

フレッシュコンクリート用落球型粘度計の開発

徳島大学工業短期大学部 正 水口 裕之
徳島県土木部 正 ○田中 伸幸
株式会社熊谷組 正 田中 淳一

1. はじめに

コンクリート施工を合理的に行うためには、その施工性を理論的に予測することが有効な方法である。コンクリートの施工性能は、フレッシュコンクリート自身の性質と施工条件とによって決まる。振動締固め中のコンクリートの挙動を予測するためには、振動締固め中のコンクリートの流動特性値を測定する必要がある。水口ら¹⁾は、振動時のフレッシュコンクリートの流動特性値の測定法としてコンクリートの導電性を利用した落球型粘度計を提案している。しかし、この方法には、電極寸法、球の大きさなどに問題点が残っている。そこで、本研究では導電シミュレーションを用いてこれらの問題点について検討し、適切な電極寸法、球径、球の特性などについて検討を行うこととする。

2. 装置の概要

実験装置は図1に示すようなものとした。円筒容器は内径200mm×深さ500mmの塩化ビニールパイプとし、その中に50mm 間隔で電極を設置した。この装置は振動台上に据え付けた容器の中にコンクリートを入れ、ピンガム物体と仮定した振動時のコンクリート中に球を落下させ、その球速を測定してAnslay²⁾の理論を用いて流動特性値を求めるものである。この方法は、2種類以上での落下速度と落下させる力との関係から流動特性値が求まるものである。球の落下速度は、球の通過による電気抵抗の変化から球の通過時点を判定し、電極間の時間差と電極間隔から求めることができる。また、球の落下速度は落下させる力の大きさ、すなわちこの場合は球の密度によって決まるので2種類以上の密度の異なる球を用いた。

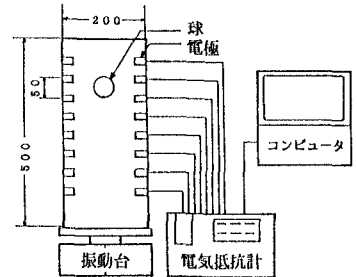


図1 装置概要 単位 mm

3. 電極寸法および球特性の検討

3.1 電極寸法

フレッシュコンクリート中を流れる電流の状況は、電極形状・寸法、容器の断面寸法などによって異なる。島ら³⁾は、導電シミュレーションにより、フレッシュコンクリートの電極間の抵抗率を求めている。本研究ではこの方法を用いて、適切な電極寸法について検討を行った。図2(a), (b)に電流解析の結果として容器の横断面を4分割した電流分布図の1例を示す。電極が長いときは図2(a)に示すように容器の外周に沿った流れが多くなり、球が通過する中心部付近の流れの割合が少なくなる。これは、球が断面中心部を通過しても電極間の電流変化が小さいということであり、球の通過時点の判定に不利である。図2(b)に示すように電極長さを短くすると電流量全体に占める中心付近の流れの割合が多くなり、球の通過にともなう抵抗変化が明確になる。このように条件を変えて7種類の電流解析を行った。この解析結果の1例を表1に示す。これによると長さ40mmの電極が他の長さの電極に比べ、電流量全体に占める中心付近

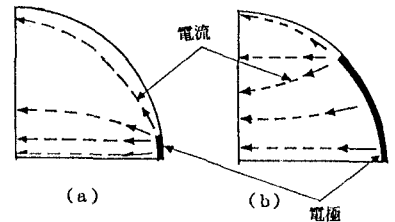


図2 電流分布図

表1 中心付近（中心から半径3cm範囲内）が占める電流量の割合

電極長さ	中心付近／全体
4 cm	52.4%
10 cm	50.1%
15 cm	46.4%

の流れの割合が多いことがわかる。これから電極寸法は長さ40mm×高さ20mm×厚さ1mmとした。

3.2 球の特性

使用する球径についても全述の電流解析を直径4cmと6cm球に対して行い、電流量変化の大きい直径6cmのものとした。

また、導電性の球と非導電性の球についても電流解析を行った。図3(a),(b)に電流解析の結果の1例を示し、それぞれの電流変化量を表2に示す。図3(a)に示すように非導電性の球では、球を避けるような流れになり、導電性の球では図3(b)に示すような球に向かう流れとなる。また表2によると導電性の球の方が抵抗変化は大きくなるが、予備実験の結果導電性の球では隣接する電極にも影響があることがわかったので非導電性の球を採用した。

4. 装置の適用例

4.1 コンクリートの配合および振動条件

コンクリートはブレンとし、水セメント比は50%、細骨材率は48%で目標スランプは $10 \pm 1\text{cm}$ 、 $15 \pm 1\text{cm}$ および $20 \pm 1\text{cm}$ の配合とした。また振動条件については振動数を3000～6000vpmで4水準、振動加速度をそれぞれの振動数において3水準とし、計12種類とした。実験条件の組み合わせとしては振動条件12種類と配合3種類を組み合わせた計36種とした。

4.2 球の通過時点の判定

前述したような適切であると考えられる電極、球を用いたことにより、電極間を球が通過する時点进行判定しやすくなることができた。

4.3 加速度と塑性粘度との関係

この装置を用いて振動加速度を変化させながら塑性粘度の測定を行った結果を図4に示す。図に示されているように、ビンガム物体と仮定したフレッシュコンクリートの測定された塑性粘度はばらつきはあるものの、全般的には加速度が大きくなると塑性粘度は小さくなっている。

5. まとめ

(1) 今回試作した装置で球の通過時点が判定しやすくなり、ビンガム物体と仮定した振動時のコンクリートの塑性粘度を測定することができた。

(2) この装置を用いて振動加速度と塑性粘度との関係を求めることができ、加速度が増加すると塑性粘度は減少する傾向にあることが分った。

[参考文献]

- 1) 水口裕之, 則包洋, 田中淳一; 落球型粘度計によるフレッシュコンクリートの流動特性値の測定, 土木学会中四国支部第43回研究発表会講演概要集, pp. 508-509, 1991.
- 2) Anslay, R.W.; Motion of Spherical Particles in a Bingham Plastic, AIChE Journal, Vol. 13, pp. 1193-1196, 1967.
- 3) 島 弘, 水口裕之, 財サ-ティカ-リ; 導電シミュレーションによるフレッシュコンクリートの電極間抵抗-抵抗率関係の計算, 土木学会第44回年次学術講演会概要集, 5, pp. 242-243, 1989.

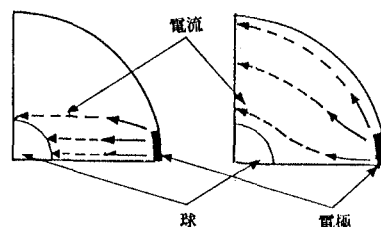


図3 電極間に球がある時の電流分布図

表2 球が電極間にある時の電流変化量

球の種類	電流変化量
導電性の球	0.14 A
非導電性の球	0.09 A

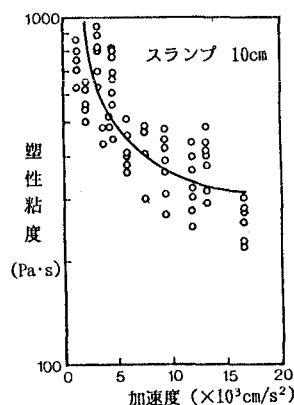


図4 塑性粘度と加速度の関係