

タンピング試験を用いたコンクリートの施工性簡易評価法

首都大学東京 学生会員 ○榊原 誠樹 正会員 宇治 公隆
首都大学東京 正会員 上野 敦 正会員 大野 健太郎

1. はじめに

コンクリートのワーカビリティは、従来からスランプ試験によって評価されている。近年、コンクリート材料の多様化に伴い、同一スランプであっても様々な配合や材料構成が想定され、ワーカビリティが異なるコンクリートが多く存在する。このため、要求されたスランプを満たせば、施工に供することができると単純に判断するのは適当でないといえる。

本研究では、同一の材料を用い、配合の異なる複数のコンクリートにタンピング試験を適用し、変形特性からワーカビリティを評価する試験としての妥当性、適用範囲について検討を行った。

2. 実験概要

2.1 測定項目

実験では、スランプ試験終了後、スランプ板の四隅に質量 1.2kg の棒を 500mm の高さから落下させ（図-1）、コンクリートの変形を観察した。表-1図-1に示す項目の測定を、所定のスランプフローに達した時点で実施した。なお、タンピングによる振動をスランプ板に一樣に伝達するため、スランプ板の下に砂を約 10mm 敷いて試験を行った。タンピング試験では、既往の研究結果¹⁾に基づき、コンシステンシーを所定のスランプフローとするためのタンピング回数で評価し、材料分離抵抗性を、試料上部の円形の保持性によって評価した。なお、タンピングを受けるコンクリートは、その粘性によって変形形態が異なるため、表-2に示すように、目視によって変形形態を3種類に分類した。

2.2 使用材料および示方配合

使用材料は表-3に示すとおりであり、一般的なコンクリート材料を想定した。本実験で使用したコンクリートの示方配合を表-4に示す。ここで、コンシステンシーや材料分離抵抗性への影響が大きい単位セメント量を指標とすれば、適切な施工性能を満たす条件は、図-2の領域で示される²⁾。本研究では、セメント量およびスランプを要因とした3つのグループを図-2の(a)~(c)に示す箇所で選定し、理想部(表-4中のNo.1,2,3)や境界部(表-4中のNo.4,5,6, No.7,8,9)の条件を満たすように配合設計を行った。配合条件は、水セメント比を 50%、目標スランプを 8cm および 15cm とし、単位セメント量を 290kg/m³ および 325kg/m³ の2水準とした。また、それぞれのグループで s/a を 3 水準(38,42,46%)に変化させた。なお、スランプは高性能 AE 減水剤で調整した。

3. 結果および考察

3.1 コンシステンシーに関する検討

タンピング試験における各スランプフロー時のタンピング回

キーワード ワーカビリティ、コンシステンシー、材料分離抵抗性

連絡先 〒192-0397 東京都八王子市南大沢 1-1 首都大学東京 TEL 042-677-1111

表-1 測定項目と試験方法

測定項目	試験方法等
スランプフロー	スランプコーン引き上げ時、スランプフロー 250、300、350、400、および450mm 時で以下の項目について計測を行う。
スランプ	各スランプフロー時のスランプを計測する。
上部円形保持	各スランプフロー時に試料上部の円形の有無を調べる。
タンピング回数	質量1.2kgの木製の棒を高さ500mmからスランプ板の四隅に順に自由落下させてタンピングを行う。各スランプフローに達するために必要なタンピング回数を記録する。

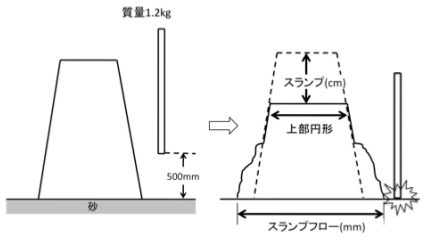


図-1 タンピング試験模式図

表-2 目視による評価²⁾

変形形態	具体的な性状
良好	十分な材料分離抵抗性を有し、タンピングの際、試料全体が一体となって変形する。
崩壊	セメント量の少ないコンクリートは材料分離抵抗性が不十分であり、タンピングによる衝撃を加えると、変形の過程で崩壊する。
分離	粗骨材量の多いコンクリートは材料分離抵抗性が不十分であり、衝撃を加えると、モルタルまたはペーストのみ流動する。

表-3 使用材料

材料	記号	品質
セメント	C	普通ポルトランドセメント 密度3.16g/cm ³ 吸水率1.49% 表乾密度2.61g/cm ³ 粗粒率2.83 実積率65.8% 単位容積質量1.69kg/L
細骨材	S1	吸水率3.32% 表乾密度2.61g/cm ³ 粗粒率1.54 実積率55.6% 単位容積質量1.45kg/L
粗骨材	G	吸水率1.02% 表乾密度2.63g/cm ³ 粗粒率6.68 実積率60.0% 単位容積質量1.56kg/L
高性能AE減水剤	Ad	ポリカルボン酸エーテル系

