

細骨材率が異なるコンクリートのタンピング試験によるワーカビリティの評価

首都大学東京 学生会員 笠原 雄司, 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. 目的

コンクリートのワーカビリティ評価には一般的にスランプ試験が用いられる。しかし、スランプ試験は降伏値のみを評価し、コンクリートの材料分離抵抗性および流動性を適切には評価できないといえる。また、近年では高性能 AE 減水剤の使用が増加しており、同一スランプであっても、材料分離抵抗性や流動性が大きく異なることもある。このことから、コンクリートのワーカビリティをスランプのみで評価することは適当でない。本研究では、タンピング試験をスランプ試験後に行うことで、材料分離抵抗性と流動性を考慮したコンクリートのワーカビリティを評価する方法について検討した。

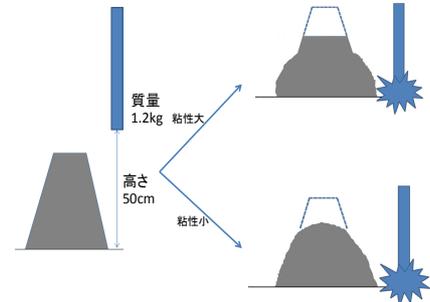


図-1 タンピング試験

2. 実験概要

2.1 タンピング試験方法

タンピング試験では、スランプ試験を実施した後、図-1のようにスランプ板の四隅に木製棒を自由落下させることでエネルギーを入力し、コンクリートの変形を観察した。本研究では木製棒の落下衝撃によるエネルギー入力をタンピングと称し、表-1に示す測定項目を確認した。

表-1 測定項目

測定項目	方法
スランプフロー	スランプコン引上げ時、スランプフロー250, 300, 350, 400, 450mm時に以下の測定項目の計測を行う。
スランプ	各スランプフローでのスランプを計測する。
上部円形保持	各スランプフローで、試料上部の円形が保持されているか確認する。
タンピング回数	各スランプフローに達するまでに要したタンピング回数を記録する。

コンクリートの材料分離抵抗性の評価を試料上部の円形保持の有無から、またその程度を円形保持最大スランプおよびスランプフローによって表現することが出来ると考えられる。将来的には、所定のスランプフロー時の円形保持並びにその時の状態から評価するのが適当と考える。

コンクリートの流動性は、所定のスランプフローに達するまでに要したタンピング回数から評価可能と考えられる。タンピングによるエネルギー入力、厳密には一定のエネルギー入力とは言えないため、コンクリートの流動性評価に用いるタンピング回数は、概略的な指標であることに注意が必要である。

表-2 使用材料

材料種元	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
細骨材(粗)	S1	粗粒率3.03 吸水率1.70% 実積率0.63 表乾密度2.60g/cm ³
細骨材(細)	S2	粗粒率1.45 吸水率3.32% 実積率0.56 表乾密度2.61g/cm ³
粗骨材	G	G _{max} =20mm 粗粒率6.55 吸水率1.02% 実積率0.60 表乾密度2.63g/cm ³
高性能AE減水剤	Ad	ポリカルボン酸エーテル系

表-3 コンクリートの配合

スランプ (cm)	空気量 (%)	W/C (%)	s/a (%)	単位量(kg/m ³)				Ad (C×%)	AE助剤 (C×%)		
				W	C	G	S1			S2	
10	4.5	52	35	140	270	1246	571	101	2.55	0.0216	
			39			1170	636	112	2.60		
			43			1170	636	112	2.70		
			47			1016	766	135	2.65		
			51			940	831	147	2.60		
			35	162	311	1188	544	96	1.10		0.0249
			39			1115	606	107	1.60		
			43			1042	668	118	2.10		
			47			969	730	129	1.90		
			51			896	793	140	1.80		

2.2 コンクリートの使用材料および配合

使用材料を表-2に、配合を表-3に示す。水セメント比は52%とし、単位セメント量を270, 311kg/m³の2水準、s/aを5水準とした。また高性能 AE 減水剤の添加量を調整することで一定のスランプ(10cm)を確保した。

3. 結果および考察

3.1 円形保持性による材料分離抵抗性の評価

図-2は各配合における所定のスランプフロー時のスランプと最大円形保持スランプを示している。図-2(a)より、s/aが大きくなることで粘性が高まり、円形保持最大スランプが大きくなっていることがわかる。図-2(b)では、s/aが大きくなることで円形保持性は向上したが、s/a=39, 43%時では初めの段階から、円形が保持できていない。

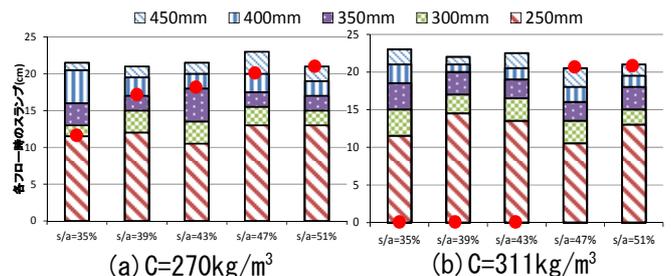
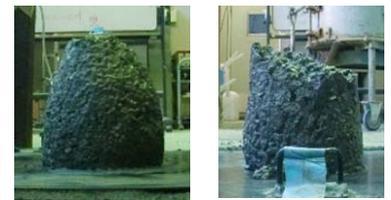


