

タンピング試験による重量コンクリートの施工性能評価に関する一検討

徳島大学大学院 学生会員 ○山田 悠二
徳島大学大学院 正会員 橋本 親典
徳島大学大学院 正会員 渡辺 健
徳島大学大学院 学生会員 岡 友貴

1. はじめに

コンクリート材料を取り巻く環境の変化から、スランプによる一義的な施工性能評価が困難となってきた。これに対し、既往の研究では施工性能照査・検査方法として加振ボックス充填試験やタンピング試験が提案されている¹⁾。このうちタンピング試験はその簡便性から、施工性能の検査方法として期待され、また有用性が示されているが、特殊なコンクリートへの適用性については検討されていない。良質な天然骨材の入手が困難となってきた現状に鑑み、産業副産物を原料とする骨材などを使用したコンクリートに対しても施工性能を評価できることが望まれる。以上から、本研究では特殊なコンクリートの施工性能評価におけるタンピング試験の適用性を検討した。なお、本実験ではフェロニッケルや銅を精錬する際の副産物から製造される、非鉄スラグ細骨材を用いた重量コンクリートを対象とした。

2. 実験概要

2.1 使用材料およびコンクリートの配合条件

使用材料を表-1、配合を表-2に示す。非鉄スラグはフェロニッケルスラグ細骨材(FNS)および銅スラグ細骨材(CUS)を2種類ずつ用いた。配合は砕石・砕砂のみ使用の配合Nと、各種非鉄スラグ細骨材を置換した配合(置換率30%~100%)の計8配合とした。なお、非鉄スラグ細骨材を使用した配合は単位質量が2345~2610kg/m³でありほぼ重量コンクリートの範囲(2400kg/m³以上)にある。コンクリートは目標スランプ10±1cm、目標空気量5±1.0%を満たすものを試験に供した。

2.2 試験方法

スランプ試験および空気量試験をJIS A 1101およびJIS A 1128に準拠して行った。タンピング試験は土木学会の報告書¹⁾を参考に行った。タンピングは木製棒(1.2kg)により50cmの高さからスランプ板四隅に行った。またタンピング8回ごとに測定したスランプおよびスランプフローを最小二

表-1 使用材料

材料名	記号	種類	物性
結合材	C	OPC	密度:3.16g/cm ³
細骨材	S (最大寸法5mm)	砕砂	密度:2.67g/cm ³ , F.M.2.45, 実積率:61%
FNS	FNS1.2 (最大寸法1.2mm)	キルン 水砕砂	密度:3.08g/cm ³ , F.M.2.08, 実積率:60%
	FNS5.0 (最大寸法5.0mm)	電気炉 水砕砂	密度:3.08g/cm ³ , F.M.2.75, 実積率:67%
	CUS2.5 a (最大寸法5.0mm)	自溶炉 水砕砂	密度:3.53g/cm ³ , F.M.2.76, 実積率:62%
CUS	CUS2.5 b (最大寸法5.0mm)	連続製銅炉 水砕砂	密度:3.60g/cm ³ , F.M.2.57, 実積率:63%
	G (最大寸法20mm)	砕石	密度:3.16g/cm ³ , F.M.6.68, 実積率:58%

表-2 コンクリートの配合

配合名	W/C	s/a	単位量 (kg/m ³)							SL	Air	単位	
	(%)	(%)	W	C	S	FNS	FNS	CUS	CUS	G	(cm)	(%)	質量 (kg/m ³)
						1.2	5.0	5.0a	5.0b				
N		46			819	-				975	10	5.0	2309
FNS1.2-30		43			542	268				1020	9.5	5.0	2345
FNS5.0-50%		46			414		478			966	9	5.5	2373
FNS5.0-100%		47			-		976			948	11	5.5	2439
CUS2.5 a-50%	47	46	165	350	414			558		966	10	5.0	2453
CUS2.5 a-100%		48			-			1165		930	10	6.0	2610
CUS2.5 b-50%		46			414				547	966	10	6.0	2429
CUS2.5 b-100%		47			-				1119	948	11	6.0	2566

乗回帰したときの傾きをスランプ変形係数 Ksl (mm/回) およびスランプフロー変形係数 Ksf (mm/回) とした。加振ボックス充填試験は土木学会の報告書¹⁾を参考に行い、間隙通過速度 Vpass により評価した。この試験では流動障害や棒状内部振動機などを使用するためタンピング試験よりも外力が多く作用し、配合間での相違が表れやすいが、ある程度の人員を要するため配合照査方法として有効である。本実験では加振ボックス充填試験との相互関係からタンピング試験の適用性を検討した。

