

材料及び配合条件がプレストレストコンクリートの充填性に及ぼす影響

福岡大学 学生員 ○鹿江 史浩・杉田 菜々望

福岡大学 正会員 橋本 紳一郎

オリエンタル白石 正会員 中村 敏之

オリエンタル白石 正会員 吉村 徹

1. はじめに

現状、フレッシュコンクリートのコンシステンシー試験の評価で一般に用いられる試験はスランプ試験であるが、振動条件下におけるコンクリートのコンシステンシーを定量的に評価することは困難である。これらに対して、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）¹⁾」（以下、施工性能指針）では、振動条件下における同一スランプを有するコンクリートの間隙通過性、材料分離抵抗性や変形性などの施工性能を定量的な指標をもって評価する 2 つの試験方法が提案されており、普通コンクリートでの配合選定時に強度や耐久性だけではなく施工性能を考慮した配合選定が重視されてきている。一方でプレストレストコンクリート（以下、PC）のように粉体量の多い配合では、配合選定時に強度や耐久性を重視した配合設計が多く、使用材料や配合条件の違いを考慮した配合設計が十分に行われていない。そこで本研究では、PC を対象とした細骨材が及ぼすコンクリートの充填性に与える影響について検討を行った。

2. 実験概要

使用材料について、細骨材は 2 種類の海砂と砕砂を使用し、粗骨材は砕石を使用した。使用骨材の物理的品質を表-1 に示す。混和剤は高性能 AE 減水剤（ポリカルボン酸エーテル系）と AE 減水剤（アルキルエーテル系）を使用した。

表-2 にコンクリートの配合を示す。目標スランプおよび空気量を $12 \pm 1.0\text{cm}$ 、 $4.5 \pm 1.0\%$ 、水セメント比を一定とし、細骨材率を変化させた 4 水準および細目と粗目の混合比率により細骨材の粒度を変化させた 5 水準とした。粒度分布を図-1 に示す。

スランプは JIS A 1101 に、空気量は JIS A 1128 に準じて測定した。間隙通過性および材料分離抵抗性の評価は、施工性能指針において提案される「JSCE-f0701 ボックス型容器を用いた加振時のコンクリートの間隙通過性試験方法（案）」（以下、間隙通過性試験）に準じて行った。図-2 にボックス型容器の概略とバイブレータの挿入位置を示す。バイブレータを始動し、試料が A 室から B 室正面における所定の高さに到達した時間を測定し、このときの到達時間から間隙通過速度を算出した。終了後に所定箇所から採取した試料を JIS A 1112 に準じて洗い分析により単位粗骨材量を求め、それから粗骨材量比率を算出した。変形性の評価は、施工性能指針において提案されるタンピング試験および NEXCO JHY 733-2008 「中流動覆工コンクリートの加振変形方法」に準じた方法で評価した。タンピング試験は、板を 8 回（2 周）叩くごとにスランプフローを測定し、

表-1 使用骨材の物理的品質

種類	記号	品質
細骨材	S1	海砂 表乾密度 2.58g/cm^3 、吸水率 0.96% 、粗粒率 2.81
	S2 (細目)	海砂 表乾密度 2.60g/cm^3 、吸水率 1.28% 、粗粒率 1.90
	S3 (粗目)	砕砂 表乾密度 2.70g/cm^3 、吸水率 0.85% 、粗粒率 3.24
粗骨材	G	砕石 表乾密度 2.77g/cm^3 、吸水率 0.63% 、粗粒率 6.58

表-2 使用骨材の物理的品質

配合の種類	W/C (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m^3)					混和剤 (C%)	
			W	C	S1	S2 (細目)	S3 (粗目)	G1	高性能 AE 減水剤
s/a=38		38			663			1161	C×0.85
s/a=43		43	152	400	750			1067	C×1.0
s/a=48		48			837			974	C×1.2
s/a=53		53			924			850	C×1.5
F.M3.10	38					699	75		C×0.85
F.M2.95						621	150		C×0.90
F.M2.75		43	156	410		466	299	1056	C×0.75
F.M2.54						349	411		C×0.75
F.M2.41						233	523		C×0.75