図-2 各スランプフロー時のスランプと円形保持

キーワード タンピング試験, 材料分離抵抗性, 流動性, 円形保持, ワーカビリティ, 細骨材率

連絡先 〒192-0397 東京都八王子市南大沢 1-1 042-677-1111

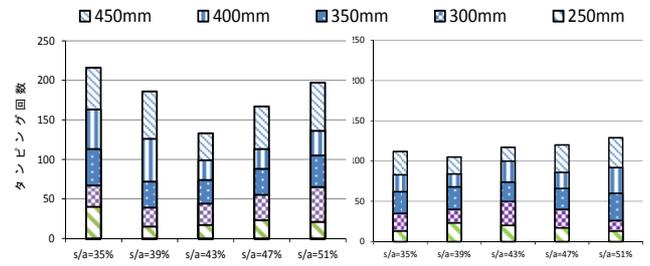
現状では明確な理由は明らかでないが、変形形態を確認した限りでは、一般に材料分離抵抗性が低いコンクリートに見られるような粗骨材とモルタルの分離の傾向は認められなかった。1例として $s/a=39\%$ の状態を写真-1 に示すが、側方から見た際、 $C=311\text{kg/m}^3$ では上部が広がり、比較的四方い形状になっていた。したがって、コンクリートの材料分離抵抗性を円形保持性で評価することには課題も残され、さらなる検討が必要である。



(a) $C=270\text{kg/m}^3$ (b) $C=311\text{kg/m}^3$
写真-1 試料の初期形状

3.2 タンピング回数による流動性評価

各スランブフローに達した時のタンピング総回数を図-3 に示す。図-3 より、単位セメント量が少ない場合、 s/a による影響が顕著に見られた。 $s/a=43\%$ のタンピング回数が最も少ない。図-3 (b) ではタンピング回数にあまり差はなく、総回数から確認できる流動性の差は明確ではない。



(a) $C=270\text{kg/m}^3$ (b) $C=311\text{kg/m}^3$
図-3 各スランブフロー時のタンピング回数

図-4 は、フロー面積を 1cm^2 広げるのに要したタンピング回数(TMU, Tamping counts for measuring the Movability of fresh concrete on Unit area)と細粒子の体積率との関係を示している。

ここで、細粒子の体積率は、コンクリートの粘性に影響を与える細骨材の体積とセメントの体積の和をコンクリートの全体積で除した値と定義する。本研究では、タンピング試験の過程において、変形形態に影響が出やすいスランブフロー250~400mm の範囲に着目し、この範囲での TMU と体積率との関係を図に示している。ここでは、混和剤として AE 減水剤を使用した既往の研究¹⁾と高性能 AE 減水剤を使用した本実験を比較する。既往の研究の配合は、表-4 に示す通りで、 $w/c=40\sim60\%$ 、目標 $SL=8, 15\text{cm}$ 、 $s/a=36.1, 42.6, 44.1\%$ 、 $C=283\sim438\text{kg/m}^3$ で要因が多岐にわたる。良好なワーカビリティを示すコンクリートは、既往の研究の場合、TMU が $0.02\sim0.04$ に分布し(図-4 の網掛け部)、本研究の場合、 $0.08\sim0.12$ に分布する。なお、この分布域外の点は、 s/a が $35, 36.1, 39\%$ の配合と、 s/a が 51% と高い配合であった。なお、既往の研究と本研究とで分布域に差が見られたのは、減水剤の種類による差および単位水量の差によると考えられる。

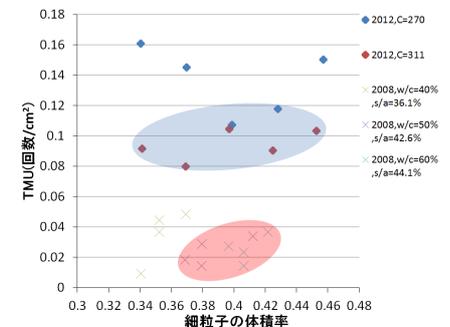


図-4 TMU と細粒子の体積率の関係

表-4 2008 年度 配合

NO.	W/C (%)	s/a (%)	スランブ (cm)	空気量 (%)	単位量 (kg/m³)				f/d (C×1)
					W	C	S	G	
1	40	36.1	8	4.5	167	416	635	1123	2.3E
2		42.6			175	426	723	997	2.2E
3		44.1			175	436	759	991	2.3E
4	50	36.1			166	330	684	1174	2.3E
5		42.6			167	334	724	1095	2.3E
6		44.1			178	346	785	1007	2.3E
7	60	36.1			170	283	673	1191	2.3E
8		42.6			170	283	748	1116	2.3E
9		44.1			171	296	821	1039	2.4E
10	50	36.1			170	340	898	1180	2.3E
11		42.6			173	346	773	1080	2.3E
12		44.1			176	350	792	1002	2.2E

4. 結論

- (1) タンピング試験でコンクリートのワーカビリティを評価する上で、円形の有無だけでなく、試料の初期形状等から材料分離抵抗性を評価することも必要である。
- (2) コンクリートの流動性は s/a の影響を受けるが、単位セメント量が少ない場合は特に顕著であり、単位セメント量とスランブのみでワーカビリティの評価が必ずしもできるとは言えない。ワーカビリティを正確に評価するためには s/a と単位セメント量、スランブの3者の関連性を示す指標の作成が必要である。
- (3) スランブフローが 250mm から 400mm に広がる際の TMU と細粒子の体積率から相対的にコンクリートの流動性を評価できる可能性がある。

参考文献

1) 石井佑大ほか: 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, コンクリート年次論文集, Vol.30, pp37~42, 2008