キーワード フェロニッケルスラグ細骨材, 銅スラグ細骨材, 間隙通過性, 変形性, タンピング試験

連絡先 〒770-8506 徳島県徳島市南常三島町 2-1 徳島大学大学院 ソシオテクノサイエンス研究部 TEL088-656-7321

3. 実験結果および考察

図-1 に各種配合のスランブ変形係数 K_{sl} およびスランブフロー変形係数 K_{sf} を示す。FNS 配合に着目すると、FNS1.2-30%はNと比較して1.2mm/回程度スランブフロー変形係数が大きくなる傾向が見られた。これはFNS1.2-30%ではNと比較して極端な単位質量の差ではないことや、砕砂とFNS1.2の実積率にあまり差がないことから s/a の低下による影響と考えられる。一方、FNS5.0-50%およびFNS5.0-100%ではNよりもスランブフロー変形係数 K_{sf} は小さくなり、また、FNS 置換率の相違による差は見られなかった。CUS を使用した配合においては、CUS の置換率と K_{sf} の間に一定の相関性は見られなかった。これらの要因として、今回行ったタンピング方法では十分な振動を与えられておらず、配合間の相違が見られるほどフローが拡がらなかったことが考えられる。これに対しては、木製棒の質量や落下高さを高くすることにより、スランブ板に伝達される振動を大きくすることが有効であると考えられるため、今後検証したい。スランブ変形係数 K_{sl} では、N、FNS1.2-30%、FNS5.0-50%では K_{sf} と同様な傾向であったが、非鉄スラグ細骨材の置換率が大きい配合ほど K_{sf} の傾向と相反する傾向となった。これは重量コンクリートでは変形に対する抵抗が大きく、スランブフローの拡がり不連続になったことが一因と考えられる。

写真-1 に試験状況の一例として、CUS2.5a-100%のタンピング 24 回時点での状況を示す。CUS2.5a-100%ではスランブ下部にひび割れを生じながら拡がる様子が確認された。普通コンクリートでは、スランブ形状による品質評価は有効とされており、重量コンクリートを用いた本実験においてもスランブ形状により評価できる可能性が示唆された。

図-2 に V_{pass} とスランブ変形係数 K_{sl} の関係、図-3 に V_{pass} とスランブフロー変形係数 K_{sf} の関係を示す。 K_{sl} および K_{sf} の両者とも V_{pass} と明確な相関性は認められないが、図-2 の CUS2.5a-100%では K_{sf} と V_{pass} のどちらも低くなる傾向を示しており、間隙通過性の低下を評価できているため、スランブ変形係数 K_{sf} での評価が適していると思われる。

4. まとめ

非鉄スラグ細骨材を使用し、重量コンクリートとした配合に対するタンピング試験の適用性を検討した結果、タンピングに伴うスランブ形状の変化により評価できる可能性があることや、重量コンクリートにおいてはスランブ変形係数 K_{sl} での評価が適していることがわかった。

参考文献

1) 土木学会：コンクリートの施工性能の照査・検査システム研究小委員会（341委員会）第2期委員会報告書、コンクリート技術シリーズ102, 2013.11

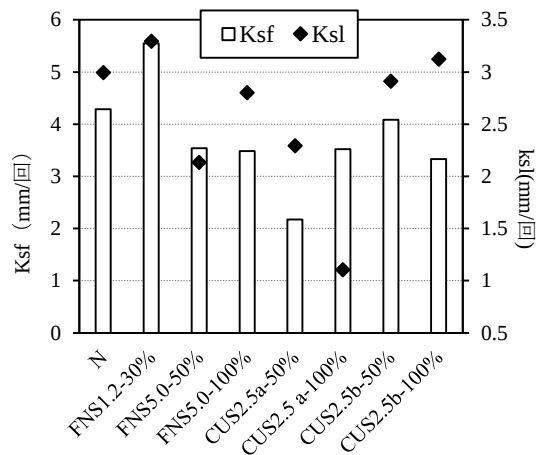


図-1 各種配合における K_{sl} および K_{sf}



写真-1 タンピング試験状況

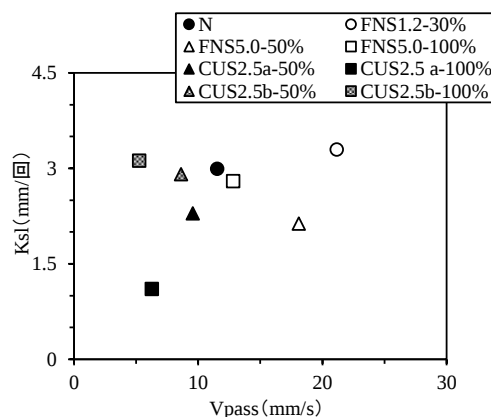


図-2 V_{pass} とスランブ変形係数 K_{sl} の関係

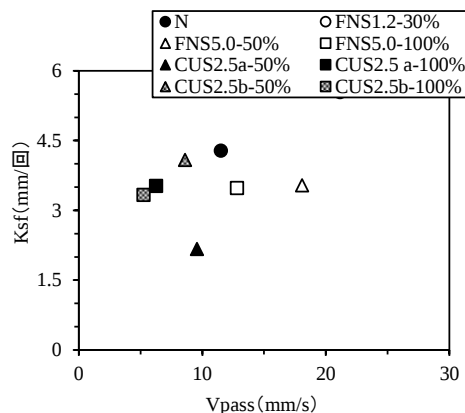


図-3 V_{pass} とスランブフロー変形係数 K_{sf} の関係