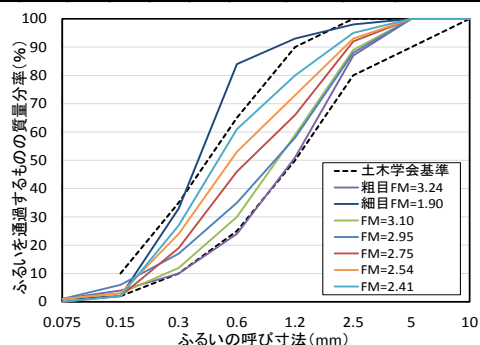


図-1 粒度分布

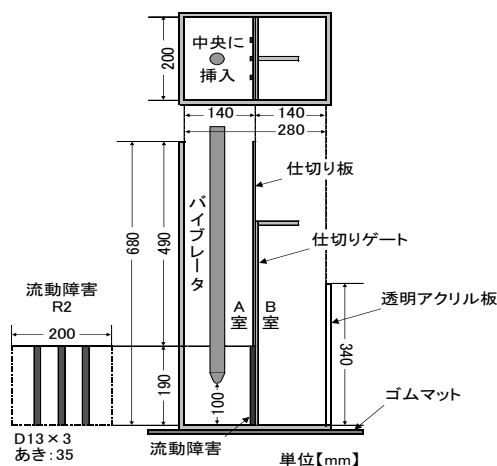


図-2 間隙通過性試験の概略

これを 32 回（4 周）まで行った。変形性の指標は、打撃 1 回に対するスランプフローの増加量 (mm) を単位スランプフロー変化量 (mm/回) として算出した。加振変形試験では、加振時間を 15, 30, 60, 90 秒としそのときのスランプおよびスランプフローを測定した。

3. 結果及び考察

図-3 に細骨材率と間隙通過速度および粗骨材量比率の関係、図-4 に細骨材率と単位スランプフロー変化量の関係を示す。細骨材率を 48% まで大きくすると間隙通過速度は速くなり、粗骨材量比率も大きく、しかし、細骨材率を 53% まで大きくすると間隙通過速度、粗骨材量比率は小さくなった。これは、粉体量が多く粘性が高い配合に、細骨材を増加させたことでさらに粘性が高くなったためと推察される。また、単位スランプフロー変化量も同様の傾向を示した。このことより、細骨材率の増加は間隙通過性、材料分離抵抗性を向上させるが、PC 部材を対象としたコンクリートのような粉体量の多い配合では細骨材の過度な増加は、充填性能を低下させると考えられる。また、既往の研究²⁾より、間隙通過性試験とタンピング試験で得られる指標に相関があることを明らかにしている。本実験で行った粉体量の多く粘性が高い配合においても同様の傾向にあると考えられる。

図-5 粗粒率と間隙通過速度および粗骨材量比率の関係、図-6 に粗粒率とタンピング試験による単位スランプフロー変化量と加振変形試験による加振時間 15 秒時点のスランプフロー変化量の結果を示す。細骨材の粗粒率が大きくなると間隙通過速度は遅くなるが、粗骨材量比率に大きな低下は見られず、80% 程度以上と良好な材料分離抵抗性を示している。施工性能指標では間隙通過速度が 3~4mm/s であると実際の型枠内においての充填性は悪くなる。粗粒率を大きくすると、骨材同士に噛み合いが生じ、間隙通過性が低下したと考えられるが、粉体量の多い配合であることから材料分離抵抗性が確保されたと考えられる。施工性能指標では間隙通過速度がまた、タンピング試験による単位スランプフロー変化量は粗粒率を小さくすると大きくなる。加振変形試験による加振 15 秒時におけるスランプフロー変化量は粗粒率を小さくすると小さくなる。加振変形試験は、連続的に振動を与えているのに対し、タンピング試験は瞬間的な振動による広がりである。連続的な振動を与えることで、粘性の影響から広がりが小さくなり、瞬間的に振動を与えるタンピング試験においては、骨材の噛み合いによる影響が現れる。このことから配合条件や材料の品質を考慮して配合検討を行うことが大事であるといえる。

