

## コンクリートの施工性に及ぼす細骨材率の影響

太平洋セメント株式会社 正会員 ○大野 拓也 兵頭 彦次 三谷 裕二 谷村 充

### 1. はじめに

コンクリート構造物の品質を確保するために、施工性能の高いコンクリートが求められている。本検討では、コンクリートの細骨材率が施工性に及ぼす影響を評価するために、土木学会 341 委員会にて提案された加振ボックス充填試験およびタンピング試験を用いて基礎的な検討を行った。なお本検討は、細骨材率の変化に伴うスランプの変化を水セメント比や混和剤添加量によって調整したコンクリートによる報告<sup>1),2)</sup>に対し、単位水量によって調整した結果である。

### 2. 実験概要

表-1 に、コンクリートの使用材料を示す。セメントには普通ポルトランドセメントを、細骨材には山砂と砕砂を混合(容積比率 50 : 50)したものを使用した。化学混和剤には、リグニンスルホン酸系の AE 減水剤を用いた。表-2 に、コンクリートの配合および練混ぜ直後のフレッシュコンクリートの性状を示す。水セメント比は 55% で一定とし、目標空気量は 4.5±1.0%、スランプは 8±1cm および 15±1cm の 2 水準とした。

試し練りによって基準となる配合を設定した後、細骨材率(s/a)を-6%~+6%まで 3% ずつ変化させた。それに応じて、単位水量を変化させた。図-1 に、s/a と単位水量の関係を示す。スランプ 8cm の場合、s/a が 40.3~52.3% に対し単位水量が 161~172kg/m<sup>3</sup>、スランプ 15cm の場合、s/a が 40.8~52.8% に対し単位水量が 173~185kg/m<sup>3</sup> となった。s/a に対する単位水量の変化割合は、1% あたり約 1.0kg/m<sup>3</sup> であり、コンクリート標準示方書 [施工編](以下、示方書<sup>3)</sup>)に示される補正值(s/a1% あたり 1.5kg/m<sup>3</sup>)より若干小さい結果であった。

試験項目は、上述したとおり、加振ボックス充填試験およびタンピング試験とし、20℃- 80% R.H.の室内でコンクリートを練混ぜた直後に実施した。

### 3. 実験結果

#### 3.1 加振ボックス充填試験

図-2 に、間隙通過速度および平均粗骨材量変化率を示す。s/a が 50% より大きい場合、それ以下の場合と比べ著しく間隙通過速度が速くなった。これは、粗骨材

表-1 使用材料

材料	種類/物理的性質など
セメント	普通ポルトランドセメント/密度:3.16g/cm <sup>3</sup> 比表面積:3330cm <sup>2</sup> /g
細骨材	山砂(千葉県市原市産)/表乾密度:2.62g/cm <sup>3</sup> , 吸水率:2.29% 砕砂(東京都青海市産)/表乾密度:2.64g/cm <sup>3</sup> , 吸水率:1.23%
粗骨材	碎石 2005(茨城県桜川市産)/表乾密度:2.64g/cm <sup>3</sup> 吸水率:0.80%
混和剤	AE 減水剤/リグニンスルホン酸系

表-2 コンクリートの配合

目標スランプ (cm)	W/C (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m <sup>3</sup> )		スランプ (cm)	空気量 (%)	温度 (°C)
			W	C			
8±1	55	40.3	161	293	8.0	3.5	20.5
		43.3	163	296	9.0	5.2	20.5
		46.3	165	300	8.0	3.6	23.0
		49.3	167	304	7.0	4.0	20.5
		52.3	172	313	7.5	4.5	21.0
15±1	55	40.8	173	315	14.0	5.2	21.0
		43.8	174	316	16.0	4.9	21.0
		46.8	175	318	16.0	5.3	21.0
		49.8	180	327	15.0	4.0	20.5
		52.8	185	336	15.0	5.2	20.5

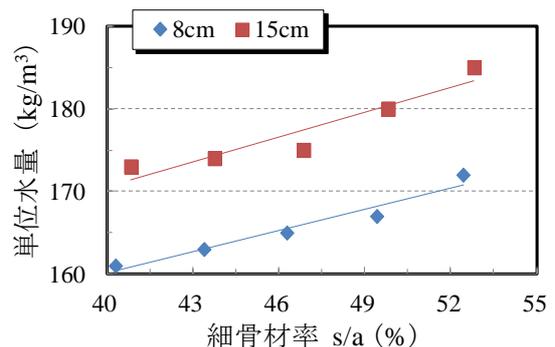


図-1 単位水量と細骨材率の関係

量の減少による相互接触の低下、細骨材やセメント量の増加による粘性の増加の兼ね合いによって間隙通過時のコンクリートの一体性が大幅に増したことによると思われる。

s/a が 50% より小さい場合では、s/a の変化に伴う間隙通過速度の変化が鈍感であった。良好な充填性を確保するためのセメント量として、示方書では 300kg/m<sup>3</sup> 以上とすることを推奨している。本検討では 293kg/m<sup>3</sup>~327kg/m<sup>3</sup> と一定量のセメントが確保されていたため、s/a の影響が相対的に小さくなった可能性が考えられる。また、s/a を 40% 程度まで小さくしても間隙通過速度の大幅な低下は認められなかった。施工性を確保できる s/a の最小値として、W/C=55% の場合 41.5~42.5% が目

