラウト品質の安定・向上に寄与していると考えられる。

本報告において、多大なるご指導を頂いた関係各位に謝意を表します。

## 参考文献

- 1) 野島, 細野, 呉: PC グラウトの JP 漏斗による流下時間についての一考察, プレストレストコンクリート工学会 第 23 回シンポジウム論文集, pp. 41~46, 2014. 10