表-4 示方配合

No.	水セメント比 W/C(%)	細骨材率 s/a(%)	目標スランプ SL(cm)	目標空隙率 Air(%)	単位量(kg/m ³)					Ad (C×%)	AE助剤 (C×%)
					W	C	S1	S2	G		
1	50	38	8.0	4.5	163	325	546	137	1123	0.9	0.3
2		42					605	151	1051	0.9	0.2
3		46					662	165	979	1.3	0.2
4		38			145	290	570	142	1171	2.5	-
5		42					630	157	1096	3.0	-
6		46					690	172	1020	3.4	-
7		38			163	325	546	137	1123	1.5	0.1
8		42					605	151	1051	1.3	0.1
9		46					662	165	979	2.0	-

数を図-3に示す。理想部(図-3(a))では、コンシステンシーに対する s/a の影響が顕著に見られた。 $s/a=42\%$ の配合では、フロー450mmに達するまでのタンピング回数が最も少なく、この s/a が適切なコンシステンシーを得るための値に近いと考えられる。また、セメント量の少ない場合(図-3(b))では、 s/a の増加に伴い、タンピング回数が減少する傾向が見られた。セメント量が少ないと、細骨材率を高くしなければ、適切なコンシステンシーを確保できないことがわかる。初期スランプの大きい場合(図-3(c))では、 $s/a=38\%$ の配合においてスランプコーン引き上げ直後に崩壊を示した。タンピング回数は少ないものの、コンシステンシーは低いことがわかる。以上のことから、図-2中の同一のスランプとセメント量の配合であっても、 s/a によるコンシステンシーの違いをタンピング試験により判断できる可能性が示された。

3.2 材料分離抵抗性に関する検討

各配合のタンピング過程でのスランプの進行状態を図-4に示す。上部円形保持性と目視による変形状が各配合により相違している。理想部の配合(図-4(a))の場合、 $s/a=38,42\%$ の配合でスランプ20cm程度まで円形が保持され、一体となって変形した(写真-1)。また、 $s/a=46\%$ では粘性が卓越したことにより、試料上部は変形せず、下部のみが変形した(写真-2)。境界部の配合(図-4(b))の場合、セメント量が少ないため、本実験の s/a における円形保持は、スランプ15cmまでであった。初期スランプの大きい場合(図-4(c))、スランプコーン引き上げ時の段階で円形が保持されなかった。なお、明確な崩壊や分離は観察されなかったことから、 s/a や粉体量が増加し、粘性が若干高くなれば、円形が保持されるものと考えられ、タンピング試験による評価が適用可能と思われる。

4. 結論

- (1) 同一のスランプを示すコンクリートであっても、 s/a によりワーカビリティは相違する。
- (2) タンピング試験では、コンシステンシーや材料分離抵抗性に対する単位セメント量および s/a の影響を適切に評価できる可能性がある。
- (3) 本実験の範囲内では、スランプ15cm程度以上のコンクリートのワーカビリティを円形保持により評価することは困難であった。今後、更なるデータの蓄積が必要である。

参考文献

- 1) 石井佑大, 宇治公隆, 上野敦: タンピング試験におけるワーカビリティの簡易評価方法の検討, コンクリート工学年次論文集, Vol.30, No.2, pp.37-42, 2008
- 2) 坂本淳ほか: 高スランプコンクリートのプラスティシティーの評価方法に関する研究, コンクリート工学年次論文集, Vol.26, No.1, pp.1203-1208, 2004.6
- 3) 土木学会: 施工性能にもとづくコンクリートの配合設計・施工指針(案), 2007.3

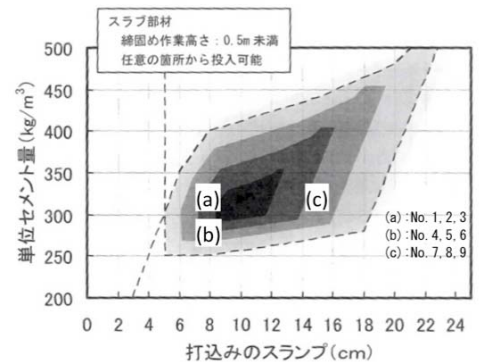


図-2 単位セメント量とスランプの関係³⁾

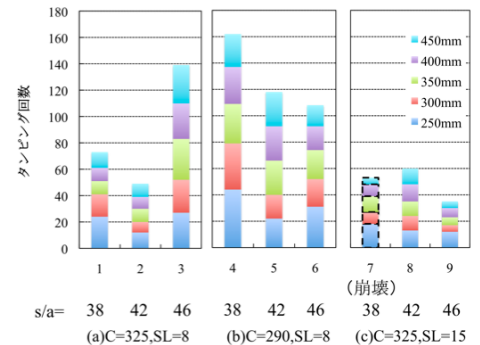


図-3 各スランプフロー時のタンピング回数

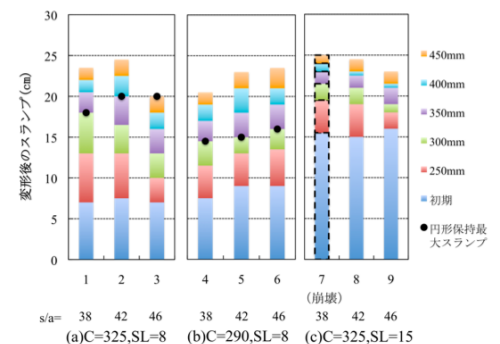


図-4 タンピングによるスランプの進行と円形保持



写真-1 $s/a=42\%$, フロー350mm



写真-2 $s/a=46\%$, フロー350mm