キーワード 充填性, 加振ボックス充填試験, タンピング試験, 細骨材率, 単位水量

連絡先 〒285-8655 千葉県佐倉市大作 2-4-2 太平洋セメント(株) 中央研究所 TEL : 043-498-3804

安として示されており<sup>4)</sup>、本結果はこれを裏付けるものと考えられる。

平均粗骨材量変化率は、間隙通過速度の増加にともなって減少する反比例の関係を示し、既報<sup>5)</sup>と同様の結果であった。また、スランプの影響は、8cmよりも15cmの方が総じて間隙通過速度が速く、平均粗骨材量変化率が小さい傾向であった。ただし、s/aが45%以下の範囲では両者の差異はほとんどなくなった。

### 3.2 タンピング試験

図-3に、s/aと単位スランプフロー変化量との関係を示す。なお、タンピング試験中、コンクリートの著しい崩れや割れ等は認められなかった。単位スランプフロー変化量はs/aが増加すると大きくなる傾向であった。スランプ別に見ると、8cmの場合1.3~2.6mm/回(平均:2.0mm/回)、15cmの場合1.7~4.8mm/回(平均:3.0mm/回)であり、平均的には8cmよりも15cmの方が大きくなった。s/aが45%以下の範囲では、8cmおよび15cmの単位スランプフロー変化量がほぼ同程度の値となっており、前述の加振ボックス充填試験における相対関係と一致した。

### 3.3 加振ボックス充填試験とタンピング試験の関係

タンピング試験は現場において比較的簡易に実施できるため、加振ボックス充填試験結果と関連付けることは有益と考えられる。図-4に、単位スランプフロー変化量と間隙通過速度の関係を示す。本報のデータに加え、同一骨材で粒度分布を変化させた既報のデータ<sup>5)</sup>も併記する。単位スランプフロー変化量の増加に伴って間隙通過速度は速くなる傾向であった。両者の関係は、スランプの大小やデータの種類によらず、単一の指数関数で表現ができた。指数関数と実測値の乖離は、おおむね±15%の範囲内に収まっており、同一材料であれば、タンピング試験によって加振ボックス充填試験の結果をある程度のレベルで定量評価できる可能性がある。

## 4. まとめ

本検討の範囲内で得られた知見を以下に示す。

- (1) 細骨材率が40%~50%程度の範囲では、加振ボックス充填試験による間隙通過速度、平均粗骨材量変化率に大幅な変化は認められなかった。
- (2) 土木学会で示されている施工性を確保するための細骨材率の最小値について、妥当性を裏付ける結果が得られた。

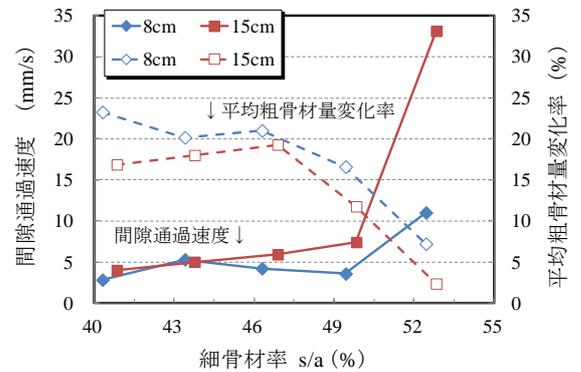


図-2 加振ボックス充填試験結果

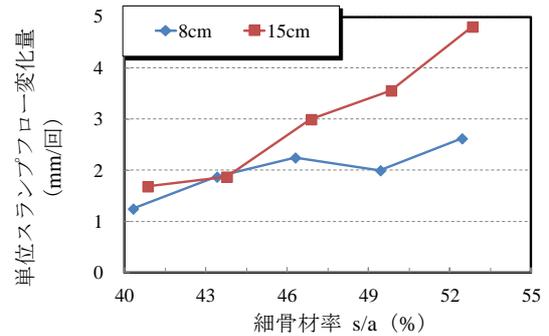


図-3 タンピング試験結果

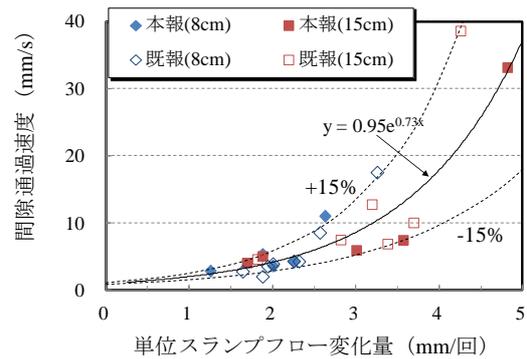


図-4 加振ボックス充填試験とタンピング試験の関係

- (3) 同一材料であればタンピング試験の結果から加振ボックス充填試験結果をある程度評価できると考えられた。そのばらつきは±15%程度であった。

### 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，2013。2)齋藤ほか：細骨材率を増加したコンクリートの間隙通過試験による締固め性能評価，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，シンポジウム論文集，pp.II-23-28，2011。3)土木学会：コンクリート標準示方書[施工編]，2012。4)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)，pp.55-56，2007。5)石井ほか：骨材の粒度分布がコンクリートの充填性に及ぼす影響，第68回年次学術講演会講演概要集，V-392，pp.783-784，2013。