4. まとめ

PC に用いる配合のように粉体量の多い配合場合においても、配合条件や骨材の品質によってコンクリートの充填性は異なってくる。本稿で実施した試験はそれらの違いによる間隙通過性、材料分離抵抗性および変形性を評価することができ、さらに今後、加振変形試験の試験値を整理することで新たな指標値として活用できるものと考えられる。

参考文献

- 1). (社)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、2016 2). 中村敏之，橋本紳一郎，佐伯啓介：水セメント比および細骨材率が振動条件下におけるコンクリートの充填性に及ぼす影響，コンクリート工学年次論文集，Vol.38，No.1，2016

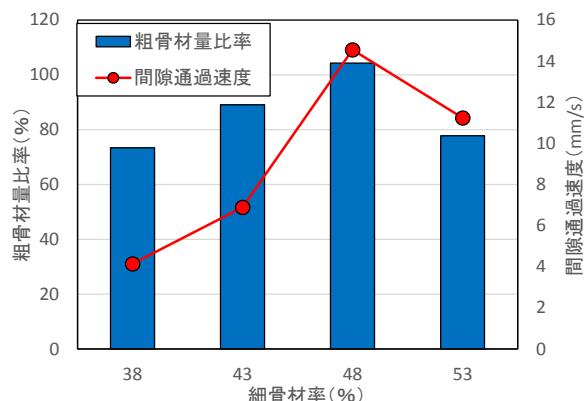


図-3 細骨材率と間隙通過速度および粗骨材量比率の関係

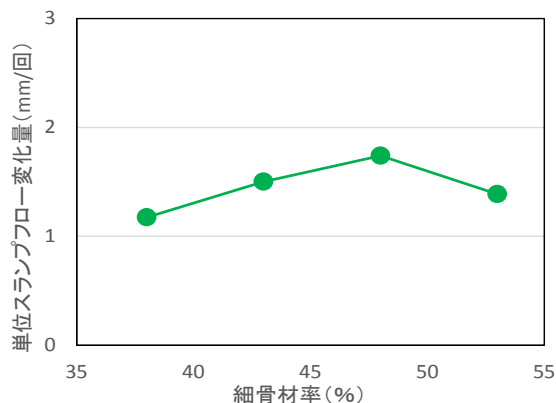


図-4 細骨材率と単位スランプフロー変化量の関係

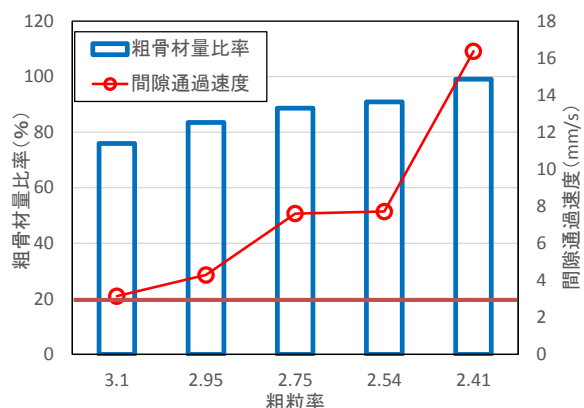


図-5 粗粒率と間隙通過速度および粗骨材量比率の関係

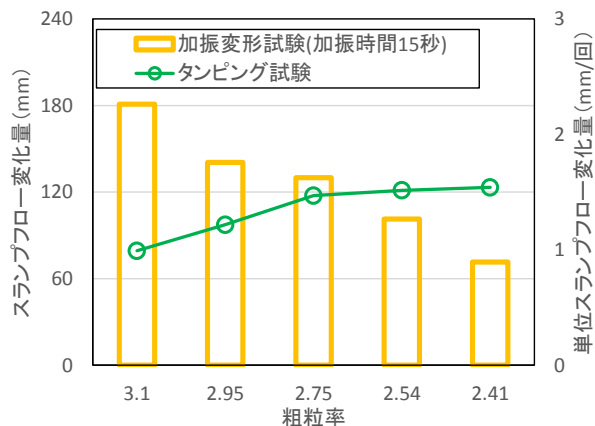


図-6 粗粒率とスランプフロー変化量の関係